

# Modulhandbuch

für den  
Masterstudiengang

Electrical and  
Microsystems Engineering  
(M.Eng.)

SPO-Version ab: Sommersemester 2025

Wintersemester 2025/26

erstellt am 19.09.2025

von Laura Petersen

Fakultät Angewandte Natur-  
und Kulturwissenschaften

## **Hinweise**

**1. Die Angaben zum Arbeitsaufwand in der Form von ECTS-Credits in einem Modul in diesem Studiengang beruhen auf folgender Basis:**

1 ECTS-Credit entspricht in der Summe aus Präsenz und Selbststudium einer durchschnittlichen Arbeitsbelastung von 30 Stunden (45 Minuten Lehrveranstaltung werden als 1 Zeitstunde gerechnet).

## **2. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs**

Der Studiengang gliedert sich in drei Schwerpunkte:

- Modulblock Basis
- Modulblock Vertiefung
- Modulblock Interdisziplinär

sowie der Projekt- und Masterarbeit. Die Module sind alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Lehrveranstaltungen zugeordnet. Die Beschreibung der zugeordneten Lehrveranstaltungen folgt jeweils im Anschluss an das Modul. Durch Klicken auf das Modul oder die Lehrveranstaltungen im Inhaltsverzeichnis gelangen Sie direkt zur jeweiligen Modulbeschreibung.

### **2.1 Basismodule**

Je nach vorangegangenen Bachelor-Studiengang können nicht alle angebotenen Basismodule belegt werden. Angaben zur Belegung finden Sie in den Modulbeschreibungen der Basisblöcke unter „Belegungspflicht und Optionen“.

## **3. Standard-Hilfsmittel:**

Die zugelassenen Hilfsmittel zu schriftlichen Prüfungen finden Sie in der jeweils semesteraktuellen Studienplantabelle.

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Unbeschriebenes Schreibpapier (Name, Matrikelnummer und Modulbezeichnung dürfen vorab schon notiert werden)
- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer, Tintenentferner
- - Zugelassene Taschenrechner der Fakultäten Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften sowie Elektro- und Informationstechnik
- Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ in der Studienplantabelle explizit angegeben.

Bei Prüfungen mit dem Vermerk „keine“ sind ausschließlich die Standard-Hilfsmittel zugelassen.

Beachten Sie bitte auch, dass jedwede Nutzung kommunikationstauglicher Geräte (Telefone, Uhren, Brillen, etc.) verboten ist.

## **4. Lehrsprache:**

Die Lehrsprachen im Studiengang sind Deutsch und Englisch. Informationen zur Lehrsprache im Modul finden Sie in den jeweiligen Modulbeschreibungen.

## **5. Sonstiges**

Es gelten die allgemeinen Regeln der SPO und APO.

**Bitte informieren Sie sich zusätzlich zum Modulhandbuch immer semesteraktuell in der Studienplantabelle des Studiengangs!**

# Modulliste

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Masterarbeit.....                              | 6  |
| Disputation (Disputation).....                 | 8  |
| Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper)..... | 10 |
| Projektarbeit (Project Thesis).....            | 12 |
| Projektarbeit (Project Thesis).....            | 13 |

## Schwerpunkt: BASIS

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Basismodul 1 (Basic Module 1).....                                                                                                                       | 16 |
| Vertiefte Ingenieurmathematik (Advanced Engineering Mathematics).....                                                                                    | 17 |
| Basismodul 2 (Basic Module 2).....                                                                                                                       | 19 |
| Advanced Optoelectronics.....                                                                                                                            | 21 |
| Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering).....                                                                  | 24 |
| Fortgeschrittene Signalverarbeitung.....                                                                                                                 | 26 |
| Mikromechanik (Micromachining).....                                                                                                                      | 28 |
| Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing)..... | 31 |
| Basismodul 3 (Basic Module 3).....                                                                                                                       | 34 |
| Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry).....                                                                                                       | 36 |
| Digitaltechnik 2 (Digital Design 2).....                                                                                                                 | 39 |
| Netzwerke für eingebettete Systeme (Networks for Embedded Systems).....                                                                                  | 42 |
| Photonics and Laser Technology.....                                                                                                                      | 44 |
| Basismodul 4 (Basic Module 4).....                                                                                                                       | 48 |
| Mikrocontroller (Microcontrollers).....                                                                                                                  | 50 |
| Technische Optik (Applied Optics).....                                                                                                                   | 53 |

## Schwerpunkt: INTERDISZIPLINÄR

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Digitalisation Competencies in Engineering Sciences (DC)..... | 56  |
| Applied Robotics - Basics.....                                | 57  |
| Cobots and additive manufacturing.....                        | 60  |
| Cybercraft Archive: Augmented Reality Crafting.....           | 63  |
| Digitalisierung und Ethik (Digitalization and Ethics).....    | 66  |
| Kognitive Systeme (Cognitive Systems).....                    | 68  |
| German Culture, Economy and Society.....                      | 71  |
| English for Master Students.....                              | 73  |
| German Economy and Society.....                               | 74  |
| German for International Students: A1.....                    | 76  |
| German for International Students: A2.....                    | 78  |
| German for International Students: B1.1.....                  | 80  |
| German for International Students: B1.2.....                  | 82  |
| German for International Students: B2.1.....                  | 84  |
| German for International Students: B2.2.....                  | 86  |
| How to Apply in English.....                                  | 88  |
| International Research Methodology and Communication.....     | 90  |
| English for Master Students.....                              | 92  |
| German for International Students: A1.....                    | 93  |
| German for International Students: A2.....                    | 95  |
| German for International Students: B1.1.....                  | 97  |
| German for International Students: B1.2.....                  | 99  |
| German for International Students: B2.1.....                  | 101 |
| German for International Students: B2.2.....                  | 103 |
| Project Management.....                                       | 105 |
| Research Methodology.....                                     | 107 |

|                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zusatzausbildung Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur (Module PI-III) (Additional Training in Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer)..... | 161 |
| Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PI).....                                                                                     | 163 |
| Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII).....                                                                                   | 165 |
| Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII).....                                                                                 | 166 |
| Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV).....                                                                                   | 168 |
| Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PV).....                                                                                     | 170 |

## Schwerpunkt: VERTIEFUNG

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vertiefung.....                                                                                    | 109 |
| Advanced Methods of Quality Management.....                                                        | 111 |
| Advanced Optical Sensing.....                                                                      | 114 |
| Advanced Packaging (dual).....                                                                     | 116 |
| Advanced Semiconductor Technology (dual).....                                                      | 118 |
| Electronic Product Engineering.....                                                                | 120 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility).....                            | 122 |
| Embedded Linux.....                                                                                | 125 |
| Fiber Optic Communication.....                                                                     | 129 |
| HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design).....                                                      | 131 |
| Intelligent Material Systems and Metamaterials.....                                                | 134 |
| LabVIEW-Projekte.....                                                                              | 138 |
| LED Technology (dual).....                                                                         | 140 |
| Multi-processor and multi-core design for reliable embedded systems.....                           | 142 |
| Overview on semiconductor fabrication in a high-volume environment.....                            | 145 |
| Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices).....                           | 148 |
| Quantum Theory and Information.....                                                                | 150 |
| Surface Engineering of Semiconductor Materials.....                                                | 154 |
| Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering).....                              | 156 |
| Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master)..... | 159 |

Verwendbarkeit der Module: Alle Module sind studiengangspezifisch. Abweichungen sind in den Modulbeschreibungen im Feld „Studien- und Prüfungsleistung“ vermerkt.

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                        | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| INTERDISZIPLINÄR                              |                        |                       |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät               |                       |
| N.N.                                          | Organisationseinheiten |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                         | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                      |                  | Schwerpunkt<br>(Strukturelement) |                                  |

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule | Lehrumfang<br>[SWS o. UE] | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|     |                            |                           |                                  |

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Masterarbeit                                  |                                            | MA/M1                 |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Johannes Wild                       | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|----------|----------------------------------|
| 3.                                   |                  | Pflicht  | 26                               |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Ausgabe des Themas setzt voraus, dass im Studienfortschritt mindestens 40 Credits erreicht worden sind. |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|-------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                           | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Disputation (Disputation)                 |             | 6              |
| 2.  | Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper) |             | 20             |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Bearbeitungszeit und weitere Bestimmungen siehe auch SPO und APO</p> <p><b>Anforderungen an dual Studierende:</b><br/>Zusätzlich zur Masterarbeit soll bis zum Studienabschluss eine mindestens 3-monatige Industriepraxis nachgewiesen werden. Diese soll bis spätestens vor Beginn der Masterarbeit beim Praxispartner abgeschlossen werden (z.B. in den Semesterferien). Diese Industriepraxis soll einen direkten Bezug zu den Themen der Projekt- und der Masterarbeit haben und dient als Vorbereitung und Einarbeitung in das Thema der Masterarbeit. Bei dualen Studierenden bilden die Industriepraxis, die Projektarbeit und die Masterarbeit eine Einheit, die einen Zeitraum</p> |

von insgesamt mindestens 9 Monaten beim Industriepartner umfasst und die ein besonderes Merkmal des dualen Studienmodells darstellt.

| Teilmodul                                                                             |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Disputation (Disputation)                                                             |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                                                     | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                               | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                             | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Betreuender Professor                                                                 | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                              |                                            |                    |
| Selbständige Präsentation eines wissenschaftlichen Projektes (optional auf Englisch). |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 3.                                   |                             | deutsch/englisch | 6                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
|                | 180h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Referat, 30 Min.                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mündliche Präsentation und Begründung der erarbeiteten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang sind geeignete Vortragstechniken zu erlernen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Ergebnisse eines umfassenden, wissenschaftlichen oder ingenieurstechnischen Projektes, dessen fachliche Grundlagen und fachübergreifenden Zusammenhänge mündlich darzustellen, zu präsentieren und selbständig zu begründen (3).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),</li> <li>zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li> <li>wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li> </ul> |

|           |
|-----------|
| Literatur |
|-----------|

|                                               |
|-----------------------------------------------|
| Der zur Verfügung stehende Stand der Technik. |
|-----------------------------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                                                                                        |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper)                                                                                                                                        |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                                                                                                                                                | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                                                                                                                          | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                                                                                        | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Betreuender Professor                                                                                                                                                            | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                                                                                                                         |                                            |                    |
| Eigenständige Ingenieursarbeit nach wissenschaftlichen Methoden mit Dokumentation und unter fachlicher Anleitung der jeweils betreuenden Dozenten/innen (optional auf Englisch). |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 3.                                   |                             | deutsch/englisch | 20                               |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
|                | 750h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Masterarbeit                                  |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines praxisorientierten wissenschaftlichen Projekts.</li> <li>• Theoretische, konstruktive experimentelle Aufgabenstellung mit ausführlicher Beschreibung und Erläuterung ihrer Lösung.</li> <li>• Aufbereitung und Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form</li> </ul>                                                                                                                  |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sowohl fachliche Einzelheiten als auch fachübergreifende Zusammenhänge zu verstehen (3)</li> <li>• Ergebnisse nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Anforderungen aufzubereiten und zu dokumentieren (3)</li> <li>• ein größeres ingenieurwissenschaftliches Projekt innerhalb einer vorgegeben Frist selbstständig zu bearbeiten (3)</li> </ul> |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),</li><li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li><li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li></ul> |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sämtliche Manuskripte, Übungsaufgaben etc. des Studienverlaufs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Alle erforderlichen Unterlagen zur Themenbearbeitung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Der zur Verfügung stehende Stand der Technik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><b>Anforderungen an dual Studierende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dual Studierende fertigen eine Masterarbeit in Zusammenarbeit mit ihrem Kooperationsunternehmen an.</li><li>• Die Masterarbeit im Umfang von 26 Credits wird als externe Arbeit beim Praxispartner durchgeführt</li><li>• Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor.</li><li>• Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg.</li><li>• Die Abschlusspräsentation der Arbeit kann auch im Kooperationsunternehmen stattfinden.</li></ul>                                                                                                                                                                                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Projektarbeit (Project Thesis)                |                                            | PA/P1                 |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Johannes Wild                       | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|----------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Pflicht  | 6                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine                                                                              |
| Empfohlene Vorkenntnisse                                                           |
| Grundlagen des ingenieurmäßigen Arbeitens aus einem vorhergehenden Bachelorstudium |

| Inhalte          |
|------------------|
| Siehe Folgeseite |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseite |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule     | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Projektarbeit (Project Thesis) | 4 SWS       | 6              |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jederzeit während des Masterstudiums                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Anforderungen an dual Studierende:</b></p> <p>Zusätzlich zur Masterarbeit soll bis zum Studienabschluss eine mindestens 3-monatige Industriepraxis nachgewiesen werden. Diese soll bis spätestens vor Beginn der Masterarbeit beim Praxispartner abgeschlossen werden (z.B. in den Semesterferien). Diese Industriepraxis soll einen direkten Bezug zu den Themen der Projekt- und der Masterarbeit haben und dient als Vorbereitung und Einarbeitung in das Thema der Masterarbeit. Bei dualen Studierenden bilden die Industriepraxis, die Projektarbeit und die Masterarbeit eine Einheit, die einen Zeitraum von insgesamt mindestens 9 Monaten beim Industriepartner umfasst und die ein besonderes Merkmal des dualen Studienmodells darstellt.</p> |

| Teilmodul                                    |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Projektarbeit (Project Thesis)               |                                            | PA                 |
| Verantwortliche/r                            | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                      | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                    | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Betreuender Professor-betreuende Professorin | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                     |                                            |                    |
| Projekt                                      |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch/englisch | 6                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftlicher Bericht                         |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden, eingebunden in das Projekt- oder Laborteam, einen Teilaspekt aus einem an der OTH Regensburg laufenden, einschlägigen Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben, z.B. ein Arbeitspaket aus einem Fördervorhaben. Das Niveau der Arbeit entspricht der Tätigkeit eines/r Ingenieurs/in.</p> <p>Alternativ kann die Projektarbeit in einem Unternehmen mit Betreuung durch eine/n Professors/ in aus den Fakultäten Elektro- und Informationstechnik oder Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften durchgeführt werden.</p> <p>Das Thema kann im Rahmen der vorhandenen Vorhaben frei gewählt werden. Dozenten/innen bieten laufend Themen zur Bearbeitung an. Als Betreuer/in und Ansprechpartner/in fungiert die Projekt- oder Laborleitung.</p> <p>Die Arbeitsergebnisse sind in geeigneter Weise zu dokumentieren (optional auf Englisch). Dies kann auch mit einem Prototypen, einem Softwareprogramm, o.ä. geschehen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Beschreibung des Moduls: Projektkurs über die Anwendung von Nanopartikeln für Informationstechnologien oder Sensorik</b></p> <p>4 SWS - 6 ECTS - Zu erbringende Leistungen: Projektvorschlag, praktischer Teil (verpflichtend) und schriftlicher Projektbericht</p> <p>Maximale Anzahl von Teilnehmern: 10</p> <p>Voraussetzungen: Die Studierenden müssen mit den Grundlagen der Chemie vertraut sein, d.h. den Kurs "Chemie für Ingenieure" oder einen vergleichbaren Chemiekurs erfolgreich absolviert haben.</p> <p>Lernziele: Die Studierenden sind mit der Synthese und den Eigenschaften verschiedener nanostrukturierter Materialien vertraut und kennen Beispiele für Anwendungen in der Energiegewinnung, in elektrischen Bauteilen und in der Sensorik. Sie verstehen die Vorteile und Risiken der Verwendung von Nanopartikeln. Darüber hinaus erwerben sie Kenntnisse über die Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien, die sich für die genannten Anwendungen eignen. Nach dem Besuch dieser Lehrveranstaltung verstehen die Studierenden, wie die Nanotechnologie neue Konzepte und Anwendungen in der Elektrotechnik ermöglicht. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden einen Arbeitsplan zu einer wissenschaftlichen Fragestellung und schlagen einen geeigneten experimentellen Ansatz zur Beantwortung dieser Fragestellung vor. Im praktischen Teil machen sich die Studierenden mit grundlegenden Arbeitsverfahren und Charakterisierungstechniken in einem Chemielabor vertraut. Sie synthetisieren anorganische Nanopartikel mit Bottom-up-Methoden und wenden das hergestellte Material in einem Beispiel aus der Mikrosystemtechnik oder Sensorik an. Sie schließen das Projekt mit einem schriftlichen Bericht ab, der die Theorie zum Thema des Einzelprojekts, die durchgeführten Experimente und die erzielten Ergebnisse beschreibt.</p> <p>Inhalt: Dieses Modul setzt sich aus Vorlesungen (2 SWS), einem praktischen Teil (2 SWS) und Selbststudium zusammen. Zusätzlich zu den Vorlesungen erarbeiten die Studierenden einen individuellen Projektplan, führen die Experimente durch und fassen die Theorie und Ergebnisse in einem Projektbericht zusammen.</p> <p>In den Vorlesungen werden die folgenden Ziele behandelt:</p> <p>Was sind nanostrukturierte Materialien? Definition und größenabhängige Eigenschaften</p> <p>Charakterisierungsmethoden für nanoskalige Objekte</p> <p>Plasmonische Metall-Nanopartikel: Plasmonenresonanz und photothermischer Effekt, Synthese und Charakterisierung, Anwendungen in der Energiegewinnung, Sensorik und als Komponente in leitfähigen Tinten.</p> <p>Magnetische Metalloxid-Nanopartikel: Magnetismus und Superparamagnetismus, Synthese und Charakterisierung von superparamagnetischen Eisenoxid-NP (SPIONs), Anwendungen für Datenspeicherung und Sensorik.</p> |

Halbleiter-Nanopartikel: Größenabhängige Fluoreszenz, Synthese und Charakterisierung, Verwendung von Halbleiterpartikeln in der Sensorik.

**Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- das im Studium erworbene Wissen anwendungsspezifisch einzusetzen (2),
- ein wissenschaftliches Projekt inhaltlich zu planen (2), und durchzuführen (3)
- die Projektergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Arbeit zu dokumentieren(2) und zu präsentieren (2).

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),
- zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),
- wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).

**Angebotene Lehrunterlagen**

Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher

**Lehrmedien**

Tafel, Notebook, Beamer, Exponate

**Literatur**

- Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung", BeuthVerlag, 2009
- Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens", UTB, 2011

**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

**Anforderungen an dual Studierende:**

- Dual Studierende bearbeiten in Absprache mit einer betreuenden Lehrkraft an der Hochschule ein eigenständiges Projekt im Kooperationsunternehmen.
- Die Projektarbeit im Umfang von 6 Credits muss beim Praxispartner durchgeführt werden.
- Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor.
- Die Betreuung der Arbeit erfolgt von Seiten der OTH Regensburg.
- Die Projektarbeit soll vor Beginn der Masterarbeit abgeschlossen werden.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)       |                                                                         | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Basismodul 1 (Basic Module 1)                       |                                                                         | B1                    |
| Modulverantwortliche/r                              | Fakultät                                                                |                       |
| Prof. Dr. Ioana Serban<br>Dr. Gabriela Tapken (LBA) | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften<br>Informatik und Mathematik |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                    | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Pflichtmodul | 8                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine                                                                                                                                                                          |
| Empfohlene Vorkenntnisse                                                                                                                                                       |
| Mathematik aus den Bachelorstudiengängen.<br>Insbesondere: Fourier-Reihen, Fourier-Transformationen, Gauß-Verfahren, Satz von Taylor, Definition von Ableitungen, Integration. |

| Inhalte          |
|------------------|
| Siehe Folgeseite |

| Lernziele: Fachkompetenz                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseite |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                      |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseite |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                                          | Lehrumfang<br>[SWS o. UE] | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 1.  | Vertiefte Ingenieurmathematik<br>(Advanced Engineering Mathematics) | 6 SWS                     | 8                                |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Lehrveranstaltung <i>Höhere Mathematik</i> wird im Wintersemester auf Deutsch (Dr. Gabriela Tapken) und im Sommersemester auf Englisch angeboten (Dr. Michael Seidl). |

| Teilmodul                                                             |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Vertiefte Ingenieurmathematik (Advanced Engineering Mathematics)      |                                            | MM                 |
| Verantwortliche/r                                                     | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Ioana Serban                                                | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                             | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Ioana Serban                                                | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                              |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praktikum im Computerraum |                                            |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 6 SWS                       | deutsch/englisch | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                               |
|----------------|--------------------------------------------|
| 150h           | 60h Eigenstudium, 30h Prüfungsvorbereitung |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Portfolioprüfung                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechengenauigkeit</li> <li>• Kondition und Fehlerkontrollen, Vektor- und Matrixnorm</li> <li>• Nullstellenverfahren</li> <li>• Lösung großer linearer Gleichungssysteme</li> <li>• Interpolation und Approximation, Splines</li> <li>• Fourier-Analyse</li> <li>• Nichtlineare Optimierung</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Lösungsmethoden von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei numerischen Rechnungen aller behandelten Arten abzuschätzen wie groß die auftretenden Fehler sind und wovon diese abhängen. (2)</li> <li>• verschiedene bekannte Lösungsverfahren für verschiedene Problemtypen zu kennen (1) und für eine konkrete Problemstellung ein passendes Verfahren auszuwählen (2)</li> <li>• die Unterschiede und Vor- bzw. Nachteile zwischen klassischen und numerischen Lösungsverfahren von Anfangs- bzw. Randwertproblemen aufzulisten (1) und im Falle von numerischen Lösung ein zur Aufgabenstellung passendes Verfahren zu wählen (2)</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei ihnen unbekannten numerischen Verfahren aus prinzipiell bekannten Teilbereichen der Numerik hinsichtlich ihrer Qualität zu analysieren. (3)</li> <li>• zu erkennen bei welchen Arten von Problemen die Verwendung eines numerischen Verfahrens sinnvoll sein könnte oder eben auch nicht. (2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2)</li> <li>• zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1)</li> <li>• die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1)</li> <li>• durch ein tieferes Verständnis von Numerik und damit auch von durch numerische Rechnungen bzw. Simulationen erhaltenen Resultate und Erkenntnisse zu bewerten und damit zu einem verantwortungsvollen Umgang mit von computergestützter Wissenschaft zu gelangen. (3)</li> </ul> |
| <b>Angebote Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lückenskript, Aufgaben + Lösungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Beamer, Tafel, Computer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dahmen, D; Reusken, A: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer (2008) Hücke, T; Schneider, S: Numerische Methoden, Springer (2006) MatLab User's Guide: Partial Differential Equation Toolbox <a href="https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/pde/pde.pdf">https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/pde/pde.pdf</a> (9.3.2020) Meyberg, K; Vachenaue, P: Höhere Mathematik, Springer (2003) Hermann, M: Numerische Mathematik, Oldenburg (2011) Press, W; Teukolski, S; Vetterling, W; Flannery, B: Numerical recipes, Cambridge University Press (2007) Riley, K.F.; Hobson, M.P.; Bence, S.J.: Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press (2006)</li> </ul> |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Basismodul 2 (Basic Module 2)                 |                                            | B2                    |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                    | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Peter Kuczynski                     | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                    | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Martin Schubert                     | Elektro- und Informationstechnik           |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                    | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Pflichtmodul | 8                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Empfohlene Vorkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Für MN: Grundlagen der Mathematik, der Physik und Werkstoffe</p> <p>Für AKE: Kenntnisse in Mathematik, Physik, Elektronische Bauelemente und Schaltungstechnik, die in den Bachelorstudiengängen Elektro- und Informationstechnik, Mikrosystemtechnik oder Sensorik und Analytik vermittelt werden. Kenntnisse Modul AT, DE (Bachelor)</p> <p>For AOE: Profound knowledge in Engineering Mathematics (calculus, partial differential equations) and College Physics: mechanics, electricity, optics (Bachelor level).</p> <p>Für PHDS: Modul Digitaltechnik</p> |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p>Siehe Folgeseiten</p> |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                                                                                                                          | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                                                                                                                                     | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Advanced Optoelectronics                                                                                                                            | 8 SWS       | 8              |
| 2.  | Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering)                                                                  | 6 SWS       | 8              |
| 3.  | Fortgeschrittene Signalverarbeitung                                                                                                                 | 4 SWS       | 4              |
| 4.  | Mikromechanik (Micromachining)                                                                                                                      | 6 SWS       | 8              |
| 5.  | Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing) | 4 SWS       | 4              |

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Ergänzende Regelungen:

Ein Modul aus B 2.1 bis B 2.4 ist zu wählen.

Das Modul "Mikromechanik" (MN/MT2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik.

Das Modul "Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik" (AKE) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

Das Modul "Advanced Optoelectronics" (AOE) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik.

Die Teilmodule "Fortgeschrittene Signalverarbeitung" (FSV) und "Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung" (PHDS) bilden das Modul "Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen" (VSI). Für das Modul müssen beide Teile belegt werden.

| Teilmodul                                            |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Advanced Optoelectronics                             |                                            | AOE                |
| Verantwortliche/r                                    | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                           | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                            | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                           | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                             |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 20% Übungsanteil |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 8 SWS                       | englisch    | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 90h            | 150h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 120 Min.                |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Part I: Fundamentals</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wave Optics (Propagation of Light) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Light Rays</li> <li>1.2. Light waves</li> <li>1.3. Light as an Electromagnetic Wave (Maxwell-Theory of EM-waves)</li> <li>1.4. Dielectric waveguides</li> </ol> </li> <li>2. Photons (Emission and Detection of Light) <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Discrepancies between Maxwell's Theory and Experiments</li> <li>2.2 Light as a particle (Photon), Light-Particle dualism</li> <li>2.3 Emission and absorption of light</li> <li>2.4 Illumination and color perception</li> <li>2.5 Optical gain and laser radiation</li> </ol> </li> <li>3. Opto-Semiconductors <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Energy band model; direct and indirect semiconductors</li> <li>3.2 Undoped and doped opto-Semiconductors</li> <li>3.3 Semiconductor diode theory</li> <li>3.4 Heterostructures / Technology of III-V-semiconductors</li> </ol> </li> <li>4. LED's <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Excess recombination</li> <li>4.2 Electro-optical characteristics</li> <li>4.3 Radiative and non-radiative recombination</li> <li>4.4 Measures for increasing efficiency</li> <li>4.5 Emission spectrum</li> <li>4.6 OLED</li> <li>4.7 Modulation behavior</li> </ol> </li> <li>5. Optical Amplification and Semiconductor Lasers <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 First Laser condition (inversion condition)</li> <li>5.2 Second laser condition (optical gain)</li> <li>5.3 Technical realization of inversion</li> <li>5.4 Electro-optical characteristic in cw-mode</li> <li>5.5 Emission spectrum</li> <li>5.6 wavelength tunable lasers</li> <li>5.7 Modulation behavior</li> </ol> </li> <li>6. Photodetectors, solarcells and semiconductor optical modulators <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Internal photoeffect</li> <li>6.2 Electrical characteristics of illuminated pn-junctions („photo elements“)</li> <li>6.3 Solar cells</li> <li>6.4 pin-photo diodes</li> <li>6.5 electro-optic modulators</li> </ol> </li> </ol> <p>Part II: Applications</p> <p>Part of the lecture is the participation in the Colloquium<br/>Microsystems Engineering. Please refer to the enclosed list for the dates and venue<br/>The content of the lectures and the subsequent questions are part of the lecture and are relevant for the examination.</p> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• After successful completion of the module, students are able to the students shall learn to know the fundamentals, the design, the technology and the operation of optoelectronic materials and modern optoelectronic devices (e.g. LED, Semiconductor Lasers, integrated optoelectronic circuits and photo-detectors). (2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Based on this knowledge they should be able to read scientific publications in this field and to understand the design, the fabrication process and the operation of optoelectronic devices. (2)</li> <li>• A high degree of personal contributions is expected from the master students. The basics of optics and physics must be repeated or worked out in self-study. (2)</li> <li>• to design parts of optoelectronic components and structures by themselves. (3)</li> <li>• to select and to choose suitable optoelectronic components for specific engineering applications. (3)</li> <li>• to join in and work together with an interdisciplinary team of physicists, chemists and engineers for the fabrication of modern optoelectronic devices. (3)</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• After successful completion of the module students are able to make a responsible assessment of the situation on the basis of the large number of known and available data and facts, and on this basis to make decisions and find target-oriented solutions that are in harmony with economic and ecological aspects. (2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Transcript, video recordings, exercises, supplemental tables and graphs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• S.M. Sze, K.K. Ng „Physics of Semiconductor Devices (3rd Ed.): Chapter 1, Chapter, Chapter 12 and Chapter 13”, Wiley, 2007</li> <li>• D. Meschede “Gerthsen Physik”, Springer, 2015</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                          |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering)                                 |                                  | AKE                |
| Verantwortliche/r                                                                                                  | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer<br>Prof. Dr. Peter Kuczynski<br>Prof. Dr. Rupert Schreiner<br>Prof. Dr. Martin Schubert | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                          | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Martin Schubert                                                                                          | in jedem Semester                |                    |
| Lehrform                                                                                                           |                                  |                    |
| seminaristischer Unterricht<br>2/3 theory, 1/3 practical training in the lab                                       |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 6 SWS                       | deutsch/englisch | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium      | Eigenstudium                                           |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 84 h campus program | 104 h preparation and follow-up, 52 h exam preparation |

| Studien- und Prüfungsleistung                              |
|------------------------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 120 Min. (written exam, 120 minutes) |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis              |
| Siehe Studienplantabelle (see curriculum table)            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Part A: Classroom: Basics of electrical engineering and electronics</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of electrical &amp; electronics engineering: Kirchhoff's laws, circuits, LTI systems, etc.</li> <li>2. Introduction of Laplace transform and Laplace variable <math>s</math> and application to simple circuits</li> <li>3. Working with complex impedances</li> <li>4. Build passive and active filters with complex impedances</li> <li>5. Fundamentals of digital filtering, translation methods <math>s \rightarrow z</math>, programming digital filters</li> <li>6. Basic principles of electric machines</li> <li>7. [Depending on time budget: The fundamental ideas of the 4 Maxwell equations]</li> </ol> <p><b>Part B: Laboratory: Practical Training</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Measurement with modern equipment like oscilloscopes and vector network analyzer (Bode1) to experience the theoretical material practically in the laboratory</li> <li>2. Modeling the measured data with Matlab</li> </ol> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lernziele: Fachkompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>After successfully completing this module, the students are able to ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Learn (2) und understand (3) basics of electronics</li><li>• Understand (3) and apply basic analog and digital filters.</li><li>• Understand (3) the fundamental ideas of frequently used electric machines</li><li>• Use (4) Matlab</li></ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>See Präambel</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Scripts, exercises, practical trainings, references</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Tablet PC, beamer, Elektroniklabor (S081)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>[1] The MathWorks, available : <a href="https://de.mathworks.com">https://de.mathworks.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Mandatory requirements: Technical Bachelor degree<br/>Language: Documents English, teaching language is German or English, depending on audience.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                               |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Fortgeschrittene Signalverarbeitung     |                                  | FSV                |
| Verantwortliche/r                       | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Peter Kuczynski               | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r               | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Peter Kuczynski               | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abtastratenerhöhung (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor), spezielle Entwurfsverfahren für digitale Filter</li> <li>• spezielle Anwendungen der DFT in der Praxis (schnelle Faltung, Zweikanal-DFT, Spektralschätzung, Interpolation)</li> <li>• Energiesignale und Leistungssignale</li> <li>• Grundlagen der Signalverarbeitung stochastischer Signale</li> <li>• Korrelation, Leistungsdichtespektrum, Energiedichtespektrum</li> <li>• Anwendung von Rauschen als Testsignal bzw. Referenzsignal</li> <li>• Schätzung der Korrelationsfunktionen in der Praxis</li> <li>• Adaptive Filter (Wiener-Filter), Optimierung nach der Methode der kleinsten mittleren Fehlerquadrate, spezielle Lösungsmethoden</li> <li>• Anwendungen von adaptiven Filtern (Systemidentifikation, inverse Modellierung, Störunterdrückung, Unterdrückung periodischer Interferenz, LPC-Analyse, Sprachmodellierung)</li> <li>• Wiener-Lee-Beziehungen und deren Anwendungen in der Praxis</li> <li>• Anwendung von Simulationsprogrammen Matlab und Simulink</li> <li>• Hilbert-Transformation, analytisches Signal</li> </ul> |

| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahren zur Erhöhung der Abtastraten (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor) zu entwickeln und zu realisieren (3)</li><li>• ausgewählte fortgeschrittene Verfahren der Signalverarbeitung mithilfe der DFT zu entwickeln, zu realisieren und zu bewerten (3)</li><li>• die fundamentalen theoretischen Beziehungen der Signalverarbeitung stochastischer Signale zu verstehen und diese anzuwenden (3)</li><li>• adaptive Filter theoretisch zu verstehen, sie anzuwenden und die Lösungs- bzw. Optimierungsverfahren zu bewerten (3)</li><li>• die Wirkungsweise der grundlegenden Anwendungen adaptiver Filter zu verstehen und zu bewerten (3).</li><li>• die Theorie der Hilbert-Transformation zu verstehen und deren Anwendung zu kennen (3)</li><li>• die lineare Prädiktion zur Codierung von Sprachsignalen zu verstehen und anzuwenden (3)</li><li>• die theoretisch behandelten Verfahren der fortgeschrittenen Signalverarbeitung mithilfe von MATLAB und Simulink zu realisieren und zu bewerten (3)</li></ul> |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Hilfsblätter zur Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Oppenheim, Schafer: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall 1989                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Lehrveranstaltung ist ein Teil des Moduls B2.4: <i>Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen (Methods of Signal Processing and their Implementations)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                            |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Mikromechanik (Micromachining)                       |                                            | MT                 |
| Verantwortliche/r                                    | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                           | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                            | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                           | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                             |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 20% Übungsanteil |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 6 SWS                       | deutsch     | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 90h            | 150h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>I. Kontinuumsmechanik:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1)Elastizität: Isotrope Festkörper, Anisotrope Festkörper</li><li>2)Effekte zur mechanisch-elektrischen Signalwandlung: Piezoelektrischer Effekt,Piezoresistiver Effekt</li><li>3)Analytische Näherungslösungen der Elastizitätstheorie für spezielle Fälle: Methode zur Bestimmung der mechanischen Verspannung einer dünnen Schicht auf einem runden Substrat,Verformung einer isotropen rechteckigen dünnen Platte, Einseitig eingespannte dünne Platte (Biegebalken), Allseitig eingespannte dünne Platte (Membran).</li></ol> <p>II. Einführung in die Mikrotechnologie mit Silizium und III-V- Halbleitern</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1)Werkstoffe in der Mikrotechnologie: Werkstofftypen, Technologien, Einfluss desKristallaufbaus auf die Strukturierungsmöglichkeiten</li><li>2)Anisotropes nasschemisches Ätzen von Silizium und III-V- Halbleitern:<br/>AnisotropeNassätzlösungen, Konzentrations- und Temperaturabhängigkeit, Lage von Kristallebenenrelativ zur Waferoberfläche, Kantenätzraten auf Waferoberflächen, Ätzgeometrien beivorgegebenen Ätzmaskengeometrien, Ätzgeometrien für lochartige Strukturen nach langerÄtzzeit, Kompensationsstrukturen zum Schutz konvexer Ecken, Ätzstoppschichten</li><li>3)Trockenätzverfahren: Funktionsweise, Mittlere freie Weglänge, Anisotropie und Selektivität,Plasma- und Barrelätzen, Sputter- und Ionenstrahlätzen, RIBE und CAIBE, ReaktivesIonenätzen (RIE), DRIE, Erhöhung der Anisotropie durch SeitenwandpassivierungIII. Kolloquium Mikrosystemtechnik (4 Vorträge)</li></ol> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnis der grundlegenden mechanisch/physikalischen Eigenschaften von Si und III/V- HL (1).</li><li>• Anwendung dieser Kenntnisse für das Design und die Herstellung halbleiterbasierter Mikrosysteme, Bauelemente und Mikrostrukturen (3).</li><li>• Theoretisches Hintergrundwissen dahingehend anwenden können, um die Strukturen in der Praxis zu realisieren (3).</li><li>• Von den Masterstudierenden wird ein hohes Maß an Eigenleistung erwartet, da die fehlenden Grundlagen in Halbleitertechnologie und Physik im Selbststudium erarbeitet werden müssen.</li><li>• Selbstständige Dimensionierung und Entwurf von Mikrostrukturen für Anwendungen in der Halbleitertechnologie (3).</li><li>• Selbstständiges Entwerfen von Prozessabläufen zur Herstellung der Strukturen und Bauelemente (3).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Auf der Grundlage der Vielzahl bekannter und verfügbarer Daten und Fakten eine verantwortungsvolle Situationseinschätzung vorzunehmen und auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen und zielführende Lösungen zu finden, die mit ökonomischen und ökologischen Aspekten in Einklang stehen. (2)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Angebote Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Mitschrift, Lehrvideos, Übungsaufgaben mit Lösungen, ergänzende Schaubilder und Tabellen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Mescheder Ulrich: Mikrosystemtechnik, Teubner, Stuttgart, 2. Auflage 2004(Mikromechanik und Technologie)</li><li>• Robert E. Newnham: Properties of materials – Anisotropy, Symmetry, Structure, OxfordUniversity Press, New York, 2005 (Kontinuumsmechanik, ausführlich)</li><li>• Gerlach G., Dötzel W.: Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser, 2006 (sehr knappaber umfassend, viele Anwendungen, ausführliche Herleitungen zur Kontinuumsmechanik,Tensorrechnung im Anhang)</li><li>• Volklein F., Zetterer T.: Praxiswissen Mikrosystemtechnik, Vieweg, 2. Auflage 2006(umfangreich, wenig Herleitungen, aber viele Anwendungen)</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen Mathematik, Physik und Werkstoffe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                                                           |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing) |                                  | PHDS               |
| Verantwortliche/r                                                                                                                                   | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                                                                                                                          | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                                                           | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                                                                                                                          | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                                                                                                                            |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen                                                                                                             |                                  |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                           |
|----------------|--------------------------------------------------------|
| 30h            | 60 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| praktischer Leistungsnachweis                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>10 Doppelstunden seminaristischer Unterricht:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Programmierbare Bausteine</li><li>• PLD: Programmable Logic Device, CPLD: Complex Programmable Logic Device, FPGA: Field Programmable Gate Array, ARTIX-7-Architektur</li><li>• Einführung in VHDL</li><li>• Hardware-Grundlagen</li><li>• Spikes, Synchrone Logik, Zustandsautomaten, Systematischer Entwurf komplexer Digitalschaltungen, AXI-Lite-Interface</li></ul> <p><b>20 Doppelstunden Laborpraxis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hardwarebasis: NEXYS4-FPGA-Development Board</li><li>• Aufgaben gemeinsam:</li><li>• Einarbeitung Entwicklungssystem VIVADO (XILINX Inc.)</li><li>• Kombinatorischer 7-Segment-Decoder</li><li>• 7-Segment-Decoder Multiplex</li><li>• Register-Leser AXI-INTERFACE</li><li>• Anwendung des "Register-Lesers" zur Kommunikation mit einer UART-Schnittstelle</li><li>• Einzelprojekte Projekte z. B.:</li><li>• Ansteuerung 16-Bit-DA-Wandler SPI PMOD DA3</li><li>• Testbench für PMODDA3 SPI-Output -&gt; Analogdarstellung</li><li>• Ansteuerung 2-fach-12-Bit-DA-Wandler SPI PMOD DA2</li><li>• DA-Wandlung über PWM-Ausgang</li><li>• AD-Wandler ON-Chip AXI-Lite-Interface</li><li>• AXI-Register-Schreiber</li><li>• FIR-Filter parallel</li><li>• FIR-Filter seriell</li><li>• Daten-Schieberegister mit Speicherung im Block-RAM</li><li>• Weitere Projekte nach Bedarf</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die grundlegenden Hardware-Konstrukte mit zugehörigen VHDL-Beschreibungen zu realisieren. (1)</li><li>• Den Umgang mit der Entwurfssoftware VIVADO zu beherrschen (2)</li><li>• Einen Überblick über die Toolchain, Bedienung VHDL-Editor, Simulator, Synthese und den Hardware-Download zu haben. (2)</li><li>• Den selbstständiger Entwurf komplexer Digitalschaltungen auf VHDL/FPGA-Basis durchzuführen. (3)</li><li>• Die Timingplanung, die RTL-Partitionierung, die VHDL-Codierung, die Verifikation und Dokumentation zu erstellen. (3)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisen daraus abzuleiten (3),</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li> <li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lückenskript, Anleitung für Laborübungen, Design-Beispiele, Literaturliste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Rechnerarbeitsplatz mit Entwurfssoftware VIVADO, NEXYS4-FPGA-Development Board, Testbenches, Messgeräte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wakerly, John F.: „Digital Design, Principles and Practices“, New Jersey: Prentice Hall 2005</li> <li>• Mano, M. Morris: „Computer System Architecture“, New Jersey: Prentice Hall 1993</li> <li>• Hodges, D. A., Jackson, H. G.: „Analysis and Design of Digital Integrated Circuits“, New York: McGraw Hill 2003</li> <li>• XILINX Inc.: HighLevel-Synthesis: UG871 (v2016.1) April 6, 2016</li> <li>• XILINX Inc.: Vivado Design Suite User Guide: Synthesis: UG901 (v2016.1) April 1, 2015</li> <li>• XILINX Inc.: UltraFast Design Methodology Guide for the Vivado Design Suite</li> <li>• Digilent Inc.: Nexys4™ FPGA Board Reference Manual, DOC#:502-274, rev. B; Revised November 19, 2013</li> </ul> |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Die Lehrveranstaltung ist ein Teil des Moduls B2.4: <i>Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen (Methods of Signal Processing and their Implementations)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Basismodul 3 (Basic Module 3)                 |                                            | B 3                   |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                    | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer                   | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Peter Bickel                        | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                      | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                    | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Pflichtmodul | 5                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Empfohlene Vorkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Für DT2: Digitaltechnik Grundlagen; insbesondere Zahlensysteme, Bool'sche Algebra, Schaltnetze, KV-Diagramm, einfache Zählerschaltungen; Kenntnisse Modul Digitaltechnik<br>Für CI: Werkstoffe<br>Für LT: Basic Physic lectures (TP1, TP2), Electro-dynamics, Maxwell equations, Planck black body radiation, Basic facts of solid state physics, Linear algebra, matrix and vector calculus, Technical Optics<br>Für NES: Digitaltechnik, Mikrocomputer, Informatik, Automatisierungssysteme |

| Inhalte           |
|-------------------|
| siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Fachkompetenz                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                                         | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                                                    | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry)                      | 4 SWS       | 5              |
| 2.  | Digitaltechnik 2 (Digital Design 2)                                | 4 SWS       | 5              |
| 3.  | Netzwerke für eingebettete Systeme (Networks for Embedded Systems) | 4 SWS       | 5              |
| 4.  | Photonics and Laser Technology                                     | 4 SWS       | 5              |

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Ergänzende Regelungen:

Ein Modul aus B 3.1 bis B 3.4 ist zu wählen.

Das Modul Chemie für Ingenieure (CI) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik bzw. Sensorik und Analytik.

Das Modul Digitaltechnik 2 (DT2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

Das Modul "Photonics and Laser" (LT) kann nicht gewählt werden, wenn es im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik der OTHR bereits belegt wurde.

| Teilmodul                                                     |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry)                 |                                            | CI                 |
| Verantwortliche/r                                             | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                      | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                     | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                      | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                                      |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht<br>Lectures and practical lessons |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                         |
|-------------------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min. (Written exam, 90 Min.) |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis         |
| Siehe Studienplantabelle (See study plan table)       |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Materie: Elemente, Verbindungen, Aggregatzustände, Atombau und Periodensystem der Elemente, Massen und Mengen</li> <li>• Zustandsverhalten und Gasgesetze, Grundlagen der Thermodynamik</li> <li>• Konzepte der chemischen Bindung: Kovalente, metallische und ionische Bindung, Oxidationszahlen und intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Grundlagen chemischer Reaktionen: Stöchiometrie, chemisches Gleichgewicht, Säure-Base-Reaktionen, Redox-Reaktionen</li> <li>• Elektrochemie: Galvanische Elemente, Elektroden, Elektrolyse</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• The structure of matter: elements, compounds, states of matter, atomic structure and periodic table of the elements, masses and quantities</li> <li>• State behavior and gas laws, basics of thermodynamics</li> <li>• Concepts of chemical bonding: covalent, metallic, and ionic bonding, oxidation numbers and intermolecular interactions</li> <li>• Fundamentals of chemical reactions: Stoichiometry, chemical equilibrium, acid-base reactions, redox reactions</li> <li>• Electrochemistry: galvanic elements, electrodes, electrolysis</li> </ul>         |

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- atomaren und molekularen Aufbau der Materie wiederzugeben (1) und auf spezifische Fragestellungen anzuwenden (2)
- das Zustandsverhalten von Stoffen vorherzusagen (3)
- Energieverhältnisse bei chemischen Reaktionen zu analysieren und den Energieumsatz zu bestimmen (2)
- die Prinzipien stofflicher Änderungen sowie das chemische Verhalten wichtiger Stoffe zu verstehen und vorherzusagen (3)
- Säuren und Basen zu unterscheiden sowie die pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen zu berechnen (2)
- Die Oxidationszahlen chemischer Verbindungen zu bestimmen und Redoxgleichungen aufzustellen (2)
- Ein elektrochemisches Element zu beschreiben (1), die Klemmspannung zu berechnen (2) und sie kennen die Einflüsse auf die Klemmspannung (1)
- Sie kennen verschiedene Konzepte elektrische Energie in chemische Energie umzuwandeln (1)
- Sie können physikalische Größen wie pH-Wert, Energieumsatz und Zustandsgrößen von Systemen bestimmen und einordnen (3)

- produce the atomic and molecular structure of matter (1) and apply it to specific problems (2)
- predict the state behavior of substances (3)
- analyze energy ratios in chemical reactions and determine the energy conversion (2)
- understand and predict the principles of material changes and the chemical behavior of important substances (3)
- differentiate between acids and bases and calculate the pH values of aqueous solutions of acids and bases (2)
- determine the oxidation numbers of chemical compounds and set up redox equations (2)
- describe an electrochemical element (1), calculate the electromotive force of an electrochemical element (2) and know the influences on the electromotive force (1)
- know different concepts for converting electrical energy into chemical energy (1)
- can determine and classify physical quantities such as pH value, energy conversion and state variables of systems (3)

### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Sich die naturwissenschaftliche Arbeitsweise anzueignen (3)
- eigenständig und verantwortlich zu handeln (3)
- zielorientiert zu arbeiten und den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3)
- sich über naturwissenschaftliche Fragestellungen auszutauschen (2)
- den Bezug zur Chemie in Alltagsfragen erkennen und faktenbasiert zu bewerten (3)

- to adopt the scientific way of working (3)
- act independently and responsibly (3)
- work focused and analyze their own learning progress and learning needs (3)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• exchange ideas and discuss scientific issues (2)recognize the connection to chemistry in everyday questions and evaluate them based on facts (3)</li></ul>                                                                                           |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Skript, Aufgabensammlung, Foliensatz (Script, set of exercises, slides)                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tafel, Beamer, E-Tests (Blackboard, Beamer, E-tests)                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Chemie, C. E. Mortimer, J. Beck, U. Müller, Thieme (2015)</li><li>• Chemistry – The Central Science, T. L. Brown, H. E. Le May, B. E. Bursten, Prentice Hall (2006)</li><li>• Chemistry, C. Housecroft, C. Constable, Prentice Hall (2006)</li></ul> |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                               |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Digitaltechnik 2 (Digital Design 2)     |                                  | DT2                |
| Verantwortliche/r                       | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer              | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r               | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer              | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                           |
|----------------|--------------------------------------------------------|
| 56h            | 62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CMOS-Grundsaltungen kombinatorisch</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inverter, NAND, NOR, Complex Gates</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>CMOS-Grundsaltungen sequentiell</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latch, D-Flipflop, Register, Schieberegister, diverse Universalregister</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Bipolar-Grundsaltungen kombinatorisch</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundprinzip ECL-Schaltungstechnik, OR/NOR</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Komplexe Grundfunktionen; Addierer, Multiplizierer</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Halbaddierer, Volladdierer, Carry Look Ahead</li><li>• Realisierung der Addiererstufen als Complex Gates</li><li>• Ripple-Carry-Multiplizierer, Carry-Save-Multiplizierer, Serieller Multiplizierer</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Zustandsautomaten</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Moore- Mealy-Maschine</li><li>• Entwurf über Zustandstabelle</li><li>• Entwurf über Zustandsdiagramm</li><li>• Entwurf mit Hardwarebeschreibungssprachen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sprachelemente Concurrent und Sequential</li><li>• Codierungsbeispiele der Grundblöcke</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Systematischer Entwurf komplexer Digitalssysteme</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Registerplanung</li><li>• Timingplanung mit Tabellenkalkulation</li><li>• Anwendungsbeispiel RS232-Schnittstelle - Anwendungsbeispiel SPI-Schnittstelle</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Grundsaltungen der digitalen Mikroelektronik anzugeben (1)</li><li>• die Grundblöcke komplexer Systeme zu nennen (1)</li><li>• den Schaltungsentwurf von Digitalschaltungen auf FPGA- oder ASIC-Basis durchzuführen (2)</li><li>• das Systemdesign von Digitalschaltungen auf FPGA- oder ASIC-Basis zu generieren (2)</li><li>• komplexe digitale Systeme auf Gatter- und Register-Transfer-Ebene mit Hilfe von Hardwarebeschreibungssprachen systematisch zu entwerfen (3)</li><li>• die Machbarkeit digitaler Systeme zu beurteilen (3)</li><li>• komplexe Projekte in Teilprojekte aufzuteilen, Teilspezifikationen und Schnittstellen zu definieren (3)</li></ul> |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisen daraus abzuleiten (3),</li><li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li><li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li></ul>                                       |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grafiktablett, Lückenskript PDF, PDF Annotator, Rechner/Beamer, Simulationssoftware, Tafel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Weste, Eshragian: „Principles of CMOS VLSI Design, A Systems Perspective“,Massachusetts: Addison-Wesley 1993</li><li>• Wakerly, John F.: „Digital Design, Principles and Practices“,New Jersey:Prentice Hall 2005Mano,</li><li>• M. Morris :„Computer System Architecture“,New Jersey: Prentice Hall 1993</li><li>• Hodges, D. A., Jackson, H. G.:„Analysis and Design of Digital Integrated Circuits“, New York: McGraw Hill 2003</li><li>• Mead, C., Conway,L.:„Introduction To VLSI Systems“,Massachusetts:Addison-Wesley 1980</li><li>• Klar, H.: „Integrierte Digitale Schaltungen MOS/BICMOS“, Springer Verlag:Berlin 1996</li><li>• Navabi, Zainalabedin : „VHDL Analysis and Modeling of Digital Systems“, New York: McGraw Hill 1993</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br/>Modul Digitaltechnik; Zahlensysteme, Bool'sche Algebra, Schaltnetze, KV-Diagramm, einfache Zählerschaltungen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                          |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Netzwerke für eingebettete Systeme (Networks for Embedded Systems) |                                  | NES/B3.4           |
| Verantwortliche/r                                                  | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer                                        | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                          | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer                                        | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                                           |                                  |                    |
| seminaristischer Unterricht, Übungen, Übungsanteil > 10 %          |                                  |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Computernetzwerken und Bussystemen</li> <li>• ISO/OSI-Schichtenmodell</li> <li>• Was sind Feldbusse?</li> <li>• Grundlagen CAN, Ethernet, Ethernet-TSN</li> <li>• Grundlagen Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte</li> <li>• Zeitsynchronisation, Reservierungsverfahren und Traffic Shaping</li> <li>• Vorlesungsbegleitende Beispiele und Übungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldbusse und Netzwerke und deren Einsatzbereiche zu kennen und passende Systeme auswählen zu können (2)</li> <li>• Netzwerktechnik (Schicht 1 und 2) zu verstehen (2)</li> <li>• Anforderungen verschiedener Einsatzbereiche von Netzwerken und Bussen zu kennen (1)</li> <li>• CAN-Bus grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)</li> <li>• 802.3 Ethernet grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)</li> <li>• Netze und Busse hinsichtlich Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte beurteilen zu können (2)</li> <li>• Mechanismen (802.1) zur Realisierung von Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte bei Ethernet zu kennen (1)</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                  |
| Skript / Tafelbild, Linux man-pages, Lehrbücher, Konfigurationsdateien und Programme                                                                                                       |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                 |
| Rechner / Beamer, Tafel, Beispiele mit Ethernet- und CAN-fähiger Hardware (Raspberry Pi, STM32H743, ESP32 o.ä.)                                                                            |
| Literatur                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson</li><li>• James Kurose &amp; Keith Ross, Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz, Pearson</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                |
| Eigenstudium: 48h (Vor- und Nachbereitung Vorlesung),<br>16h (Prüfungsvorbereitung)                                                                                                        |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                             |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Photonics and Laser Technology        |                                            | LT                 |
| Verantwortliche/r                     | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Peter Bickel                | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r             | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Peter Bickel                | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                              |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übung |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Characterization of light, Temporal and spatial coherence, Photon statistic and blackbody radiator, Planck's law, Sources of radiation</li> <li>2) Interaction of electromagnetic waves with atomic systems, Radiation field, Emission and absorption of electromagnetic radiation, Spontaneous and induced emission, Two level system, thermal equilibrium, Population density balance</li> <li>3) Spectral lines and line shape, Spectral line broadening</li> <li>4) Physical elements of lasers, Storage of light: Resonator types and their geometry, Losses in resonators, optical resonators modes, Wavelength and mode selection, principle of Quality switching</li> <li>5) The laser principle Creation of a population inversion, three and four level system, amplification of light and feedback, theoretical efficiency of lasers, threshold condition, bandwidth and mode spectrum, dynamics of laser systems</li> <li>6) Beam propagation, The Gauss beam, Focusing of laser beams, Atmospheric transmission and turbulence</li> <li>7) Example of real laser systems, Gas Lasers: CO<sub>2</sub> laser, Excimer laser, HeNe laser, Ar-Ion laser, Diode lasers, Solid state laser: NdYag laser, ErYag laser, Diode pumped solid state lasers, Dye lasers</li> <li>8) Technical aspects of optical elements used in lasers, Metal mirrors versus dielectric mirrors, Brewster – plates, Electro-optical active elements, Pockels- and Kerr cell, Polarizers, Beam steering elements – Laser optics, Technical aspects of Q-switch, Short pulse creation: ps- and fs-lasers</li> <li>9) Laser beam material interaction, Dielectric function, Absorption and reflection, Plasma formation, Pl. frequency ...</li> <li>10) Micro machining with lasers</li> <li>11) Lasers for measuring, Distance measurement, interferometry, ...</li> <li>12) Other applications: Medical appl. , CD player , laser gyro, ...</li> <li>13) Eye Safety – Laser hazards</li> </ol> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the properties of electromagnetic waves and radiation (1)</li> <li>• Understanding basic physics and theory of laser operation. (2)</li> <li>• Knowledge of technical elements of lasers (3)</li> <li>• Handling Laser-beam propagation (2)</li> <li>• Knowledge of the most popular lasers and their application (1)</li> <li>• Understanding basic physics of Laser material interaction (1)</li> <li>• Laser applications in machining, medicine and measurement (2)</li> <li>• Understanding the hazard of laser operation (2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• After taking part successfully in the course, the attendant should be able to design a laser system and perform all necessary basic calculations for it, e.g. performance data like divergence, output power estimation, Gauß beam characterization, resonator layout</li> <li>The Ability to choose an adequate lasers system for a specific material processing task.</li> <li>-Responsibility in handling laser hazard and maintain eye safety</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Script is available in English                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Board, Notebook, Beamer, Experiments                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Literature for laser basics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Weber, Herziger: "Laser" Grundlagen und Anwendungen, Physik Verlag, Weinheim</li><li>• F.K. Kneubühl / M.W. Sigrist: "Laser", Teubner Studienbücher, B.G. Teubner Stuttgart</li><li>• N. Hodgeson, H.Weber: „Optische Resonatoren“, Springer Verlag</li><li>• A. Yariv: "Optical Electronics", Saunders College publishing, 1991</li><li>• J. Hawkes, I. Latimer: "Lasers, Theory and practice", Prentice Hall, 1995 / ISBN 0-13-521493-9</li><li>• A.E. Siegman: "Lasers", University Press Oxford, 1986</li><li>• H. Haken: "Laser theory", Springer, Berlin, 1985</li><li>• B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics;Wiley, 1991</li><li>• P.W. Milonni, J.H. Eberly: Lasers; Wiley, 1988</li></ul> <p><b>Special lasers:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• W. Koechner: "Solid state laser engineering",Springer series in Opt. Sci., Berlin 1988</li><li>• W.J. Witteman: "The CO2 Laser", Springer Verlag</li></ul> <p><b>Laser material interaction:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Martin von Allmen: "Laser-Beam Interactions with Materials" Springer Verlag</li><li>• P. Gibbon: "Short Pulse Laser Interactions with Matter"; Imperial College Press, 2005</li></ul> <p><b>Optics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Max Born and Emil Wolf: "Principles of Optics", Pergamon Press / ISBN 0-08-018018 3.</li></ul> <p>This is the standard reference for classical optics. It should be a part of every optics library. Although it does not deal with computer algorithms or numerical analysis, it covers most of the optical principles used in</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• F.L. Pedrotti, S.J. Leno Pedrotti: "Introduction to optics", Prentice Hall, New Jersey, 1987 / ISBN 0-13-501545-6</li><li>• K.D. Moeller: "Optics", University science books, Mill Valley California, 1988 / ISBN 0-935702-145-8</li></ul> <p><b>Nonlinear optics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• R.W. Boyd: Nonlinear Optics; Academic Press, 2nd edition, 2003</li><li>• Y.R. Shen: Principles of Nonlinear Optics;Wiley, 1984</li><li>• P.N. Butcher, D. Cotter: The Elements of Nonlinear Optics; Wiley 1984</li><li>• D.L. Mills: Nonlinear Optics; Springer 1999</li><li>• M. Schubert, B. Wilhelmi: Nonlinear Optics and Quantum Electronics; Wiley 1986</li></ul> |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| We will visit the laboratory "Photonics" for laser experiments. |
|-----------------------------------------------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Basismodul 4 (Basic Module 4)                 |                                            | B 4                   |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Peter Bickel                        | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Franz Graf                          | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                    | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                    | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.,2., 3.                            |                  | Schwerpunkt<br>Pflichtmodul | 5                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Empfohlene Vorkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Für FK 2: Allgemeine Physik und Mathematik<br>Für MC: Digitaltechnik, Schaltungstechnik, Grundlagen der Programmierung in C oder C++<br>Für TOM: Mathematics (vector analysis, differential and integral calculus, complex number, Fourier transformation) and physics (Engineering Optics), Microtechnology (Microfabrication) |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule         | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                    | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Mikrocontroller (Microcontrollers) | 4 SWS       | 5              |
| 2.  | Technische Optik (Applied Optics)  | 4 SWS       | 5              |

| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ergänzende Regelungen:<br>Ein Modul aus B 4.1 bis B 4.3 ist zu wählen.<br><br>Das Modul Festkörperphysik 2 (FK 2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik. |

Das Modul Mikrocomputertechnik (MC) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

| Teilmodul                                                     |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Mikrocontroller (Microcontrollers)                            |                                  | MC                 |
| Verantwortliche/r                                             | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer                                   | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                     | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Norbert Balbierer<br>Prof. Dr. Detlef Jantz         | in jedem Semester                |                    |
| Lehrform                                                      |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht, Laborübungen, Übungsanteil > 30% |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch/englisch | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rechnerarchitekturen und Speicher</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Hardwarenahe Programmierung des ARM Cortex-M Prozessors in Assembler und C<ul style="list-style-type: none"><li>• Überblick über den ARM Cortex-M3/M4</li><li>• Speicherorganisation, Pipeline, Stack, Takt</li><li>• Befehlssatz</li><li>• Unterprogramme, Makros und Interrupts</li><li>• Entwicklungsumgebung</li><li>• Softwareerstellungsprozess (Compiler, Assembler, Linker)</li><li>• Endliche Automaten</li></ul></li><li>- Peripherie<ul style="list-style-type: none"><li>• GPIOs</li><li>• SysTick- und GPT-Timer</li><li>• A/D-Wandler</li><li>• Serielle Schnittstellen (UART, SPI, I2C)</li></ul></li><li>- Vorlesungsbegleitende Übungen im Labor mit ARM Cortex-M3/4<ul style="list-style-type: none"><li>• Toolchain (Keil, GNU arm-none-eabi) kennenlernen</li><li>• Programmieren in Assembler und C</li><li>• Debugging und Fehlersuche- Mögliche Eigenarbeit mit Eval-Boards und im Labor</li></ul></li><li>- Mögliche Eigenarbeit mit Eval-Boards und im Labor</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• die Funktionsweise von Prozessoren und Mikrocontrollern zu verstehen und anwenden zu können (3)</li><li>• Assemblerprogramme für ARM-Befehlssatz zu verstehen und entwickeln zu können (3)</li><li>• Code zweckmäßig dokumentieren zu können (Flussdiagramm, Kommentare) (2)</li><li>• Hardwarenahe Programmierung in Assembler und C durchzuführen</li><li>• Mit Interrupt-System umgehen zu können (2)</li><li>• Funktionsweise von Peripherietreibern zu kennen (1)</li><li>• Aufteilung komplexer (Programmier-)Aufgaben in Module und Schnittstellen zu kennen (1)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Mit technischen Dokumenten (z.B. Datenblätter, Referenzhandbücher) eigenständig umgehen zu können (2)</li><li>• Englischem Fachwortschatz zu kennen (1)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Skripte, englischsprachige Referenzhandbücher (ARM Cortex-M),<br>Lehrbücher, Beispielpprogramme in Assembler und C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Rechner / Beamer, Tafel, Evaluation-Boards und Logic-Analyzer, Webcam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Yiu, The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3 , Elsevier 2010</li><li>• H. Meier, Microcomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• F. Graf, Mikrocomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• N. Balbierer, Microcomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• ARM, ARMv7-M Architecture Reference Manual, Firmenschrift</li><li>• ARM, ARM Cortex-M4 Technical Reference Manual, Firmenschrift</li><li>• ARM, Procedure Call Standard for the ARM Architecture, Firmenschrift</li><li>• J. Valvano, Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers Vol. 1, 2015</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Empfohlene Vorkenntnisse: Für Vorlesung Mikrocomputertechnik: Informatik 1 (C-Programmierung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                            |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Technische Optik (Applied Optics)                    |                                            | A0                 |
| Verantwortliche/r                                    | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Peter Bickel                               | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                            | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Peter Bickel                               | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                             |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht; 15 bis 25% Übungsanteil |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.                 |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe Studienplantabelle                      |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Elements of Mathematics</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Complex Numbers (mathematical representation of traveling waves)</li><li>• Fourier Transformation (complex notation, basic Fourier rules)</li><li>• Wave equation</li></ul> <p><b>Essential Optics</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Physics of Light (Maxwell equation, boundary conditions, wave propagation, electromagnetic waves, polarization, plane waves, wavefronts, Gaussian Beam (paraxial wave equation), energy (pointing vector), free-space and waveguide propagation)</li><li>• Optical Materials (refractive index, polarizability, atomic susceptibility, Lorentz Oscillator Model, dispersion, attenuation, glass, semiconductors, other materials)</li><li>• Optical interfaces (reflection and refraction, Fresnel equations, power transmission and reflection, internal reflection, evanescent field, optical multilayer coatings)</li></ul> <p><b>Microoptics</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reflective Microoptics (reflection, planar mirrors, nonplanar mirrors, micromirrors)</li><li>• Refractive Microoptics (lens fundamentals, Imaging, Gaussian optics, primary aberrations, Chromatic aberrations, microlenses, planar GRIN microlenses, GRIN rod lens, ball lenses, micro-Fresnel lenses)</li><li>• Diffractive Microoptics (Diffraction, Fresnel-Krichhoff formula, practical apertures, gratings, diffractive microlenses)</li><li>• Guided-wave microoptics (waveguides, ray-optic model, electromagnetic model, integrated waveguide optics, waveguide characterization, waveguide components, optical fibers)</li></ul> <p><b>Microoptical Fabrication</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Basic Semiconductor Processing (lithography, deposition, etching, assembly)</li><li>• Fabrication of Microlenses (self-assembly lenses, microcontact printing, lithography for microlenses)</li><li>• MEMS Fabrication (bulk micromachining, surface micromachining, Deep reactive ion etching of silicon, LIGA process, micromolding techniques)</li></ul> <p><b>Compound and Integrated Free-Space Optics</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Microoptical Imaging (multi-aperture imaging, space-bandwidth product, microoptical imaging for interconnection, guiding of high power beam)</li><li>• Integrated Free-Space Optics (MEMS-based integrated free-space optics, stacked planar optics, planar integrated free-space optics, and design of free-space optical systems.)</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <b>Knowledge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Knowledge about the physical background and the key areas of microoptics</li><li>• Knowledge about of the topics basic optics, optical materials, refraction, diffraction, micro mirrors, micro lenses and guided-wave micro optics.</li><li>• Knowledge about the fabrication technique of micromechanical components</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

- Knowledge about and the function, design and realization of compound and integrated free space optics

**Skills:**

- Correct use of technical terms,
- Correct application of the introduced methods

**Competences:**

- Correct application of the introduced formulas on problems of microoptics

**Lehrmedien**

Tafel, Notebook, Beamer et al.

**Literatur**

- Hans Zappe: Micro-Optics, Cambridge University Press, Cambridge (UK), (2010)
- Jürgen Jahns, Stefan Helfert, Introduction to Micro and Nanooptics, WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim (Germany) (2012)
- Stefan Sinzinger, Jürgen Jahns, Microoptics, WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim (Germany) (2003)

**Optics in common:**

- Eugene Hecht. „Optics“, Addison Wesley, San Francisco, 2002, ISBN 0-8053- 8566-5
- F.L. Pedrotti, S.J. Leno Pedrotti: “Introduction to optics”, Prentice Hall, New Jersey, 1987, ISBN 0-13- 501545-6
- K.D. Moeller: “Optics”, University science books, Mill Valley California, 1988, ISBN 0-935702-145- 8
- Bergmann, Schäfer “Lehrbuch der Experimentalphysik” Band III, Optik, Walter de Gruyter Verlag
- Max Born And Emil Wolf, "Principles Of Optics", Pergamon Press, Isbn 0-08- 018018 3.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)                                                                |                                                                                                | Modul-KzBez. oder Nr. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Digitalisation Competencies in Engineering Sciences (DC)                                                     |                                                                                                | DC/I 3                |
| Modulverantwortliche/r                                                                                       | Fakultät                                                                                       |                       |
| Prof. Christophe Barlieb<br>Prof. Dr. Markus Goldhacker<br>Prof. Dr. Thomas Kriza<br>Prof. Florian Weininger | Architektur<br>Maschinenbau<br>Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften<br>Bauingenieurwesen |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                        | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Wahlpflichtmodul | 12                               |

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                            | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|-------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                                       | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Applied Robotics - Basics                             | 4 SWS       | 5              |
| 2.  | Cobots and additive manufacturing                     | 4 SWS       | 5              |
| 3.  | Cybercraft Archive: Augmented Reality Crafting        | 4 SWS       | 5              |
| 4.  | Digitalisierung und Ethik (Digitalization and Ethics) | 2 SWS       | 2              |
| 5.  | Kognitive Systeme (Cognitive Systems)                 | 4 SWS       | 5              |

| Teilmodul                                                           |                   | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Applied Robotics - Basics                                           |                   | RSDS_Rob           |
| Verantwortliche/r                                                   | Fakultät          |                    |
| Prof. Dr. Thomas Linner                                             | Bauingenieurwesen |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                           | Angebotsfrequenz  |                    |
| Prof. Dr. Thomas Linner                                             | in jedem Semester |                    |
| Lehrform                                                            |                   |                    |
| Seminar-style Instruction with Lectures and Practical Exercises (SU |                   |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch/englisch | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Portfolio Examination<br>Written Exam, 60 min. (subject fundamentals, at the end of the semester) + Short Presentations<br>(during the semester, as part of the integrated project exercises) |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                                                                                                                                 |
| see study plan                                                                                                                                                                                |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Subject Foundations (Knowledge/Skills):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• What is a robot and what distinguishes robots from other machines and systems?</li><li>• Robot typology and use cases in key areas of life and industry: manufacturing, work environments, healthcare and medical technology, construction and agriculture, mobility, smart cities, etc.</li><li>• Basics of robot construction: joints, links, motors/drive systems, sensors, end effectors &amp; tooling, robot peripherals, work kinematics, control and regulation technology (sensing, perception-planning, control), etc.</li><li>• Basics of robot programming, configuration, and programming using various tools (CAD, visual and textual programming, frameworks, etc.)</li><li>• Fundamentals of human-robot collaboration</li><li>• Approaches for structuring robot peripherals (processes, environment, etc.) for seamless integration of robots</li><li>• System-of-Systems Engineering: Integration of robotics into higher-level systems (e.g., smart cities, distributed robotics, etc.). How to design, develop, and implement robotic applications?</li><li>• Perspectives on robotics: mechanical engineering, computer science, electrical engineering, ergonomics, product design, innovation in companies, etc.</li><li>• Human Factors: acceptance, ethics, legal framework, privacy</li></ul> <p><b>Integrated Practical Project (Understanding and Application):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Multi-disciplinary topics from the field of applied robotics at the interface of research and application (through companies, research projects, etc.)</li><li>• Team-based collaboration in highly interdisciplinary development teams</li><li>• Multidisciplinary system development using structured development methods and approaches</li><li>• Analysis and formal/digital representation of aspects like stakeholder context, usage scenarios, and system requirements</li><li>• Systematic verification/validation</li><li>• Hands-on practice and implementation in the lab (simulations, models, mock-ups, etc.)</li></ul> <p><b>Notes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• The course is suitable for both beginners without programming/robotics knowledge and advanced students with strong programming skills. The focus is on the application integration of robotics and robotic subsystems.</li><li>• The integrated practical project is primarily intended to be worked on during in-person sessions.</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Understand methods, technologies, and systems and grasp technical terms of robotics in a multidisciplinary context (2).</li><li>• Understand basic use cases for robotics in various application fields and be able to formulate them accurately (2).</li><li>• Be familiar with integrated solutions (from digital models to robot control) for partial tasks/ systems (1).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Strategically plan and implement the (further) development or integration of a technology-based solution into an application case or system context (3).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Assess their own knowledge in relation to the subject area and continuously develop it (2).</li><li>• Evaluate the opportunities and risks of robotics, also considering non-technical factors (ecological, economic, legal context, ethical, etc.) (2).</li><li>• Contribute their skills and approaches in a goal-oriented manner to multidisciplinary teams (3).</li></ul> |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Will be announced during class.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                         |                   | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Cobots and additive manufacturing |                   | CCK_AR-P           |
| Verantwortliche/r                 | Fakultät          |                    |
| Prof. Dr. Thomas Linner           | Bauingenieurwesen |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r         | Angebotsfrequenz  |                    |
| N.N.                              | in jedem Semester |                    |
| Lehrform                          |                   |                    |
| Seminaristischer Unterricht       |                   |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch/englisch | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Portfolioprüfung</b><br>portfolio review: Written Exam, 60 min. (subject fundamentals, at the end of the semester) +<br>Short Presentations (during the semester, as part of the integrated project exercises) |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                                                                                                                                                     |
| see study plan                                                                                                                                                                                                    |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>In-depth multidisciplinary topics in collaboration with industry partners:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Human-robot collaboration and collaborative robots in craftsmanship and new robotic application fields with a human-centered focus outside conventional manufacturing industries.</li><li>• Collaborative robotic systems: types, construction, components (peripherals).</li><li>• Process analysis and requirements management for collaborative robot use with integrated stakeholder analysis.</li><li>• Methods for conveying technologies to craftsmen.</li><li>• Parametric-associative conceptual design of new components and products.</li><li>• Automated robot programming and process simulation.</li><li>• Design-for-Manufacturing and Assembly (DFMA).</li><li>• Systematic validation as digital and physical mock-ups in the state-of-the-art digital and robotics lab (Building.Lab).</li><li>• Validation of results and verification through iterations.</li><li>• Development of initial implementation ideas.</li><li>• Team-based collaboration in highly interdisciplinary development teams from various faculties.</li></ul> <p><b>Notes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• The course is suitable for both beginners without programming/robotics knowledge and advanced students with strong programming skills.</li><li>• The focus is on the application integration of robotic systems, such as FANUC CRX25iA, DOBOT Magician, various linear-axis robots, and associated subsystems, as well as the development of new peripheral components, end-effectors, processes, and product structures.</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Understand methods, technologies, and systems and grasp technical terms of robotics in a multidisciplinary context (2).</li><li>• Understand basic use cases for robotics in various application fields and be able to formulate them accurately (2).</li><li>• Be familiar with integrated solutions (from digital models to robot control) for partial tasks/ systems (1).</li><li>• Strategically plan and implement the (further) development or integration of a technology-based solution into an application case or system context (3).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Assess their own knowledge in relation to the subject area and continuously develop it (2).</li><li>• Evaluate the opportunities and risks of robotics, also considering non-technical factors (ecological, economic, legal context, ethical, etc.) (2).</li><li>• Contribute their skills and approaches in a goal-oriented manner to multidisciplinary teams (3).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Literatur                                   |
| Will be announced during the course.        |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
| places are limited (10 for MEM)             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                         |                   | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Cybercraft Archive: Augmented Reality Crafting                                    |                   | CYA                |
| Verantwortliche/r                                                                 | Fakultät          |                    |
| Prof. Florian Weininger<br>Prof. Christophe Barlieb                               | Bauingenieurwesen |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                         | Angebotsfrequenz  |                    |
| Prof. Christophe Barlieb<br>Prof. Florian Weininger                               | in jedem Semester |                    |
| Lehrform                                                                          |                   |                    |
| Seminaristischer Unterricht, mit Projektarbeit<br>Seminar, project based learning |                   |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache      | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch/englisch | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung        |
|--------------------------------------|
| Portfolioprüfung<br>portfolio review |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Industrie 4.0 stellt einen Wandel in unseren modernen Gesellschaften dar. Dabei wird u.a. ein Bereich zum Teil ausgelassen: das Handwerk. Dabei liegt eine Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschine in diesem Bereich nahe – wie kann Robotik die Merkmale des Menschen im handwerklichen Bereich nachahmen und inwiefern kann Robotik den Menschen entlasten und unterstützen? Mit den Chancen und Herausforderungen der sogenannten Adaptive Robotic Practices möchten wir uns in diesem Seminar befassen.</p> <p>Anhand der Use Cases aus lokalen handwerklichen Unternehmen werden wir gemeinsam untersuchen, inwiefern adaptive Robotik und maschinelles Lernen das Handwerk vorantreiben können. Als erstes wird von der Gruppe eine Tätigkeit des Handwerks ausgesucht, welche „typisch Mensch“ ist (z.B. das Zeichnen oder Tonmusterung). Dieses Seminar hat als Ziel, diese handwerklichen, menschlichen Praktiken zu untersuchen, in einer Datenbank (CyberCraft Archive) zu erfassen und diese anhand von adaptiver Robotik und maschinellern Lernen zu reproduzieren.</p> <p>Interdisziplinäres und kollaboratives Arbeiten spielt hier eine zentrale Rolle; Sie haben in diesem Seminar die Möglichkeit, Ihr Fachwissen aus den Bereichen Informatik, Sensorik, Elektrotechnik und/oder Ingenieurwesen einzusetzen.</p> <p>Konkrete Inhalte (beispielhaft):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in Adaptive Robotic Practices, Mixed Reality, Motion Tracking, Kraft-Drehmoment-Sensoren, parametrische Modellierung, maschinelles Lernen und Robotersimulation</li><li>• Grundlegende Konzepte der Adaptive Robotic Practices: Vor- und Nachteile</li><li>• Wie entwickelt man Algorithmen, um Adaptive Robotic Practices zu rationalisieren?</li><li>• Wie programmiert man Skripte für Adaptive Robotic Practices und Mixed Reality?</li><li>• Einführung und Nutzung unterschiedlicher Software: in den ersten Wochen können sich die Teilnehmer*innen u.a. anhand von Tutorials mit den in dem Seminar genutzten Tools vertraut machen.</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• haben die Studierenden ein breites, praxisbezogenes Verständnis von Cybercrafts: Neue Entwurfs-, Planungs- und Fertigungsverfahren unter Verwendung von Motion Tracking, parametrisches Entwerfen, erweiterte Realität, maschinelles Lernen und Roboter-Simulation. (1)</li><li>• Die Studierenden können ihr erworbenes Wissen mit Hilfe von Motion Tracking, parametrisches Entwerfen, erweiterte Realität, maschinelles Lernen und Roboter-Simulation anwenden, um Probleme in ihren Projekten zu lösen. (2)</li><li>• Die Studierenden verfügen über ausgeprägte teambildende und transdisziplinäre Erfahrungen und Kenntnisse. (2)</li><li>• verstehen die Vor- und Nachteile von parametrischen, generativen und algorithmischen Entwurfssystemen in den Bereichen Design, Konstruktion und Fertigung. (3)</li><li>• verstehen die Bedeutung dieser neuen Cyberpraktiken und können ihre sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen einschätzen. (3)</li></ul> <p>After completing the module</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

- students will have a broad, practical understanding of cybercrafts: new design, planning, and manufacturing techniques using motion tracking, parametric design, augmented reality, machine learning, and robotic simulation. (1)
- Students will be able to apply their acquired knowledge using motion tracking, parametric design, augmented reality, machine learning, and robot simulation to solve problems in their projects. (2)
- Students will have strong team-building and transdisciplinary experience and knowledge. (2)
- Understand the advantages and disadvantages of parametric, generative, and algorithmic design systems in the areas of design, engineering, and manufacturing. (3)
- Understand the significance of these new cyber practices and can assess their social and economic impact. (3)

#### Literatur

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Voraussetzungen:

Grundkenntnisse von Datenbanken und Programmierung von Vorteil

angeboten für die Studiengänge:

A (5)

**MEM (15)**

Geöffnet für Studierende aus den Fakultäten: IM, EI, M (5)

insg. max. 25 Teilnehmer\*innen

Upon request the course can be held in english.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                             |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Digitalisierung und Ethik (Digitalization and Ethics) |                                            | DUE                |
| Verantwortliche/r                                     | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Thomas Kriza                                | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                             | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Thomas Kriza                                | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                              |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht, als Blockveranstaltung   |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS                       | deutsch     | 2                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Portfolioprüfung                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| alle                                          |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Lehrveranstaltung thematisiert die <i>technischen</i> Entwicklungen der <i>Digitalisierung</i> und die mit ihr einhergehenden <i>gesellschaftlichen Veränderungen</i> und <i>ethischen Fragen</i>. Thematisiert werden insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Aspekte der Digitalisierung: u.a. künstliche Intelligenz, Big Data- Analysen, soziale Medien, Smart Homes, Virtual Reality, digitalisierte Medizin- und Biotechnik, ...</li> <li>• Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesellschaft, das Individuum und die Berufswelt: u.a. menschliche Beziehungen und Kommunikation in sozialen Medien, personalisierte (Wahl-)Werbung, Leben und Arbeiten in der Industrie 4.0, der „gläserne“ Mensch/Bürger/ Patient, ...</li> <li>• ethische Fragen der Digitalisierung: u.a. „Welchen Stellenwert haben Privatsphäre und Datenschutz in einer digitalen Welt?“, „Wie können wir von den technischen Entwicklungen der Digitalisierung als freie und selbstbestimmte Individuen mit einer unantastbaren Menschenwürde solidarisch profitieren?“</li> <li>• die bestimmenden kulturellen Menschenbilder, Wertvorstellungen und Sinnhorizonte der Gegenwart sowie die mit den Dynamiken der modernen Technik verbundenen Denkmuster</li> </ul> <p>Die Auswahl der Beispiele und Anwendungsfelder wird einen direkten Bezug zum Studienfach der Teilnehmenden aufweisen. Spezielle technische Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.</p> |

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- zentrale technische Aspekte der Digitalisierung zu kennen (1) und den Kern ihrer Funktionsweise zu verstehen (3).
- die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesellschaft und auf das individuelle und berufliche Leben des Menschen an konkreten Fällen einzuschätzen und dabei sowohl die Potentiale als auch die Risiken der Technik im Blick zu behalten (2).
- grundlegende kulturelle Wertvorstellungen und Menschenbilder zu kennen (1) und die technischen Potentiale der Digitalisierung vor diesem Hintergrund ethisch zu beurteilen (3).
- zentrale ethische und philosophische Fragen der Digitalisierung zu verstehen und dabei reflektierte eigene ethische Positionen einzunehmen und vor anderen zu begründen (3).
- in freien Diskussionen mit anderen ein Bewusstsein für ethisch verantwortliches Handeln im Umgang mit den technischen Möglichkeiten der Digitalisierung herauszubilden (3). sich selbstständig und eigenverantwortlich Wissen aus geeigneten Quellen anzueignen, dabei auch englischsprachige Fachliteratur zu berücksichtigen und sich damit auf den Leistungsnachweis vorzubereiten (3).

### Literatur

### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

angeboten für die Studiengänge:

MDB/MBB

MEM

MAPR

insg. max. 40 Teilnehmer\*innen

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                             |                       | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Kognitive Systeme (Cognitive Systems) |                       | KS                 |
| Verantwortliche/r                     | Fakultät              |                    |
| Prof. Dr. Markus Goldhacker           | Maschinenbau          |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r             | Angebotsfrequenz      |                    |
| Prof. Dr. Markus Goldhacker           | nur im Wintersemester |                    |
| Lehrform                              |                       |                    |
| Seminaristischer Unterricht           |                       |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                   |
|-------------------------------------------------|
| Schriftl. Prüfung (90 Min.), elektronisch       |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis   |
| Alle (ausgenommen Anwendungen wie z.B. ChatGPT) |

## Inhalte

In diesem Seminar werden ausgewählte Bereiche des *Machine Learnings* – vor allem des *Deep Learnings* – in technischen und nicht-technischen Kontexten anwendungsorientiert behandelt und aus biologischer/kognitiver Perspektive motiviert. Neben der methodischen Einführung und der praxisorientierten Anwendung mittels Übungsaufgaben und Mini-Projekten, wird auch der theoretische Hintergrund verschiedener Algorithmen bzw. Modellen vermittelt.

### Konkrete Inhalte:

- Möglichkeiten der Übertragung kognitiver Fähigkeiten auf technische Systeme
- Verstehen von Eigenschaften kognitiver Systeme: z.B. Trainierbarkeit, Generalisierungsfähigkeit, Reproduzierbarkeit
- Fokus auf und Vertiefung in spezifische Aspekte des Machine Learning und Deep Learning
- Aufbau und Eigenschaften verschiedener Arten lernfähiger Systeme: Varianten künstlicher neuronaler Netze (z.B. CNN, RNN, LSTM, Auto-Encoder, GANs), Reinforcement Learning, Matrix Factorization, usw.
- Validierung von Machine Learning Modellen: z.B. Signalentdeckungstheorie als kognitive Grundlage einer Confusion Matrix und von ROC Kurven
- Verständnis von Algorithmen zum Trainieren lernfähiger Strukturen: z.B. Gradientenabstieg, Back-Propagation
- Verbesserung des Trainings durch künstliche Augmentierung von Trainingsdaten
- Verständnis typischer Probleme bei Training und Betrieb kognitiver Systeme: z.B. Overfitting, Erklärbarkeit des erlernten Verhaltens
- Anwendung technisch repräsentierter kognitiver Eigenschaften in verschiedenen Disziplinen
- Motivation verschiedener Algorithmen durch deren biologische/kognitive Grundlagen

Das Arbeitsmedium ist die Programmiersprache *Python* und *JupyterLab/JupyterNotebook*. In *Python* kann sich in den ersten Wochen der Veranstaltung mittels Tutorials eingearbeitet werden und weiteres Python-Wissen wird *on-the-fly* parallel zu den inhaltlichen Themen vermittelt.

## Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Lösungen zu ingenieurwissenschaftlichen und nicht-technischen Problemen durch den Einsatz kognitiver Systeme zu analysieren, zu abstrahieren und zu modularisieren (2)
- Trainings- und Testdaten zu erzeugen, zu labeln und zu augmentieren (2)
- vorliegende Trainings- und Testdaten hinsichtlich Nutzbarkeit für gegebene Trainingsaufgaben zu bewerten (2)
- lernfähige Strukturen und passende Trainingsalgorithmen aufgabenbezogen auszuwählen, zu trainieren und zu testen (2)
- die Performanz von Machine Learning Modellen im Trainings- und Produktivbetrieb anhand gegebener Kennzahlen aufgabenspezifisch zu bewerten (2)
- Machine Learning und Deep Learning als eigene Schicht in bestehende Planungs-, Steuerungs- und Regelungssysteme zu implementieren (1)
- existierende Hard- und Software-Werkzeuge – insbesondere Python – für Design und Training zu nutzen (2)

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• textuell oder/und graphisch spezifizierte Anforderungen an kognitive Systeme zu verstehen und anforderungsgerechte Lösungen zu entwickeln (2)</li><li>• komplexe Aufgaben aus dem Bereich kognitiver Systeme im Team zu diskutieren und zu bearbeiten (2)</li><li>• die Verwendung von Machine Learning Ansätzen gegen eine alternative Verwendung klassischer, nicht datengetriebener Verfahren abzuwägen (1)</li><li>• Analyse- und Berechnungsergebnisse in Fachgesprächen zu präsentieren (1)</li><li>• die zentrale Bedeutung des maschinellen Lernens für technische und nicht-technische Aufgabenfelder zu erfassen (1)</li><li>• kognitive Systeme als wesentliches Element in Industrie 4.0 zu verstehen (1)</li></ul> |
| Angebote Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Folien und Übungsblätter in Form von JupyterNotebooks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Overheadprojektor, Tafel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| wird in der Veranstaltung bekanntgegeben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Voraussetzungen:<br/>Kenntnisse in einer beliebigen Programmiersprache sind notwendig. Wenn Sie Erfahrung in einer anderen Programmiersprache als Python haben, dann können Sie sich in den ersten 2 Wochen mittels Tutorials, die vom Dozenten empfohlen werden, in Python einarbeiten.</p> <p>Teilnehmer*innenzahl MEM: 5 Personen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)   |                                                                                    | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| German Culture, Economy and Society             |                                                                                    | GCES/I 4              |
| Modulverantwortliche/r                          | Fakultät                                                                           |                       |
| Gudrun Seebauer (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild | Allgemeinwissenschaftliches Programm<br>Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                        | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Wahlpflichtmodul | 12                               |

| Verpflichtende Voraussetzungen |
|--------------------------------|
| keine                          |
| Empfohlene Vorkenntnisse       |
| Je nach Modul                  |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                 | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|--------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                            | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | English for Master Students                | 8 SWS       | 8              |
| 2.  | German Economy and Society                 | 2 SWS       | 2              |
| 3.  | German for International Students: A1      | 6 SWS       | 8              |
| 4.  | German for International Students: A2      | 6 SWS       | 8              |
| 5.  | German for International Students:<br>B1.1 | 4 SWS       | 4              |
| 6.  | German for International Students:<br>B1.2 | 4 SWS       | 4              |
| 7.  | German for International Students:<br>B2.1 | 4 SWS       | 4              |
| 8.  | German for International Students:<br>B2.2 | 4 SWS       | 4              |
| 9.  | How to Apply in English                    | 2 SWS       | 2              |

|                                                |
|------------------------------------------------|
| Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen |
|------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eine Belegung von Lehrveranstaltungen im Rahmen des Moduls <i>German for Master Students</i> , kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| English for Master Students                                               |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                   | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrende im AW-Programm (LB)                                              | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 8 SWS                       | englisch    | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Katalog                              |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                      |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Katalog                                                                                                                     |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                     |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                    |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                     |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                   |
| Die Studierenden wählen aus dem Sprachangebot des AW-Programms der OTH Regensburg Englischkurse im Umfang von 7 SWS und 7 ECTS.<br>Die Belegung eines Sprachkurses kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen. |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                       |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German Economy and Society                      |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                               | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild<br>Gudrun Seebauer (LB) | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                       | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Gudrun Seebauer (LB)                            | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                        |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht                     |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                      | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS         | englisch    | 2              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                      |
|--------------------------------------------------------------------|
| Portfolioprüfung<br>portfolio review<br>for details see study plan |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                      |
| none                                                               |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>The five main topics to be covered (in combination with the five main IC principles) are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maps of Germany in combination with the definition of culture.</li> <li>• German history from the reformation to the reunification (1980s-90s), discussed from a cultural perspective.</li> <li>• Education and social systems as a reflection of a number of German cultural values.</li> <li>• An outline of the economic and industrial structure of Germany with a focus on Germany's most important sectors. EIL in business communication in Germany will also be looked at here.</li> <li>• Immigration and integration including the intercultural aspects of cultural adjustment.</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>Students should be enabled:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to understand German history and its implications for the current situation (2).</li> <li>• to use their knowledge to adjust to German cultural standards (3).</li> <li>• to get a deeper cultural understanding of their German experience (2).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                               |
|---------------------------------------------------------------|
| Angebote Lehrunterlagen                                       |
| Presentations, maps                                           |
| Literatur                                                     |
|                                                               |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                   |
| Kurzbezeichnung für WebUntis: AW_INT_GES<br>Modul-Nr. 9910730 |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: A 1                      |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 6 SWS                       | deutsch     | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: A2                       |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 6 SWS                       | deutsch     | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B1.1                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                 |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW                                                          |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                         |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW                                                          |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                |
| Interaktives Kursbuch, zusätzliche Übungen als Kopien oder in ELO, Videos, online-Zusatzmaterial (Course and exercise book, additional exercises on handouts or in ELO). |
| Lehrmedien                                                                                                                                                               |
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |
| Literatur                                                                                                                                                                |
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| see module handbook AW                             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B1.2                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|
| see module handbook AW                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B2.1                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B2.2                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                       |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| How to Apply in English                         |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                               | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild<br>Gudrun Seebauer (LB) | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                       | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Gudrun Seebauer (LB)                            | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                        |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht                     |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                      | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS         | englisch    | 2              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                      |
|--------------------------------------------------------------------|
| Portfolioprüfung<br>portfolio review<br>for details see study plan |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                      |
| siehe Studienplantabelle<br>see study plan                         |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>This course aims at improving students' applications in English for internships, part-time and full-time positions in Germany, the UK, and the USA, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Writing English cover letters for applying in Germany</li> <li>• Writing English cover letters for applying in the UK and the USA</li> <li>• Assessment Center training</li> <li>• Writing convincing CVs</li> <li>• Training for job interviews</li> </ul>  |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>Students should be :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• able to write CVs and cover letters in a convincing way (3).</li> <li>• confident in job interviews and assessment centers (3).</li> <li>• able to adapt their CV and cover letter to the respective job description (3).</li> <li>• able to apply in different countries (UK, USA, Germany) (3).</li> </ul> |

| Angebote Lehrunterlagen                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentations</li><li>• Exercises</li><li>• Individual sessions</li></ul> |
| Literatur                                                                                                         |
|                                                                                                                   |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                       |
| Kurzbezeichnung für WebUntis: AW_INT_HAE<br>Modul-Nr. 9910910                                                     |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)        |                                                                                    | Modul-KzBez. oder Nr. |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| International Research Methodology and Communication |                                                                                    | IRMC/I 2              |
| Modulverantwortliche/r                               | Fakultät                                                                           |                       |
| Gudrun Seebauer (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild      | Allgemeinwissenschaftliches Programm<br>Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                        | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           |                  | Schwerpunkt<br>Wahlpflichtmodul | 12                               |

| Verpflichtende Voraussetzungen |
|--------------------------------|
| Keine                          |
| Empfohlene Vorkenntnisse       |
| Je nach Modul                  |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                 | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|--------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                            | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | English for Master Students                | 8 SWS       | 8              |
| 2.  | German for International Students: A1      | 6 SWS       | 8              |
| 3.  | German for International Students: A2      | 6 SWS       | 8              |
| 4.  | German for International Students:<br>B1.1 | 4 SWS       | 4              |
| 5.  | German for International Students:<br>B1.2 | 4 SWS       | 4              |
| 6.  | German for International Students:<br>B2.1 | 4 SWS       | 4              |
| 7.  | German for International Students:<br>B2.2 | 4 SWS       | 4              |
| 8.  | Project Management                         | 2 SWS       | 2              |
| 9.  | Research Methodology                       | 2 SWS       | 2              |

#### Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Eine Belegung von Lehrveranstaltungen im Rahmen der Module *English for Master Students* und *German for International Students*, kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen.

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| English for Master Students                                               |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                   | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrende im AW-Programm (LB)                                              | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 8 SWS                       | englisch    | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Katalog                              |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                      |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Katalog                                                                                                                     |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                     |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                    |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                     |
| Siehe AW-Katalog                                                                                                                                                                                                              |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                   |
| Die Studierenden wählen aus dem Sprachangebot des AW-Programms der OTH Regensburg Englischkurse im Umfang von 7 SWS und 7 ECTS.<br>Die Belegung eines Sprachkurses kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen. |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: A 1                      |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 6 SWS                       | deutsch     | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| see module handbook AW                             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: A2                       |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 6 SWS                       | deutsch     | 8                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 120h           | 120h         |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| see module handbook AW                             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B1.1                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                 |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW                                                          |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                         |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW                                                          |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                |
| Interaktives Kursbuch, zusätzliche Übungen als Kopien oder in ELO, Videos, online-Zusatzmaterial (Course and exercise book, additional exercises on handouts or in ELO). |
| Lehrmedien                                                                                                                                                               |
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |
| Literatur                                                                                                                                                                |
| see module handbook AW                                                                                                                                                   |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B1.2                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|
| see module handbook AW                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B2.1                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung |
|---------------------------------------------|

|                        |
|------------------------|
| see module handbook AW |
|------------------------|

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                   |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| German for International Students: B2.2                     |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                           | Fakultät                                   |                    |
| Sheryl Schneider                                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                   | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Lehrbeauftragte der Fakultät AM (LB)                        | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                    |                                            |                    |
| see module handbook AW (general science elective programme) |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| see study plan AW                             |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| see study plan AW                             |

| Inhalte                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                        |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>see module handbook AW |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                      |
| see module handbook AW                                                                                          |
| Literatur                                                                                                       |
| see module handbook AW                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| see module handbook AW                             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Project Management                                                        |                                            | PM                 |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                   | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| N.N.                                                                      | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                      | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1., 2., 3.                           | 2 SWS         | englisch    | 2              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                          |
|--------------------------------------------------------|
| schriftliche Prüfung, 90 Min.<br>written exam, 90 min. |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis          |
| siehe Studienplantabelle<br>see study plan             |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>The lessons given will introduce you into the methodology and tools to successfully manage technical projects with a strong emphasis on technical project management.</li> <li>Classic, agile as well as hybrid methodologies are discussed and compared.</li> <li>The typical structure of projects is introduced with an additional focus on the special demands for managing and working in interdisciplinary projects according to the typical product development process used in automotive industry. An outlook to functional safety compliant product development is given.</li> <li>Necessary tools and methods for managing schedules, costs, quality, risks, stakeholders, procurement, communication, quality, changes, and conflicts in a project are introduced.</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Goal is to gain a good understanding of the structure of projects and procedure models for classic, agile and hybrid managed project (1).</li> <li>The ability to work with project management tools (2) as a member of a project team such as participating in project planning, time and resource scheduling and risk assessments (2).</li> <li>Gain sufficient knowledge about the management to be able to lead smaller, less complex projects (3).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Being able to choose the correct approach for conducting a project including classic, agile and hybrid procedural models (2).</li> <li>• Gaining an overview (1) about the field of project management to extend the knowledge (2) about how to plan and control a project in self-studies with specialized literature</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the interaction between stakeholders in a project and management of conflicts in complex working environments (1).</li> <li>• Understand leadership culture in projects and integration of project teams in a corporate culture (1).</li> <li>• Being able to work in a interdisciplinary and cross-department project team by understanding the stakeholder goals and interactions (2).</li> </ul> |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Powerpoint Slides, Literature suggestions, Toolbox (templates) for leading a project                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Slides, (virtual) Whiteboard                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Research Methodology                                                      |                                            |                    |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild<br>Gudrun Seebauer (LB)                           | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Gudrun Seebauer (LB)                                                      | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                      | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1., 2., 3.                           | 2 SWS         | englisch    | 2              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                   |
|-----------------------------------------------------------------|
| Portfolioprüfung/portfolio review<br>for details see study plan |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                   |
| Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue                               |

| Inhalte                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                   |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                           |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                  |
| Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                                 |
| Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue                                                                                          |

|                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Literatur                                                                                                                                                       |
| Siehe AW-Katalog/see AW-catalogue                                                                                                                               |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                     |
| Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg./Further details can be found in the course catalogue of the AW programme at OTH Regensburg. |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung) |                                            | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Vertiefung                                    |                                            | V                     |
| Modulverantwortliche/r                        | Fakultät                                   |                       |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine                   | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Thomas Fuhrmann                     | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Rainer Holmer                       | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                      | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Hans Meier                          | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Michael Niemetz                     | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Klaus Pressel (LB)                            | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Rupert Schreiner                    | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |
| Prof. Dr. Martin Schubert                     | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Thomas Stücke                       | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Heiko Unold                         | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Richard Weininger (LB)                        | Elektro- und Informationstechnik           |                       |
| Prof. Dr. Vooi Voon Yap                       | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                        | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Wahlpflichtmodul | 5                                |

| Verpflichtende Voraussetzungen |
|--------------------------------|
| Je nach Modul                  |
| Empfohlene Vorkenntnisse       |
| Je nach Modul                  |

| Inhalte           |
|-------------------|
| Siehe Folgeseiten |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Folgeseiten |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                                                                    | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                                                                               | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Advanced Methods of Quality Management                                                        | 4 SWS       | 5              |
| 2.  | Advanced Optical Sensing                                                                      | 4 SWS       | 5              |
| 3.  | Advanced Packaging (dual)                                                                     | 4 SWS       | 5              |
| 4.  | Advanced Semiconductor Technology (dual)                                                      | 4 SWS       | 5              |
| 5.  | Electronic Product Engineering                                                                | 4 SWS       | 5              |
| 6.  | Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility)                            | 4 SWS       | 5              |
| 7.  | Embedded Linux                                                                                | 4 SWS       | 5              |
| 8.  | Fiber Optic Communication                                                                     | 4 SWS       | 5              |
| 9.  | HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design)                                                      | 4 SWS       | 5              |
| 10. | Intelligent Material Systems and Metamaterials                                                | 4 SWS       | 5              |
| 11. | LabVIEW-Projekte                                                                              | 4 SWS       | 5              |
| 12. | LED Technology (dual)                                                                         | 4 SWS       | 5              |
| 13. | Multi-processor and multi-core design for reliable embedded systems                           | 4 SWS       | 5              |
| 14. | Overview on semiconductor fabrication in a high-volume environment                            | 4 SWS       | 5              |
| 15. | Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices)                           | 4 SWS       | 5              |
| 16. | Quantum Theory and Information                                                                | 4 SWS       | 5              |
| 17. | Surface Engineering of Semiconductor Materials                                                | 4 SWS       | 5              |
| 18. | Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)                              | 4 SWS       | 5              |
| 19. | Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master) | 4 SWS       | 5              |

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

**Anforderungen an dual Studierende:**

Dual Studierende belegen aus dem Wahlpflichtmodulkatalog für Vertiefungen mindestens zwei Module im Umfang von insgesamt 10 Credits, die von Lehrbeauftragten der Praxispartner für dual Studierende an der OTH Regensburg angeboten werden. Diese Module sind im Modulkatalog speziell gekennzeichnet. Falls noch Plätze verfügbar sind, stehen diese Module auch nicht-dual Studierenden offen.

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Advanced Methods of Quality Management                                    |                                            | AQM                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                   | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Dr. Martin Winkler (LB)                                                   | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog <i>Master Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle (see curriculum table)                                     |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• QM - basics and terms (repetition and common basis for mutual communication)</li> <li>• Basics of management and quality management models; process concept, leadership, environment and context, stakeholders, requirements management, process map, organizational structure and processes, etc.</li> <li>• Quality management in different industries</li> <li>• Total Quality Management (TQM) with relevant models for implementation (e.g. EFQM)</li> <li>• Management systems in various forms, similarities and differences (e.g. PRINCE2, CMMI, ISO 9001, etc.)</li> <li>• Current developments in the area of QM and management systems</li> <li>• Communication and information in teams and organizations, basics, models, methods</li> <li>• Methods for generating ideas in teams</li> <li>• Methods and tools (e.g. 8D, Six Sigma, Poka Yoke, risk management/FMEA, audits, KVP, problem-solving methodology/Ishikawa/5why, etc.)</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>After successfully completing the sub-module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Building on basic knowledge of quality and process management as well as operational organization, students can apply their knowledge in the field of management</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>systems, in particular quality management systems (QM systems) and relevant quality management methods in a targeted manner and in line with the current state of science (3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They are thus able to improve management systems in the organization and develop them further to excellence in close cooperation with all operational functional areas (3).</li> <li>• This applies in particular to the inclusion of non-technical aspects in the subject area of this course (2).</li> <li>• The students can specifically characterize the QM system of a company, analyze its interaction with other management approaches and initiate a sustainable improvement of the entire management system through effective and efficient use of methods. This applies in particular to the interaction of technical and non-technical functional areas of a company (2).</li> <li>• The students are also able to apply scientific methods and write scientific papers in the taught areas (2)</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>After successfully completing the sub-module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students can cooperate in a team in a goal-oriented manner (teamwork skills) and communicate appropriately (2).</li> <li>• They are able to develop work results in a way that is appropriate for the target group, present them and defend them professionally (presentation, argumentation, giving and receiving feedback) (3)</li> <li>• The students are aware of the role of modern quality management in the organization, in particular the fact that QM and other approaches complement each other and that participation in quality management is not limited to belonging to a corresponding organizational unit (3).</li> </ul>                                                                                                                                                                                          |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Script (ELO)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Board, notebook, beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## Literatur

### Required reading:

- Script (ELO) regarding Advanced Methods of Quality Management

### Additional reading:

- Crosby, Ph. B., Quality Is Free, New York, 1979
- Crosby, Ph. B., Quality Without Tears, New York, 1984
- Hammer, Michael, Das prozesszentrierte Unternehmen, Campus Verlag, 1997
- Kamiske, G. F., Brauer, J.-P., Qualitätsmanagement von A-Z , Carl Hanser Verlag 2011
- Masing, W., Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, 2014
- Müller, E., Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte, Springer Gabler 2014
- Schmelzer, H., Sesselmann, W., Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, Hanser, 2013
- Zollondz, H.-D., Grundlagen Qualitätsmanagement, Oldenbourg, 2011
- Zollondz, H.-D., Grundlagen Lean Management, Oldenbourg, 2013
- Brüggemann, Holger – Grundlagen Qualitätsmanagement (2020)
- Drews, Günter; Hillebrand, Norbert – Lexikon der Projektmanagement-Methoden (2007)
- Nöllke, Matthias – Kreativitätstechniken (2015)
- Scherer, Jiri; Brügger, Chris – Kreativitätstechniken (2012)
- Quality Management; QM systems, procedures and terminology; DIN e.V. (2021)
- Goetsch, Davis - Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality; Pearson New International Edition (2013)
- Oakland, Morris - TQM: A Pictorial Guide for Managers; Routledge (2016)
- Gerhard u. Elske Linß, Qualitätsmanagement – Methoden und Werkzeuge: Planung, Realisierung, Auswertung und Verbesserung, Hanser (2024)
- Linß et al.; Qualitätsmanagement – Integrierte Managementsysteme: Umwelt, Energie, Arbeits- und Informationssicherheit, Hanser (2024)
- Nancy R. Tague; The Quality Toolbox, Third Edition; American Society For Quality; (2024)

### websites:

- ISO: [www.iso.org](http://www.iso.org); ISO 9001:2015: [www.iso.org/standard/62085.html](http://www.iso.org/standard/62085.html)
- IATF: [www.iatfglobaloversight.org/](http://www.iatfglobaloversight.org/)
- IATF 16949 sanctioned interpretations: [www.iatfglobaloversight.org/iatf-169492016/iatf-169492016-sis/](http://www.iatfglobaloversight.org/iatf-169492016/iatf-169492016-sis/)
- VDA QMC: [vda-qmc.de/](http://vda-qmc.de/)
- EFQM: [efqm.org](http://efqm.org)
- Deutsche Gesellschaft für Qualität: [www.dgq.de](http://www.dgq.de)

## Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Teilnehmendenzahl: max. 20 Studierende pro Semester

Number of participants: max. 20 students per semester

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                        |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Advanced Optical Sensing                                                                         |                                            | AOS                |
| Verantwortliche/r                                                                                | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                                          | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                        | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                                          | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                                         |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen<br>lecture and seminar |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|--------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                      | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS         | englisch    | 5              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog <i>Master Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| scientific calculator                                                               |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Light Basics (Wavelength, Transmission, Polarization, Reflection, Refraction, Interference, Diffraction)</li> <li>• Radiometry and Photometry</li> <li>• Emission of Light (Sun, Incandescent lamp, LED, EEL, VCSEL, OLED/LCD Display)</li> <li>• Detection of Light (Photodiodes)</li> <li>• Noise, signal to noise ratio, dynamic range</li> <li>• Sensor circuit concepts</li> <li>• Package concepts</li> <li>• Colorimetry</li> <li>• Ambient light sensing</li> <li>• Flicker sensing</li> <li>• Proximity sensing</li> <li>• Heart rate sensing</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students have a fundamental understanding of optical spectra from different light sources and how to measure them with different detector concepts. They know why</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>different sensors (e.g. ambient light, flicker) are necessary in various electronic devices (e.g. mobile phones). They understand the design, fabrication and system concepts of these sensors. (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Based on their knowledge they are able to read scientific publications in this field and understand new optical sensor concepts. (2)</li> <li>• The students are able to support the design process of new sensors and select the suitable components (3)</li> <li>• They have the capability to work in this field as well as to perform research and development (3)</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are able to explain and present complex concepts (3)</li> <li>• Students get used to working in teams with other students (3)</li> <li>• They are able to get familiar with difficult topic by themselves (2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Collection of lecture slides and exercise questions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Beamer, Blackboard, notebook                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Photonics – Saleh &amp; Teich, Wiley 2007</li> <li>• Photonik – Rainer Dohlus, Oldenburg 2010</li> <li>• Zinth &amp; Zinth – Lichtstrahlen, Wellen und Photonen, De Gruyter, 2018</li> <li>• CMOS -Circuit Design, Layout, and Simulation, R. Jacob Baker, Wiley 2019</li> <li>• Semiconductor Devices – Sze &amp; Lee, Wiley 2007</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Recommended previous knowledge: knowledge in optics, semiconductor physics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                               |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Advanced Packaging (dual)               |                                            | AP                 |
| Verantwortliche/r                       | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                 | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r               | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Michael Fügl (LB)<br>Horst Theuss (LB)  | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick: Advanced Packaging für mobile Kommunikation? Ein Schlüsselement von Physik zur Innovation. Moderne Systeme der Kommunikationstechnik und Märkte (Einführung GSM, Übersicht GPRS, DECT, Bluetooth etc.)</li> <li>• Grundlegender Aufbau eines Mobiltelefons (Gehäuseüberlegungen): Transceiver- und Basisbandteil, unterschiedliche Transceiverarchitekturen</li> <li>• Halbleitertechnologie: Die Basis für Schaltungen der Mobilkommunikation, Bedeutung der Si-Technologie, CMOS im Vergleich zu bipolar, III/V Halbleiter</li> <li>• Grundlegende RF Schaltungen der Mobilkommunikation: Systemintegration, LNA, Mischer, VCO &amp; PLL, Filter (SAW, BAW), Passive Komponenten (R,L,C)</li> <li>• Bedeutung der Gehäusetechnologie für die Mobilkommunikation: System in Package, Miniaturisierung, Typische FE &amp; BE Gehäuse (BGA, VQFN)</li> <li>• Technologische Prozesse der Gehäuseentwicklung: Drahtbonden, Die-Attach, Dünnen von Wafern, Wafer Level Packaging etc.</li> <li>• Grundlegende Aspekte der Flip Chip Technologie</li> <li>• Ball Grid Array Gehäuse</li> <li>• Leadless (beinchenlose) Packages, z.B. VQFN</li> <li>• Herausforderungen bei hohen Frequenzen</li> <li>• Zuverlässigkeit und Testen von Gehäusen</li> <li>• Ausblick</li> </ul> |

| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einblick in sämtliche systemtechnischen Aspekte der mobilen Kommunikation</li><li>• Insbesondere detaillierte Kenntnis moderner Methoden des Electronic Packaging in diesem Zusammenhang</li><li>• Wissen um das Zusammenspiel von physikalischen Randbedingungen, den Möglichkeiten des Front End und des Back End</li></ul> |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Vom Dozenten ausgegebene aktuelle Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Harper, Electronic Packaging and Interconnection Handbook, McGraw-Hill, New York 2005,</li><li>• Gray et al., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, Wiley, New York 2001,</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                    |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Advanced Semiconductor Technology (dual)                                  |                                            | AST                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                                  | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| verschiedene Lehrbeauftragte aus Industrie und Wissenschaft               | in jedem Semester                          |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang    | Lehrsprache | Arbeitsaufwand |
|-----------------------------------|---------------|-------------|----------------|
|                                   | [SWS oder UE] |             | [ECTS-Credits] |
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS         | englisch    | 5              |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductor Materials</li> <li>• Semiconductor Fabrication Technology</li> <li>• Semiconductor Epitaxy</li> <li>• Semiconductor Packaging</li> <li>• Semiconductor Characterization</li> <li>• Nano-Fabrication: Top-Down (e-beam lithography) and Bottom-Up (self-assembly) Techniques</li> <li>• Si Based Modern Electronic Device: Processing, Devices Physics and Applications</li> <li>• Carbon Based Nanoelectronic Devices: Materials (CNT, Graphene), Fabrication, Devices Physics and Potential Applications</li> <li>• New Development in 2D Crystal-Based Heterostructures for Nanoelectronics</li> <li>• New Development in Nanoelectronic Devices</li> <li>• Novel Techniques in Photonics and Analytics</li> <li>• Semiconductor-based Sensors</li> <li>• Special topics on the large scale fabrication technology of Semiconductors</li> </ul> |

| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students shall learn to know the fundamentals, the design, the technology and the operation of semiconductor materials and modern semiconductor based devices (1).</li> <li>• Based on this knowledge they should be able to read scientific publications in this field and to understand the design, the fabrication process and the operation of semiconductor devices (2).</li> <li>• The students should be able to design/plan the fabrication process for parts of semiconductor components and structures by themselves (3).</li> <li>• The students should be able to select and to choose suitable components/materials for specific engineering applications (3).</li> </ul> |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, They should be able to join in and work together with an interdisciplinary team of physicists, chemists and engineers for the fabrication of modern semiconductor devices (3).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Course notes, exercises, copies of slides                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Board, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• S.M. Sze, K.K. Ng „Physics of Semiconductor Devices (3rd Ed.): Wiley, 2007</li> <li>• D. Meschede “Gerthsen Physik”, Springer, 2015</li> <li>• “Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology”, Third Edition, Marc J. Madou, by CRC Press (August 1, 2011); ISBN: 9780849331800.</li> <li>• “Advanced Nanoelectronics”, Razali Ismail, Mohammad Taghi Ahmadi, Sohail Anwar, by CRC Press (December 17, 2012), ISBN: 9781439856802.</li> <li>• “2D Materials for Nanoelectronics”, Michel Houssa, Athanasios Dimoulas, Alessandro Molle, by CRC Press (April 5, 2016); ISBN: 9781498704175.</li> </ul>                                                                                                                                                                            |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previous Experience/Premise: Knowledge of College Physics, fundamental knowledge of Solid State Physics. In order to attend the module Advanced Semiconductor Technology:</li> <li>• Choose any 2 sub-modules from the list on the MEM Information Board</li> <li>• Admission requirement for registration for the module examination is successful participation (passed) in two sub-modules. • Only one grade is awarded for the entire module.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Electronic Product Engineering                                            |                                  | EPE                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Rainer Holmer                                                   | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Rainer Holmer                                                   | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                                                  |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge der Halbleiterindustrie (Technologie, Produktdesign, Produktion Frontend/Backend, Test, Qualität, Logistik)</li> <li>• Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie</li> <li>• Produktentwicklung: Schaltung analog/digital, physical layout, re-use, Nutzung von Bibliotheken/Macros, Design for Manufacturability (DfM)</li> <li>• Testentwicklung: Testkonzept, Testzeit und Testkosten, Design for Testability (DfT), Built-In-Selftest (BIST)</li> <li>• Von der Entwicklung (Prototyp) zur Hochvolumenproduktion – der Produktionsstart und -hochlauf</li> <li>• Methoden zur Optimierung (im Hinblick auf die key performance indicators) von Produkt, Technologie, Produktion Produktion im Hochvolumen: Produktionsausbeute (yield), Prozessstabilität; Umgang mit Abweichungen, Störungen; Umgang mit Änderungen, Aktualisierungen – change management; Nachverfolgbarkeit – traceability</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge zwischen Halbleiter-Produkt-Design, Halbleiter-Produktionsprozessen und Halbleiter-Test, deren Stabilität bzw. Variationen und Abweichungen zu interpretieren (3)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie wie „time to market“, Kosten, Produktionsausbeute und –qualität zu interpretieren (3)</li> <li>• Spezifische Anforderungen der Halbleiter-Produktion und dafür relevante Methoden und Vorgehensweisen zu beschreiben (1)</li> <li>• Methoden der Analyse von Produktionsdaten (Parameter, el. Testergebnisse, ..) bzw. der statistischen Prozesskontrolle anzuwenden (2).</li> <li>• Methoden zur Optimierung von Produktdesign, Prozesstechnologie und Test gezielt anzuwenden (2).</li> <li>• Probleme und sich daraus ergebende Optimierungspotentiale in der Halbleiter-Industrie richtig einzuschätzen (3) und darauf basierende Entscheidungen zu treffen (3).</li> <li>• Mit unerwarteten Änderungen und Problemen angemessen und kompetent umgehen (3).</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Präambel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Skript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                          |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility) |                                  | EMV                |
| Verantwortliche/r                                                  | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Thomas Stücke                                            | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                          | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Thomas Eichstetter (LB)<br>Prof. Dr. Thomas Stücke                 | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                                           |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praxis im EMV-Labor    |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Teil 1: Theorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung, Begriffe, Problembeschreibung</li><li>• Störungsbeschreibung in analogen und digitalen Systemen</li><li>• Klassifizierung und spektrale Darstellung von Störquellen der EMV-Umgebung</li><li>• Beeinflussungswege: Kopplungsarten, Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen</li></ul> <p><b>Teil 2: Praxis</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einleitung</li><li>• Grundlagen angewandter EMV: Pulse und Transiente, Elektrostatische Entladungen, Elektromagnetische Wellen</li><li>• Filterung, Schirmung, Erdung: Modelle, Störsignale im Zeitbereich und Frequenzbereich, Störenergien leitungsgeführt und gestrahlt</li><li>• Entstörmaßnahmen: Passive und aktive Entstörung, HF-Bauteile in der Realität, Rechnen im logarithmischen Maßstab</li><li>• Messen und Prüfen: EMV-Messgeräte, FFT-Messtechnik, Störaussendung und Störfestigkeit, Besonderheiten der E-Mobility, Einflüsse der Messumgebung, EMV-Simulation, Werkzeuge in der Entwicklung (Pre-Compliance)</li><li>• Praktika der Messtechnik: typische Versuchsanordnungen von EMV-Messungen</li><li>• EMV-Entwicklung und Planung: Schaltplan- und Layouterstellung mit Beispielen</li><li>• Dokumentation der EMV</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Grundprinzipien der EMV zu beschreiben, die unterschiedlichen Verkopplungsarten zu erklären, interne u. externe EMV zu unterscheiden und Ursachen elektromagnetischer Unverträglichkeit zu klassifizieren (2)</li><li>• Störquellen bezüglich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, typische Störsignale im Zeit- und Frequenzbereich darzustellen sowie die Umrechnung zwischen beiden Darstellungsformen mittels EMV-Tafel und Nomogramm auszuführen (3)</li><li>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Leiterstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Verkopplung von kurzen und langen Leitungen (3)</li><li>• die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Antennenstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Feldeinkopplung in kurze Leitungen (3)</li><li>• Störspannungen durch Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen analytisch und unter Anwendung von Näherungen zu berechnen (3)</li><li>• abhängig vom Impedanzniveau die passende Filtertopologie auszuwählen sowie Schirmungen und Erdungen richtig auszuführen (3)</li><li>• den Aufbau eines Messempfängers einschließlich FFT-Messmethode zu erklären, Schmalband- und Breitbandstörer voneinander zu unterscheiden sowie die Unterschiede der Messdetektoren zu beschreiben (2)</li><li>• die typischen Messaufbauten zur leitungs- und feldgebundenen Störemissionsmessung am Beispiel für den Automotivbereich zu erklären (2)</li><li>• EMV- Leitlinien</li></ul> |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Präambel                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Präsentationsfolien, Skript, Übungen, Literaturliste                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Rechner, Beamer, Tafel, Versuchsaufbau im EMV-Labor                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Durcansky, G., „EMV-gerechtes Gerätedesign“, Franzis-Verlag</li><li>• Gonschorek, K.H., Singer, H., Anke, D. u.a., „Elektromagnetische Verträglichkeit-Grundlagen, Analysen, Maßnahmen“, Teubner-Verlag</li><li>• Schwab, A., „Elektromagnetische Verträglichkeit“, Springer-Verlag</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                            |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Embedded Linux                                                                                       |                                  | ELX                |
| Verantwortliche/r                                                                                    | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Michael Niemetz                                                                            | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                            | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Michael Niemetz                                                                            | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                                                                             |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen (an Rechnerarbeitsplätzen) |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1., 2., 3.                           | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium                                            | Eigenstudium                                    |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Vorlesung: 30 h; Unterricht an Rechnerarbeitsplätzen: 30h | Vor-und Nachbereitung: 52 h; Eigenstudium: 38 h |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Einrichtung eines Linux-Systems</b><br/>Grundlegende Schritte bei der Systemadministration wie Installation, Benutzerverwaltung, Netzwerkeinrichtung, Rechteverwaltung werden vermittelt.</p> <p><b>Kommandozeile / Programmentwicklung</b><br/>Die Verwendung der Kommandozeile wird exemplarisch an einigen Anwendungen demonstriert. Die Entwicklung und Übersetzung von C Programmen mit gängigen Werkzeugen (gcc, make, Editoren) wird geübt. Einfache Shell-Programme werden erstellt. Hierbei kommt auch Versionsverwaltungssoftware zur Anwendung.</p> <p><b>Dateisysteme</b><br/>Die wichtigsten Eigenschaften der gängigsten Dateisysteme werden besprochen und deren Einrichtung und Einbindung in das System geübt.</p> <p><b>Bootvorgang</b><br/>Die verschiedenen Stufen des Bootvorganges bis zum laufenden Mehrbenutzersystems werden besprochen, sowie die praktische Einrichtung eines bootfähigen Systems durchgeführt.</p> <p><b>Embedded Linux</b><br/>Die speziellen Erfordernisse vieler Embedded Systeme (z.B. Speichersysteme mit eng begrenzter Wiederbeschreibbarkeit, Echtzeitfähigkeit, begrenzter Systemspeicher) werden erklärt, sowie Lösungswege aufgezeigt.</p> <p><b>Hardware-Zugriffe und Interprozesskommunikation</b><br/>Wesentliche Aufgabe von embedded-Anwendungen ist die Steuerung von Peripherie. Moderne embedded Linux-Systeme sind hierfür mit einer Vielzahl von Schnittstellen (z.B. UART, SPI, I2C, GPIO, ADC) ausgestattet. Die Schnittstellen, sowie die Linux Kernel-Philosophie werden erklärt sowie exemplarisch der Zugriff über C- und Shell-Programme über existierende Kernel-Treiber praktisch erprobt. Grundlegende Elemente der Interprozesskommunikation (insbes. Signale, Pipelines, Shared-Memory) werden vorgestellt sowie die Unterschiedlichen Eigenschaften diskutiert.</p> <p><b>Interprozesskommunikation</b><br/>Grundlegende Elemente der Interprozesskommunikation (insbes. Signale, Pipelines, Shared-Memory) werden vorgestellt sowie die Unterschiedlichen Eigenschaften diskutiert.</p> <p><b>Kernel</b><br/>Grundlegende Struktur eines Linux-Systems, User- und Kernelspace, Modularisierung, Kernelparameter, Konfiguration des Kernels</p> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Embedded Linux Systeme in ihrer Entwicklungsarbeit einzusetzen und grundlegende Systemadministrationsaufgaben umzusetzen.</p> <p>Folgende Kenntnisse (1) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (5 %):<br/>Kenntnis der themenrelevanten englischsprachigen Fachbegriffe</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

- Grundverständnis der Linux Philosophie (Modularer Kernel, Prozeßmodell, Dateisysteme, Mehrbenutzersystem, Rechte, Netzwerk)
- Kenntnis der wichtigsten Kommandozeilen-Werkzeuge, Editoren und Systemkomponenten.
- Kenntnis der wichtigsten Methoden der Interprozesskommunikation.
- Kenntnis des Systemaufbaus, Gliederung in Kernel- und Userspace, Modularisierung des Kernels

Folgende Fertigkeiten (2) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (55 %):

Meistern grundlegender Administrationsaufgaben in Linux/Unix Umgebungen.

- Umgang mit gängigen Administrations- und Entwicklungswerkzeugen
- Einrichten eines Linux-Betriebssystems auf einer kompatiblen Hardwareplattform
- Zugriff auf embedded-spezifische Controllerperipherie (z.B. AD-Wandler, serielle Bussysteme, I/O Leitungen) über vorhandene Kernaltreiber.
- Kernel-Konfiguration und elementare Vorgehensweisen zur Entwicklung eigener Kernaltreiber

Folgende Kompetenzen (3) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (40 %):

- Bewerten von Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Linux in Embedded-Control Lösungen und Treffen entsprechender System-Designentscheidungen unter Berücksichtigung der vielfältigen Anforderungen und Folgen.
- Vorstellung und Begründung eigener Designentscheidungen
- Entwicklung von Problemlösungen in Teamarbeit
- Lösung komplexer Problemstellungen mittels Literaturrecherche und Studium von Hardware- und Softwarespezifikationen

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, in sehr komplexen und nur teilweise verstandenen Situationen Strategien zu entwickeln, durch Recherche und deren Kombination mit den erworbenen fachlichen Kompetenzen zu Problemlösungen zu kommen.

Weitere persönliche Kompetenzen werden in dieser Lehrveranstaltung nicht explizit, sondern verwoben mit den fachlichen Kompetenzen vermittelt und soweit möglich geprüft.

#### Angebotene Lehrunterlagen

- Skript
- Literaturliste
- Praktikumsanleitungen
- Ergänzende Unterlagen im zugehörigen eLearning-Kurs

#### Lehrmedien

- Tafel
- Virtuelle Maschine mit Linux-Umgebung (VirtualBox)
- Beamer
- individuelle persönliche Experimentierausstattung (Laborkoffer) mit Embedded Linux System
- Elektronikbauteilen und weiterem Zubehör

| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum, Building EmbeddedLinux Systems, O'Reilly, 2008</li><li>• Gene Sally, Pro Linux Embedded Systems, Apress, 2010.</li><li>• Christopher Hallinan, Embedded Linux Primer, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011</li><li>• Michael Kerrisk, The Linux Programming Interface. William Pollock, 2010.</li><li>• Christine Wolfinger, Linux-Unix-Kurzreferenz. Für Anwender, Entwickler und Systemadministratoren. It Kompakt. Dordrecht: Springer, 2013.</li><li>• Chris Simmonds, Mastering Embedded Linux Programming: Packt Publishing, Auflage 2, 2017.</li><li>• John Madieu, Linux Device Drivers Development: Develop customized drivers for embedded Linux: Packt Publishing, 2017.</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Für die erfolgreiche Teilnahme werden fundierte praktische Programmierkenntnisse sowie Kenntnisse einer höheren Programmiersprache (bevorzugt C), ein Grundverständnis für Mikrocontroller und deren Peripherie, sowie Erfahrung im praktischen Umgang mit seriellen Kommunikationsbussen (SPI und I2C) benötigt.</p> <p>Hilfreich sind Grundkenntnisse des praktischen Softwareengineerings wie Versionsmanagement und Softwaredesign.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                       |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Fiber Optic Communication                       |                                  | FOC                |
| Verantwortliche/r                               | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Thomas Fuhrmann                       | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                       | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Thomas Fuhrmann                       | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                        |                                  |                    |
| Seminaristic lecture with practical experiments |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Basics of Optical Fibers: Single Mode Fibers, Multimode Fibers, Special Fibers, Polymer Optic Fibers, Photonic Crystal Fibers, Modes, Attenuation, Dispersion, Polarization Mode Dispersion, Manufacturing technologies</li> <li>Principles of Fiber Optic Communication Systems: DWDM Systems, CWDM Systems, PON Systems</li> <li>Components for Fiber Optic Communication Systems: Connectors, Lasers, Photodiodes, Modulators, Amplifiers, Attenuators, Filters, Switches, Add-Drop-Multiplexers, Dispersion Compensators</li> <li>Principles and Components of Integrated Optics</li> <li>Modulation Formats, Bit Error Detection and Forward Error Correction</li> <li>Electronic circuits for Lasers and Photodiodes</li> <li>Fiber Optics Measurement Technology: Optical Power Meter, OTDR, OSA, Wavelength Meter</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Knowing principles of fiber optic communication systems (2);</li> <li>Knowing types of fibers, their properties and usage (1);</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowing important components and their functions in fiber optic communication systems (1);</li> <li>• Knowing principles and basic components in integrated optics (1);</li> <li>• Knowing modulation formats and bit error handling (1);</li> <li>• Knowing electronic circuits for lasers and photodiodes (1);</li> <li>• Knowing principles and devices for fiber optic measurement (1);</li> <li>• Calculation of important parameters of fiber optic communication systems. (2)</li> <li>• Analysis of fiber optic communication systems. (3)</li> <li>• Design of simple fiber optic communication systems according to required applications. (3)</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reading and understanding technical texts about fiber optic communication written in English. (3)</li> <li>• Analysis of technical problems in the field of fiber optic technologies. (3)</li> <li>• Discussion with colleagues about technical aspects of fiber optic technologies and communication systems. (3)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Script, Articles, practical exercises                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Blackboard, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Hinweis: Only for Master Students</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Maxwell's Equations and electromagnetic waves</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design) |                                  | HFS                |
| Verantwortliche/r                        | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Thomas Stücke                  | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Thomas Stücke                  | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                 |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit Übungen  |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung</li><li>• Radiotechnik</li><li>• Hochfrequenzsysteme</li><li>• Besonderheiten von Hochfrequenzschaltungen</li><li>• Wellen auf Leitungen</li><li>• Reflexion und Anpassung</li><li>• Streuparameter</li><li>• Impedanztransformation</li><li>• Verlustlose Anpassungsnetzwerke</li><li>• Anpassung mit Leitungen</li><li>• Technologien planarer Hochfrequenzschaltungen</li><li>• Passive Komponenten bei hohen Frequenzen</li><li>• Dioden und Bipolartransistoren</li><li>• MOS- und Sperrschicht-Feldeffekttransistoren</li><li>• Entwurfsmethodik für Verstärker</li><li>• Verstärkerstufen mit Teilanpassung</li><li>• Verstärkerstufen mit unilateralem Transistor</li><li>• Verstärkerstufen mit idealer Anpassung</li><li>• Stabilisierung von Verstärkerstufen</li><li>• Breitbandverstärker</li><li>• Rauscharme Verstärker</li><li>• Leistungsverstärker</li><li>• Oszillatoren</li><li>• Elektronisch abstimmbare Oszillatoren</li><li>• Diodenmischer</li><li>• Mischer mit Transistoren</li><li>• Elektronische Schalter</li><li>• Aktuelle Schaltungsbeispiele</li></ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Besonderheiten von elektronischen Schaltungen im Hochfrequenzbereich zu erklären (2)</li><li>• SPICE zum rechnergestützten Schaltungsentwurf einzusetzen (3)</li><li>• die Funktionsweise und den Aufbau grundlegender Hochfrequenzschaltungen (Verstärker, Mischer, Oszillatoren) zu erläutern (2)</li><li>• Wellenausbreitung auf Leitungen zu erklären, zu berechnen und mit Spice zu simulieren (3)</li><li>• die Modellierung von passiven und aktiven Bauelementen bei hohen Frequenzen zu interpretieren (2)</li><li>• die optimale Auswahl von Bauelementen, Technologien und Herstellungsverfahren zu treffen (3)</li><li>• Hochfrequenzschaltungen zu analysieren und diese zu entwerfen (3)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>Siehe Präambel</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Foliensätze zu allen Lektionen, Schaltungsdateien (Spice) der Simulationsbeispiele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tafel/Whiteboard, PC/Beamer, Simulationsprogramm Spice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik.14. Auflage, Springer, 2012</li><li>• F. Strauß: Grundkurs Hochfrequenztechnik.1. Auflage, Vieweg + Teubner, 2012</li><li>• F. Ellinger: Radio Frequency Integrated Circuits and Technologies.2. Auflage, Springer, 2008</li><li>• T. H. Lee: The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits. 2. Auflage, Cambridge, 2004</li></ul> |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Empfohlene Vorkenntnisse / Voraussetzungen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau und Funktion von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren</li><li>• Groß- und Kleinsignalanalyse von elektronischen Schaltungen</li><li>• Grundsaltungen der analogen Schaltungstechnik</li><li>• Umgang mit dem Simulationsprogramm Spice</li></ul>                                                                                        |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Intelligent Material Systems and Metamaterials                                                                                                                                                                                               |                                  | IMS                |
| Verantwortliche/r                                                                                                                                                                                                                            | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine                                                                                                                                                                                                                  | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                                                                                                                                                    | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine                                                                                                                                                                                                                  | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Vorträgen der Studierenden, Simulation an Rechnerarbeitsplätzen.<br>Seminar-based teaching with approx. 15% exercises, presentations by students, simulation at computer workstations. |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                            |
|----------------|---------------------------------------------------------|
| 56h            | 62h (Preparation and follow-up), 32h (exam preparation) |

| Studien- und Prüfungsleistung                    |
|--------------------------------------------------|
| siehe Studienplantabelle<br>see study plan table |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis    |
| siehe Studienplantabelle<br>see study plan table |

## Inhalte

### Introduction

- Definition of smart materials.
- Overview of different classes of smart materials.

The course will cover some current topics from the following catalog:

### Piezoelectric materials

- Piezoelectric effect
- Piezoelectric ceramics
- Piezoelectric polymers
- Constitutive modeling
- Applications
- Vibration energy conversion (energy harvesting)

### Piezoresistive materials as intelligent sensors

- Piezoresistive effect
- Constitutive modeling
- Applications

### Electrostrictive materials

- Electrostrictive effect
- Constitutive equations
- Applications

### Giant magnetoresistance effect (GMR)

- Physical effect
- Spintronics
- Applications of

### Magnetostrictive materials

- Physical effects
- Constitutive equations
- Applications of

### Shape memory materials

- Shape memory alloys
- Magnetic shape memory alloys
- Shape memory polymers
- Electrically conductive polymers as intelligent materials
- Applications

### Magnetic gels (ferrogels)

- Magnetoviscoelastic properties
- Constitutive equations
- Magnetic applications

### **Magnetorheological fluids and elastomers**

- Magnetorheological effect
- Physical models
- Applications

### **Electrorheological fluids**

- Electrorheological effect
- Physical models
- Applications

### **Dielectric elastomers**

- Constitutive equations
- Applications

### **Metamaterials**

- Electromagnetic and optical metamaterials
- Elastic metamaterials
- Acoustic metamaterials
- Applications

### **Smart materials for controlled drug release**

- Physical principles
- Applications of

### **Liquid crystal elastomers**

- Introduction
- Modeling and constitutive equations
- Applications

### **Self-healing materials**

### **Janus particles as intelligent materials**

- History and fabrication methods
- Self-assembly structures
- Behavior in external fields

### **Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Know the most important types of intelligent materials and their areas of application (1)
- Explain physical and chemical phenomena in intelligent materials using the constitutive equations and describe them mathematically (2).
- Be able to draw qualitative conclusions from a small number of physical concepts and laws (2)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Be able to read and understand the current technical literature on the subject of “intelligent material structures and metamaterials” (2).</li> <li>• Understand the concept of “intelligent materials and intelligent structures” (3).</li> <li>• Understand the differences between different physical models for an intelligent material (3).</li> <li>• Develop design concepts for applications of metamaterials (3).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyze their own learning progress and learning needs (3) and, if necessary, derive courses of action from this (3),</li> <li>• Work together with others in a goal-oriented manner (2),</li> <li>• Understand the interests and social situation of collaborators (2),</li> <li>• Deal with and communicate with collaborators rationally and responsibly (2),</li> <li>• Help shape the working and living environment (3)</li> <li>• Work scientifically in accordance with the “rules of good scientific practice” (2),</li> <li>• Present technical content (2) and present it to an audience in correct technical language (2).</li> </ul> |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Script, exercises, bibliography                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Blackboard, overhead projector, computer, projector                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shahinpoor, M. (Ed.). (2020). Fundamentals of Smart Materials. Royal Society of Chemistry, London, UK.</li> <li>• Solymar, L., &amp; Shamonina, E. (2009). Waves in metamaterials. Oxford University Press.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| In the course IMS, knowledge of the fundamentals of materials engineering from a Bachelor's degree program to the extent of 3 ECTS is recommended.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| LabVIEW-Projekte                                                                                         |                                  | LAP                |
| Verantwortliche/r                                                                                        | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Heiko Unold                                                                                    | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Heiko Unold                                                                                    | nur im Sommersemester            |                    |
| Lehrform                                                                                                 |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen;<br>projektbasiertes Praktikum |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                            |
|----------------|---------------------------------------------------------|
| 60h            | eigenständige Projektarbeit: 40h;<br>Dokumentation: 50h |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Lehrveranstaltung ist projektbasiert aufgebaut, Ziel ist der Aufbau eines funktionsfähigen Komplettsystems mit LabVIEW. Zu Beginn entscheiden sich die Studierenden für ein Projekt, welches sie selbständig im Rahmen der Veranstaltung umsetzen. Projekte können aus einer Vorschlagsliste gewählt werden oder selbst vorgeschlagen werden. Ausdrücklich erwünscht sind Projekte, welche einen konkreten Bezug zu aktuellen Problemstellungen haben (z.B. in Labors der OTH). Der Schwierigkeitsgrad/Umfang der Projekte wird je nach Vorkenntnis angepasst, bei größeren Projekten sollen Gruppen von 2-3 Studierenden gebildet werden. Die Bewertung erfolgt schwerpunktmäßig anhand der Dokumentation der Soft- und Hardwarelösung sowie der Funktionalität. Ein realistischer Projektplan sowie ein Vortrag zum Zwischenstand und ein Abschlussvortrag fließen ebenfalls in die Bewertung ein. Die Betreuung der Projekte findet in den Kontaktstunden statt, bei Bedarf werden Lehreinheiten zu relevanten Themen der Optoelektronik oder der LabVIEW-Programmierung angeboten. |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>einen LabVIEW-Test analog CLAD mit mindestens 40% zu bestehen (1)</li> <li>eigenständig LabVIEW-Programme mit einer effizienten Struktur (z.B. ereignisbasierter Zustandsautomat) zu erstellen (3)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• einen Projektablauf zu planen, zu verfolgen, evtl. anzupassen und zu präsentieren (2)</li><li>• eine vollständige Dokumentation ihres Projekts zu erstellen und eine ansprechende, zielgruppengerechte Präsentation zu halten (2)</li></ul> |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Laborgeräte, Rechner, LabVIEW-Lizenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Labor, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Georgi; Metin: Einführung in LabVIEW, Hanser-Verlag 2005</li><li>• Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, Springer-Verlag 2007Hobbs: Building Electro-Optical Systems, John Wiley &amp; Sons, 2009</li><li>• Hobbs: Building Electro-Optical Systems, John Wiley &amp; Sons, 2009</li></ul>                     |
| Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Empfohlene Vorkenntnisse:<br>Grundlagen der LabVIEW-Programmierung; Grundlagen der Optoelektronik                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| LED Technology (dual)                                                     |                                            | LED                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild<br>Alexander Neumüller (LB)                       | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Alexander Neumüller (LB)                                                  | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductor basics for LEDs</li> <li>• Material systems for LEDs</li> <li>• Photometrical and radiometrical values, Candela, Lumen; Spectrum, “Color”, “White”, CRI, Color temperature</li> <li>• Chip technology, fundamental properties: TSN, InGaAlP, InGaN (Energy band model / wavelength areas; Substrates); Chip production; Electrical, optical, and thermal properties; Chip size / current density / ‘low current’ types; Light extraction</li> <li>• Package technology: Ledged, premolded, molded, ...; Requirements (Solderability, SSLT, ...; ESD stability, ESD protection; Aging, lifetime)</li> <li>• LED production: Assembly; Testing, binning; Measuring accuracy and tolerances</li> <li>• White light with LEDs: RGB (pros and cons); White conversion (Properties, realization; Volume conversion, chip level conversion; Color homogeneity, white impression; White warm white)</li> <li>• Conversion</li> <li>• Phosphors and their properties</li> <li>• Non saturated colors</li> <li>• Full conversion</li> <li>• Application of LEDs: General aspects (Current feed, derating; Durableness; Eye safety), Automotive (Interior / exterior, requirements, solution), Projection; Back light units (SRGB, Adobe; RGB- / conversion solutions; New opportunities: sequential coloring), Flash, General lighting (Special requirements; New solutions / Retrofits)</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><b>Knowledge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students have knowledge about standard application conditions (Niveaustufe 1), the resulting requirements to an LED (Niveaustufe 2), and the necessary electrical, thermal, and optical design (Niveaustufe 2).</li> </ul> <p><b>Skills:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to describe the main peculiarities for creation of an LED, its properties and reasons for the brightness increase compared to classic light bulbs. (Niveaustufe 1)</li> <li>• They can describe the main fabrication processes (Niveaustufe 2); material specialities (Niveaustufe 2) and features for light extraction increasement (Niveaustufe 3).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Multi-processor and multi-core design for reliable embedded systems       |                                            | DRES               |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild<br>Prof. Dr. Vooi Voon Yap                        | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Vooi Voon Yap                                                   | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

## Inhalte

### Topic 1:

- A review of a single core design
- datapath,
- pipelining, and
- cache design

### Topic 2:

- Multi-core COTS Processor
- Improving performance
- Multi-processor vs. multi-core: similarities and differences
- Maintaining design integrity when migrating from a single-processor solution
- Improving reliability
- Creating an “event processor”. Avoiding resource conflicts in multi-core designs

### Topic 3:

- Introduction to OpenMp programming and MPI

### Topic 4:

- Design Challenges
- Scheduling issues
- Maintenance
- Adapting task sets for distributed systems. Example automotive control system

### Topic 5:

- Timing Issues
- Impact of jitter
- Different forms of clock synchronisation algorithm. Assessing what happens when something goes wrong
- Timing in the event of errors

### Topic 6:

#### Controller Area Network (CAN) Protocol

- Creating a simple multi-processor design using CAN<
- Challenges of clock synchronisation<
- Timing of tasks and network communications
- Basic use of watchdogs
- Running without clock synchronisation

### Topic 7:

- Improving Reliability in Distributed Designs
- Adding redundant Master nodes
- Adding redundant Slave nodes
- Hot standbys
- Adding redundant communication paths. Bus vs. star topologies<
- Compare performance of different architectures<

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety Integrity Levels</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Lernziele: Fachkompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><b>Knowledge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Students gain knowledge related to designing reliable embedded systems using multiprocessor and multicore processors.</li> </ul> <p><b>Skills:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Students gain skills in building embedded hardware programming in C for embedded systems.</li> </ul> <p><b>Competences:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students gain competences in programming in C for embedded systems.</li> </ul> |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| M.J. Pont, The Engineering of Reliable Embedded Systems<br>M.J. Pont, Patterns for Time Triggered Embedded Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Blocklehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Overview on semiconductor fabrication in a high-volume environment        |                                            | IFX                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                                  | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| verschiedene Lehrbeauftragte aus Industrie und Wissenschaft               | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Overview on semiconductor fabrication in a high-volume environment<br/>Aspects of innovation in front-end and back-end towards high TRL<br/>Application examples include</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetic sensing (working principle, comparing of AMR, GMR, TMR and Hall technologies, practical examples of systems)</li> <li>• automotive power switches (requirements for power electronics, technology features)</li> <li>• chip card and ID (Products, function and requirements focusing on package technologies)</li> </ul> <p>Single process development and engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer of process requirements to equipment and process recipe</li> <li>• Process characterization and process control concept</li> <li>• Key performance indicator of a unit process and a semiconductor production</li> <li>• Dependencies and Cooperation towards Quality management and technology development</li> <li>• Process control automation, digitalization and optimization of engineering</li> <li>• ISO9001, IATF16949 standards in quality management systems, auditing, deviation and risk management</li> </ul> <p>Overview on wafer test process, reliability failure mechanisms in package technologies, related standards and regulation, automatic optical inspection, and Preassembly steps (tape &amp; Reel process, wafer dicing &amp; grinding, process coupling)<br/>Methods for electrical failure verification and localization, physical failure preparation and visualization techniques<br/>“Soft skills”, introduction to Project Management in a technical environment, Problem solving methods (6 Sigma or 8D reporting for deviation management)</p> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students understand the main steps involved in high volume manufacturing of semiconductors in a CMOS Fab including the interaction of different aspects from innovation to reliability (3).</li> <li>• They can describe selected applications, unit process requirements and monitoring concepts (2).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Nutzen des gelernten Stoffes einzuordnen. (2)</li> <li>• fachliche Inhalte in Lerngruppen zu diskutieren. (2)</li> <li>• einfache Argumente zu analysieren und ihre eigenen Probleme zu beschreiben. (2)</li> <li>• den persönlichen Nutzen verschiedener Unterlagen und Lernmethoden zu beurteilen. (3)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Script (pdf slidedeck of presentations)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Beamer, whiteboard (Tafel)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Literatur                                           |
|-----------------------------------------------------|
| Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices)       |                                  | BEP                |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Rainer Holmer                                                   | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Rainer Holmer                                                   | nur im Wintersemester            |                    |
| Lehrform                                                                  |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                  |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliche Aussagen der Quantenmechanik</li> <li>• Halbleiterphysik: Kristallstruktur, Bandstruktur, Halbleiterstatistik, Ladungstransport, Generation und Rekombination</li> <li>• Halbleiterdiode: pn-Übergang, Hochinjektion, Temperaturverhalten, Durchbruchverhalten, Schaltverhalten, Metall-Halbleiter-Kontakt</li> <li>• Bipolartransistor: Funktionsprinzip, Stromverstärkung, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle</li> <li>• Feldeffekttransistor: MOS-Kondensator, MOSFET, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle</li> </ul>                                                                                                                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge im Halbleiter (Festkörperphysik, quantenmechanische Grundlagen) zur Analyse von Halbleiterstrukturen anzuwenden (3)</li> <li>• Die physikalischen Zusammenhänge am pn-Übergang zu interpretieren (3)</li> <li>• Die grundlegende Funktion und Charakteristik von Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren zu handhaben (2)</li> <li>• Eine grundlegende, physikalische Beschreibung des Bauelemente-Verhaltens von Diode, Bipolartransistor und Feldeffekttransistor zu erstellen (2)</li> <li>• Einfache Device-Simulationen durchzuführen (2) und zu interpretieren (3)</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle für die Schaltungssimulation zu benutzen (2)</li> <li>• Die Funktionalität von elektronischen Bauelementen und deren physikalische Grenzen und Randbedingungen einzuschätzen (3)</li> <li>• Die Anwendbarkeit von Device-Simulationen und -modellen auf spezifische Problemstellungen einzuschätzen (3)</li> </ul>                        |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe Präambel                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Skript, Literaturliste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Tafel, Notebook, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| /1/ F. Thuselt: „Physik der Halbleiterbauelemente“, Springer, 2018<br>/2/ Sze S.M., Li, Y., Ng K.K.: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 2021<br>/3/ R. Müller: „Grundlagen der Halbleiter-Elektronik“, Springer, 5. Auflage, 1987<br>/4/ C. Kittel: „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg, 2024<br>/5/ M. Reisch: „Elektronische Bauelemente“, Springer, 2. Auflage, 2007 |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Quantum Theory and Information                                            |                                            | QTH2               |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Ioana Serban                                                    | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Ioana Serban                                                    | nur im Sommersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

## Inhalte

### 1. Mathematische Grundlagen

### 2. Struktur der Quantenmechanik

- Mathematische Struktur, Operatoren als Matrizen
- Postulate
- Schrödingergleichung
- Unitäre Dynamik der Quantensysteme

### 3. Einfache Systeme: Quanten-Bits

- Spin 1/2, Pauli-Operatoren, Blochkugel
- Photonenpolarisation, Strahlteiler, Interferometer
- Quantengatter für einzelne Qubit-Systeme

### 4. Verschränkung

- Mehrteilchensysteme, Produktraum, Vektoren, Operatoren
- EPR-Paradoxon
- Bell-Ungleichungen
- Hong-Ou-Mandel-Effekt

### 5. Quantenkryptographie

- No-Cloning-Theorem, CNOT-Gatter
- Vernam-Verschlüsselung
- B92 Protokoll
- Teleportation

### 6. Quantenrechner

- Quantenparallelismus
- physikalische Realisierungen von Gatter-basierten Quantenrechnern
- Algorithmen
- adiabatisches Quantencomputing

---

### 1. Mathematical basics

### 2. Structure of quantum mechanics

- mathematical structure, operators as matrices
- postulates
- Schrödinger equation
- unitary dynamics of quantum systems

### 3. Simple systems: quantum bits

- spin 1/2, Pauli operators, Bloch sphere
- photon polarization, beam splitter, interferometer
- quantum gates for single qubit systems

### 4. Entanglement

- multiparticle systems, product space, vectors, operators
- EPR paradox
- Bell inequalities
- Hong-Ou-Mandel effect

#### 5. Quantum cryptography

- no-cloning theorem, CNOT gates
- Vernam encryption
- B92 protocol
- teleportation

#### 6. Quantum computing

- quantum parallelism
- physical realizations of gate-based quantum computers
- algorithms
- adiabatic quantum computing

#### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die in der Quantenwelt vorherrschenden physikalischen Prinzipien (Superposition, Verschränkung, Unschärferelation) nachzuvollziehen (2)
- die mathematischen Grundlagen und die Eigenschaften der Operatoren zu verstehen (1)
- mit Spinoperatoren zu rechnen (3), die Eigenschaften von Qubits zu nennen (1) und die Funktion von Quantengattern zu verstehen (2)
- das Vorhandensein von Verschränkung in einfachen Systemen durch Rechnung zu prüfen (3) und darauf basierende Effekte einzuordnen (2)
- die Quantenkryptographie zu begreifen (2) und deren Vorteile gegenüber klassischen Kryptographieverfahren zu bewerten (3)
- Vorteile der Quantenrechner gegenüber klassischen Rechnern kritisch zu bewerten (3)

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- understand the physical principles prevailing in the quantum world (superposition, entanglement, uncertainty principle) (2)
- understand the mathematical foundations and the properties of operators (1)
- calculate with spin operators (3), name the properties of qubits (1) and understand the function of quantum gates (2)
- check the existence of entanglement in simple systems by calculation (3) and classify effects based on it (2)
- understand quantum cryptography (2) and evaluate its advantages over classical cryptographic methods (3)
- critically evaluate advantages of quantum computers over classical computers (3)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den Nutzen des gelernten Stoffes einzuordnen. (2)
- fachliche Inhalte in Lerngruppen zu diskutieren. (2)

- Lernfortschritte zu erkennen und zu bewerten. (2)
- einfache Argumente zu analysieren und ihre eigenen Probleme zu beschreiben. (2)
- den persönlichen Nutzen verschiedener Unterlagen und Lernmethoden zu beurteilen. (3)

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- classify the benefits of the learned material (2)
- discuss technical content in study groups (2)
- recognize and evaluate learning progress (2)
- analyze simple arguments and describe their own problems (2)
- assess the personal benefit of different materials and learning methods (3)

#### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum mit Aufgabensammlung/script with a collection of tasks

#### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer/blackboard, notebook, beamer

#### Literatur

- Tipler: Moderne Physik, Spektrum-Verlag
- D. Griffiths: Quantenmechanik, Pearson
- F. Kuypers: Quantenmechanik, Wiley-VCH

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Voraussetzungen: Kenntnisse in Mathematik (hilfreich: lineare Algebra), Mechanik (Energie, Impuls)

Requirements: knowledge of mathematics (helpful: linear algebra), mechanics (energy, momentum)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                 |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Surface Engineering of Semiconductor Materials                            |                                            | SE                 |
| Verantwortliche/r                                                         | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                                  | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                 | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Prof. Dr. Corinna Kaulen                                                  | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                  |                                            |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | englisch    | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 60h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engineering of semiconductor Surfaces is representing an interdisciplinary subject covering different aspects of physics, chemistry, and nanotechnology.</li> <li>• Fabrication and properties of silicon wafers</li> <li>• Steps required in chip fabrication: cleaning, thin film deposition, application of structures and etching.</li> <li>• Chemical surface modifications</li> <li>• Micro- and nanofabrication strategies: top-down techniques, lithography and bottom-up concepts based on self-assembly.</li> <li>• Unconventional nano-patterning techniques: Micro-contact-printing, thermal nanoimprint lithography, nanosphere lithography, dip-pen-lithography</li> <li>• Methods for surface analysis and physical characterization: contact angle measurement, scanning-probe microscopy, ellipsometry, surface plasmon resonance, x-ray photoemission spectroscopy (XPS), and transmission electron microscopy (TEM)</li> </ul> |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students have a fundamental understanding of the processes which occur at the interface of a semiconducting material and gas, liquid or another material (2)</li> <li>• They have the capability to work in this field as well as to perform research and development (3)</li> <li>• the students are able to present solutions concerning the design of miniaturized electrical and mechanical devices (3)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• they know the preliminary steps in thin film deposition, and know different methods for structuring surfaces (1)</li> <li>• Students can extract the essence of selected research articles and present recent advances in nanoelectronics and sensor concepts in class (3).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• students get used to working in teams with other students (3)</li> <li>• They get in touch with other people's working culture and together they find a way to successfully deal with the practical tasks (3)</li> <li>• They acquire key skills like teamwork and to manage conflicts in a productive way (3)</li> <li>• They strengthen cooperative organizing, intercultural competences and working self-responsible in a team (3)</li> </ul> |
| <b>Angebotene Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Collection of lecture slides and exercise questions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Beamer, Blackboard                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Microfabrication, S. Franssila, Wiley (2010)</li> <li>• Chemical Vapour Deposition, X.-T- Yan, Springer (2006)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Recommended pre-knowledge: Basic knowledge in chemistry e.g., successful completion of the basis module course "Engineering Chemistry"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                  |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Theoretische Elektrotechnik (Theoretical Electrical Engineering)                           |                                  | TET                |
| Verantwortliche/r                                                                          | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine                                                                | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                  | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Mikhail Chamonine<br>Prof. Dr. Oliver Sterz                                      | in jedem Semester                |                    |
| Lehrform                                                                                   |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht mit ca. 15% Übungsanteil, Simulation an Rechnerarbeitsplätzen. |                                  |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                           |
|----------------|--------------------------------------------------------|
| 56h            | 62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

## Inhalte

### Einführung

- Maxwell-Gleichungen in differentieller und integraler Formulierung.
- Klassifikation von elektromagnetischen Problemen.
- Klassifikation von Differentialgleichungen und Randbedingungen.
- Das Helmholtz Theorem
- Eindeutigkeitssatz

### Elektrostatik

- Elektrisches Potenzial
- Laplace und Poisson Gleichung
- Arbeit und Energie in der Elektrostatik
- Leitende Körper
- Potenziale verschiedener Ladungsanordnungen. Multipolentwicklung
- Spezifische Lösungsmethoden der Laplace Gleichung

### Magnetostatik

- Die magnetischen Potenziale
- Stetigkeitsbedingungen
- Multipolentwicklung für den Vektorpotenzial
- Induktivität

### Elektrische und magnetische Felder in der Materie

- Feld eines polarisierten Objektes
- Feld eines magnetisierten Objektes

### Zeitlich langsam veränderliche Felder

- Skineffekt, Wirbelströme

### Erhaltungssätze

- Ladungserhaltung
- Energieerhaltung. Satz von Poynting
- Maxwellscher Spannungstensor
- Drehimpuls

### Elektromagnetische Wellen

- Wellengleichung
- Ebene Wellen. Lösungen für verschiedene Materialien. Skintiefe
- Brechung und Reflexion. Oberflächenwelle
- Wellenleiter

### Strahlung

- Dipolstrahlung

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktladungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Lernziele: Fachkompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte und die Fachbegriffe der Elektrodynamik zu kennen. (1)</li> <li>• Erhaltungssätze zu kennen. (1)</li> <li>• Elektromagnetische Phänomene auf der Grundlage physikalischer Grundgrößen durch die Grundgleichungen des Elektromagnetismus (Maxwell-Gleichungen) mathematisch beschreiben und die Grundgleichungen lösen zu können. (2)</li> <li>• Durch die Verwendung einer kleinen Anzahl von physikalischen Konzepten und Gesetzen qualitative Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können. (2)</li> <li>• Um die Feldverteilungen zu berechnen, die Maxwell-Gleichungen, verstehen und anwenden (3)</li> </ul> |
| <b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),</li> <li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li> <li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li> </ul>                |
| <b>Angebote Lehrunterlagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Übungsaufgaben, Literaturliste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Lehrmedien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tafel, Overheadprojektor, Rechner, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Literatur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2017</li> <li>• Heino Henke, Elektromagnetische Felder, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015.</li> <li>• M. Nahvi, J.A. Edminister, Electromagnetics, Fifth Edition, McGraw Hill, 2019.</li> <li>• Matthew N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics with MATLAB®, CRC Press, Boca Raton, USA, 2009.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Verpflichtende Voraussetzungen:</b> Überblick über grundlegende Größen der Vektoranalysis und ihre Bedeutung. Korrekte Berechnung von grundlegenden Größen der Vektoranalysis.</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Erworbene Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einer Lehrveranstaltung über Felder, Wellen und Leitungen im Umfang von mindestens 5 ECTS.</p> <p><b>Bei Bedarf wird die Lehrveranstaltung auf Englisch gehalten.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                                                                 |                                  | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master)                             |                                  | VMCM               |
| Verantwortliche/r                                                                                                         | Fakultät                         |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                                                                                                | Elektro- und Informationstechnik |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                                                                 | Angebotsfrequenz                 |                    |
| Prof. Dr. Florian Aschauer                                                                                                | in jedem Semester                |                    |
| Lehrform                                                                                                                  |                                  |                    |
| Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen (Seminar und Projektarbeit - 100% Übungsanteil) |                                  |                    |

| Studiensemester gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                          | 4 SWS                       | deutsch     | 5                                |

**Zeitaufwand:**

| Präsenzstudium | Eigenstudium                                             |
|----------------|----------------------------------------------------------|
| 56h            | 70h (Vor- und Nachbereitung); 24h (Prüfungsvorbereitung) |

| Studien- und Prüfungsleistung                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i> |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis                                       |
| Siehe Studienplantabelle                                                            |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet-Recherche nach dem aktuellen Stand der Technik</li> <li>• Umsetzung von komplexer Projekte mit Mikrocontrollern verschiedener Hersteller mit ARM-Derivaten (Cortex M0, M3, M4), Schaltungsentwurf ggf. mit -simulation</li> <li>• Schaltungsentwurf (analog/ digital) / Leiterplatten-Design / mechanischer Aufbau (löten auch kleine SMD-Bauteile) - Prototypenaufbau / Software-Erstellung (Assembler / C / RTX-Keil)</li> <li>• EI-WIKI-Eintrag erstellen und Projekt präsentieren</li> </ul>                                 |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Entwicklungsumgebung zu arbeiten (3)</li> <li>• HW- und SW-Vorgaben mittels geeigneter Hardware umsetzen zu können (2)</li> <li>• Schaltplan und Leiterplatte zu erstellen (z. B. mit EAGLE) (2)</li> <li>• Entwicklungsprozesses und erstellte SW zu dokumentieren (Doxygen) (2)</li> <li>• Ergebnisse zu präsentieren (Zwischen- und Endpräsentation) (2)</li> <li>• Online-Dokumentation erstellen zu können (EI-Wiki) (2)</li> </ul> |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• systematisch an Probleme heranzugehen (2)</li><li>• selbstkritisch Ergebnisse zu diskutieren und zu kontrollieren (1)</li><li>• Im Team zu arbeiten (2)</li></ul>                                                                                                                                                        |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| EI-Wiki (vorherige Projekte)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrmedien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Rechner, Beamer, Tafel, Flipchart, Evaluationboards, Logikanalyzer, Mikroskop, 3D-Drucker, Lötarbeitsplatz, EI-Wiki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Datenblätter (englisch) des benutzten Prozessors</li><li>• Assembly language programming, ARM Cortex M3, Vincent Mahout, Wiley, 2012</li><li>• ARM assembly language with hardware experiments, Ara Elahi, Trevor Arjeski, Springer, 2015</li><li>• Introduction to ARM Cortex-M microcontrollers, Jonathan W. Valvano, 2015, Vol. 1englischsprachige Original-Datenblätter des Prozessorherstellers</li></ul> |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)                                                                                                                               |                                                                                    | Modul-KzBez. oder Nr. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Zusatzausbildung Fachkraft für Arbeitssicherheit -<br>Sicherheitsingenieur (Module PI-III) (Additional Training in<br>Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer) |                                                                                    | ZFA /I 1              |
| Modulverantwortliche/r                                                                                                                                                      | Fakultät                                                                           |                       |
| Gunter Nowack (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild                                                                                                                               | Allgemeinwissenschaftliches Programm<br>Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                       |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Studienabschnitt | Modultyp                        | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             |                  | Schwerpunkt<br>Wahlpflichtmodul | 12                               |

| Verpflichtende Voraussetzungen |
|--------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog          |
| Empfohlene Vorkenntnisse       |
| Siehe AW-Modulkatalog          |

| Inhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Ausbildung vermittelt Studierenden technischer Studiengänge die notwendigen fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen für sicherheitstechnische und arbeitsschutzrelevante Aufgaben als zukünftige Führungskräfte, Verantwortliche oder als Sicherheitsingenieure/innen. Ziele dieser Zusatzausbildung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmerisches Denken und Handeln fördern</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Aspekte der Unternehmensgründung erläutern</li> <li>• Unternehmensführung für Ingenieure vermitteln</li> <li>• Unternehmerisches Handeln in der Gründungssituation trainieren</li> </ul> <p>Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.</p> |

| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br/>Siehe AW-Modulkatalog</p> |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

| Nr. | Bezeichnung der Teilmodule                                                            | Lehrumfang  | Arbeitsaufwand |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|     |                                                                                       | [SWS o. UE] | [ECTS-Credits] |
| 1.  | Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PI)     | 2 SWS       | 2              |
| 2.  | Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII))  | 2 SWS       | 3              |
| 3.  | Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII) | 4 SWS       | 4              |
| 4.  | Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV)   | 2 SWS       | 4              |
| 5.  | Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PV)     | 2 SWS       | 2              |

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Die Zusatzausbildung "Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur" ist Teil des AW-Programms der OTH Regensburg.

Modulbeschreibung und Anmeldung über die Homepage des AW-Programms.

Um das Zertifikat "Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur" zu erhalten, müssen alle 5 Teilmodule des Gesamtmoduls absolviert werden. Im Schwerpunkt *Interdisziplinär* sind alle 5 Teilmodule P I, P II, P III, P IV und P V abzuleisten.

12 ECTS Credits werden im Masterzeugnis angerechnet.

Die gesamten 15 ECTS Credits werden mit dem Zusatzzertifikat dokumentiert.

| Teilmodul                                                                         |                                            | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety – Safety Engineer PI) |                                            | ZFA                |
| Verantwortliche/r                                                                 | Fakultät                                   |                    |
| Prof. Dr. Johannes Wild                                                           | Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                         | Angebotsfrequenz                           |                    |
| Gunter Nowack (LB)                                                                | nur im Wintersemester                      |                    |
| Lehrform                                                                          |                                            |                    |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                             |                                            |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS                       | deutsch     | 2                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                         |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Modulkatalog                         |

| Inhalte                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                       |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                               |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Angebote Lehrunterlagen                                                                                        |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                     |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Literatur                                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| Siehe AW-Modulkatalog                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                            |                                      | TM-Kurzbezeichnung |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII)) |                                      | ZFA                |
| Verantwortliche/r                                                                    | Fakultät                             |                    |
| Gunter Nowack (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild                                        | Allgemeinwissenschaftliches Programm |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                            | Angebotsfrequenz                     |                    |
| Reinhard Meier (LB)<br>Gunter Nowack (LB)                                            |                                      |                    |
| Lehrform                                                                             |                                      |                    |
| Siehe AW-Katalog                                                                     |                                      |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS                       | deutsch     | 3                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 60h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                              |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Katalog                              |

| Inhalte                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Katalog                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                  |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Katalog |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                 |
| Siehe AW-Katalog                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                |
| Siehe AW-Katalog                                                                                          |
| Literatur                                                                                                 |
| Siehe AW-Katalog                                                                                          |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                             |                                      | TM-Kurzbezeichnung |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII) |                                      | ZFA                |
| Verantwortliche/r                                                                     | Fakultät                             |                    |
| Gunter Nowack (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild                                         | Allgemeinwissenschaftliches Programm |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                             | Angebotsfrequenz                     |                    |
| Gunter Nowack (LB)                                                                    |                                      |                    |
| Lehrform                                                                              |                                      |                    |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                 |                                      |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 4 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
|                |              |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                         |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Modulkatalog                         |

| Inhalte                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                       |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                               |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                     |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Literatur                                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| Siehe AW-Modulkatalog                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                           |                                      | TM-Kurzbezeichnung |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV) |                                      | ZFA                |
| Verantwortliche/r                                                                   | Fakultät                             |                    |
| Gunter Nowack (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild                                       | Allgemeinwissenschaftliches Programm |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                           | Angebotsfrequenz                     |                    |
| Gunter Nowack (LB)                                                                  |                                      |                    |
| Lehrform                                                                            |                                      |                    |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                               |                                      |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS                       | deutsch     | 4                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 90h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                         |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Modulkatalog                         |

| Inhalte                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                       |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                               |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                     |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Literatur                                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| Siehe AW-Modulkatalog                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

| Teilmodul                                                                         |                                      | TM-Kurzbezeichnung |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety – Safety Engineer PV) |                                      | ZFA                |
| Verantwortliche/r                                                                 | Fakultät                             |                    |
| Gunter Nowack (LB)<br>Prof. Dr. Johannes Wild                                     | Allgemeinwissenschaftliches Programm |                    |
| Lehrende/r / Dozierende/r                                                         | Angebotsfrequenz                     |                    |
| Gunter Nowack (LB)                                                                |                                      |                    |
| Lehrform                                                                          |                                      |                    |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                             |                                      |                    |

| Studiensemester<br>gemäß Studienplan | Lehrumfang<br>[SWS oder UE] | Lehrsprache | Arbeitsaufwand<br>[ECTS-Credits] |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1.,2.,3.                             | 2 SWS                       | deutsch     | 2                                |

Zeitaufwand:

| Präsenzstudium | Eigenstudium |
|----------------|--------------|
| 30h            | 30h          |

| Studien- und Prüfungsleistung                 |
|-----------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                         |
| Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis |
| Siehe AW-Modulkatalog                         |

| Inhalte                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lernziele: Fachkompetenz                                                                                       |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Lernziele: Persönliche Kompetenz                                                                               |
| Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,<br>Siehe AW-Modulkatalog |
| Angebotene Lehrunterlagen                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Lehrmedien                                                                                                     |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |
| Literatur                                                                                                      |
| Siehe AW-Modulkatalog                                                                                          |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b> |
| Siehe AW-Modulkatalog                              |

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden