



**Universität Stuttgart**

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Master of Science**  
**Materialwissenschaft (Materials Science)**  
Prüfungsordnung: 2011

Wintersemester 2013/14  
Stand: 01. Oktober 2013

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

## Kontaktpersonen:

---

|                  |                                                                                                                                                                                |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Studiendekan/in: | Prof.Dr.-Ing. Eric Jan Mittemeijer<br>Institut für Materialwissenschaft<br>Tel.:<br>E-Mail: <a href="mailto:eric-jan.mittemeijer@mf.mpg.de">eric-jan.mittemeijer@mf.mpg.de</a> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                                 |                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prüfungsausschussvorsitzende/r: | Prof.Dr.-Ing. Eric Jan Mittemeijer<br>Institut für Materialwissenschaft<br>Tel.:<br>E-Mail: <a href="mailto:eric-jan.mittemeijer@mf.mpg.de">eric-jan.mittemeijer@mf.mpg.de</a> |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                        |                                                                                                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fachstudienberater/in: | Dr. Ralf Schacherl<br>Institut für Materialwissenschaft<br>Tel.:<br>E-Mail: <a href="mailto:r.schacherl@mf.mpg.de">r.schacherl@mf.mpg.de</a> |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Qualifikationsziele .....</b>                                                        | <b>5</b>  |
| <b>100 Vertiefungsmodule .....</b>                                                      | <b>6</b>  |
| 38150 Material Science Seminar .....                                                    | 7         |
| 38140 Materials Science Laboratory .....                                                | 8         |
| 17710 Nanocomposite Materials .....                                                     | 9         |
| 17650 New Materials and Materials Characterization Methods .....                        | 11        |
| 17560 Phase Transformations .....                                                       | 13        |
| 17660 Polymer Chemistry Laboratory .....                                                | 15        |
| 39190 Polymer Materials Science .....                                                   | 17        |
| 17690 Statistische Thermodynamik .....                                                  | 19        |
| 17700 Synthesis and Properties of Ceramic Materials .....                               | 21        |
| <b>400 Schlüsselqualifikationen .....</b>                                               | <b>23</b> |
| 410 Compulsory Optional (unrelated to the subject) .....                                | 24        |
| 32240 Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau .....                   | 25        |
| 33760 Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien .....                               | 27        |
| 13940 Energie- und Umwelttechnik .....                                                  | 29        |
| 22150 Energiewandlung .....                                                             | 31        |
| 13540 Grundlagen der Mikrotechnik .....                                                 | 32        |
| 36170 Innovationsmanagement .....                                                       | 34        |
| 14010 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung .....                               | 36        |
| 21410 Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe .....                                      | 38        |
| 45830 Molekulare Quantenmechanik .....                                                  | 40        |
| 41650 Optoelectronic Devices and Circuits II .....                                      | 42        |
| 41170 Speichertechnik für elektrische Energie .....                                     | 43        |
| 420 Compulsory Optional (related to the subject) .....                                  | 44        |
| 17740 Computational Chemistry .....                                                     | 45        |
| 37100 Diffraction methods in Materials Science .....                                    | 47        |
| 35620 Diffraktions- und Streumethoden (mit Übung und Praktikum) .....                   | 48        |
| 32760 Diodenlaser .....                                                                 | 50        |
| 29280 Elektrooptik der Flüssigkristallbildschirme und ihre industrielle Anwendung ..... | 51        |
| 40460 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I .....                                    | 52        |
| 28510 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I .....                                    | 54        |
| 13040 Fertigungsverfahren Faser- und Schichtverbundwerkstoffe .....                     | 56        |
| 41490 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik .....                              | 59        |
| 39370 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik .....          | 61        |
| 13550 Grundlagen der Umformtechnik .....                                                | 63        |
| 37290 Halbleiterphysik .....                                                            | 65        |
| 14150 Leichtbau .....                                                                   | 68        |
| 28560 Mikroelektronik I .....                                                           | 70        |
| 36030 Molecular Quantum Mechanics .....                                                 | 72        |
| 25470 Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen .....                    | 73        |
| 32500 Neue Werkstoffe und Verfahren in der Fertigungstechnik .....                      | 75        |
| 32460 Oberflächen- und Beschichtungstechnik I .....                                     | 77        |
| 11710 Optoelectronics I .....                                                           | 79        |
| 29270 Organische Transistoren .....                                                     | 81        |
| 11590 Photovoltaik I .....                                                              | 82        |
| 21930 Photovoltaik II .....                                                             | 84        |
| 21870 Solid State Electronics .....                                                     | 86        |
| 40400 Symmetrien und Gruppentheorie .....                                               | 87        |
| 42990 Vertiefende Mikroanalytik von Werkstoffen .....                                   | 88        |
| 39960 Zerstörungsfreie Prüfung .....                                                    | 89        |



---

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 40500 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen & Praktikum) ..... | 90 |
|------------------------------------------------------------|----|

## Qualifikationsziele

Die Absolventinnen und Absolventen des Master Studiengangs „Materialwissenschaft“

- verfügen über ein vertieftes mathematisch-, natur- und materialwissenschaftliches Wissen, dass Sie befähigt materialwissenschaftliche Problemstellungen richtig einzustufen, zu verstehen und vor dem Hintergrund der multidisziplinären Ausrichtung des Fachgebietes auf wissenschaftlichem Niveau zu lösen.
- Haben sowohl ein breites als auch grundlegendes Verständnis über die Beziehung zwischen Eigenschaften und dem Aufbau/Mikrostruktur von Materialien erworben, und sind somit in der Lage gezielt Eigenschaften von Materialien durch kontrollierte Prozesse einzustellen.
- Haben Kenntnisse über die wesentlichen und neuesten Materialcharakterisierungsmethoden und sind somit in der Lage ein sehr breites Spektrum materialwissenschaftliche Fragestellungen systematisch zu Lösen bzw. neue Verfahren für neue Fragestellungen zu entwickeln.
- Sind in der Lage mit Fachleuten und Spezialisten aus dem materialwissenschaftlichen Kernspektrum und anderen naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zu kommunizieren.
- Sind durch die naturwissenschaftlich grundlegend geprägte Ausbildung in der Lage Ihre Kenntnisse zu vertiefen, sich neue Wissensgebiete im naturwissenschaftlichen Spektrum zu erschließen und wesentlich beizutragen an der wissenschaftlichen Entwicklung des Fachgebiets.
- Sind in der Lage selbständig Projekte aus dem Bereich Forschung und Entwicklung zu Planen und durchzuführen.

---

## 100 Vertiefungsmodule

---

|                     |       |                                                      |
|---------------------|-------|------------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 17560 | Phase Transformations                                |
|                     | 17650 | New Materials and Materials Characterization Methods |
|                     | 17660 | Polymer Chemistry Laboratory                         |
|                     | 17690 | Statistische Thermodynamik                           |
|                     | 17700 | Synthesis and Properties of Ceramic Materials        |
|                     | 17710 | Nanocomposite Materials                              |
|                     | 38140 | Materials Science Laboratory                         |
|                     | 38150 | Material Science Seminar                             |
|                     | 39190 | Polymer Materials Science                            |

---

## Modul: 38150 Material Science Seminar

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031400012                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                               | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Vertiefungsmodule                                                                                           |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students<br>• are able to become acquainted with a complex topic in the field of materials science;<br>• can present a topic within a limited time span in front of a professional audience;<br>• have the competence to apply suitable presentation techniques. |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | • Literature research of a given topic of materials science<br>• Presentation of the topic in a talk<br>• Preparation of an abstract about the topic                                                                                                                 |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | • E.J. Mittemeijer; Fundamentals of Materials Science; Springer (2010)<br>• Fahlman, B. D.: Materials Chemistry, Springer, 2008.                                                                                                                                     |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 381501 Material Science Seminar                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Lecture<br>Presence hours: 56h<br>Self-study: 120h<br>Total: 176                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 38151 Material Science Seminar (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |

## Modul: 38140 Materials Science Laboratory

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031400089                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 18.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Vertiefungsmodule                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to perform independently complex experiments in the field of Materials Science;</li> <li>• can evaluate the results, obtained from the experiments;</li> <li>• are able to interpret the results, against the background of existing (theoretical) knowledge (including assessments of possible sources of experimental errors).</li> </ul> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | The laboratory course covers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamics of materials</li> <li>• Phase-transformations</li> <li>• Advanced characterization methods of materials</li> <li>• Mechanical properties of materials</li> <li>• Synthesis of advanced materials</li> </ul>                                                                                                          |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.J. Mittemeijer; Fundamentals of Materials Science; Springer (2010)</li> <li>• Fahlman, B. D.: Materials Chemistry, Springer, 2008.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 381401 Materials Science Laboratory                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Presence time: 216h<br>Self-study: 144h<br>Total: 360                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 38141 Materials Science Laboratory (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |

## Modul: 17710 Nanocomposite Materials

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031400061                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6. Turnus:     | jedes 4. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof.Dr. Joachim Bill                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Joachim Bill                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Incoming<br>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 4. Semester<br>→ Vertiefungsmodule                  |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | BSc Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students:<br>- have knowledge of preparation of nanocomposite materials and organic/inorganic hybrids<br>- are able to identify correlations between the structure and properties of materials<br>- are able to create new application fields based on determined structure/property correlation |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | - bionic principles<br>- biomineralization<br>- bio-inspired materials<br>- nanocomposites derived from molecular precursors                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Colombo, R. et al. (eds.): Polymer Derived Ceramics. DEStech Publication, 2010.<br>Fahlman, B. D.: Materials Chemistry, Springer, 2008.<br>Mann, S.: Biomineralization. Oxford University Press, 2001.                                                                                               |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 177101 Lecture Nanocomposite Materials<br>• 177102 Exercise Nanocomposite Materials                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Lecture<br>Presence hours: 28h<br>Self-study: 63h<br>Exercises<br>Present hours: 28h<br>Self-study: 56h                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | • 17711 Nanocomposite Materials (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0, Accreditation: presence during exercises<br>• V Vorleistung (USL-V), Sonstiges                                                                                                                                     |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |



19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 17650 New Materials and Materials Characterization Methods

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031420056                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 4. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 6.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Horst Strunk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eduard Arzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Chalmers</p> <p>→ Incoming</p> <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Chalmers</p> <p>→ Outgoing</p> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Vertiefungsmodule</p>                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | BSc Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have knowledge of the structure and function of biological and nano-structured materials</li> <li>• have knowledge of the basic principles of testing and characterization techniques</li> <li>• are able to select a proper means of testing/analysis for a given problem.</li> <li>• are able to communicate with experts in this field about biological and nano-structured materials as well as testing and characterization methods</li> </ul>                         |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Biological materials: wood, bone, teeth, silk, resilin</p> <p>Bio-inspired materials: functional surfaces</p> <p>Biological strategies : self-cleaning (lotus effect), reduction of flow resistance (shark skin), adhesion design (insects and reptiles), self-organization (cytoskeleton)</p> <p>nanostuctured materials: nano-crystalline metals, nano-particles, nanorods, quantum dots &amp; lines, thin films, structuring, applications</p> <p>characterization methods: high resolution microscopy, synchrotron techniques</p> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Julian Vincent, "Structural Biomaterials", revised edition, Princeton University Press, Princeton, 1991                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 176501 Lecture New Materials and Materials Characterization Methods                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p>Presence time: 92h</p> <p>Self-Study: 88h</p> <p>Total: 180h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 17651 New Materials and Materials Characterization Methods (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0, Zulassung: Praktikum bestanden
  - V Vorleistung (USL-V), mündliche Prüfung, 30 Min.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 17560 Phase Transformations

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031400010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6. Turnus:     | jedes 4. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 7.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eric Jan Mittemeijer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Incoming<br>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Vertiefungsmodule                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | BSc Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• are proficient in the field of thermodynamics and solid state kinetics of materials;</li> <li>• know the most important surface-treatment methods of materials and the properties obtained after the treatment;</li> <li>• are able to apply the concepts of thermodynamics, solid state kinetics and surface-treatment methods in the research and development of advanced materials;</li> <li>• have the competence to communicate, on a high level, with experts in the field of science and engineering about the topics of this module (e.g. on symposia).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Thermodynamics of Materials</b><br><br>Thermodynamics of mixed phases (integral mixing functions, partial mixing functions); general definition of partial state variables, solution models (ideal, regular, real); melting equilibria; solid-liquid equilibria; partial vapour pressure; EMF methods; calorimeter; order-transition in mixed crystals; piezoelectricity; thermodynamic properties of alloys; influence of atom-volume differences; Miedema model; analytical description of thermodynamic mixing functions; calculation and description of phase equilibria; potential -partial pressure diagram; Ellingham diagram; electron theoretical "first principle" calculation of thermodynamic mixing functions.<br><br><b>Solid state kinetics: diffusion and phase transformation kinetics</b><br><br>Meaning of diffusion for the microstructure, defects;<br>Fick's laws, thermodynamic factor, examples, Boltzmann-Matano analysis;<br>Substitutional and interstitial diffusion, experiment of Simmons and Balluffi;<br>Kirkendall-effect; Darken-equation; Onsager-relations; |                |                         |

Grain-boundary diffusion (Fisher, Suzoka, Whipple), diffusion along dislocations; diffusion-induced grain boundary migration; Schottky- and Frenkel-defects, mass transport in chemical and electrical potential fields, effect of impurities; Diffusion in ionic semiconductors; diffusion in semiconductors;

Electromigration; interstitials in metals # electromigration; homogenous and heterogeneous reactions; Johnson-Mehl-Avrami equation; nucleation, growth and impingement; analysis of transformation kinetics;

### Surface Engineering

Thermochemical processes: carburizing, nitriding, oxidation, CVD etc. PVD.

Characterisation of surfaces and thin layers: development and measurement of residual stresses; depth- profile analysis.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.J. Mittemeijer; Fundamentals of Materials Science; Springer (2010)</li> <li>• D.R. Gaskell; Introduction to the Thermodynamics of Materials; Taylor &amp; Francis (2009)</li> <li>• C.H.P. Lupis; Chemical Thermodynamics of Materials; North Holland (1983)</li> <li>• M. Hillert; Phase Equilibria, Phase Diagrams and Phase Transformations: Their Thermodynamic Basis; Cambridge University Press (2007)</li> <li>• D.A. Porter, K.E. Easterling, M.Y. Sherif; Phase Transformations in Metals and Alloys; CRC Press (2009)</li> <li>• P. Shewmon; Diffusion in Solids; John Wiley &amp; Sons (1988)</li> <li>• J. Crank; The Mathematics of Diffusion; Oxford University Press (1979)</li> </ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 175601 Lecture Phase Transformations</li> <li>• 175602 Exercise Phase Transformations</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p>Presence time: 100 h</p> <p>Self-study: 161 h</p> <p>Total: 261 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 17561 Phase Transformations (PL), mündliche Prüfung, Gewichtung: 1.0, Zulassung: Übungsklausur bestanden</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Materialwissenschaft                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## Modul: 17660 Polymer Chemistry Laboratory

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |              |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031210099                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 9.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7. Sprache:    | Deutsch      |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Sabine Ludwigs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klaus Dirnberger</li> <li>• Michael Buchmeiser</li> <li>• Sabine Ludwigs</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Chalmers</li> <li>→ Incoming</li> </ul> <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Chalmers</li> <li>→ Outgoing</li> </ul> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Vertiefungsmodule</li> </ul>                                |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Pflichtveranstaltung „Grundlagen der Makromolekularen Chemie“ (6 ECTS) im Bachelor-Studium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Have the ability to understand synthesis processes of polymers in the laboratory and praxis.</li> <li>• Can characterize polymers and determine their properties.</li> <li>• Have the ability to transfer the acquired knowledge and skills into the polymer technology.</li> <li>• Can communicate on the field of polymer chemistry and similar disciplines with specialists about synthesis, characterization and properties of polymers.</li> </ul> |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymer analog reaction</li> <li>• Polycondensation and polyaddition</li> <li>• Radical polymerization</li> <li>• Radical copolymerization</li> <li>• Ionic polymerization</li> <li>• Insertion polymerization</li> <li>• Emulsion polymerization</li> <li>• Viscosimetry</li> <li>• Size Exclusion Chromatography (SEC)</li> <li>• Differential Scanning Calorimetry (DSC)</li> <li>• Polymer Rheology</li> </ul>                                                          |                |              |
| 14. Literatur:                                      | Polymer Synthesis: Theory and Practice, D. Braun, H. Cherdrón, M. Rehahn, H. Ritter, B. Voit, 5th ed. 2012, published by Springer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |              |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 176601 Polymer Chemistry Laboratory</li> <li>• 176602 Polymer Chemistry Laboratory</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |              |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p>Presence time: 105h</p> <p>Self-study: 75h</p> <p>Total: 90h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |



17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 17661 Polymer Chemistry Laboratory (BSL), mündliche Prüfung, Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), mündliche Prüfung

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 39190 Polymer Materials Science

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031210088                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Sabine Ludwigs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael Buchmeiser</li> <li>• Sabine Ludwigs</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br><br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Vertiefungsmodule                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students have knowledge in solution and solid properties of polymers.<br>Furthermore the students have competence in polymer engineering and modification of technical important polymers.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistical thermodynamics (Flory-Huggins-theory, solubility parameters, phase equilibrium and phase transition)</li> <li>• Morphologies of homo-, block copolymers and polymer blends</li> <li>• Amorphous and crystalline polymer state</li> <li>• Rubber elasticity</li> <li>• Polymer viscoelasticity</li> <li>• Polymer topics (polyelectrolytes, polymer surfaces, conducting polymers, nanolithography)</li> <li>• technical applications of polymers</li> <li>• chem./phys. aids (softeners, anti-microbials, fire retardants,...)</li> <li>• coatings (nanocomposites, ((V)UV curing, electron beam curing, surface-structuring</li> <li>• inert gas processing</li> <li>• adhesives</li> <li>• polymers in analytical chemistry</li> <li>• polymers in heterogeneous and micellar catalysis</li> <li>• primary spinning techniques</li> <li>• textiles and textile finishing</li> <li>• carbon fibers, ceramic fibers, fiber-matrix composites</li> <li>• polymeric high-performance fibers (PBI, PBO, PBTZ, M5,...)</li> <li>• printing technologies</li> <li>• electrically conductive polymers</li> <li>• gas barrier coatings</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | L. H. Sperling, Introduction to Physical Polymer Science, Wiley-VCH<br>U. W. Gedde, Polymer Physics, Chapman & Hall<br>H.-G. Elias, Makromolecules, Part 1-4, Wiley-VCH<br>M. R. Buchmeiser (Editor), Polymeric Materials in Organic Synthesis and Catalysis, Wiley-VCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 391901 Vorlesung Physikalische Chemie und Physik der Polymeren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Lecture<br>Presence hours 14 x 6 h = 84 h<br>examination 2 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |

Self-study 184 h

Summe: 270 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 39191 Polymer Materials Science (PL), schriftlich oder mündlich,  
Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 17690 Statistische Thermodynamik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 030710022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Nach Ankuendigung       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Frank Gießelmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Dozenten der Physikalischen Chemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Chalmers</p> <p>→ Incoming</p> <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Chalmers</p> <p>→ Outgoing</p> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester</p> <p>→ Vertiefungsmodule</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | B.Sc. in Chemie oder Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundzüge der statistischen Thermodynamik,</li> <li>• erkennen ihre Brückenfunktion zwischen molekularer und makroskopischer Theorie und</li> <li>• können mit ihren Anwendungen umgehen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Mikro- und Makrozustände, Postulate und Gesamtheiten, Boltzmann-Verteilung, Zustandssummen, Berechnung thermodynamischer Funktionen, Quantenstatistiken; translatorische, rotatorische, vibratorische und elektronische Zustandssummen idealer Gase, Spinzustände, Gleichgewichtskonstanten chem. Reaktionen.</li> <li>• Reale Gase und Flüssigkeiten: Konfigurationsintegral, Virialkoeffizienten, intermolekulare Wechselwirkungen, Debye-Hückel-Theorie.</li> <li>• Festkörper: Spezifische Wärme, Einstein- und Debye-Theorie.</li> <li>• Transportphänomene: Diffusion, Viskosität, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitung, Kreuzeffekte.</li> <li>• Schwankungserscheinungen: Thermische Fluktuationen und Theorie der Brownschen Bewegung, kritische Phänomene.</li> <li>• Grundzüge der molekularen Reaktionsdynamik: Stoßtheorie, Theorie des aktivierten Komplexes, Potentialhyperflächen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | P.W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie, 4. Auflage, Wiley, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 176901 Vorlesung Statistische Thermodynamik</li> <li>• 176902 Übung Statistische Thermodynamik</li> <li>• 176903 Praktikum Statistische Thermodynamik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p>Vorlesung:</p> <p>Präsenzzeit: 28 h;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |

Vor- und Nachbereitung (2 h pro Präsenzstunde): 56 h

Übung:

Präsenzzeit: 14 h;

Vor- und Nachbereitung (1 h pro Präsenzstunde): 14 h

Praktikum:

4 Versuche à 6 h: 24 h;

Vorbereitung und Protokoll: 6 h pro Versuch: 24 h

Abschlussprüfung:

Prüfung, inkl. Vorbereitung: 20 h

**Gesamt: 180 h**

---

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 17691 Statistische Thermodynamik (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, erfolgreiche Übungsteilnahme, alle Versuchsprotokolle testiert</li></ul> |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 19. Medienform:                 |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 20. Angeboten von:              | Physikalische Chemie I                                                                                                                                                                                                                                               |

---

## Modul: 17700 Synthesis and Properties of Ceramic Materials

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 030500014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. Turnus:     | jedes 4. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof.Dr. Joachim Bill                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Joachim Bill                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 3. Semester<br/> → Chalmers<br/> → Incoming</p> <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 3. Semester<br/> → Chalmers<br/> → Outgoing</p> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 3. Semester<br/> → Vertiefungsmodule</p> |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | BSc Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- have knowledge about ceramics produced by powder technology and by molecular precursors</li> <li>- have knowledge about ceramic fibers and fiber-reinforced composites</li> <li>- are able to understand bio-inspired processes and materials</li> </ul>                  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Ceramics produced by powder technology, ceramics derived from molecular precursors, ceramic fibers and fiber-reinforced composites, bio-inspired processes and materials.</p>                                                                                                                                                       |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reed, J. S.: Principles of Ceramics Processing, Wiley &amp; Sons, 1995.</li> <li>• Rahaman, M. N.: Sintering of Ceramics, CRC Press, 2008.</li> <li>• Carter, C. B. &amp; Norton, M. G.: Ceramic Materials - Science and Engineering, Springer, 2007.</li> </ul>                              |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 177001 Lecture Synthesis and Properties of Ceramic Materials</li> <li>• 177002 Exercise Synthesis and Properties of Ceramic Materials</li> </ul>                                                                                                                                              |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p>Lecture<br/> Presence hours: 28h<br/> Self-study: 63 h</p> <p>Exercises<br/> Present hours: 28h<br/> Self-study: 56h</p>                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 17701 Synthesis and Properties of Ceramic Materials (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0, Accreditation: presence during exercises</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Sonstiges</li> </ul>                                                                                         |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |



20. Angeboten von:

---

---

## 400 Schlüsselqualifikationen

---

|                     |     |                                                |
|---------------------|-----|------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 410 | Compulsory Optional (unrelated to the subject) |
|                     | 420 | Compulsory Optional (related to the subject)   |

---

---

## 410 Compulsory Optional (unrelated to the subject)

---

|                     |       |                                                           |
|---------------------|-------|-----------------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 13540 | Grundlagen der Mikrotechnik                               |
|                     | 13940 | Energie- und Umwelttechnik                                |
|                     | 14010 | Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung             |
|                     | 21410 | Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe                    |
|                     | 22150 | Energiewandlung                                           |
|                     | 32240 | Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau |
|                     | 33760 | Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien             |
|                     | 36170 | Innovationsmanagement                                     |
|                     | 41170 | Speichertechnik für elektrische Energie                   |
|                     | 41650 | Optoelectronic Devices and Circuits II                    |
|                     | 45830 | Molekulare Quantenmechanik                                |

---

## Modul: 32240 Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 073400003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Heinz Kück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heinz Kück</li> <li>• Tobias Grözinger</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Das Modul „Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau“ bildet zusammen mit dem Modul „Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien“ den Kern der Ausbildung in der Gehäuse-, Aufbau- und Verbindungstechnik für Mikrosysteme. Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über wesentliche Fragestellungen bei der Entwicklung der Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren und Systemen aus verschiedenen mikrotechnischen Komponenten.</p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vielfalt und Verschiedenheit der Aufbauten von Mikrosystemen und der Technologien der Aufbau- und Verbindungstechnik kennenlernen;</li> <li>• erkennen, wie das Einsatzgebiet von Sensoren und Systemen die Anforderungen an die Aufbau- und Verbindungstechnik bestimmt und welche Anforderungen zu erfüllen sind;</li> <li>• die Einflüsse insbesondere die parasitären Einflüsse der Aufbau- und Verbindungstechnik auf die Eigenschaften der Sensoren und Systeme erkennen;</li> <li>• die Auswirkungen der Aufbau- und Verbindungstechniken auf Qualität, Zuverlässigkeit und Kosten kennenlernen;</li> <li>• die von der Stückzahl abhängigen spezifischen Vorgehensweisen bei der Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren und Systemen kennenlernen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Erfordernisse kompletter Sensoren oder Systeme über den ganzen Lebenszyklus gelegt.</li> </ul> |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | Einführung; Übersicht zu Aufbauten von Mikrosystemen; Einteilung der Sensoren und Mikrosysteme nach Anforderungen und Spezifikationen für verschiedene Branchen; Übersicht zu mikrotechnischen Bauelementen für Sensoren; Grundzüge zu Systemarchitektur und elektronischen Schaltungen; Übersicht über Aufbaustrategien und Montageprozesse; grundlegende Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe; umwelt- und betriebsbedingte Beanspruchungen und Stress in verschiedenen Anwendungen; wesentliche Ausfallmechanismen bei mikrotechnischen Bauelementen und Aufbauten; Qualität und Zuverlässigkeit von Sensoren und Mikrosystemen; Funktionsprüfung und Kalibrierung; Besonderheiten von speziellen Sensorsystemen u. a. für Vektorgrößen, fluidische Größen; Aspekte der Fertigung von Sensoren und Mikrosystemen bei kleinen und großen Stückzahlen. Die jeweiligen Lehrinhalte werden anhand von einschlägigen Beispielen diskutiert und veranschaulicht. Die                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                |

---

|                                      |                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | Lehrinhalte werden durch Übungen vertieft. In einem praktischen Teil wird der Bezug der Lehrinhalte zur industriellen Praxis dargestellt.                                                                            |
| 14. Literatur:                       | Vorlesungsmanuskript und Literaturangaben darin                                                                                                                                                                      |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | 322401 Vorlesung (inkl. Übungen, praktischer Teil am Institut, und Exkursion) : Aufbau- und Verbindungstechnik I - Sensor- und Systemaufbau, Vorlesung (inkl. Übungen, praktischer Teil am Institut, und Exkursion), |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden                                                                                                                                          |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 32241 Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0                                                                                               |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                      |
| 19. Medienform:                      | Beamerpräsentation, Overheadprojektor, Tafel, Demonstrationsobjekte                                                                                                                                                  |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Mikrointegration                                                                                                                                                                                        |

---

## Modul: 33760 Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 073400002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Heinz Kück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heinz Kück</li> <li>• Bernhard Polzinger</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Das Modul „Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien“ bildet zusammen mit dem Modul „Aufbau- und Verbindungstechnik - Sensor- und Systemaufbau“ den Kern der Ausbildung in der Gehäuse-, Aufbau- und Verbindungstechnik für Mikrosysteme. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Technologien und Fertigungsverfahren bei der Montage von Mikrosystemen.</p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Fertigungsverfahren der Aufbau- und Verbindungstechnik kennen und in Abhängigkeit der Systemerfordernisse zu bewerten lernen;</li> <li>• die Eigenschaften der wichtigen Werkstoffe und deren Einfluss auf Qualität und Zuverlässigkeit der Mikrosysteme kennenlernen;</li> <li>• die wesentlichen technologischen Einflussgrößen der Verfahren kennenlernen;</li> <li>• die wichtigsten Merkmale der Fertigungsanlagen kennen und zu bewerten lernen;</li> </ul> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Einführung in die Aufbau- und Verbindungstechnik; Leiterplatten; Löt- und Kleben in der SMD-Technik; Dickschichttechnik; Gehäusearten und Typen; Chipmontage mit Die-Bonden, Drahtbonden, Flip-Chip-Technik, TAB-Bonden; Thermoplastische Systemträger (Moulded Interconnect Devices „MID“) mit Spritzgießtechnik, Zweikomponentenspritzguss- MID-Technik, Laserbasierte MID-Technik; Chemische Metallbeschichtung von Kunststoffen; Chip- und SMD-Montage auf MID; Heißpräge-MID-Technik; Sensoren und Aktoren in MID-Technik; Fügen und Verbinden von Kunststoffbauteilen mit Kleben und Schweißen; Qualitätsmanagement in der Aufbau- und Verbindungstechnik.</p> <p>Die jeweiligen Lehrinhalte werden anhand von einschlägigen Beispielen diskutiert und veranschaulicht. Die Lehrinhalte werden durch Übungen vertieft. In einem praktischen Teil wird der Bezug der Lehrinhalte zur industriellen Praxis dargestellt.</p>    |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Vorlesungsmanuskript und Literaturangaben darin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 337601 Vorlesung(inkl. ÜB, Pr, Exkursion) Aufbau- und Verbindungstechnik II - Technologien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |



---

Summe: 180 Stunden

---

|                                 |                                                                                                               |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 33761 Aufbau- und Verbindungstechnik - Technologien (PL),<br>schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0 |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                               |
| 19. Medienform:                 | Beamerpräsentation, Overheadprojektor, Tafel, Demonstrationsobjekte                                           |
| 20. Angeboten von:              | Institut für Mikrointegration                                                                                 |

---

## Modul: 13940 Energie- und Umwelttechnik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 042510001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Günter Scheffknecht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Günter Scheffknecht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien der Energieumwandlung und Vorräte sowie Eigenschaften verschiedener Primärenergieträger als Grundlagenwissen verstanden und können beurteilen, mit welcher Anlagentechnik eine möglichst hohe Energieausnutzung mit möglichst wenig Schadstoffemissionen erreicht wird. Die Studierenden haben damit für das weitere Studium und für die praktische Anwendung im Berufsfeld Energie und Umwelt die erforderliche Kompetenz zur Anwendung und Beurteilung der relevanten Techniken erworben.                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Vorlesung und Übung, 4 SWS</b><br><br>1) Grundlagen zur Energieumwandlung, Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme<br>2) Energiebedarf Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch<br>3) Fossile Brennstoffe: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung: 1. Kohle, 2. Erdöl, 3. Erdgas 4.Heizwert<br>4) Techniken zur Energieumwandlung in verschiedenen Sektoren: Stromerzeugung, Industrie, Hausheizungen<br>5) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen<br>6) Treibhausgasemissionen<br>7) Erneuerbare Energieträger: Geothermie, Wasserkraft, Sonnenenergie, Photovoltaik, Wind, Wärmepumpe, Biomasse,<br>8) Wasserstoff und Brennstoffzelle |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | - Vorlesungsmanuskript<br>- Unterlagen zu den Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 56 h           |                         |
|                                                     | Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 124 h          |                         |
|                                                     | Gesamt:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 180 h          |                         |

---

|                                 |                                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13941 Energie- und Umwelttechnik (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0                                   |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                          |
| 19. Medienform:                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tafelanschrieb</li><li>• Skripte zu den Vorlesungen und zu den Übungen</li></ul> |
| 20. Angeboten von:              | Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik                                                                            |

---

## Modul: 22150 Energiewandlung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden<br><br>- beherrschen die Energieerhaltungssätze<br>- können verschiedene Arten der Erneuerbaren Energien beurteilen<br>- kennen das Potential der Nutzung von Sonnenenergie<br>- kennen die verschiedenen Typen von Brennstoffzellen und Batterien zur Speicherung/Nutzung von Erneuerbarem Strom<br>- haben praktische Erfahrung beim Aufbau einfacher Energiewandler in einer Arbeit im Team                                                                                               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | - Energieerhaltung, Exergie<br>- Kernspaltung und Fusion<br>- Sonnenspektrum, Potential der Sonnenenergie<br>- Wasserkraft und Windenergie<br>- Solarthermie und Photovoltaik<br>- Brennstoffzellen und Batterien                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | - V. Quaschnig, Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Hanser, 2008<br>- V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, Hanser, 2007<br>- R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Vieweg+Teubner, 2007<br>- M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.), Erneuerbare Energien, Springer, Berlin, 2006<br>- J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer, Berlin, 2005<br>- L. F. Trueb, P. Rüetschi, Batterien und Akkumulatoren, Springer, Berlin, 1998<br>- B. Diekmann, Energie, Vieweg+Teubner, 1997 |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 221501 Vorlesung Energiewandlung<br>• 221502 Übung Energiewandlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 22151 Energiewandlung (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min.,<br>Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Powerpoint, Tafel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Photovoltaik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |

## Modul: 13540 Grundlagen der Mikrotechnik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 073400001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Heinz Kück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Heinz Kück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2008, 5. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Wahlpflichtmodul A (Fachaffin)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die wichtigsten Werkstoffeigenschaften, sowie Grundlagen der Konstruktion und Fertigung von mikrotechnischen Bauteilen und Systemen. Die Studierenden sind in der Lage, die Besonderheiten der Konstruktion und Fertigung von mikrotechnischen Bauteilen und Systemen in der Produktentwicklung und Produktion zu erkennen und sich eigenständig in Lösungswege einzuarbeiten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften der wichtigsten Werkstoffe der MST</li> <li>• Silizium-Mikromechanik</li> <li>• Einführung in die Vakuumtechnik</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften dünner Schichten</li> <li>• (PVD- und CVD-Technik, Thermische Oxidation)</li> <li>• Lithographie und Maskentechnik</li> <li>• Ätztechniken zur Strukturierung (Nasschemisches Ätzen, RIE, IE, Plasmaätzen)</li> <li>• Reinraumtechnik</li> <li>• Elemente der Aufbau- und Verbindungstechnik für Mikrosysteme (Bondverfahren, Chipgehäusetechniken)</li> <li>• LIGA-Technik</li> <li>• Mikrotechnische Bauteile aus Kunststoff (Mikrospritzguss, Heißprägen)</li> <li>• Mikrobearbeitung von Metallen (Funkenerosion, spanende Mikrobearbeitung)</li> <li>• Messmethoden der Mikrotechnik</li> <li>• Prozessfolgen der Mikrotechnik</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Vorlesungsmanuskript und Literaturangaben darin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 135401 Vorlesung Grundlagen der Mikrotechnik</li> <li>• 135402 Freiwillige Übung zur Vorlesung Grundlagen der Mikrotechnik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 42 h<br><br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br><br>Gesamt: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 13541 Grundlagen der Mikrotechnik (PL), mündliche Prüfung, 40 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |



---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Beamerpräsentation, Overhead-Projektor-Anschrieb, Tafelanschrieb, Demonstrationsobjekte

---

20. Angeboten von: Institut für Mikrointegration

---

## Modul: 36170 Innovationsmanagement

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 100110004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Nach Ankuendigung       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Wolfgang Burr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wolfgang Burr</li> <li>• Toni Grünheid</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Kernfunktionen der Unternehmensführung im Industrie- und Dienstleistungsunternehmen aus dem Blickwinkel des Innovationsmanagements und des Patentmanagements. Die Studierenden können nach Abschluss des Studiums diese unterschiedlichen Managementfunktionen zur ganzheitlichen Bewältigung von Aufgaben der Unternehmensführung heranziehen und an praktischen Beispielen anwenden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>In der Vorlesung „Innovationsmanagement“ werden ausgewählte Aspekte des betriebswirtschaftlichen Innovationsmanagements behandelt. Dabei wird besonderer Wert auf eine ökonomische Analyse dieser ausgewählten Aspekte des betrieblichen Innovationsmanagements gelegt. Die ökonomische Analyse basiert unter anderem auf den Theorien der Neuen Institutionenökonomik, des Ressourcenbasierten Ansatzes und des Strategieansatzes der Industrial Organization-Forschung.</p> <p>In der Übung „Innovationsmanagement“ werden ausgewählte Aspekte des Innovationsmanagements behandelt und anhand von Fallstudienbeispielen praxisbezogen angewandt.</p>                                                                                                                    |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <p><b>Vorlesung Innovationsmanagement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Burr, W., Innovationen in Organisationen, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, aktuelle Auflage</li> <li>• Vorlesungsfolien</li> </ul> <p><b>Übung Innovationsmanagement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Burr, W., Innovationen in Organisationen, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, aktuelle Auflage</li> <li>• Tidd, J. / Bessant, J., Managing Innovation, Wiley Verlag, Haddington, aktuelle Auflage</li> <li>• Afuah, A., Innovation Management, Oxford, aktuelle Auflage</li> <li>• Aktuelle Fallstudien</li> <li>• Übungsfolien</li> </ul> <p>Vorlesungsfolien, Übungsfolien und aktuelle Fallstudien stehen im Downloadbereich der Abteilung I, BWI zur Verfügung.</p> |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 361701 Vorlesung Innovationsmanagement</li> <li>• 361702 Übung Innovationsmanagement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |



- Präsenzzeit: 28 h
- Selbststudium: 62 h

## Übung

- Präsenzzeit: 28 h
- Selbststudium: 62 h

Gesamt: 180 h

---

|                                 |                                                                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36171 Innovationsmanagement (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min.,<br>Gewichtung: 1.0 |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                     |
| 19. Medienform:                 | Tafel, Flipchart, Beamer, Overhead-Projektor                                        |
| 20. Angeboten von:              | ABWL, insb. Innovation und Dienstleistungsmanagement                                |

---

## Modul: 14010 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 041710001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.-Ing. Christian Bonten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Christian Bonten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2008, 5. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Wahlpflichtmodul B (Fachfremd)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 5. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden werden Kenntnisse über werkstoffkundliche Grundlagen auffrischen, wie z.B. dem chemischen Aufbau von Polymeren, Schmelzeverhalten, sowie die unterschiedlichen Eigenschaften des Festkörpers. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Kunststoffverarbeitungstechniken und können vereinfachte Fließprozesse mit Berücksichtigung thermischer und rheologischer Zustandsgleichungen analytisch/numerisch beschreiben. Durch die Einführungen in Faserkunststoffverbunde (FVK), formlose Formgebungsverfahren, Schweißen und Thermoformen, sowie Aspekten der Nachhaltigkeit werden die Studierenden das Grundwissen der Kunststofftechnik erweitern. Die zu der Vorlesung gehörenden Workshops helfen den Studierenden dabei, Theorie und Praxis zu vereinen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung der Grundlagen: Einleitung zur Kunststoffgeschichte, die Unterteilung und wirtschaftliche Bedeutung von Polymerwerkstoffen; chemischer Aufbau und Struktur vom Monomer zu Polymer</li> <li>• Erstarrung und Kraftübertragung der Kunststoffe</li> <li>• Rheologie und Rheometrie der Polymerschmelze</li> <li>• Eigenschaften des Polymerfestkörpers: elastisches, viskoelastisches Verhalten der Kunststoffe; thermische, elektrische und weitere Eigenschaften; Methoden zur Beeinflussung der Polymereigenschaften; Alterung der Kunststoffe</li> <li>• Grundlagen zur analytischen Beschreibung von Fließprozessen: physikalische Grundgleichungen, rheologische und thermische Zustandsgleichungen</li> <li>• Einführung in die Kunststoffverarbeitung: Extrusion, Spritzgießen und Verarbeitung vernetzender Kunststoffe</li> <li>• Einführung in die Faserkunststoffverbunde und formlose Formgebungsverfahren</li> <li>• Einführung der Weiterverarbeitungstechniken: Thermoformen, Beschichten; Fügetechnik</li> <li>• Nachhaltigkeitsaspekte: Biokunststoffe und Recycling</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation in pdf-Format</li> <li>• W. Michaeli, E. Haberstroh, E. Schmachtenberg, G. Menges: <i>Werkstoffkunde Kunststoffe</i>, Hanser Verlag</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Michaeli: <i>Einführung in die Kunststoffverarbeitung</i> , Hanser Verlag /&gt;</li> <li>• G. Ehrenstein: <i>Faserverbundkunststoffe, Werkstoffe - Verarbeitung - Eigenschaften</i> , Hanser Verlag</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | 140101 Vorlesung Grundlagen der Kunststofftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 56 Stunden<br>Nachbearbeitungszeit: 124 Stunden<br>Summe : 180 Stunden<br><br>Es gibt keine alten Prüfungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 14011 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 18. Grundlage für ... :              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 37690 Kunststoff-Konstruktionstechnik</li> <li>• 37700 Kunststoffverarbeitungstechnik</li> <li>• 18380 Kunststoffverarbeitung 1</li> <li>• 39420 Kunststoffverarbeitung 1</li> <li>• 18390 Kunststoffverarbeitung 2</li> <li>• 39430 Kunststoffverarbeitung 2</li> <li>• 41150 Kunststoff-Werkstofftechnik</li> <li>• 18400 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen</li> <li>• 32690 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen</li> <li>• 18410 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li> <li>• 39450 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li> <li>• 18420 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe</li> <li>• 32700 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe</li> </ul> |
| 19. Medienform:                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beamer-Präsentation</li> <li>• Tafelanschriften</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Kunststofftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## Modul: 21410 Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 060400003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7. Sprache:    | -                       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Stephan Staudacher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rudolf Voit-Nitschmann</li> <li>• Stephan Staudacher</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 4. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen wichtige Grundlagen der Geschichte des Luftfahrzeugbaus</li> <li>- sind in der Lage die Grundlagen des Konstruierens und der Luftfahrzeugsysteme zu beschreiben</li> <li>- kennen die wichtigsten Strukturkomponenten und Bauweisen in der Luft- und Raumfahrt</li> <li>- beherrschen die Definition der Begriffe Sicherheit, Kosten und Leistung</li> <li>- kennen die Schichtung des Atmosphäre und deren Bedeutung für den Betrieb von Luftfahrzeugen</li> <li>- sind in der Lage stationäre Flugzustände, Flugleistungen sowie Auftrieb und Widerstand zu bestimmen</li> <li>- verstehen die Grundlagen von Stabilität und Steuerbarkeit</li> <li>- sind in der Lage die Grundlagen der Windenergie zu beschreiben</li> </ul> <p>Die Studierenden verstehen das Fliegen als ein energetisches Problem und sind in der Lage die historische Entwicklung der Luftfahrtantriebe vor diesem Hintergrund zu beurteilen</p> <p>Den Studierenden kennen die wichtigsten Konzepte für luftatmende Antriebe und können diese kategorisieren</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage den Gesamtwirkungsgrad der einzelnen Antriebsarten in sinnvolle Wirkungsgradkategorien zu unterteilen</p> <p>Die Studierenden verstehen die Vor- und Nachteile von Einstrom- und Nebenstromtriebwerken, sowie von Triebwerken mit sehr hohen Nebenstromverhältnissen (Ultra High Bypass Ratio Konzepte)</p> <p>Die Studierenden kennen die aktuell diskutierten Antriebskonzepte für die nahe und mittelfristige Zukunft</p> <p>Die Studierenden kennen den grundsätzlichen mechanischen Aufbau moderner Turboflugtriebwerke</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Zyklusrechnungen mit halbidealem Gas durchzuführen</p> <p>Die Studierenden verstehen die Wirkungsweise von Verdichtern und Turbinen als auch deren Unterschiede</p> <p>Die Studierenden können Mittelschnittsrechnungen von Verdichtern und Turbinen durchführen</p> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Luftfahrttechnik</p> <p>Nach einer Einleitung über die Geschichte der Luftfahrt werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des Konstruierens</li> <li>- das System Flugzeug</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |

- Strukturkomponenten und Bauweisen in der Luft- und Raumfahrt  
 - Sicherheit, Kosten, Leistung  
 - die Schichtung der Atmosphäre  
 - aerodynamische und flugmechanische Grundlagen  
 - Flugzustände und Flugleistungen  
 - Bestimmung von Auftrieb und Widerstand  
 - Stabilität und Steuerbarkeit  
 Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen  
 Historische Entwicklung Luftfahrtantriebe Vortriebs-, Transfer-, Gesamtwirkungsgrad  
 Optimierung des idealen und des realen Kreisprozesses  
 Nebenstromtriebwerk und dessen Optimierung Moderne Antriebssysteme  
 Wirkungsweise von Verdichtern und Turbinen  
 Geschwindigkeitsdreiecke und Ts-Diagramme  
 Eulersche Turbomaschinengleichung Turbomaschinenkennfelder  
 Spezielle Fragestellungen zur Beschreibung von Düsen  
 Im freiwilligen Tutorium werden die Inhalte der Vorlesung ``Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen`` mit der Unterstützung von Tutoren im Selbststudium vertieft.  
 Hierzu werden ausgewählte Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt und selbstständig bearbeitet. Die Tutoren stehen für etwaige Rückfragen zur Verfügung.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | Luftfahrttechnik: Skript, Foliensatz, Übungsaufgaben.<br>Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen: Skriptum, Foliensatz, Übungsaufgaben mit Musterlösungen, praktischer Versuch zur Wirkungsweise von Turbomaschinen.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 214101 Vorlesung Luftfahrttechnik</li> <li>• 214102 Übung Luftfahrttechnik</li> <li>• 214103 Übung Luftfahrttechnik</li> <li>• 214104 Vorlesung Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen</li> <li>• 214105 Übung Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen</li> <li>• 214106 Tutorium Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen</li> </ul>                                                                                                                  |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | 180h (56h Präsenzzeit, 124h Selbststudium)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 21411 Luftfahrttechnik (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0, Fragenteil: 30 min, ohne HilfsmittelAufgabenteil: 90 min, alle Hilfsmittel, außer Laptop und Handy</li> <li>• 21412 Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0, Fragenteil 45 min, ohne HilfsmittelRechenteil 75 min, zugel. Hilfsmittel: ILAFormelsammlung und Taschenrechner (auch programmierbar)</li> </ul> |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 19. Medienform:                      | Luftfahrttechnik: PowerPoint, Tafel, Kurzvideos, Live Tutorials.<br>Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen: Tafel, Beamer (Power Point und Filme), Experiment.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## Modul: 45830 Molekulare Quantenmechanik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | [pord.modulcode]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Dr. Johannes Kästner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Dozenten des Instituts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the techniques used in quantum theory</li> <li>• Can solve Schrödinger's equation for special one-dimensional problems</li> <li>• Understand the quantization of the angular momentum and its additions</li> <li>• Can derive and apply perturbation theory</li> <li>• Know the consequences of relativity on quantum-mechanical systems</li> <li>• Can interpret band structures of periodic solid materials</li> <li>• Are able to calculate reaction rates by using transition state theory</li> <li>• Understand the basis of scattering theory</li> </ul>                                                                                                                                                           |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Vector spaces, function spaces, and operators; operators and observables; one-dimensional potential problems, tunneling effect, bound and scattering-states. Angular momentum, creation- and destruction operators, eigenfunctions (spherical harmonics), addition of angular momentum, application of the algebra of the angular momentum in spectroscopy and dynamics. Time-dependent perturbation theory, interaction of electromagnetic radiation with molecules, intensities, Einstein-coefficients, oscillator strengths. Quantum statistics (bosons, fermions). Relativistic effects (scalar, spin-orbit coupling). Theory of the solid state: band structures, reciprocal space, conductors and semiconductors. Transition state theory. Wave packets, basis of scattering theory. |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atkins: Molecular Quantum Mechanics</li> <li>• Cohen-Tannoudji: Quantenmechanik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 458301 Lecture Molecular Quantummechanics</li> <li>• 458302 Exercise Molecular Quantummechanics</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 56 Stunden

Selbststudium: 124 Stunden

**Summe: 180 Stunden**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

45831 Molekulare Quantenmechanik (PL), schriftlich, eventuell  
mündlich, Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

80250 Masterarbeit Chemie

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 41650 Optoelectronic Devices and Circuits II

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050200007                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Manfred Berroth                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Manfred Berroth                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Basic knowledge of wave propagation and optical components is recommended.                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• can solve practical problems of planar integrated waveguides and active optical devices for telecommunication applications</li> </ul>                                                                                         |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wave propagation in planar waveguides</li> <li>• Integrated waveguides and passive structures</li> <li>• Optical amplifiers</li> <li>• Semiconductor lasers</li> <li>• Modulators</li> <li>• Photodiodes</li> <li>• Systems</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handouts/ printed script, exercises</li> <li>• Ebeling: Integrated Optoelectronics, Springer-Verlag, Berlin, 1992</li> <li>• Pollock: Fundamentals of Optoelectronics, Irwin-Verlag, Berlin, 1995</li> </ul>                           |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 416501 Vorlesung Optoelectronic Devices and Circuits II</li> <li>• 416502 Übung Optoelectronic Devices and Circuits II</li> </ul>                                                                                                      |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presence time: 56 h</li> <li>• Self study: 124 h</li> <li>• Total: 180 h</li> </ul>                                                                                                                                                    |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 41651 Optoelectronic Devices and Circuits II (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Blackboard, projector, beamer                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |

## Modul: 41170 Speichertechnik für elektrische Energie

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 051001027                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.-Ing. Nejila Parspour                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Nejila Parspour                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (unrelated to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden lernen die Speichertechniken für elektrische Energie kennen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Aufbau und Funktionsweise von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrischen Speichern (Supraleitende Spule, Super Kondensator)</li> <li>• Elektro-mechanischen Speichern (Schwungrad, Druckluft, Wasser)</li> <li>• Elektro-chemischen Speichern (Li-Ion-Akku, Pb-Akku, Elektrolyse-Brennstoffzelle, Redox-Flow-Zellen)</li> </ul> Charakterisierung der Speicher anhand <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieinhalt</li> <li>• Leistung (dynamisch/stationär)</li> <li>• Kosten</li> <li>• Betriebssicherheit</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ludwig Retzbach, Akkus und Ladetechniken, Franzis 2008</li> <li>• U.Bünger, W.Weindorf: Brennstoffzellen - Einsatzmöglichkeiten für die dezentrale Energieversorgung. Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Ottobrunn 1997.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 411701 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie</li> <li>• 411702 Übung Speicher für Elektrische Energie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: ca. 124 h<br>Summe: 180h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 41171 Speichertechnik für elektrische Energie (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Elektrische Energiewandlung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |

---

## 420 Compulsory Optional (related to the subject)

---

|                     |       |                                                                             |
|---------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 11590 | Photovoltaik I                                                              |
|                     | 11710 | Optoelectronics I                                                           |
|                     | 13040 | Fertigungsverfahren Faser- und Schichtverbundwerkstoffe                     |
|                     | 13550 | Grundlagen der Umformtechnik                                                |
|                     | 14150 | Leichtbau                                                                   |
|                     | 17740 | Computational Chemistry                                                     |
|                     | 21870 | Solid State Electronics                                                     |
|                     | 21930 | Photovoltaik II                                                             |
|                     | 25470 | Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen                    |
|                     | 28510 | Fertigungstechnik keramischer Bauteile I                                    |
|                     | 28560 | Mikroelektronik I                                                           |
|                     | 29270 | Organische Transistoren                                                     |
|                     | 29280 | Elektrooptik der Flüssigkristallbildschirme und ihre industrielle Anwendung |
|                     | 32460 | Oberflächen- und Beschichtungstechnik I                                     |
|                     | 32500 | Neue Werkstoffe und Verfahren in der Fertigungstechnik                      |
|                     | 32760 | Diodenlaser                                                                 |
|                     | 35620 | Diffractions- und Streumethoden (mit Übung und Praktikum)                   |
|                     | 36030 | Molecular Quantum Mechanics                                                 |
|                     | 37100 | Diffraction methods in Materials Science                                    |
|                     | 37290 | Halbleiterphysik                                                            |
|                     | 39370 | Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik          |
|                     | 39960 | Zerstörungsfreie Prüfung                                                    |
|                     | 40400 | Symmetrien und Gruppentheorie                                               |
|                     | 40460 | Fertigungstechnik keramischer Bauteile I                                    |
|                     | 40500 | Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen & Praktikum)                              |
|                     | 41490 | Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik                              |
|                     | 42990 | Vertiefende Mikroanalytik von Werkstoffen                                   |

---

## Modul: 17740 Computational Chemistry

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031110024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7. Sprache:    | Nach Ankuendigung       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Hans-Joachim Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hans-Joachim Werner</li> <li>• Johannes Kästner</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Chalmers</li> <li>→ Outgoing</li> <li>→ Compulsory Optional (related to the subject)</li> </ul> M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schlüsselqualifikationen</li> <li>→ Compulsory Optional (related to the subject)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | B.Sc. in Chemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Möglichkeiten der Computational Chemistry sowie ihr Zusammenspiel mit experimentellen Methoden und der statistischen Thermodynamik</li> <li>• können quantenchemische Berechnungen selbständig durchführen, beurteilen und interpretieren.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Born-Oppenheimer Näherung, Charakterisierung von Potentialflächen, Variationsprinzip, Pauliprinzip, Hartree-Fock Theorie, LCAO Näherung, Basissätze, Dichtefunktionaltheorie, Berechnung von Moleküleigenschaften, Störungstheorie (zeitunabhängig und zeitabhängig), dynamische und statische Elektronenkorrelation, Paartheorien, Strukturoptimierung, Normalschwingungen und harmonische Schwingungsspektren, Berechnung thermodynamischer Größen, Theorie des Übergangszustandes, Berechnung von Geschwindigkeitskonstanten, elektronisch angeregte Zustände, Charakterisierung elektronischer Zustände, Elektronenspektren, Intensitäten und Auswahlregeln, Molecular Modeling, QM/MM Kopplung. |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | F. Jensen, Introduction to computational chemistry, 2006, John Wiley                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 177401 Vorlesung Computational Chemistry</li> <li>• 177402 Übung Computational Chemistry</li> <li>• 177403 Praktikum Computational Chemistry</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit:<br><br>Vorlesung: 2 x 14 = 28 h, Computer-Praktikum: 4 x 14 = 56 h<br><br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:<br><br>Vorlesung: 2 h pro Präsenzstunde 56 h, Praktikum: Vorbereitung und Protokolle 28 h<br><br>Abschlussprüfung incl. Vorbereitung 12 h<br><br>Gesamt: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |

- 
17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 17741 Computational Chemistry (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
  - V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Testat aller Computerübungen
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Theoretische Chemie

---

## Modul: 37100 Diffraction methods in Materials Science

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031400025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7. Sprache:    | Englisch                |
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 8. Modulverantwortlicher:                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Incoming<br><br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | BSc Materialwissenschaft (Materials Science)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students will be able to:<br>Perform themselves diffraction experiments<br>Interpret diffraction data<br>Extract relevant microstructural information from the diffraction data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | The course covers the application of different diffraction methods for the study of basic and advanced materials. Topics covered include:<br><br><ul style="list-style-type: none"><li>• Classification of Materials</li><li>• Defects in Solids</li><li>• Basics of X-ray and neutron scattering</li><li>• Diffraction studies of Polycrystalline Materials</li><li>• Microstructural Analysis by Diffraction</li><li>• Diffraction studies of Thin Films</li><li>• Diffraction studies of Nanomaterials</li><li>• Diffraction studies of Amorphous and Composite Materials</li></ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Diffraction Analysis of the Microstructure of Materials, E.J. Mittemeijer, P. Scardi, 2004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 371001 Vorlesung mit Übungen Diffraction Methods in Material Science                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit 4 SWS<br>Selbststudiumszeit 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• 37101 Diffraction methods in Materials Science (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |

## Modul: 35620 Diffraktions- und Streumethoden (mit Übung und Praktikum)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 030710023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Frank Gießelmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomas Schleid</li> <li>• Dozenten der Physikalischen Chemie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden beherrschen Streumethoden wie Lichtstreuung und Röntgenstrukturanalyse und ihre Anwendung in der Chemie in Theorie und Praxis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <u>Grundlagen:</u> Streuung, Interferenz und Beugung, Strukturfaktor, Korrelationsfunktionen.<br><u>Streumethoden:</u> Komponenten und Aufbau eines Streuexperiments, statische und dynamische Lichtstreuung, Prinzipien der Röntgen- und Neutronenstreuung.<br><u>Kristallstrukturanalyse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Kristallen, Kristallsymmetrie (Bravaisgitter, Kristallsysteme und -klassen, Raumgruppen),</li> <li>• Röntgenstrukturanalyse mit Einkristallmethoden (Präparation von Einkristallen, Mess- und Detektionsmethoden, Streu-, Atom- und Formfaktoren, Auslöschungsbedingungen, Strukturfaktoren, Strukturlösung und Verfeinerung)</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 356201 Vorlesung Diffraktions- und Streumethoden</li> <li>• 356202 Praktikum Diffraktions- und Streumethoden</li> <li>• 356203 Übung Diffraktions- und Streumethoden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <u>Vorlesung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzstunden: 2 SWS * 14 Wochen 28 h</li> <li>• Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde 56 h</li> </ul> <u>Laborpraktikum:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Versuchstage à 8 h 48 h</li> <li>• Vorbereitung u. Protokoll: 6 h pro Versuchstag 36 h</li> <li>• Abschlussprüfung incl. Vorbereitung: 12 h</li> </ul> Summe: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |



---

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 35621 Diffraktions- und Streumethoden (mit Übung und Praktikum) (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul> |
| <hr/>                           |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                                                                                                                                      |
| <hr/>                           |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 19. Medienform:                 |                                                                                                                                                                                                                                      |
| <hr/>                           |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 20. Angeboten von:              | Physikalische Chemie I                                                                                                                                                                                                               |
| <hr/>                           |                                                                                                                                                                                                                                      |

## Modul: 32760 Diodenlaser

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 073000008                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Thomas Graf                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uwe Brauch</li> <li>• Andreas Voß</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                          |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | Die Grundlagen und Funktionsprinzipien von Diodenlasern kennen und verstehen.                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | Halbleiter-Grundlagen (Energieniveaus und deren Besetzung, optische Übergänge, Dotierung, pn-Übergang, Materialaspekte), Aufbau und Eigenschaften der verschiedenen Laserdioden-Bauformen (Kanten- und Vertikalemitter, Leistungsskalierung) und deren technologische Realisierung (Epitaxie, Lithographie, Konfektionierung). |                |                |
| 14. Literatur:                                      | Skript und Folien der Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 327601 Vorlesung Diodenlaser                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 32761 Diodenlaser (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Strahlwerkzeuge                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |

## Modul: 29280 Elektrooptik der Flüssigkristallbildschirme und ihre industrielle Anwendung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 051620010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Norbert Frühauf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Bernhard Scheuble                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Der Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Funktionsprinzipien der heutigen Flüssigkristallbildschirme</li> <li>• können die Vor- und Nachteile von Flüssigkristallbildschirmen gegenüber anderen Bildschirmtechnologien abwägen und beurteilen</li> </ul>                                                      |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen der Displayphysik</li> <li>• Einführung in die Chemie und Physik der Flüssigkristalle</li> <li>• Die TN-Zelle</li> <li>• Die STN-Zelle</li> <li>• LCD-Bildschirme mit großem Blickwinkel</li> <li>• Industrielle Herstellung von LCDs</li> </ul>                                |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Liquid Crystal Displays<br/>Ernst-Lueder, John Wiley 2001</li> <li>2) Nonemissive Electrooptic Displays<br/>Kmetz, von Willisen, Plenum Press, New York 1976</li> <li>3) The Physics of Liquid Crystals<br/>P.G. de Gennes, Clarendon Press, Oxford 1974</li> <li>4) Skript der Vorlesung</li> </ol> |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 292801 Vorlesung Elektrooptik der Flüssigkristallbildschirme und ihre industrielle Anwendung I                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <b>Präsenzzeit:</b> 28 Stunden<br><b>Selbststudium:</b> 62 Stunden<br><b>Summe:</b> 90 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 29281 Elektrooptik der Flüssigkristallbildschirme und ihre industrielle Anwendung (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Tafel, Beamer, Projektor, ILIAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Großflächige Mikroelektronik                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |

## Modul: 40460 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 072200011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.Dr.h.c. Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studenten können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale und Eigenheiten keramischer Werkstoffe unterscheiden, beschreiben und beurteilen.</li> <li>• werkstoffspezifische Unterschiede zwischen metallischen und keramischen Werkstoffen wiedergeben und erklären.</li> <li>• Technologien zur Verstärkung von Werkstoffen sowie die wirkenden Mechanismen benennen, vergleichen und erklären.</li> <li>• Verfahren und Prozesse zur Herstellung von massivkeramischen Werkstoffen benennen, erklären, bewerten, gegenüberstellen, auswählen und anwenden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Dieses Modul hat die werkstoff- und fertigungstechnischen Grundlagen keramischer Materialien zum Inhalt. Es werden keramische Materialien und deren Eigenschaften erläutert. Keramische werden gegen metallische Werkstoffe abgegrenzt. Anhand von ingenieurstechnischen Beispielen aus der industriellen Praxis werden die Einsatzgebiete und -grenzen von keramischen Werkstoffen aufgezeigt.<br>Stichpunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Festkörpern im Allgemeinen und der Keramik.</li> <li>• Einteilung der Keramik nach anwendungs-technischen und stofflichen Kriterien, Trennung in Oxid-/ Nichtoxidkeramiken und Struktur-/ Funktionskeramiken.</li> <li>• Abgrenzung Keramik zu Metallen.</li> <li>• Klassische Herstellungsverfahren vom Rohstoff bis zum keramischen Endprodukt.</li> <li>• Formgebungsverfahren keramischer Massen.</li> <li>• Industrielle Anwendungen (Überblick und Fallbeispiele).</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Skript, Literaturempfehlungen, z.B.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |

---

Hermann Salmang, Horst Scholze, Rainer Telle: Keramik, 7.Auflage,  
Springer Verlag, 2006, ISBN 978-3540632733

---

|                                      |                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 404601 Vorlesung Fertigungstechnik keramischer Bauteile I</li><li>• 404602 Übung Fertigungstechnik keramischer Bauteile I</li></ul> |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden                                                                                                   |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 40461 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I (BSL), schriftliche<br>Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0                                                                     |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                             |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                             |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                             |

---

## Modul: 28510 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 072200011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.Dr.h.c. Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studenten können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale und Eigenheiten keramischer Werkstoffe unterscheiden, beschreiben und beurteilen.</li> <li>• werkstoffspezifische Unterschiede zwischen metallischen und keramischen Werkstoffen wiedergeben und erklären.</li> <li>• Technologien zur Verstärkung von Werkstoffen sowie die wirkenden Mechanismen benennen, vergleichen und erklären.</li> <li>• Verfahren und Prozesse zur Herstellung von massivkeramischen Werkstoffen benennen, erklären, bewerten, gegenüberstellen, auswählen und anwenden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Dieses Modul hat die werkstoff- und fertigungstechnischen Grundlagen keramischer Materialien zum Inhalt. Es werden keramische Materialien und deren Eigenschaften erläutert. Keramische werden gegen metallische Werkstoffe abgegrenzt. Anhand von ingenieurstechnischen Beispielen aus der industriellen Praxis werden die Einsatzgebiete und -grenzen von keramischen Werkstoffen aufgezeigt.<br>Stichpunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Festkörpern im Allgemeinen und der Keramik.</li> <li>• Einteilung der Keramik nach anwendungs-technischen und stofflichen Kriterien, Trennung in Oxid-/ Nichtoxidkeramiken und Struktur-/ Funktionskeramiken.</li> <li>• Abgrenzung Keramik zu Metallen.</li> <li>• Klassische Herstellungsverfahren vom Rohstoff bis zum keramischen Endprodukt.</li> <li>• Formgebungsverfahren keramischer Massen.</li> <li>• Industrielle Anwendungen (Überblick und Fallbeispiele).</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Skript, Literaturempfehlungen, z.B.:<br>Hermann Salmang, Horst Scholze, Rainer Telle: Keramik, 7.Auflage, Springer Verlag, 2006, ISBN 978-3540632733                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 285101 Vorlesung Fertigungstechnik keramischer Bauteile I</li> <li>• 285102 Übung Fertigungstechnik keramischer Bauteile I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |



---

Summe: 90 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 28511 Fertigungstechnik keramischer Bauteile I (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0, bei weniger als 5 Kandidaten: mündlich, 20 min

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 13040 Fertigungsverfahren Faser- und Schichtverbundwerkstoffe

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 072210001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.Dr.h.c. Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                |
| 9. Dozenten:                                        | Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2008<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Wahlpflichtmodul A (Fachaffin)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | abgeschlossene Prüfung in Werkstoffkunde I+II und Konstruktionslehre I +II mit Einführung in die Festigkeitslehre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | Studierende können nach Besuch dieses Moduls: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Systematik der Faser- und Schichtverbundwerkstoffe und charakteristische Eigenschaften der Werkstoffgruppen unterscheiden, beschreiben und beurteilen.</li> <li>• Belastungsfälle und Versagensmechanismen (mech., therm., chem.) verstehen und analysieren.</li> <li>• Verstärkungsmechanismen benennen, erklären und berechnen.</li> <li>• Hochfeste Fasern und deren textiltechnische Verarbeitung beurteilen.</li> <li>• Technologien zur Verstärkung von Werkstoffen benennen, vergleichen und auswählen.</li> <li>• Verfahren und Prozesse zur Herstellung von Verbundwerkstoffen und Schichtverbunden benennen, erklären, bewerten, gegenüberstellen, auswählen und anwenden.</li> <li>• Herstellungsprozesse hinsichtlich der techn. und wirtschaftl. Herausforderungen bewerten.</li> <li>• In Produktentwicklung und Konstruktion geeignete Verfahren und Stoffsysteme bzw. Verbundbauweisen identifizieren, planen und auswählen.</li> <li>• Prozesse abstrahieren sowie Prozessmodelle erstellen und berechnen.</li> <li>• Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung erklären, bewerten, planen und anwenden.</li> </ul> |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | Dieser Modul hat die verschiedenen Möglichkeiten zur Verstärkung von Werkstoffen durch die Anwendung von Werkstoff-Verbunden und Verbundbauweisen zum Inhalt. Dabei werden stoffliche sowie konstruktive und fertigungstechnische Konzepte berücksichtigt. Es werden Materialien für die Matrix und die Verstärkungskomponenten und deren Eigenschaften erläutert. Verbundwerkstoffe werden gegen monolithische Werkstoffe abgegrenzt. Anhand von Beispielen aus der industriellen Praxis werden die Einsatzgebiete und -grenzen von Verbundwerkstoffen beleuchtet. Den Schwerpunkt bilden die Herstellungsverfahren von Faser- und Schichtverbundwerkstoffen. Die theoretischen Inhalte werden durch Praktika vertieft und verdeutlicht. <p><b>Stichpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Festkörper</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |

- Metalle, Polymere und Keramik; Verbundwerkstoffe in Natur und Technik; Trennung von Funktions- und Struktureigenschaften.
- Auswahl von Verstärkungsfasern und Faserarchitekturen; Metallische und keramische Matrixwerkstoffe.
- Klassische und polymerabgeleitete Herstellungsverfahren.
- Mechanische, textiltechnische und thermische Verfahrenstechnik.
- Grenzflächensysteme und Haftung.
- Füge- und Verbindungstechnik.
- Grundlagen der Verfahren zur Oberflächen-veredelung, funktionelle Oberflächeneigenschaften.
- Vorbehandlungsverfahren.
- Thermisches Spritzen.
- Vakuumverfahren; Dünnschichttechnologien PVD, CVD, DLC
- Konversions und Diffusionsschichten.
- Schweiß- und Schmelztauchverfahren
- Industrielle Anwendungen (Überblick).
- Aktuelle Forschungsgebiete.
- Strukturmechanik, Bauteildimensionierung und Bauteilprüfung.
- Grundlagen der Schichtcharakterisierung.

**14. Literatur:**

- Skript
- Filme
- Normblätter

**Literaturempfehlungen:**

- R. Gadow (Hrsg.): „Advanced Ceramics and Composites - Neue keramische Werkstoffe und Verbundwerkstoffe“. Renningen-Malmsheim : expert-Verl., 2000.
- K. K. Chawla: „Composite Materials - Science and Engineering“. Berlin : Springer US, 2008.
- K. K. Chawla: „Ceramic Matrix Composites“. Boston : Kluwer, 2003.
- M. Flemming, G. Ziegmann, S. Roth: „Faserverbundbauweisen - Fasern und Matrices“. Berlin : Springer, 1995.
- H. Simon, M. Thoma: „Angewandte Oberflächentechnik für metallische Werkstoffe“. München : Hanser, 1989.
- R. A. Haefer: „Oberflächen- und Dünnschichttechnologie“. Berlin : Springer, 1987.
- L. Pawlowski: „The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings“. Chichester : Wiley, 1995

**15. Lehrveranstaltungen und -formen:**

- 130401 Vorlesung Verbundwerkstoffe I: Anorganische Faserverbundwerkstoffe
- 130402 Vorlesung Verbundwerkstoffe II: Oberflächentechnik und Schichtverbundwerkstoffe
- 130403 Exkursion Fertigungstechnik Keramik und Verbundwerkstoffe
- 130404 Praktikum Verbundwerkstoffe mit keramischer und metallischer Matrix
- 130405 Praktikum Schichtverbunde durch thermokinetische Beschichtungsverfahren

**16. Abschätzung Arbeitsaufwand:**

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt: 180 h

**17. Prüfungsnummer/n und -name:**

13041 Fertigungsverfahren Faser- und Schichtverbundwerkstoffe (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile

---

## Modul: 41490 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700401                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Peter Michler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Wrachtrup                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BA Physik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Die Studierenden sollen ein gründliches Verständnis der Struktur der Materie bis zur atomaren Skala erwerben.</li> <li>* Kenntnis der grundlegenden Konzepte der Molekül- und Festkörperphysik, Verständnis der Molekül- und Materialeigenschaften, Grundlagen der Materialwissenschaften.</li> <li>* Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</li> </ul>                                                                                                  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Vorlesung und Übung Molekülphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung von Molekülen mit Licht</li> <li>• Moderne Methoden der Molekülspektroskopie</li> <li>• Kern- und Elektronenspinresonanz</li> </ul> Vorlesung und Übung Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter</li> <li>• Supraleiter</li> <li>• Dia- und Paramagnetismus</li> <li>• Ferro- und Antiferromagnetismus</li> <li>• Optische Prozesse und Exzitonen</li> <li>• Dielektrische und ferroelektrische Festkörper</li> <li>• Nanostrukturen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Molekülphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken Wolf, Molekülphysik und Quantenchemie, Springer</li> <li>• Atkins, Friedmann, Molecular Quantum Mechanics, Oxford</li> </ul> Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Ibach/Lüth, „Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen“, Springer-Verlag</li> <li>• Ashcroft/Mermin: „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Hunklinger, „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> </ul>                |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 414901 Vorlesung Molekül- und Festkörperphysik</li> <li>• 414902 Übung Molekül- und Festkörperphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) \* 14 Wochen = 42h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 70h

**Gesamt: 280h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 41491 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 39370 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Jörg Wrachtrup                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Wrachtrup                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Inhalte der Module Experimentalphysik I - IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse im Bereich der Molekül- und Festkörperphysik erwerben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Molekülphysik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische und magnetische Eigenschaften der Moleküle</li> <li>• Chemische Bindung</li> <li>• Molekülspektroskopie (Rotation- und Schwingungsspektren)</li> <li>• Elektronenzustände und Molekülspektren (Franck-Condon Prinzip, Auswahlregeln)</li> </ul> <b>Festkörperphysik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungsverhältnisse in Kristallen</li> <li>• Reziprokes Gitter und Kristallstrukturanalyse</li> <li>• Kristallwachstum und Fehlordnung in Kristallen</li> <li>• Gitterdynamik (Phononenspektroskopie, Spezifische Wärme, Wärmeleitung)</li> <li>• Fermi-Gas freier Elektronen</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Halbleiterkristalle</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken/Wolf, "Molekülphysik und Quantenchemie", Springer</li> <li>• Atkins, Friedmann, "Molecular Quantum Mechanics", Oxford</li> <li>• Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenbourg</li> <li>• Ibach/Lüth, "Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen", Springer</li> <li>• Ashcroft/Mermin, "Festkörperphysik", Oldenbourg</li> <li>• Kopitzki/Herzog, "Einführung in die Festkörperphysik", Teubner</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 393701 Vorlesung Grundlagen der Experimentalphysik V</li> <li>• 393702 Übung Grundlagen der Experimentalphysik V</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 84 h<br><br>Selbststudiumszeit: 186 h<br><br>Gesamt: 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |



---

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li><li>• 39372 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0</li></ul> |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|                         |
|-------------------------|
| 18. Grundlage für ... : |
|-------------------------|

---

|                 |                                            |
|-----------------|--------------------------------------------|
| 19. Medienform: | Overhead, Projektion, Tafel, Demonstration |
|-----------------|--------------------------------------------|

---

|                    |
|--------------------|
| 20. Angeboten von: |
|--------------------|

---

## Modul: 13550 Grundlagen der Umformtechnik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 073210001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr.-Ing. Mathias Liewald                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Mathias Liewald                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 5. Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Chalmers</li> <li>→ Outgoing</li> <li>→ Compulsory Optional (related to the subject)</li> </ul> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 5. Semester</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schlüsselqualifikationen</li> <li>→ Compulsory Optional (related to the subject)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen: vor allem Werkstoffkunde, aber auch Technische Mechanik und Konstruktionslehre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen und Verfahren der spanlosen Formgebung von Metallen in der Blech- und Massivumformung</li> <li>• können teilespezifisch die zur Herstellung optimalen Verfahren auswählen</li> <li>• kennen die Möglichkeiten und Grenzen einzelner Verfahren, sowie ihre stückzahlabhängige Wirtschaftlichkeit</li> <li>• können die zur Formgebung notwendigen Kräfte und Leistungen abschätzen</li> <li>• sind mit dem Aufbau und der Herstellung von Werkzeugen vertraut</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Grundlagen:</p> <p>Vorgänge im Werkstoff (Verformungsmechanismen, Verfestigung, Energiehypothese, Fließkurven), Oberfläche und Oberflächenbehandlung, Reibung und Schmierung, Erwärmung vor dem Umformen, Kraft und Arbeitsbedarf, Toleranzen in der Umformtechnik, Verfahrensgleichung nach DIN 8582 (Übersicht, Beispiele) Druckumformen (DIN 8583), Walzen (einschl. Rohrwalzen), Freiformen (u. a. Rundkneten, Stauchen, Prägen, Auftreiben), Gesenkformen, Eindrücken, Durchdrücken (Verjüngen, Strangpressen, Fließpressen), Zugdruckumformen (DIN 8584): Durchziehen, Tiefziehen, Drücken, Kragenziehen, Zugumformen (DIN 8585): Strecken, Streckrichten, Weiten, Tiefen, Biegeumformen (DIN 8586), Schubumformen (DIN 8587), Simulation von Umformvorgängen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.</p> <p>Freiwillige Exkursionen: 1 Tag im WS, 1 Woche im SS, jeweils zu Firmen und Forschungseinrichtungen.</p> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Download: Folien „Einführung in die Umformtechnik 1/2“</li> <li>• K. Lange: Umformtechnik, Band 1 - 3</li> <li>• K. Siegert: Strangpressen</li> <li>• H. Kugler: Umformtechnik</li> <li>• K. Lange, H. Meyer-Nolkemper: Gesenkschmieden</li> <li>• Schuler: Handbuch der Umformtechnik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |

---

|                                      |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• G. Oehler/F. Kaiser: Schneid-, Stanz- und Ziehwerkzeuge</li><li>• R. Neugebauer: Umform- und Zerteiltechnik</li></ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 135501 Vorlesung Grundlagen der Umformtechnik I</li><li>• 135502 Vorlesung Grundlagen der Umformtechnik II</li></ul>  |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 42 h<br><br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br><br>Gesamt: 180 h                                                                     |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 13551 Grundlagen der Umformtechnik (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0                                                                      |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                               |
| 19. Medienform:                      | Download-Skript, Beamerpräsentation, Tafelaufschrieb                                                                                                          |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Umformtechnik                                                                                                                                    |

---

## Modul: 37290 Halbleiterphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081400314                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 0.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof.Dr. Heinz Klemens Schweizer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heinz Klemens Schweizer</li> <li>• Gabriel Bester</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:</p> <p>Die Studierenden erwerben spezielle Grundlagenkenntnisse zur Halbleiterphysik</p> <p>und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die</p> <p>Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von</p> <p>Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:</p> <p>Die Studierenden erwerben auf der Basis der Vorlesung Halbleiterphysik I</p> <p>grundlegende Kenntnisse zur Herstellung und Physik von Bauelementen</p> <p>und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die</p> <p>Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von</p> <p>Fachwissen.</p> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |

Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:

- \* Kristallstruktur (chem. Bindung. Grundbegriffe, reales/reziprokes Gitter, Brillouinzone)
- \* Methoden der Bandstrukturberechnung (Symmetrien, Kronig-Penny-Modell, Brillouin- / Blochnäherung, APW(OPW-Methode, Pseudopotentiale, kp-Methode)
- \* Experimentelle Bestimmung der Bandstruktur (optische Spektroskopie, Röntgenstreuexperimente, Resonanzexperimente)
- \* Statistik (Zustandsdichte und Dimension, Besetzungszahlfunktionen für Elektronen und Löcher, Thermodynamik der freien Elektronen, Störstellenstatistik, Dotierung)
- \* Nichtgleichgewicht (Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht, Feldeffekt, Ströme, Rekombinationsmechanismen)
- \* Transport (Beweglichkeit der Ladungsträger (Phonon-Störstellenstreuung), Ladungsträgerstreuung in niederdimensionalen Halbleitern)
- \* Optische Eigenschaften (Absorption, Emission, niederdimensionale Halbleiter)

Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:

- \* Bauelementtechnologien (Kristallzucht, Dotierverfahren, Strukturierung (Lithographie, Ätzverfahren))
- \* Bipolartechnik (pn-Übergang (DC- und Hochfrequenzverhalten), Ausführungsformen von Dioden, Heteroübergänge, bipolar Transistor (DC- und Hochfrequenzverhalten) , bipolare Integration)
- \* Unipolare Technik (Schottky-Diode, Feldeffekttransistor (DC- und Hochfrequenzverhalten), Kennlinie JFET, MOSFET, Rauschen)
- \* Optoelektronik (Leuchtdioden, Detektoren, Halbleiterlaser)

#### 14. Literatur:

- \* Yu/Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer Verlag
- \* K. Seeger, Semiconductor Physics, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- \* Weissbuch/Winter, Quantum Semiconductor Structures, Academic Press Inc.
- \* Ashcroft/Mermin, Solid State Physics, Holt-Saunders, New York
- \* Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons

\* Hauig, Koch, Quantum theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors,  
World Scientific

---

|                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 372901 Vorlesung Halbleiterphysik I</li><li>• 372902 Übung Halbleiterphysik I</li><li>• 372903 Vorlesung Halbleiterphysik II</li><li>• 372904 Übung Halbleiterphysik II</li></ul> |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Halbleiterphysik I: 134 h (Contact time: 32 h; self study: 102 h)                                                                                                                                                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"><li>• 37291 Halbleiterphysik (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 3.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul>                          |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                           |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                           |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                           |

---

## Modul: 14150 Leichtbau

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 041810002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Dr.-Ing. Michael Seidenfuß                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2008, 6. Semester<br/>         → Schlüsselqualifikationen<br/>         → Wahlpflichtmodul A (Fachaffin)</p> <p>B.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2008, 6. Semester<br/>         → Schlüsselqualifikationen<br/>         → Wahlpflichtmodul B (Fachfremd)</p> <p>DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, . Semester<br/>         → Chalmers<br/>         → Outgoing<br/>         → Compulsory Optional (related to the subject)</p> <p>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 2. Semester<br/>         → Schlüsselqualifikationen<br/>         → Compulsory Optional (related to the subject)</p> |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festigkeitslehre</li> <li>• Werkstoffkunde I und II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Die Studierenden sind in der Lage anhand des Anforderungsprofils leichte Bauteile durch Auswahl von Werkstoff, Herstell- und Verarbeitungstechnologie zu generieren. Sie können eine Konstruktion bezüglich ihres Gewichtsoptimierungspotentials beurteilen und gegebenenfalls verbessern. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Verfahren der Festigkeitsberechnung, der Herstellung und des Fügens vertraut und können Probleme selbstständig lösen.</p>                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe im Leichtbau</li> <li>• Festigkeitsberechnung</li> <li>• Konstruktionsprinzipien</li> <li>• Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Zuverlässigkeit</li> <li>• Recycling</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuskript zur Vorlesung</li> <li>- Ergänzende Folien (online verfügbar)</li> <li>- Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlagsgesellschaft</li> <li>- Petersen, C.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlagsgesellschaft</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 141501 Vorlesung Leichtbau</li> <li>• 141502 Leichtbau Übung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 42 h           |                         |
|                                                     | Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 138 h          |                         |
|                                                     | Gesamt:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 180 h          |                         |



---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 14151 Leichtbau (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung:  
1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: PPT auf Tablet PC, Animationen u. Simulationen

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 28560 Mikroelektronik I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513005                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 3. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 3. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden kennen <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Unterschiede zwischen Metallen, Halbleitern und Isolatoren</li> <li>- die gesamte Prozesskette der Herstellung von Silizium für die Mikroelektronik und Photovoltaik</li> <li>- die elementaren Eigenschaften von Elektronen und Löchern in Halbleiter</li> <li>- Feld- und Diffusionsströme in Halbleitern</li> <li>- die Fermi-Verteilung</li> <li>- die Funktionsweise und Beschreibung von pn-Übergängen in Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht</li> <li>- die Anwendungsmöglichkeiten von Dioden</li> </ul> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Silizium als Werkstoff der Mikroelektronik</li> <li>- Elektronen und Löcher</li> <li>- Ströme in Halbleitern</li> <li>- Elektrostatik und Kennlinie des pn-Übergangs</li> <li>- Anwendungen von pn-Dioden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- R. F. Pierret, Semiconductor Fundamentals (Addison-Wesley, Reading, MA, 1988)</li> <li>- G. W. Neudeck, R. F. Pierret, The PN Junction Diode (Addison-Wesley, Reading, MA, 1989)</li> <li>- T. Dille, D. Schmitt-Landsiedel, Mikroelektronik (Springer, Berlin, 2005)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 285601 Vorlesung Mikroelektronik I</li> <li>• 285602 Übung Mikroelektronik I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 28561 Mikroelektronik I (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |

---

19. Medienform: Powerpoint, Tafel

---

20. Angeboten von: Institut für Photovoltaik

---

## Modul: 36030 Molecular Quantum Mechanics

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031100055                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject) |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 14. Literatur:                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 360301 Lecture Molecular Quantummechanics<br>• 360302 Exercise Molecular Quantummechanics                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 36031 Molecular Quantum Mechanics (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |

## Modul: 25470 Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 041400012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Thomas Hirth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Günter Tovar</li> <li>• Thomas Hirth</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik, Grundlagen der Physikalischen Chemie, Grundlagen der Prozess- und Anlagentechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden<br><br>- verstehen technische Prozesse zur Synthese und Verarbeitung von Nanomaterialien unterschiedlicher Dimensionalität (3 D, 2 D, 1 D und 0 D) und aus unterschiedlichen physikalischen Phasen (gasförmig, flüssig, fest) und können Prozessketten illustrieren.<br><br>- können Anwendungen von Nanomaterialien mit besonderen mechanischen, chemischen, Biochemischen, elektrischen, optischen, magnetischen, biologischen und medizinischen Eigenschaften verstehen und bewerten.<br><br>- interpretieren die öffentliche Wahrnehmung von Nanotechnologien und Nanomaterialien und können reale Chancen und Risiken von Nanotechnologien und Nanomaterialien bewerten. |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Technische Prozesse zur Synthese und Verarbeitung von Nanomaterialien unterschiedlicher Dimensionalität (3 D, 2 D, 1 D und 0 D) und aus unterschiedlichen physikalischen Phasen (gasförmig, flüssig, fest)<br><br>Anwendung von Nanomaterialien mit besonderen mechanischen, chemischen, Biochemischen, elektrischen, optischen, magnetischen, biologischen und medizinischen Eigenschaften.<br><br>Öffentliche Wahrnehmung und reale Chancen und Risiken von Nanotechnologien und Nanomaterialien.                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Vorlesungsmanuskript.<br><br>Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen,<br><br>Köhler, Michael; Fritzsche, Wolfgang, Nanotechnology, Wiley-VCH.<br><br>Ulmann, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |

---

|                                      |                                                                                                                     |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | 254701 Vorlesung Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen                                           |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | 28 h Präsenzzeit<br>62 h Selbststudiumszeit.                                                                        |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 25471 Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0 |
| 18. Grundlage für ... :              | 80130 Masterarbeit Verfahrenstechnik                                                                                |
| 19. Medienform:                      | Beamer und Overhead-Präsentation, Tafelanschrieb, Exkursion.                                                        |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie                                                    |

---

## Modul: 32500 Neue Werkstoffe und Verfahren in der Fertigungstechnik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 072200004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Moduldauer: | 1 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.Dr.h.c. Rainer Gadow                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andreas Killinger</li> <li>• Frank Kern</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br><br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studenten können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsprinzipien thermokinetischer Beschichtungsverfahren beschreiben und erklären.</li> <li>• verfahrensspezifische Eigenschaften von Schichten auflisten und benennen.</li> <li>• Unterschiede der einzelnen Verfahrensvarianten untereinander wiedergeben und gegenüberstellen.</li> <li>• Eignung einer bestimmten Verfahrensvariante hinsichtlich vorgegebener Schichteigenschaften beurteilen und begründen.</li> <li>• Herstellverfahren für Pulver und Drähte wiedergeben, vergleichen und Beispiele geben.</li> <li>• Einfluss der Pulvereigenschaften auf den Prozess vorhersagen und bewerten.</li> <li>• Einfluss der Pulvereigenschaften auf die Schichteigenschaften verstehen und ableiten.</li> <li>• industrielle Anwendungsfelder im Maschinenbau benennen und wiedergeben.</li> <li>• Chemie des Kohlenstoffs beschreiben und erklären.</li> <li>• Pulverrohstoffe und Bindemittel auflisten und benennen.</li> <li>• Rohstoffquellen, Rohstoffgewinnung und Aufbereitung wiedergeben und veranschaulichen.</li> <li>• Elektrodenmaterialien und deren Fertigung auflisten, unterscheiden und beschreiben.</li> <li>• Strukturwerkstoffe für Ingenieur Anwendungen benennen und beurteilen.</li> <li>• Kohlenstoffwerkstoffe für den Leichtbau aufzeigen und Beispiele geben.</li> <li>• Eigenschaften, Herstellung und Anwendung von Carbon Nanotubes beschreiben und erklären.</li> </ul> |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | Dieser Modul hat die Grundlagen und Verfahrensvarianten der thermokinetischen Beschichtungsverfahren, sowie die verschiedenen Fertigungstechniken technischer Kohlenstoffe und deren Anwendung zum Inhalt. Dabei wird auf Fertigungs- und Anlagentechnik, Spritzzusatzwerkstoffe, moderne Online- Diagnoseverfahren, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren für Schichtverbunde eingegangen. Anhand von Beispielen aus der industriellen Praxis wird eine Übersicht über die wichtigsten industriellen Anwendungen und aktuelle Forschungsschwerpunkte gegeben. Des Weiteren wird auf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                |

die Chemie des Kohlenstoffs, Rohstoffquellen, Rohstoffgewinnung und Aufbereitung eingegangen. Es werden Elektrodenmaterialien und deren Fertigung für die Stahl- und Aluminiumindustrie erläutert. Anhand von Beispielen aus der industriellen Praxis werden die Einsatzgebiete von Strukturwerkstoffen für Ingenieur Anwendungen und Kohlenstoffen im Leichtbau beleuchtet. Des Weiteren wird auf die Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen neuer Werkstoffe wie Carbon Nanotubes eingegangen.

Stichpunkte:

- Flamspritzen, Elektrolichtbogendrahtspritzen, Überschallpulverflamspritzen, Suspensionsflamspritzen, Plasmaspritzen.
- Herstellung und Eigenschaften von Spritzzusatzwerkstoffen.
- Fertigungs- und Anlagentechnik.
- Industrielle Anwendungen (Überblick).
- Grundlagen der Schichtcharakterisierung.
- Chemie des Kohlenstoffs.
- Pulverrohstoffe und Bindemittel.
- Feinkorngraphite (FG) und Sinterkohlenstoffe.
- Endkonturnahe Fertigung von FG-Komponenten.
- Kohlenstofffasern.
- Beschichtung von Kohlenstofffasern.
- Feuerfestmaterialien aus Kohlenstoff.
- Kohlenstofffaserverstärkte Verbundwerkstoffe.
- Kohlenstoff-Kohlenstoff-Faserverbunde.
- Carbon Nanotubes.

|                                      |                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | Skript, Literaturliste                                                                                                                                                                             |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 325001 Vorlesung Thermokinetische Beschichtungsverfahren</li> <li>• 325002 Vorlesung Werkstoffe und Fertigungstechnik technischer Kohlenstoffe</li> </ul> |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden                                                                                                                        |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 32501 Neue Werkstoffe und Verfahren in der Fertigungstechnik (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0, bei weniger als 5 Kandidaten: mündlich, 40 min                                 |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                    |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                    |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                    |

## Modul: 32460 Oberflächen- und Beschichtungstechnik I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 072410011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Wolfgang Klein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Verfahren der Oberflächen- und Beschichtungstechnik benennen, unterscheiden, einordnen und beurteilen.</li> <li>• Die physikalischen u. chemischen Grundlagen für spez. Oberflächeneigenschaften benennen und darstellen.</li> <li>• Verfahren der Oberflächentechnik vergleichen und hinterfragen.</li> <li>• In Produktentwicklung und Konstruktion geeignete Verfahren und Stoffsysteme identifizieren.</li> <li>• Unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte Verfahren und Anlagen auswählen, um gezielt funktionelle Oberflächeneigenschaften zu erzeugen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Die Vorlesung vermittelt die allgemeinen Grundlagen der Oberflächen- und Beschichtungstechnik. Dabei werden vor allem die industrierelevanten und technologisch interessanten Beschichtungsverfahren aus der Lackiertechnik und Galvanotechnik vorgestellt und besondere Aspekte der Schicht-Funktionalität, Qualität, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit behandelt. Der Stoff wird darüber hinaus praxisnah durch einen Besuch in den institutseigenen Versuchsfeldern veranschaulicht. Die Einführung in die Beschichtungstechnik behandelt Themen wie Vorbehandlungsverfahren, industrielle Nass- und Pulver- Lackierverfahren und galvanische Abscheideverfahren und die erforderliche Anlagentechnik.</p> <p>Stichpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Oberflächentechnik</li> <li>• Grundlagen Lackauftragsverfahren</li> <li>• Funktionelle Oberflächeneigenschaften</li> <li>• Vorbehandlungsverfahren und -anlagen</li> <li>• Galvanische Abscheideverfahren</li> <li>• Industrielle Nass- und Pulver-Lackierverfahren und -anlagen</li> <li>• Grundlagen der numerischen Simulationsverfahren</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Bücher: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Jahrbuch Besser Lackieren, Herausgeber: D. Ondratschek, Vincentz-Verlag, Hannover</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |

- 2) Obst, M.: Lackierereien planen und optimieren, Vincentz Verlag, Hannover 2002
- 3) P. Svejda: Prozesse und Applikationsverfahren in der industriellen Lackiertechnik, Vincentz-Verlag, Hannover
- 4) H. Kittel: Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Bd. 9: Verarbeitung von Lacken und Beschichtungsstoffen, 2. Auflage, S. Hirzel-Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, Vincentz-Verlag, Hannover

## Zeitschriften:

- 1) JOT-Journal für Oberflächentechnik, Vieweg-Verlag Wiesbaden
- 2) MO-Metalloberfläche, IGT-Informationsgesellschaft Technik, München
- 3) Farbe und Lack, Vincentz-Verlag, Hannover
- 4) besser lackieren! Vincentz Network, Hannover

|                                      |                                                                                                     |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | 324601 Vorlesung Oberflächen- und Beschichtungstechnik I                                            |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden                           |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 32461 Oberflächen- und Beschichtungstechnik I (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0 |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                     |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                     |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb                                               |

## Modul: 11710 Optoelectronics I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 6. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 6. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students know<br>- the fundamentals of incoherent and coherent radiation<br>- the generation of radiation by light emitting diodes and semiconductor laser diodes<br>- the transport of radiation via glass fibers and its detection using photo-detectors                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of incoherent and coherent radiation</li> <li>• Semiconductor basics</li> <li>• Excitation and recombination processes in semiconductors</li> <li>• Light emitting diodes</li> <li>• Semiconductor lasers</li> <li>• Glass fibers</li> <li>• Photodetectors</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hecht, Optics 3rd edition (Addison Wesley, Peading, MA, 1998).</li> <li>• H. G. Wagemann and H. Schmidt, Grundlagen der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (Teubner, Stuttgart, 1998).</li> <li>• H. Weber and G. Herziger, Laser - Grundlagen und Anwendungen (Physik-Verlag Weinheim, 1972).</li> <li>• J. I. Pankove, Optical Processes in Semiconductors (Dover Publications, New York, 1971).</li> <li>• W. Bludau, Halbleiteroptoelektronik: Die physikalischen Grundlagen der LEDs, Diodenlaser und pn-Photodioden (Carl Hanser, München, 1995).</li> <li>• W. L. Leigh, Devices for Optoelectronics (Dekker, New York, 1996).</li> <li>• O. Strobel, Lichtwellenleiter - Übertragungs- und Sensortechnik (VDE-Verlage, Berlin, 1992).</li> <li>• B. E. Daleh and M. T. Teich, Fundamentals of Photonics (Wiley Interscience, New York, 1981).</li> <li>• G. Winstel und C. Weyrich, Optoelektronik II (Springer-Verlag, Berlin, 1986).</li> </ul> |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 117101 Vorlesung Optoelectronics I</li> <li>• 117102 Übung Optoelectronics I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Presence time: 56 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |

---

Self studies: 124 h  
Total: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 11711 Optoelectronics I (PL), schriftlich und mündlich, Gewichtung: 1.0, group presentation in seminar (60 min, once per year) written exam (60 min, twice per year)

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: - Powerpoint, blackboard

---

20. Angeboten von: Institut für Photovoltaik

---

## Modul: 29270 Organische Transistoren

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 051620011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Norbert Frühauf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Hagen Klauk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die molekulare Struktur und die elektronischen Eigenschaften konjugierter organischer Halbleitermaterialien und können sie beschreiben</li> <li>• kennen den Aufbau organischer Dünnschichttransistoren und können die zugehörigen Herstellungsverfahren beschreiben und beurteilen</li> <li>• können die elektrischen Eigenschaften und ihren Einfluss auf den Einsatz organischer Transistoren beurteilen</li> </ul> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronische Eigenschaften konjugierter Kohlenwasserstoffe;</li> <li>• Kristallstruktur molekularer organischer Festkörper;</li> <li>• Elektronische Eigenschaften organischer Festkörper;</li> <li>• Aufbau und Herstellung organischer Transistoren;</li> <li>• Funktionsweise organischer Transistoren;</li> <li>• Frequenzverhalten organischer Transistoren;</li> <li>• Einsatz organischer Transistoren in Flachbildschirmen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Organic Electronics. Materials, Manufacturing and Applications, Herausgeber: Hagen Klauk, Wiley-VCH, ISBN-10: 3-527-31264-1 ISBN-13: 978-3-527-31264-1</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 292701 Vorlesung Organische Transistoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <b>Präsenzzeit:</b> 28 Stunden<br><b>Selbststudium:</b> 62 Stunden<br><b>Summe:</b> 90 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 29271 Organische Transistoren (BSL), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Tafel, Beamer, ILIAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Großflächige Mikroelektronik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |

## Modul: 11590 Photovoltaik I

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkenntnisse über Halbleitermaterialien und Halbleiterdioden, z.B. aus "Mikroelektronik I"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden kennen<br>- das Potential der Sonnenstrahlung<br>- die Funktionsweise von Solarzellen<br>- die wichtigsten Technologien der Herstellung von Solarmodulen<br>- die Grundprinzipien von Wechselrichtern<br>- die Energieerträge verschiedener Photovoltaik-Technologien<br>- den aktuellen Stand des Photovoltaikmarktes und der Kosten von Photovoltaik-Strom                                                                               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | - Der photovoltaische Effekt<br>- Sonnenleistung und Energieumsätze in Deutschland<br>- Maximaler Wirkungsgrad von Solarzellen<br>- Grundprinzip von Solarzellen<br>- Ersatzschaltbilder von Solarzellen<br>- Photovoltaik-Materialien und -technologien<br>- Modultechnik- Erträge von Photovoltaik-Systemen<br>- Photovoltaik-Markt                                                                                                                       |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Goetzberger, Voß, Knobloch, Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner, 1994</li> <li>P. Würfel, Physik der Solarzellen, Spektrum, 1995</li> <li>M. A. Green, Solar Cells - Operating Principles, Technology and System Applications, Centre for Photovoltaic Devices and Systems, Sydney, 1986</li> <li>F. Staiß, Photovoltaik - Technik, Potentiale und Perspektiven der solaren Stromerzeugung, Vieweg, 1996</li> </ul> |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>115901 Vorlesung Photovoltaik I</li> <li>115902 Übungen Photovoltaik I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium/Nacharbeitszeit: 142 h<br>Gesamt: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 11591 Photovoltaik I (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             | 21930 Photovoltaik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |

---

19. Medienform: Powerpoint, Tafel

---

20. Angeboten von: Institut für Photovoltaik

---

## Modul: 21930 Photovoltaik II

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7. Sprache:    | -                       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011, 1. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Photovoltaik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | - Vertiefte Kenntnisse der Funktionsweise von Solarzellen<br>- Verständnis der theoretischen und praktischen Begrenzung von Wirkungsgraden<br>- Kenntnis der wichtigsten Rekombinationsprozesse in Halbleitern                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | 1. Absorption von Strahlung in Halbleitern<br>2. Lebensdauer von Ladungsträgern/Rekombinationsprozesse<br>3. Elektrische und optische Kenngrößen der Solarzelle<br>4. Maximale Wirkungsgrade (experimentell und theoretisch)<br>5. Wie optimiert man eine Solarzelle? (Hocheffizienzprozesse)<br>6. Tiefe Störstellen in Halbleitern<br>7. Ohmsche Kontakte, Schottky-Kontakte, Silizide<br>8. Photovoltaische Messtechnik, Überblick<br>9. Höchsteffizienz-Konzepte: Konzentratorzellen, 3. Generation Photovoltaik |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | - P. Würfel, Physik der Solarzellen, Spektrum, 1995<br>- M. A. Green, Solar Cells - Operating Principles, Technology and System Applications, Centre for Photovoltaic Devices and Systems, Sydney, 1986<br>- M. A. Green, Third Generation Photovoltaics, Springer, 2003                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 219301 Vorlesung Photovoltaik II<br>• 219302 Übung Photovoltaik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 21931 Photovoltaik II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |



---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Powerpoint, Tafel

---

20. Angeboten von: Institut für Photovoltaik

---

## Modul: 21870 Solid State Electronics

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 050513021                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jürgen Heinz Werner                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject) |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The students understand<br>- the description of free and bound electrons by waves<br>- band structures of semiconductors                                                                                                                                                              |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | - Electrons described by waves<br>- Electronic bands in solids<br>- Band structures<br>- Quasi-Fermi-levels<br>- Emission of electrons from solids<br>- Schottky contacts                                                                                                             |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | • Robert F. Pierret, Advanced Semiconductor Fundamentals, 2nd ed., (Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ USA), 2002                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 218701 Vorlesung Solid State Electronics<br>• 218702 Übung Solid State Electronics                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Presence time: 56 h<br>Self studies: 124 h<br><b>Total: 180 h</b>                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 21871 Solid State Electronics (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min.,<br>Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Powerpoint, Black Board                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Photovoltaik                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |

## Modul: 40400 Symmetrien und Gruppentheorie

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100412                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Moduldauer: | 1 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7. Sprache:    | -            |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | Manfred Fähnle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                            |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Molekül- und Festkörperphysik, Quantenmechanik, Mathematik (Matrizen usw)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | Aufbau der Materie, Struktur und Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrie-Elemente und -Operationen</li> <li>• Mathematische Definition einer Gruppe</li> <li>• Reduzible und Irreduzible Darstellungen</li> <li>• Charaktertafeln</li> <li>• Punktgruppen- und Raumgruppensymmetrie</li> <li>• Anwendungen der Gruppentheorie</li> </ul>                                                                                                                               |                |              |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atkins/Friedman: Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press</li> <li>• Böhm, Symmetrien in Festkörpern, VCH Berlin</li> <li>• Wagner, Gruppentheoretische Methoden in der Physik, Vieweg Braunschweig</li> <li>• Sternberg, Group Theory and Physics, Cambridge University Press</li> <li>• Jacobs, Group theory with applications in chemical physics, Cambridge University Press</li> </ul> |                |              |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 404001 Vorlesung Festkörperphysik: Symmetrien und Gruppentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |              |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzstunden und Selbststudium: 180h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |              |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40401 Symmetrien und Gruppentheorie (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |                |              |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |

## Modul: 42990 Vertiefende Mikroanalytik von Werkstoffen

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 031300010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 6.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Prof.Dr. Hans-Joachim Massonne                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Hans-Joachim Massonne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden sollen in ausgewählte mikrochemische Methoden zur hoch ortsauflösenden Festkörperanalytik (z.B. Diffusionsprofile) eingeführt werden. An ausgewählten Fallbeispielen sollen praktische Übungen an den Geräten erfolgen, wobei die Möglichkeiten und Grenzen der Methoden erarbeitet werden.                               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Vorlesung:</b><br>Vertiefende Einführung in ausgewählte mikrochemische Methoden<br><b>Übung:</b><br>Praktische Arbeit mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde, Laser-gekoppelten ICP-MS sowie am Raman-Mikroskop mit Erarbeitung der methodischen Grundlagen                                                                                |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical Guide to ICP-MS: A Tutorial for Beginners by R. Thomas. Crc Pr Inc. Second edition, 2008.</li> <li>• Modern Raman spectroscopy by E. Smith &amp; G. Dent. Wiley, 2005.</li> <li>• Electron Microprobe Analysis by S. J. B. Reed. Cambridge Univ Press. Second edition, 1993.</li> </ul> |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 429901 Vorlesung Vertiefende Mikroanalytik von Werkstoffen</li> <li>• 429902 Übung Vertiefende Mikroanalytik von Werkstoffen</li> </ul>                                                                                                                                                           |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 42991 Protokoll Vertiefende Mikroanalytik (PL), mündliche Prüfung, Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung</li> </ul>                                                                                                                                              |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |

## Modul: 39960 Zerstörungsfreie Prüfung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 041711023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Gerhard Busse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Gerhard Busse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren vertraut, sie kennen die Besonderheiten, so daß sie die am besten geeigneten Verfahren für spezifische Anwendungen auswählen und die damit erzielten Ergebnisse zuverlässig interpretieren können.                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Nach der Aufbereitung der Grundlagen von Schwingungen und Wellen werden die modernen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) vorgestellt, und zwar geordnet nach elektromagnetischen Wellen, elastischen Wellen (linear und nichtlinear) und dynamischem Wärmetransport (z.B. Lockin-Thermografie). Zu jedem Verfahren wird das zugrunde liegende physikalische Prinzip erläutert, Vorteile und Einschränkungen und schließlich typische Anwendungsbeispiele an industrierelevanten Bauteilen. |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detailliertes Vorlesungsskript</li> <li>• Handbook of nondestructive evaluation, Charles J. Hellier, McGraw-Hill, Inc., 2001, ISBN: 0-07-028121-1</li> <li>• Nondestructive testing, Louis Cartz, ASM Int., 1995, ISBN: 0-87170-517-6</li> <li>• Spezielle und aktuelle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesungen verteilt werden.</li> <li>• Weiterführende Literaturzitate.</li> </ul>                                                     |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 399601 Vorlesung Zerstörungsfreie Prüfverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h<br>Gesamt: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 39961 Zerstörungsfreie Prüfung (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Overhead-Projektor, Tafelanschriebe, vereinzelt auch Beamer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Kunststofftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |

## Modul: 40500 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen & Praktikum)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 041711019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof.Dr. Gerhard Busse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Gerhard Busse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | DoubleM.D. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Chalmers<br>→ Outgoing<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)<br>M.Sc. Materialwissenschaft (Materials Science), PO 2011<br>→ Schlüsselqualifikationen<br>→ Compulsory Optional (related to the subject)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden sind nach den Übungen und dem Praktikum in der Lage, bauteil- und werkstoffspezifisch das optimale zerstörungsfreie Prüfverfahren (ZfP) auszuwählen, im Prüflabor auf vorgegebene Bauteile anzuwenden, den Messablauf zu protokollieren, das Ergebnis zu interpretieren und die Genauigkeit der Aussage zu quantifizieren. Sie sind in der Lage, die werkstoffspezifischen Fehler zu klassifizieren und auch zu charakterisieren. Sie wissen, worauf es bei Messungen mit dem jeweiligen Prüfverfahren ankommt (Messtechnikaspekt) und können die benötigten einzelnen messtechnischen Komponenten auswählen und bedienen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Die Übungen folgen inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung. Demzufolge werden konkrete Beispiele aus dem Grundlagenbereich der Schwingungen und Wellen gerechnet. Anschließend werden zu jedem Verfahren aus dem Bereich der elektromagnetischen und elastischen Wellen und dem dynamischen Wärmetransport Beispiele quantitativ detailliert und behandelt. Hierbei wird nicht nur der Vorlesungsstoff vertieft, sondern inhaltlich Vorbereitungsarbeit für das anspruchsvolle ZfP-Praktikum geleistet. Dieses besteht aus den Versuchen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenmesstechnik,</li> <li>• Röntgen,</li> <li>• optische Messverfahren (Interferometrie und Mikroskopie)</li> <li>• Vibrometrie / Ultraschall</li> <li>• elastic waves</li> <li>• passive Thermografie,</li> <li>• aktive Thermografie</li> </ul> und folgt inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung und der Übungen. Die Verfahren werden jeweils auf konkrete praxisrelevante Beispiele angewendet, typische Ergebnisse erzielt und interpretiert. |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detailliertes Vorlesungsskript</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> <li>• Ausführliche Praktikumsanleitungen auf Homepage</li> <li>• Handbook of nondestructive evaluation, Charles J. Hellier, McGraw-Hill, Inc., 2001, ISBN: 0-07-028121-1</li> <li>• Nondestructive testing, Lous Cartz, ASM Int., 1995, ISBN: 0-87170-517-6</li> </ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 405001 Übung Zerstörungsfreie Prüfung</li> <li>• 405002 Praktikum Zerstörungsfreie Prüfung</li> </ul>                                                                                                                                                                                      |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p>Präsenzzeit: 21 Stunden<br/>Selbststudium: 69 Stunden<br/>Summe: 90 Stunden</p> <p>Vorlesung, Übungen und Praktikum sind zeitlich und inhaltlich aufeinander abgestimmt, üblicherweise wählen die Studenten dieses ganze Paket.</p>                                                                                              |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40501 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen &amp; Praktikum) (BSL), mündliche Prüfung, 45 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 45 Min., Praktikum</li> </ul>                                                                               |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |