

# MITTEILUNGSBLATT DER KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ



44. SONDERNUMMER

---

Studienjahr 2016/17

Ausgegeben am 29. 03. 2017

25.d Stück

---

## Curriculum für das Masterstudium Technical Physics

Curriculum 2017

**Impressum:** Medieninhaber, Herausgeber und Hersteller: Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 3, 8010 Graz. Verlags- und Herstellungsort: Graz.  
Anschrift der Redaktion: Rechts- und Organisationsabteilung, Universitätsplatz 3, 8010 Graz.  
E-Mail: [mitteilungsblatt@uni-graz.at](mailto:mitteilungsblatt@uni-graz.at)  
Internet: [https://online.uni-graz.at/kfu\\_online/wbMitteilungsblaetter.list?pOrg=1](https://online.uni-graz.at/kfu_online/wbMitteilungsblaetter.list?pOrg=1)

**Offenlegung gem. § 25 MedienG**

Medieninhaber: Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 3, 8010 Graz. Unternehmensgegenstand: Erfüllung der Ziele, leitenden Grundsätze und Aufgaben gem. §§ 1, 2 und 3 des Bundesgesetzes über die Organisation der Universitäten und ihre Studien (Universitätsgesetz 2002 - UG), BGBl. I Nr. 120/2002, in der jeweils geltenden Fassung.  
Art und Höhe der Beteiligung: Eigentum 100%.  
Grundlegende Richtung: Kundmachung von Informationen gem. § 20 Abs. 6 UG in der jeweils geltenden Fassung.



## Curriculum für das Masterstudium

### Technical Physics

Curriculum 2017

Dieses Curriculum wurde vom Senat der Karl-Franzens-Universität Graz in der Sitzung vom 08.03.2017 und vom Senat der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 20.03.2017 genehmigt.

Das Studium ist als gemeinsames Studium (§ 54 Abs. 9 UG) der Karl-Franzens-Universität Graz (Uni Graz) und der Technischen Universität Graz (TU Graz) im Rahmen von „NAWI Graz“ eingerichtet. Rechtsgrundlagen für dieses Studium sind das Universitätsgesetz (UG) sowie die Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzungen der Uni Graz und der TU Graz in der jeweils geltenden Fassung.

#### Inhaltsverzeichnis:

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I     | Allgemeines.....  | 3  |
| § 1.  | Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil .....            | 3  |
| II    | Allgemeine Bestimmungen.....                                      | 5  |
| § 2.  | Zulassungsbedingungen: .....                                      | 5  |
| § 3.  | Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten .....                       | 6  |
| § 4.  | Gliederung des Studiums .....                                     | 6  |
| § 5.  | Lehrveranstaltungstypen .....                                     | 7  |
| § 6.  | Gruppengrößen .....   | 7  |
| § 7.  | Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen ..... | 7  |
| III   | Studieninhalt und Studienablauf.....                              | 8  |
| § 8.  | Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung .....           | 8  |
| § 9.  | Wahlmodule: Lehrveranstaltungskataloge.....                       | 10 |
| § 10. | Freifach .....  | 15 |
| § 11. | Masterarbeit .....  | 15 |
| § 12. | Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen.....     | 15 |
| § 13. | Auslandsaufenthalte und Praxis .....                              | 16 |
| IV    | Prüfungsordnung und Studienabschluss.....                         | 16 |
| § 14. | Prüfungsordnung.....  | 16 |
| § 15. | Studienabschluss .....  | 18 |
| V     | In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen .....                   | 18 |
| § 16. | In-Kraft-Treten .....   | 18 |
| § 17. | Übergangsbestimmungen .....                                       | 19 |



---

|   |    |
|---|----|
| Anhang I  |    |
| Modulbeschreibungen.....                              | 20 |
| Anhang II   |    |
| Studienablauf .....                                   | 37 |
| Anhang III  |    |
| Empfohlene Lehrveranstaltungen für das Freifach ..... | 38 |
| Anhang IV   |    |
| Äquivalenz- und Anerkennungsliste .....               | 38 |
| Anhang V  |    |
| Glossar.....  | 44 |

## **I Allgemeines**

### **§ 1. Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil**

Das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium Technical Physics umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS-Anrechnungspunkte gem. § 51 Abs. 2 Z 26 UG.

Das Masterstudium Technical Physics wird als fremdsprachiges Studium gemäß § 71e Abs. 4 UG in englischer Sprache durchgeführt.

Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieurin“ bzw. „Diplom-Ingenieur“, abgekürzt: „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ verliehen. Dieser akademische Grad entspricht international dem „Master of Science“, abgekürzt: „MSc“.

#### **(1) Gegenstand des Studiums**

Das englischsprachige Masterstudium „Technical Physics“, das gemeinsam von der Technischen Universität Graz und der Karl-Franzens-Universität Graz angeboten wird, vermittelt eine naturwissenschaftlich-technische Ausbildung im Fach Physik.

Physik prägt maßgeblich unser heutiges Weltbild und bildet die Grundlage für andere Wissenschaften und für die Technik. Entsprechend widmet sich das Studium der Technischen Physik der Erforschung fundamentaler Zusammenhänge, den Antworten auf grundlegende Fragen der physikalischen Welt sowie der Anwendung physikalischer Methoden auf technische Problemstellungen. Zu den wesentlichen Zielen der Ausbildung zählen die Schulung folgerichtigen Denkens und das Erlernen von Methoden zur Problemlösung. Typisch für das Studium der Technischen Physik ist, dass über eine solide physikalische und mathematische Ausbildung hinaus auch praxisorientierte techniknahe Fächer und anwendungsorientierte Computermethoden angeboten werden. Die Vermittlung betriebswirtschaftlicher und sozialer Kompetenzen rundet das Studium inhaltlich ab und verleiht Schlüsselqualifikationen, die im Berufsleben ausschlaggebend sind.

Zu einer erfolgreichen Tätigkeit in der beruflichen Praxis ist die Verwendung der englischen Sprache in Wort und Schrift als „Lingua Franca“ in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft von grundlegender Bedeutung. Aus diesem Grund wird das Studium vollständig in englischer Sprache durchgeführt.

#### **(2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen**

##### **Wissen und Verstehen**

Nach Absolvierung des Masterstudiums Technische Physik haben die Absolventinnen und Absolventen komplexe wissenschaftliche Methoden kennen und anwenden gelernt. Sie sind in der Lage, Besonderheiten, Grenzen, Terminologien und Lehrmeinungen ihres Fachgebiets zu definieren und zu interpretieren.

Die Absolventinnen und Absolventen haben ihr fachspezifisches Wissen in den Bereichen

- Statistical and Computational Physics,
- Advanced Quantum Mechanics and Atom Physics und
- Advanced Solid State Physics and Radiation Physics

vertieft und sich mit den Grundlagen von Business and Entrepreneurship auseinandergesetzt.

Wahlweise haben sie Spezialkenntnisse in mehreren der folgenden 13 Themenbereiche erworben und angewendet:

- Applied Materials Physics, Semiconductor Devices, Surface Science
- Computational Condensed Matter Physics, Modelling of Materials, Theoretical Solid State Physics, Quantum Many-Body Physics
- Nanoscience, Nano and Laser Optics, Quantum Optics and Molecular Physics
- Radiation and Plasma Physics, Laboratory Technology and Instrumentation, Microscopy and Nanoanalysis

### **Wissensbasiertes Anwenden und Beurteilen**

Das Masterstudium Technische Physik befähigt Absolventinnen und Absolventen

- sich in einem Spezialgebiet der Technischen Physik so zu spezialisieren, dass sie Anschluss an die aktuelle internationale Forschung finden können;
- ihnen gestellte natur- und ingenieurwissenschaftliche Aufgaben eigenverantwortlich zu bearbeiten;
- moderne wissenschaftliche Methoden anzuwenden und komplexe Abläufe mit aktuellen Verfahren der Computersimulation zu analysieren;
- auch fernab des im Masterstudium vertieften Spezialgebietes beruflich tätig zu werden und dabei ihr physikalisches Grundwissen zusammen mit den erlernten wissenschaftlichen Methoden und Problemlösungsstrategien auch in neuen und unvertrauten Situationen einzusetzen;
- Problemstellungen auch in anderen Wissenschaftszweigen (z.B. Mathematik, Chemie, Medizin und Umweltsystemwissenschaften) zu bearbeiten.

### **Kommunikative, organisatorische und soziale Kompetenzen**

Die Absolventinnen und Absolventen werden mit grundlegenden Fähigkeiten ausgestattet, welche es ihnen ermöglichen, auf Basis ihrer fachlichen Kompetenz, kritische und analytische Denkansätze weiter zu entwickeln, sich selbständig neues Wissen anzueignen, sowie in forschungs- und anwendungsorientierten Aufgabenstellungen zielgerichtet tätig zu sein.

Sie besitzen das notwendige Durchhaltevermögen, um in Projekten mit Schwierigkeiten umzugehen und gegebenenfalls mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel zu kommen.

Darüber hinaus sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse und Lösungsstrategien im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu dokumentieren und mit modernen Kommunikations- und Präsentationstechniken zu vermitteln.

Die Absolventinnen und Absolventen erlangen durch interdisziplinäre Ausbildung die Fähigkeit zu fachübergreifender Zusammenarbeit und Kommunikation in Projekt-Teams.

Sie sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und möglicher Folgen ihrer Tätigkeit für Umwelt und Gesellschaft bewusst.

### **(3) Bedarf und Relevanz des Studiums für die Wissenschaft und für den Arbeitsmarkt**

Physikerinnen und Physiker verfügen sowohl über ausgezeichnete Fachqualifikationen als auch über jene wertvolle, häufig als physikalische Denkweise bezeichnete Kernkompetenz, die sich aus einer Kombination von solidem naturwissenschaftlichen Wissen, Vertrautheit mit praktischen Methoden (experimentell, theoretisch und computerorientiert), hohem analytischen Denkvermögen und ausgeprägter Problemlösungsfähigkeit ergibt. Sie gelten daher als universelle Problemlöser besonders in innovativen Branchen, zeichnen sich durch hohe Berufs- und Branchenflexibilität aus und sind als hervorragend qualifizierte Fachleute in Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft breit einsetzbar.

Physikerinnen und Physiker sind vor allem in folgenden Branchen tätig:

- Hochschulen sowie andere Bildungs- und Forschungseinrichtungen
- Datenverarbeitung
- Elektronik und Elektrotechnik
- Feinmechanik und Optik
- Maschinen- und Fahrzeugbau
- Gesundheitswesen und öffentlicher Dienst
- Dienstleistungssektor und sonstige Dienstleistungen für Unternehmen

Das Masterstudium vermittelt auch die Voraussetzungen zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen eines Doktoratsstudiums.

## **II Allgemeine Bestimmungen**

### **§ 2. Zulassungsbedingungen:**

- (1) Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus (§ 64 Abs. 5 UG).
- (2) Das Masterstudium Technical Physics baut auf einem Bachelorstudium der Physik auf, wie zum Beispiel dem im Rahmen von NAWI Graz angebotenen Bachelorstudium Physik. Absolventinnen und Absolventen dieses letztgenannten

Studiums erfüllen jedenfalls die Aufnahmevoraussetzungen für das Masterstudium Technical Physics.

- (3) Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem NAWI-Bachelorstudium Physik im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Anrechnungspunkten vorgeschrieben werden. Die Anerkennung dieser zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für den Bereich des Freifachs bis zu einem Umfang von 5 ECTS gemäß § 10 zulässig.
- (4) Um einen Gesamtumfang der aufbauenden Studien von 300 ECTS-Anrechnungspunkten zu erreichen, ist die Zuordnung ein und derselben Lehrveranstaltung sowohl im zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudium als auch im gegenständlichen Masterstudium ausgeschlossen.

### § 3. Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten

Allen von den Studierenden zu erbringenden Leistungen werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Mit diesen ECTS-Anrechnungspunkten ist der relative Anteil des mit den einzelnen Studienleistungen verbundenen Arbeitspensums zu bestimmen, wobei das Arbeitspensum eines Jahres 1500 Echtstunden zu betragen hat und diesem Arbeitspensum 60 ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt werden (entsprechend einem Umfang von 25 Echtstunden je ECTS-Anrechnungspunkt). Das Arbeitspensum umfasst den Selbststudienanteil und die Semesterstunden. Eine Semesterstunde entspricht 45 Minuten pro Unterrichtswoche des Semesters.

### § 4. Gliederung des Studiums

Das Masterstudium Technical Physics mit einem Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst vier Semester und ist wie folgt modular strukturiert:

|  | ECTS |
|--|------|
| Pflichtmodul A: Statistical and Computational Physics              | 10   |
| Pflichtmodul B: Advanced Quantum Mechanics and Atom Physics        | 10   |
| Pflichtmodul C: Advanced Solid State Physics and Radiation Physics | 10   |
| Pflichtmodul D: Business and Entrepreneurship                      | 4.5  |
| 3 Physikalische Vertiefungsmodule (je 9 ECTS)                      | 27   |
| Allgemeines Wahlmodul  | 15.5 |
| Freifach   | 10   |
| Masterseminar  | 2    |
| Masterarbeit   | 30   |
| Masterprüfung  | 1    |
| Summe  | 120  |



## § 5. Lehrveranstaltungstypen

- (1) Vorlesungen (VO)\*: Sie dienen der Einführung in die Methoden des Fachgebietes und der Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen aus dem gesicherten Wissensstand, aus dem aktuellen Forschungsstand und aus besonderen Forschungsbereichen des Faches.
- (2) Vorlesungen mit Übungen (VU)\*: Dabei erfolgt sowohl die Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen als auch die Vermittlung von praktischen Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (3) Übungen (UE)\*: Übungen haben den praktischen Zielen der Studien zu entsprechen und dienen der Lösung konkreter Aufgaben. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (4) Laborübungen (LU)\*: Laborübungen dienen der Vermittlung und praktischen Übung experimenteller Techniken und Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (5) Seminare (SE)\*: Sie dienen der eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit und der wissenschaftlichen Diskussion darüber, wobei eine schriftliche Ausarbeitung eines Themas und dessen mündliche Präsentation geboten werden soll. Darüber ist eine Diskussion abzuhalten. Diese Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (6) Projekte (PT)\*: In Projekten werden experimentelle, theoretische und/oder konstruktive angewandte Arbeiten bzw. kleine Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung aller erforderlichen Arbeitsschritte durchgeführt. Projekte werden mit einer schriftlichen Arbeit abgeschlossen, die einen Teil der Beurteilung bildet.

\* Es gelten die in der Satzung Studienrecht (Uni Graz) bzw. Richtlinie (TU Graz) der beiden Universitäten festgelegten Lehrveranstaltungstypen bzw. -arten. Siehe § 1 Abs. 3 des studienrechtlichen Satzungsteiles der Uni Graz bzw. Richtlinie über Lehrveranstaltungstypen der Curricula-Kommission des Senates der TU Graz vom 6.10.2008 (verlautbart im Mitteilungsblatt der TU Graz vom 3.12.2008).

## § 6. Gruppengrößen

Bei den nachfolgenden Lehrveranstaltungstypen werden folgende maximale Teilnehmerszahlen (Gruppengrößen) festgelegt:

- (1) Für Übungen (UE) und für Übungsanteile von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) ist die maximale Gruppengröße 25. Für integrierte Laborübungen bei Lehrveranstaltungen vom Typ VU ist die maximale Gruppengröße 6.
- (2) Für Laborübungen (LU) ist die maximale Gruppengröße 6.
- (3) Für Projekte (PT) und Seminare (SE) ist die maximale Gruppengröße 20.

## § 7. Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen, im Bedarfsfall auch in der vorlesungsfreien Zeit.



- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:
- Die Lehrveranstaltung ist für die/den Studierende/n verpflichtend im Curriculum vorgeschrieben.
  - Die Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen (Gesamt ECTS-Anrechnungspunkte)
  - Das Datum (Priorität früheres Datum) der Erfüllung der Teilnahmevoraussetzung.
  - Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
  - Die Note der Prüfung- bzw. der Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) - über die Lehrveranstaltung(en) der Teilnahmevoraussetzung
  - Studierende, für die solche Lehrveranstaltungen zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig sind, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine eigene Ersatzliste ist möglich. Es gelten sinngemäß die obigen Bestimmungen.
- (3) An Studierende, die im Rahmen von Mobilitätsprogrammen einen Teil ihres Studiums an den an NAWI Graz beteiligten Universitäten absolvieren, werden vorrangig bis zu 10% der vorhandenen Plätze vergeben.

### III Studieninhalt und Studienablauf

#### § 8. Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung

Die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Masterstudiums und deren Gliederung in Pflicht- und Wahlmodule sind nachfolgend angeführt. Die in den Modulen zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden oder Fertigkeiten werden im Anhang I näher beschrieben. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zur Semesterfolge ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zu den beteiligten Universitäten erfolgt in Anhang II und § 9.

| Masterstudium Technical Physics                              |                                     |          |                 |           |                                      |          |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|-----------------|-----------|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Modul  | Lehrveranstaltung                   | LV       |                 |           | Semester mit ECTS-Anrechnungspunkten |          |          |          |
|  |                                     | SSt.     | Typ             | ECTS      | I                                    | II       | III      | IV       |
| <b>Pflichtmodul A: Statistical and Computational Physics</b> |                                     |          |                 |           |                                      |          |          |          |
|  | Statistical Physics <sup>1</sup>    | 2        | VO              | 4         | 4                                    |          |          |          |
|  | Statistical Physics <sup>1</sup>    | 1        | UE              | 2         | 2                                    |          |          |          |
|  | Computer Simulations                | 3        | VU <sup>2</sup> | 4         |                                      | 4        |          |          |
|  | <b>Zwischensumme Pflichtmodul A</b> | <b>6</b> |                 | <b>10</b> | <b>6</b>                             | <b>4</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

| <b>Pflichtmodul B: Advanced Quantum Mechanics and Atom Physics</b>        |          |    |             |           |             |             |           |
|---|----------|----|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|
| Advanced Quantum Mechanics <sup>1</sup>                                   | 2        | VO | 4           | 4         |             |             |           |
| Advanced Quantum Mechanics <sup>1</sup>                                   | 1        | UE | 2           | 2         |             |             |           |
| Advanced Atomic and Molecular Physics                                     | 2        | VO | 4           |           | 4           |             |           |
| <b>Zwischensumme Pflichtmodul B</b>                                       | <b>5</b> |    | <b>10</b>   | <b>6</b>  | <b>4</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  |
| <b>Pflichtmodul C: Advanced Solid State Physics and Radiation Physics</b> |          |    |             |           |             |             |           |
| Advanced Solid State Physics  | 2        | VO | 4           | 4         |             |             |           |
| Advanced Solid State Physics  | 1        | UE | 2           | 2         |             |             |           |
| Radiation Physics   | 2        | VO | 4           |           | 4           |             |           |
| <b>Zwischensumme Pflichtmodul C</b>                                       | <b>5</b> |    | <b>10</b>   | <b>6</b>  | <b>4</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  |
| <b>Pflichtmodul D: Business and Entrepreneurship</b>                      |          |    |             |           |             |             |           |
| Zu absolvieren ist entweder D.1 oder D.2 zusammen mit D3.                 |          |    |             |           |             |             |           |
| D.1 Encyclopedia Business Economics                                       | 3        | VO | 4.5         |           | 4.5         |             |           |
| D.2 Enabling Innovation   | 1        | VO | 1.5         |           | 1.5         |             |           |
| D.3 Enabling Innovation   | 2        | UE | 3           |           | 3           |             |           |
| <b>Zwischensumme Pflichtmodul D</b>                                       |          |    | <b>4.5</b>  |           | <b>4.5</b>  |             |           |
| <b>Summe Pflichtmodule</b>  |          |    | <b>34.5</b> | <b>18</b> | <b>16.5</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  |
| 3 Physikalische Vertiefungsmodule (je 9 ECTS, lt. §9a)                    |          |    | 27          |           |             |             | 0         |
| Allgemeines Wahlmodul lt. §9b   |          |    | 15.5        |           |             |             | 0         |
| <b>Summe Wahlmodule lt. § 9</b>   |          |    | <b>42.5</b> | <b>9</b>  | <b>9</b>    | <b>24.5</b> | <b>0</b>  |
| <b>Masterseminar <sup>3, 4</sup></b>                                      |          |    | <b>2</b>    |           |             |             | <b>2</b>  |
| <b>Masterarbeit</b>   |          |    | <b>30</b>   |           |             |             | <b>30</b> |
| <b>Masterprüfung</b>  |          |    | <b>1</b>    |           |             |             | <b>1</b>  |
| <b>Freifach lt. § 10</b>  |          |    | <b>10</b>   | <b>3</b>  | <b>4.5</b>  | <b>2.5</b>  | <b>0</b>  |
| <b>Summe Gesamt</b>   |          |    | <b>120</b>  | <b>30</b> | <b>30</b>   | <b>27</b>   | <b>33</b> |

<sup>1</sup>: gemeinsame Abhaltung mit Masterstudium „Physics“.

<sup>2</sup>: 2/3 SSt./Vorlesungsteil, 1/3 SSt./Übungsteil.

<sup>3</sup>: Diese Lehrveranstaltung wird mit „mit Erfolg teilgenommen“ bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ beurteilt.

<sup>4</sup>: Studierende, die das Masterseminar an der TU Graz absolvieren, haben eines der folgenden Institutsseminare zu belegen: Seminar on Experimental Physics, Seminar on Theoretical Physics and Computational Physics, Seminar on Solid State Physics, Seminar on Materials Physics, Seminar on Electron Microscopy and Nanoanalysis

## § 9. Wahlmodule: Lehrveranstaltungskataloge

### A. Physikalische Vertiefungsmodule

Es sind 3 Physikalische Vertiefungsmodule zu absolvieren. Aus jedem gewählten Vertiefungsmodul sind jeweils genau 3 Lehrveranstaltungen zu absolvieren. Die mit (◆) gekennzeichneten Lehrveranstaltungen in einem gewähltem Modul müssen absolviert werden. Lehrveranstaltungen vom Typ LU können nur im Rahmen des gewählten Moduls absolviert werden<sup>I, II</sup> – davon ausgenommen sind die Lehrveranstaltungen „Measurement Techniques and Probe Analysis“ und „Computer Supported Measurement Techniques“ (Modul G), welche auch im Allgemeinen Wahlmodul verwendet werden können.

| Physikalische Vertiefungsmodule (alphabetische Reihenfolge)  |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|--|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Modul / Lehrveranstaltung                                    | Sst. | LV Typ          | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|  |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| <b>Modul E: Applied Materials Physics</b>                    |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Research Laboratory Applied Materials Physics              | 2    | LU              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| Functional Materials   | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Soft Matter Physics  | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Structurally Complex Materials                               | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Structural Transformations and Diffusion in Materials        | 3    | VU <sup>2</sup> | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| <b>Modul F: Computational Condensed Matter Physics</b>       |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Research Laboratory Advanced Computational Physics         | 2    | UE              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| Numerical Simulation of Strongly Correlated Many-Body Models | 2    | VU <sup>3</sup> | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Quantum Dynamics   | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Ab-initio Methods for Correlated Materials                   | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| <b>Modul G: Laboratory Technology and Instrumentation</b>    |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| Eine der beiden Laborübungen (LU) ist zu absolvieren:        |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Measurement Techniques and Probe Analysis                  | 2    | LU              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| ◆ Computer Supported Measurement Techniques                  | 2    | LU              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Vacuum Technology  | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     | X                    |
| X-ray and Neutron Scattering                                 | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Light Engineering  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Temperature Measurements                                     | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Ultrasound Methods   | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     |                      |
| Signal Theory and Signal Processing                          | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    |                   | X  | X                     | X                    |

<sup>I</sup> Dies gilt auch für die Laborübung mit dem Lehrveranstaltungstyp VU im Vertiefungsmodul Surface Science.

<sup>II</sup> Wird das zugehörige Vertiefungsmodul zum Zeitpunkt der Anmeldung zur Laborübung noch nicht verbindlich gewählt, erfolgt eine Zulassung zur Laborübung gemäß §7 (2) f nur nach Maßgabe freier Plätze im Rahmen des Freifaches.

| Physikalische Vertiefungsmodule (alphabetische Reihenfolge)     |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|---|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Modul / Lehrveranstaltung                                       | SSt. | LV Typ          | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|   |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| <b>Modul H: Microscopy and Nanoanalysis</b>                     |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Electron Microscopy 1   | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| ◆ Advanced 2D and 3D Nanoanalysis                               | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Electron Microscopy 2   | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| X-ray and Neutron Scattering                                    | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Research Laboratory Microscopy and Nanoanalysis                 | 2    | LU              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| <b>Modul I: Modelling of Materials<sup>4</sup></b>              |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Fundamentals of Electronic Structure Theory                   | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| ◆ Simulating Materials Properties from First Principles         | 2    | UE              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| Applications of Electronic Structure Methods                    | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Ab-initio Methods for Correlated Materials                      | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Advanced Ab-initio Techniques                                   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     | X                    |
| Modelling of Molecular Systems                                  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| <b>Modul J: Nano and Laser Optics<sup>4</sup></b>               |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Advanced Optics   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     |                      |
| ◆ Research Laboratory Nano and Laser optics                     | 2    | LU              | 3    | X                 | X  | X                     | X                    |
| Nano Optics   | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     |                      |
| Laser Physics   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     |                      |
| Ultrafast Laser Physics   | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| <b>Modul K: Nanoscience</b>                                     |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Nanostructures and Nanotechnology                             | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| ◆ Research Laboratory Nanoscience                               | 2    | LU              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| Chemical Fundamentals of Nanoscience                            | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Theory of Magnetism and Collective Phenomena                    | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Quantum Transport Theory  | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| Structuring of Material Surfaces and Functional Nanofabrication | 2    | VO              | 3    |                   |    |                       | X                    |
| <b>Modul L: Quantum Many-Body Physics</b>                       |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Green's Functions in Many-Particle Physics                    | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Introduction to Correlated Many-Body Systems                    | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Many-Body Systems out of Equilibrium                            | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Open Quantum Systems  | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Strongly Correlated Systems in Experiment                       | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |

| Physikalische Vertiefungsmodule (alphabetische Reihenfolge)       |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|---|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Modul / Lehrveranstaltung   | SSt. | LV Typ          | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|   |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| <b>Modul M: Quantum Optics and Molecular Physics <sup>4</sup></b> |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Fundamental Optics  | 2    | VO              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| ◆ Research Laboratory Quantum Optics and Molecular Physics        | 2    | LU              | 3    | X                 | X  | X                     | X                    |
| Laser Physics   | 2    | VO              | 3    |                   |    | X                     |                      |
| Ultrafast Laser Physics   | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Quantum Optics  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Modelling of Molecular Systems                                    | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| <b>Modul N: Radiation and Plasma Physics</b>                      |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Applied Radiation Physics                                       | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| ◆ Research Laboratory Radiation and Plasma Physics                | 2    | LU              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Plasma Physics  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Fusion Physics  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Kinetic Theory in Plasma Physics                                  | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| <b>Modul O: Semiconductor Devices</b>                             |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Physics of Semiconductor Devices                                | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| ◆ Research Laboratory Semiconductor Devices                       | 2    | LU              | 3    | X                 | X  |                       | X                    |
| Microelectronics and Micromechanics                               | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Organic Semiconductors  | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Modelling and Simulation of Semiconductors                        | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| <b>Modul P: Surface Science</b>                                   |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Surface Science   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     |                      |
| ◆ Experimental Methods in Surface Science                         | 2    | VU <sup>5</sup> | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| Molecular Interfaces  | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     |                      |
| Scanning Probe Techniques   | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     |                      |
| Synchrotron Radiation Techniques                                  | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     |                      |
| Thin Film Science and Processing                                  | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Surface Chemistry   | 2    | VO              | 3    |                   | X  |                       | X                    |
| Vacuum Technology   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     | X                    |
| <b>Modul Q: Theoretical Solid State Physics <sup>4</sup></b>      |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| ◆ Green's Functions for Solid State Physics                       | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    |                   | X  | X                     |                      |
| Fundamentals of Electronic Structure Theory                       | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| Theory of Magnetism and Collective Phenomena                      | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Theory of Superconductivity                                       | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Phase Transitions and Critical Phenomena                          | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Exotic States in Solids   | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     |                      |

| Physikalische Vertiefungsmodule (alphabetische Reihenfolge) |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|---|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Modul / Lehrveranstaltung                                   | SSt. | LV<br>Typ       | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|   |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| Quantum Transport Theory                                    | 2    | VO              | 3    |                   | X  | X                     | X                    |
| Computational Methods in Solid State Physics                | 2    | VU <sup>2</sup> | 3    | X                 |    | X                     |                      |

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

<sup>2</sup>: 2/3 SSt./Vorlesungsteil, 1/3 SSt./Übungsteil.

<sup>3</sup>: 1/3 SSt./Vorlesungsteil, 2/3 SSt./Übungsteil.

<sup>4</sup>: Gemeinsames Modul im gegenständlichen Masterstudium „Technical Physics“ und im Masterstudium „Physics“.

<sup>5</sup>: 1/4 SSt./Vorlesungsteil, 3/4 SSt./Übungsteil.

Studierende, die mindestens ein Semester an einer Universität im Ausland studieren, sind berechtigt Vertiefungsmodule gemäß § 9 durch physikalisch orientierte Module, die sie dort absolvieren, zu ersetzen, sofern diese Prüfungen von dem zuständigen studienrechtlichen Organ anerkannt werden. Hiervon unbenommen ist die Anerkennung von weiteren Prüfungen gemäß UG § 78 (1), soweit sie den im Curriculum vorgeschriebenen Prüfungen gleichwertig sind.

## B. Allgemeines Wahlmodul

Im Rahmen des Allgemeinen Wahlmoduls sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 15.5 ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren.

Folgende können Lehrveranstaltungen gewählt werden:

- Lehrveranstaltungen aus dem Katalog der o.g. Vertiefungsmodule, die nicht im gewählten Vertiefungsmodul absolviert werden; ausgenommen hiervon sind die Laborübungen (siehe Erläuterungen unter Punkt A Vertiefungsmodule).
- Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen des NAWI-Graz Masterstudiums „Physics“ unter Berücksichtigung der jeweiligen Anmeldevoraussetzungen.
- Lehrveranstaltungen zur Vertiefung einer Fremdsprache (Englisch oder Deutsch) im Umfang von max. 3 ECTS-Anrechnungspunkten.
- Lehrveranstaltungen aus dem nachfolgenden Katalog „Allgemeines Wahlmodul“.
- Deutschsprachige Lehrveranstaltungen aus dem nachfolgenden Katalog „Bachelor-Vertiefungsrichtung Technische Physik“ des NAWI-Graz Bachelorstudiums Physik unter Berücksichtigung von §2 (4).

| Lehrveranstaltungskatalog: Allgemeines Wahlmodul  |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|---|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltung   | SSt. | LV Typ          | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|   |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| Master's Project <sup>2</sup>   | 0.5  | PT              | 6    | X                 | X  | X                     | X                    |
| Special Topics of Technical Physics: [Untertitel] <sup>3</sup>                            |      |                 |      |                   |    |                       | X                    |
| Programming in Physics: Advanced MATLAB   | 4    | VU <sup>4</sup> | 4    | X                 |    |                       | X                    |
| MATHEMATICA for Theoretical Physics: Symbolic and Numerical Computation                   | 4    | VU <sup>4</sup> | 4    |                   | X  |                       | X                    |
| Kinetic Equations for Classical and Quantum Mechanical Systems                            | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Quantum Information Theory  | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     | X                    |
| Advanced Statistical Physics  | 2    | VO              | 3    | X                 |    | X                     | X                    |
| Functional Materials II   | 0.66 | VO              | 1    |                   | X  |                       | X                    |
| <b>Business and Entrepreneurship:</b>   |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
| Encyclopedia Business Economics   | 2    | UE              | 2    |                   | X  |                       | X                    |
| Industrial Management and Innovation  | 2    | VO              | 3    | X                 |    |                       | X                    |
| Product Innovation Project <sup>5</sup>   | 3    | PT              | 5    | X                 |    |                       |                      |
| Product Innovation Project 2  | 2    | PT              | 3    |                   | X  |                       |                      |
| Implementation Innovation Strategy Through Merger & Acquisition – Essential for Engineers | 2    | SE              | 3    | X                 |    |                       | X                    |

<sup>1</sup> Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

<sup>2</sup> Projekt zur Vorbereitung der Masterarbeit, das nur bei der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit absolviert werden kann.

<sup>3</sup> Es können Lehrveranstaltungen mit dem Titel „Special Topics of Technical Physics (Untertitel)“ dem Allgemeinen Wahlmodul zugeordnet werden, wobei eine Semesterwochenstunde in der Regel 1.5 ECTS-Anrechnungspunkten entspricht. Diese Lehrveranstaltungen werden mit charakterisierenden Untertiteln im Ausmaß von 1-3 SSt. VO und/oder 1-2 SSt. UE angeboten. Dabei sind Lehrveranstaltungen mit verschiedenen Untertiteln als unterschiedliche Lehrveranstaltungen zu werten.

<sup>4</sup>: 1/3 SSt./Vorlesungsteil, 2/3 SSt./Übungsteil.

<sup>5</sup>: Lehrveranstaltung wird auf Antrag für das Pflichtmodul D: „Business and Entrepreneurship“ anerkannt.

| Lehrveranstaltungskatalog: Bachelor-Vertiefungsrichtung Technische Physik |      |                 |      |                   |    |                       |                      |
|---|------|-----------------|------|-------------------|----|-----------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltung   | SSt. | LV Typ          | ECTS | Semesterzuordnung |    | Uni-Graz <sup>1</sup> | TU-Graz <sup>1</sup> |
|   |      |                 |      | WS                | SS |                       |                      |
| Physikalische Grundlagen der Materialkunde <sup>2</sup>                   | 3    | VO              | 4.5  |                   | X  |                       | X                    |
| Kontinuums- und Fluidmechanik <sup>2</sup>                                | 1.5  | VU <sup>3</sup> | 3    |                   | X  |                       | X                    |

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

<sup>2</sup>: Abhaltung in deutscher Sprache. Empfohlen für Studierende, die die Vertiefungsrichtung Technische Physik im NAWI-Bachelorstudium Physik nicht absolviert haben.

<sup>3</sup>: 2/3 SSt./Vorlesungsteil, 1/3 SSt./Übungsteil.



## § 10. Freifach

- (1) Die im Rahmen des Freifaches im Masterstudium Technical Physics zu absolvierenden Lehrveranstaltungen dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten sowie aller inländischen Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden. Anhang III enthält eine Empfehlung für frei wählbare Lehrveranstaltungen.
- (2) Sofern einer frei zu wählenden Lehrveranstaltung keine ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet sind, wird jede Semesterstunde (SSt.) dieser Lehrveranstaltung mit einem ECTS-Anrechnungspunkt bewertet. Sind solche Lehrveranstaltungen jedoch vom Typ Vorlesung (VO), so werden ihnen 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte pro SSt zugeordnet.
- (3) Weiters besteht gemäß § 13 die Möglichkeit, eine berufsorientierte Praxis oder kurze Studienaufenthalte im Ausland im Rahmen des Freifaches zu absolvieren.

## § 11. Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbstständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung der Masterarbeit ist so zu wählen, dass für die Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist.
- (2) Das Thema der Masterarbeit ist aus einem der Pflicht- oder Wahlmodule zu entnehmen. Über Ausnahmen entscheidet das zuständige studienrechtliche Organ.
- (3) Die Masterarbeit ist vor Beginn der Bearbeitung über das zuständige Dekanat unter Einbindung des zuständigen studienrechtlichen Organs anzumelden. Zu erfassen sind dabei das Thema, das Fachgebiet, dem das Thema zugeordnet ist, sowie die Betreuerin bzw. der Betreuer mit Angabe des Instituts.
- (4) Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte festgelegt.
- (5) Die Masterarbeit ist in gedruckter sowie in elektronischer Form zur Beurteilung einzureichen.

## § 12. Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen

- (1) Die Zulassungsvoraussetzung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß §§ 8 bis 9 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit.
- (2) Studierende, die nach § 2 (3) Zulassungsvoraussetzungen für das Masterstudium Technical Physics zu erfüllen haben, müssen diese vor der Teilnahme an Laborübungen (LU) und an Vorlesungen mit Übungen (VU) mit Laborübungsanteil positiv absolviert haben.

## § 13. Auslandsaufenthalte und Praxis

### (1) Empfohlene Auslandsstudien

Studierenden wird empfohlen, in ihrem Studium ein Auslandssemester zu absolvieren. Dafür kommen in diesem Masterstudium insbesondere das zweite und dritte Semester in Frage. Während des Auslandsstudiums absolvierte Module bzw. Lehrveranstaltungen werden bei Gleichwertigkeit vom Studienrechtlichen Organ anerkannt. Zur Anerkennung von Prüfungen bei Auslandsstudien wird auf § 78 Abs. 5 UG verwiesen (Vorausbescheid).

Ferner können auf Antrag an das zuständige studienrechtliche Organ auch die erbrachten Leistungen von kürzeren Studienaufenthalten im Ausland, wie beispielsweise die aktive Teilnahme an internationalen Sommer- bzw. Winterschulen, im Rahmen des Freifaches anerkannt werden.

### (2) Praxis

Im Rahmen des Freifachs besteht die Möglichkeit, eine berufsorientierte Praxis zu absolvieren.

Dabei entsprechen jeder Arbeitswoche im Sinne der Vollbeschäftigung 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte. Als Praxis gilt auch die aktive Teilnahme an einer wissenschaftlichen Veranstaltung. Diese Praxis ist von den zuständigen studienrechtlichen Organen zu genehmigen und hat in sinnvoller Ergänzung zum Studium zu stehen.

## IV Prüfungsordnung und Studienabschluss

### § 14. Prüfungsordnung

Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt.

- (1) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen. Prüfungen können ausschließlich mündlich, ausschließlich schriftlich oder kombiniert schriftlich und mündlich erfolgen.
- (2) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Laborübungen (LU), Konstruktionsübungen (KU), Projekten (PT), Seminaren (SE), Seminar/Projekten (SP) und Exkursionen (EX) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Prüfungsvorgängen zu bestehen.
- (3) Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4) und der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Das Masterseminar wird mit "mit Erfolg teilgenommen", bzw. "ohne Erfolg teilgenommen" beurteilt.

- 
- (4) Besteht ein Modul aus mehreren Prüfungsleistungen, die Lehrveranstaltungen entsprechen, so ist die Modulnote zu ermitteln, indem
- die Note jeder dem Modul zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
  - die gemäß lit. a. errechneten Werte addiert werden,
  - das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
  - das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind aufzurunden, sonst abzurunden.
  - Eine positive Modulnote kann nur erteilt werden, wenn jede einzelne Prüfungsleistung positiv beurteilt wurde.
  - Lehrveranstaltungen, deren Beurteilung ausschließlich die erfolgreiche bzw. nicht erfolgreiche Teilnahme bestätigt, sind in diese Berechnung laut lit. a. bis d. nicht einzubeziehen.
- (5) Die kommissionelle Masterprüfung besteht aus
- Präsentation der Masterarbeit (maximal 20 Minuten),
  - Verteidigung der Masterarbeit (Prüfungsgespräch),
  - einer mündlichen Prüfung über Themen aus einem experimentell orientierten Modul und einem theoretisch orientierten Modul gemäß § 8, wobei einem der beiden Module die Masterarbeit zugeordnet ist.
- Die Themen werden vom zuständigen studienrechtlichen Organ der Universität der Zulassung auf Vorschlag der Kandidatin/des Kandidaten festgelegt. Die Gesamtzeit der kommissionellen Masterprüfung beträgt im Regelfall 60 Minuten und hat 75 Minuten nicht zu überschreiten.
- (6) Dem Prüfungssenat der Masterprüfung gehören die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit und zwei weitere Mitglieder an, die nach Anhörung der Kandidatin oder des Kandidaten vom zuständigen studienrechtlichen Organ nominiert werden. Den Vorsitz führt ein Mitglied des Prüfungssenates, welches nicht Betreuerin oder Betreuer der Masterarbeit ist. Die Vorsitzende oder der Vorsitzende und das weitere Mitglied dürfen nicht dem Physikinstitut (TU Graz) oder dem Fachbereich des Physikinstituts (Uni Graz) angehören, an dem die Masterarbeit angefertigt wurde.
- (7) Die Note dieser kommissionellen Prüfung wird vom Prüfungssenat festgelegt.
- (8) Im Sinne eines zügigen Studienfortschrittes ist bei allen Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter das Nachreichen, Ergänzen oder Wiederholen von Teilleistungen, jedenfalls mindestens einer von der Lehrveranstaltungsleiterin oder dem Lehrveranstaltungsleiter festzulegenden Teilleistung, bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltung zu ermöglichen. Endet die Anmeldefrist einer aufbauenden Lehrveranstaltung innerhalb dieses Zeitraumes, so muss diese Gelegenheit bis zum Ende der Anmeldefrist ermöglicht werden. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind Laborübungen.

- (9) Für die An- und Abmeldung sowie für die Durchführung von Prüfungen gelten die Bestimmungen der Satzung jener Universität, die mit der Durchführung der gegenständlichen Prüfung betraut ist. Wird eine Prüfung von beiden Universitäten gemeinsam durchgeführt, ist im Online-System zu veröffentlichen, welche Satzung zur Anwendung kommt. Diese Regelungen gelten sowohl für Vorlesungen (punktuelle Prüfung) als auch für Lehrveranstaltungen mit prüfungsimmanentem Charakter.

## § 15. Studienabschluss

- (1) Mit der positiven Beurteilung der Lehrveranstaltungen aller Pflicht- und Wahlmodule, des Freifaches, der Masterarbeit und der kommissionellen Masterprüfung wird das Masterstudium abgeschlossen.
- (2) Über den erfolgreichen Abschluss des Studiums ist ein Abschlusszeugnis auszustellen. Das Abschlusszeugnis über das Masterstudium Technical Physics enthält
- a. eine Auflistung aller Module (Prüfungsfächer) gemäß § 4 (inklusive ECTS-Anrechnungspunkte, ohne Modulkennbuchstabe) und deren Beurteilungen,
  - b. Titel und Beurteilung der Masterarbeit,
  - c. die Beurteilung der abschließenden kommissionellen Prüfung,
  - d. den Gesamtumfang in ECTS-Anrechnungspunkten des Freifaches gemäß § 10 sowie
  - e. die Gesamtbeurteilung des Studiums.

Die Gesamtbeurteilung des Studiums hat „bestanden“ zu lauten, wenn jedes Modul sowie die Masterarbeit und die kommissionelle Masterprüfung positiv beurteilt wurden. Diese Gesamtbeurteilung hat „mit Auszeichnung bestanden“ zu lauten, wenn weder ein Modul noch die Masterarbeit und die kommissionelle Masterprüfung mit einer schlechteren Beurteilung als „gut“ beurteilt wurden und mindestens die Hälfte der Beurteilungen (Module, Masterarbeit, kommissionelle Masterprüfung) die Note „sehr gut“ aufweist.

## V In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen

### § 16. In-Kraft-Treten

Dieses Curriculum 2017 (UNIGRAZonline Abkürzung 17W, TUGRAZonline Abkürzung 17U) tritt mit dem 1. Oktober 2017 in Kraft.

---

## § 17. Übergangsbestimmungen

Studierende des Masterstudiums Technische Physik der TU Graz, die bei In-Kraft-Treten dieses Curriculums am 1.10.2017 dem Curriculum 2013 unterstellt sind, sind berechtigt, ihr Studium nach den Bestimmungen des Curriculums 2013 innerhalb von 6 Semestern abzuschließen. Wird das Studium bis zum 30.9.2020 nicht abgeschlossen, sind die Studierenden dem Curriculum für das Masterstudium Technical Physics in der jeweils gültigen Fassung zu unterstellen. Im Übrigen sind die Studierenden berechtigt, sich jederzeit freiwillig innerhalb der Zulassungsfristen dem neuen Curriculum zu unterstellen. Eine diesbezügliche schriftliche unwiderrufliche Erklärung ist an das zuständige Studienrechtliche Organ zu richten.

Studierende, welche das TU-Bachelorstudium Technische Physik nach dem Curriculum 2009 bzw. nach einem weiter vorhergehenden Curriculum abgeschlossen haben und das NAWI-Masterstudium Technical Physics nach dem vorliegenden Curriculum 2017 beginnen bzw. sich diesem unterstellen, haben anstelle der Lehrveranstaltungen Statistical Physics, VO (2 SSt, 4 ECTS-Anrechnungspunkte) und Statistical Physics, UE (1 SSt, 2 ECTS-Anrechnungspunkte) die Lehrveranstaltungen Elektrodynamik, VO (2 SSt, 4 ECTS-Anrechnungspunkte) und Elektrodynamik, UE (1 SSt, 2 ECTS-Anrechnungspunkte) zu absolvieren.

Der Vorsitzende des Senats:  
Niemann

## Anhang zum Curriculum des Masterstudiums Technical Physics

### Anhang I.

#### Modulbeschreibungen

| Compulsory module                             | Statistical and Computational Physics  |
|---|--|
| ECTS credit points                            | 10   |
| Subject content                               | <p><u>Statistical Physics</u>: Introduction; probability; classical statistical physics (microcanonical, canonical and grand canonical ensembles, ideal gas, etc.); quantum statistics (density operator, ensembles, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics, ideal Bose gas, black-body radiation, etc.)</p> <p><u>Exercises Statistical Physics</u>: Addressing and working out explicit examples of the topics discussed in class</p> <p><u>Computational Simulations</u>: Introduction to modern techniques of computer simulations e.g. Markov chain Monte Carlo, optimisations, molecular dynamics, finite element methods</p>  |
| Learning outcomes                             | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic principles of statistical physics and computational physics;</li> <li>• apply advanced methods in quantum theory, and</li> <li>• perform successful standard-type calculations in these fields.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profound knowledge of classical statistical physics and some aspects of quantum statistics, and</li> <li>• they are familiar with some of the most important methods of computer simulations and their range of applicability.</li> </ul> |
| Teaching and learning activities and methods: | Lectures, exercise courses with problem sets   |
| Previous knowledge expected                   | Theory courses at bachelor's level and programming knowledge   |
| Frequency of offer: Every year                |  |



| Compulsory module  | Advanced Quantum Mechanics and Atom Physics   |
|--|---|
| ECTS credit points   | 10  |
| Subject content  | <p><u>Advanced Quantum Mechanics</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Extension beyond the hydrogen atoms: covalent bond and LCAO, Born-Oppenheimer approximation, van der Waals interaction</li> <li>● Advanced aspects of angular momentum theory:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ addition of angular momentum</li> <li>○ the Wigner-Eckart theorem and selection rules</li> </ul> </li> <li>● Identical particles</li> <li>● Particle in a classical electromagnetic field, gauge invariance, Landau levels</li> <li>● Second quantisation (fermions, bosons, electromagnetic field)</li> <li>● Matter/radiation interaction: transition rates, etc.</li> <li>● Scattering theory in one and three dimensions (introductory)</li> <li>● Path integral</li> </ul> <p><u>Exercises Advanced Quantum Mechanics</u><br/>Addressing and working out explicit examples of the topics discussed in class</p> <p><u>Advanced Atomic and Molecular Physics</u><br/>Interference, laser and high-frequency spectroscopy: principles and experimental setup. Basics of theoretical molecular physics: molecular formation, molecular binding, interaction with light, molecular symmetry. Rotational, vibrational, and electronic excitations in polyatomic systems. Theoretical molecular spectroscopy. Short introduction to selected topics of quantum chemistry and cluster physics</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● understand the principles of advanced quantum mechanics, including the composition of angular momenta, identical particles, matter/radiation interaction and scattering theory;</li> <li>● address and solve problems in these fields, and</li> <li>● link abstract knowledge to concrete problems in atomic and molecular physics.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● an understanding of advanced aspects of quantum mechanics: angular momentum, identical particles and second quantisation, matter/radiation interaction and scattering theory;</li> <li>● knowledge of classical as well as modern spectroscopic setups and their application to measurements of rotational, vibrational or electronic transitions, and</li> <li>● deeper insights into abstract concepts of quantum mechanics through concrete applications in atomic and molecular physics.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, exercise classes |   |
| Previous knowledge expected  | Quantum mechanics and electrodynamics at bachelor's level   |
| Frequency of offer: Every year   |   |



|   |  |
|---|--|
| <b>Compulsory module</b>                      | <b>Advanced Solid State Physics and Radiation Physics</b>  |
| ECTS credit points                            | 10   |
| Subject content                               | <p><u>Advanced Solid State Physics</u>: The calculation and interpretation of photon, phonon and electron dispersion relations and densities of states, photoemission; determination of the equilibrium thermodynamic properties from the densities of states; electrons in a magnetic field: the quantum Hall effect, the Shubnikov-de Haas effect and the de Haas-van Alphen effect; phase transitions: structural, magnetism, ferroelectricity, piezoelectricity, superconductivity, Peierls transition, Landau theory; optical properties of materials: linear response theory, Kramers-Kronig relations, optical absorption, ellipsometry; electrical and thermal transport: Boltzmann equation; crystal symmetries; quasiparticles: plasmons, polarons, polaritons, excitons, magnons, Raman spectroscopy, EELS; electron-electron interactions: Fermi liquid theory, screening, Mott transition, single-electron effects, Hubbard model</p> <p><u>Exercises Advanced Solid State Physics</u>: Students are asked to design and complete a project that will help other students to pass the course.</p> <p><u>Radiation Physics</u>: Basic experimental and theoretical concepts of nuclear physics (scattering of particles by nuclei, nuclear models, nuclear fission); types of ionising radiation (photons, charged and neutral particles), their detection and measurement and their specific interaction with matter; natural radiation sources; effects of ionising radiation on biological systems, dosimetry; concepts of radiation protection and its legal aspects; application of ionising radiation in medicine for diagnosis and therapy; application of nuclear methods in materials science</p> |
| Learning outcomes                             | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• calculate any property of any crystal starting from the microscopic arrangement of the atoms, and</li> <li>• understand the principles of radiation physics, incl. radiation detection and dosimetry, radiation protection and application of ionising radiation.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a fundamental understanding of crystalline solids, and</li> <li>• basic knowledge of radiation physics and its application.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: | Lectures, laboratory course, independent project   |
| Previous knowledge expected                   | Knowledge of solid state physics, thermodynamics, electrodynamics, quantum mechanics and experimental physics at bachelor's level  |
| Frequency of offer:                           | Every year   |

| Compulsory module   | Business and Entrepreneurship   |
|---|---|
| ECTS credit points  | 4.5   |
| Subject content   | <p>The compulsory module Business and Entrepreneurship is an essential element of the master's programme in Technical Physics, providing students with basic business knowledge that is important for their professional career. Students must take one of the lecture courses Encyclopaedia Business Economics or Enabling Innovation.</p> <p>In the course Encyclopaedia Business Economics, students are introduced to business economics, including topics such as financial accounting, marketing, purchasing, human resource management, capital investment and financial management. Moreover, the enterprise is illustrated as a process-orientated value chain.</p> <p>The course Enabling Innovation provides students with basic knowledge of industrial innovation. The following topics are covered: Basics of Innovation, Models of Innovation Management, Idea Generation, Idea Acceptance, Idea Implementation, Innovation Marketing, Intellectual Property Rights (IPR), Entrepreneurship.</p> <p>There is the option of taking further courses related to this module within the General Elective Module.</p> |
| Learning outcomes   | <p>After successful completion of the course Encyclopaedia Business Economics, students have a basic understanding of the principles of business economics. Furthermore, students are able to apply the discussed tools as efficient controlling instruments in enterprises.</p> <p>After successful completion of the course Enabling Innovation, the students have acquired a general understanding of product innovation management and the innovation process. The students know the basic tasks of product innovation management. They are familiar with methods related to the innovation process and are able to choose and apply the learned methods in different situations.</p>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, exercises, seminars |   |
| Previous knowledge expected   | None  |
| Frequency of offer: Every year  |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Specialisation module</b>   | <b>Applied Materials Physics</b>  |
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>◆ <u>Research Laboratory Applied Materials Physics</u>: Characterisation and analysis of basic structural and functional materials with a focus on current developments in the field of applied materials physics</p> <p><u>Functional Materials</u>: Physics and applications of electroceramics, energy materials (batteries, fuel cells, hydrogen storage) and superconductors</p> <p><u>Soft Matter Physics</u>: Introduction to colloids, gels, liquid crystals, polymers and some biological systems regarding structural, mechanical and optical properties; hierarchical structures and self-assembly processes</p> <p><u>Structurally Complex Materials</u>: Specific, structure-related physical properties of e.g. intermetallic compounds, quasicrystals, amorphous and nanocrystalline materials</p> <p><u>Structural Transformations and Diffusion in Materials</u>: Fundamentals of diffusion in e.g. metals, semiconductors, ceramics and ionic conductors in relation to technologically relevant processes</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the foundations of the different materials classes such as metals, ceramics, polymers and composites;</li> <li>• assess the relation between the atomic structure, microstructure, kinetic processes and the resulting properties of functional and structural materials, and</li> <li>• use modern experimental equipment and methods for the characterisation of materials and the analysis of materials processes.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profound knowledge of different classes of materials and their application as functional and structural materials, and</li> <li>• an insight into the application potentials of materials.</li> </ul>  |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |   |
| Previous knowledge expected  | Experimental physics, solid state physics   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |   |

| Specialisation module       | Computational Condensed Matter Physics   |
|-----------------------------|--|
| ECTS credit points          | 9  |
| Subject content             | <p>Numerical simulations play a major role in the theoretical treatment of condensed matter problems as well as in quantum chemistry. The module provides an overview of most of the common numerical algorithms and how they are applied to realistic problems. Guided by several examples, results for static and dynamical observables in and out of equilibrium are discussed. The course focuses on the challenging problems encountered in novel materials with an emphasis on correlation effects, which are the driving force for many interesting physical properties such as collective magnetism, Mott insulators, the Kondo effect, giant magnetoresistance, and many more.</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Advanced Computational Physics</u>: Addressing and working out explicit examples of the topics discussed in the lectures described below</p> <p><u>Numerical Simulations of Strongly Correlated Many-body Models</u>: The lecture provides an introduction to the models used to describe correlation effects in novel materials and to the numerical approaches to handling the corresponding challenging numerical tasks. The focus in the lecture is on equilibrium properties of models such as the Hubbard, Holstein, Anderson impurity, Kondo and Heisenberg models used to study electronic, phononic and spin degrees of freedom and their mutual interactions.</p> <p><u>Quantum Dynamics</u>: Introduction to the time evolution of highly entangled many-body quantum systems. Discussion of quantum phenomena and applications. Integrability and analytical approaches, mostly in one space dimension. Highly efficient representations, numerical techniques. Programming and investigation of examples</p> <p><u>Ab Initio Methods for Correlated Materials</u>: Introduction to correlations and correlated materials; localised basis sets (Wannier functions); Hubbard model and calculation of interaction parameters; (non-)Fermi liquids; the dynamical mean field theory and the Mott-Hubbard transition</p> |
| Learning outcomes           | <p>After having participated successfully in the module, students have acquired profound knowledge of how to model the key features of realistic materials. They have obtained an overview of the various numerical simulation techniques and they have learned how to develop large-scale computer codes. Based on the content of the courses in the module, students are able to join international research groups immediately and to collaborate at the forefront of research in condensed matter physics.</p>   |
| Teaching and learning       | activities and methods: Lectures, exercise courses and laboratory courses  |
| Previous knowledge expected | Theory courses at bachelor's level, plus advanced quantum mechanics  |
| Frequency of offer:         | Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years  |

| Specialisation module  | Laboratory Technology and Instrumentation   |
|--|---|
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>◆ <u>Measurement Techniques and Probe Analysis</u>: Selection of advanced laboratory courses in the fields of optics, interferometry, spectrography, physics of lasers, solid state and surface physics</p> <p>◆ <u>Computer-supported Measurement Techniques</u>: Laboratory course on the structure, function and programming of a microcontroller in combination with hardware control for automated measurement tasks and process controlling (assembler codes, C-codes, LabVIEW codes)</p> <p><u>Vacuum Technology</u>: Gas kinetics, pumps, pressure measurements, vacuum chambers, safety</p> <p><u>X-ray and Neutron Scattering</u>: Basic principles of elastic and inelastic scattering techniques to study the structure and dynamics of materials at an atomic and molecular level</p> <p><u>Light Engineering</u>: Photometry, colorimetry; radiation flux and intensity, radiance, irradiance; visual measurements; physical and visual photometry, spectral luminous efficiency; the CIE chromaticity of black-body radiation</p> <p><u>Temperature Measurements</u>: Temperature measurements by fixed points, expansion of liquids and metals, electrical resistance, thermoelectric effects; optical temperature measurement: pyrometry, emissivity, black-body radiation</p> <p><u>Ultrasound Methods</u>: Ultrasound generation, propagation, and behaviour in various media and across interfaces. Ultrasound as an analysis tool incl. imaging</p> <p><u>Signal Theory</u>: Introduction to concepts of digital signal processing (spectral analysis and digital filtering, fast transforms, physics of noise, correlation measurement techniques) incl. a laboratory course with practical examples and test programs for real-time data analysis</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand how physical principles and phenomena can be examined and characterised experimentally, and</li> <li>• use and apply modern experimental equipment and methods.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• experience of working scientifically by using experimental equipment or connecting experimental hardware for control and analysis by a computer, and</li> <li>• competence and practical knowledge for the application of various measurement techniques.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, lecture/practical, laboratory course |   |
| Previous knowledge expected  | Knowledge of solid state physics, experimental and computational techniques at bachelor's level   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years     |   |

| Specialisation module       | Microscopy and Nanoanalysis  |
|-----------------------------|--|
| ECTS credit points          | 9  |
| Subject content             | <p>Correlating the atomic and nanoscale structure of condensed matter with physical properties and functionality lies at the heart of a wide range of critical technologies. Electron scattering and diffraction instruments are uniquely positioned to address technological challenges with simultaneous spatial, reciprocal and spectroscopic information of a material in two and three dimensions.</p> <p>◆ <u>Electron Microscopy 1</u>: Overview of electron microscopic instrumentation and techniques. Principles of image formation, contrast mechanisms, resolution.</p> <p>◆ <u>Advanced 2D and 3D Nanoanalysis</u>: Advanced imaging and spectroscopic methods and 3D techniques. Aberration-corrected TEM/STEM, electron tomography, electron beam monochromation and applications, EELS data processing and MLLS fitting based mapping. Practical exercises</p> <p><u>Electron Microscopy 2</u>: Fundamentals of nanoanalytical methods. Special chapters about in-situ and atomic resolution applications. Industrial applications.</p> <p><u>X-ray and Neutron Scattering</u>: Basic principles of elastic and inelastic scattering techniques to study the structure and dynamics of materials at the atomic and molecular level</p> <p><u>Research Laboratory Microscopy and Nanoanalysis</u>: Practical training in the laboratory applying advanced experimental techniques related to current research topics in nanoscience</p> |
| Learning outcomes           | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the functionalities of electron microscopes and spectrometers for SEM and (S)TEM as well as other diffraction techniques;</li> <li>• interpret variations in image contrast, intensity and signal-to-noise ratio that result from electron specimen interactions;</li> <li>• understand diffraction effects and patterns and relate information to the crystallography of the specimen;</li> <li>• assess what microscopy and/or spectroscopy techniques in 2D or 3D are adequate for particular research and formulate a strategy for specimen preparation, microscopy observation and analysis, and</li> <li>• use modern experimental equipment and methods of nanoscience.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profound knowledge of microscopy and nanoanalysis techniques;</li> <li>• an insight into the potential of electron scattering and diffraction instruments, and</li> <li>• specialised competence for material characterisation.</li> </ul>   |
| Teaching and learning       | activities and methods: Lectures, lecture/practical, laboratory course   |
| Previous knowledge expected | Basics in solid state physics, experimental and computational techniques at bachelor's level   |
| Frequency of offer:         | Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years  |

| Specialisation module  | Modelling of Materials   |
|--|--|
| ECTS credit points   | 9  |
| Subject content  | <p>Students are introduced to modern simulation techniques for electronic and nuclear motion in atoms, molecules and bulk structures. They are trained to solve topical problems inspired by current research and industrial needs.</p> <p>◆ <u>Fundamentals of Electronic Structure Theory</u>: Electronic band structure, free-electron bands and tight-binding approximation. SCF approximation; DFT; basis functions; full-potential and pseudopotential approach; advanced topics</p> <p>◆ <u>Simulating Materials Properties from First Principles</u>: Tutorial and scientific exercise. Molecular properties, excitations, vibrations, visualisation, band-structure calculations, ab initio MD, interaction-driven Mott transition</p> <p><u>Applications of Electronic Structure Methods</u>: Interpretation of electronic structure calculations; global structure determination; ab initio thermodynamics; vibrations; phonon bands and heat transport; optical and core-level excitations; scanning probe experiments</p> <p><u>Ab Initio Methods for Correlated Materials</u>: Introduction to correlated materials; localised basis sets; Hubbard model and calculation of interaction parameters; (non-)Fermi liquids; dynamical mean field; Mott-Hubbard model</p> <p><u>Advanced Ab Initio Techniques</u>: Going beyond semi-local functionals. Perturbative approaches beyond DFT – G0W0 and GW. Dispersion corrections; RPA; the Bethe-Salpeter equation for simulating excitations; time-dependent DFT</p> <p><u>Modelling of Molecular Systems</u>: Non-Born-Oppenheimer effects; rovibronic interactions; group theory; excited states; post-Hartree-Fock techniques; solvation, QM/MM embedding; reaction dynamics and transition state theory</p> |
| Learning outcomes  | <p>The module offers a solid methodical and computational background as well as practical knowledge regarding programme packages and libraries at the edge of current research. Participants are equipped with substantial knowledge in the field of materials modelling and electronic structure theory, which makes them valuable job candidates at materials research facilities.</p>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |  |
| Previous knowledge expected  | Quantum mechanics, electrodynamics, advanced quantum mechanics   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |  |



|  |   |
|--|---|
| <b>Specialisation module</b>   | <b>Nano and Laser Optics</b>  |
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>◆ <u>Advanced Optics</u>: Light and matter; interference and diffraction; beam and pulse propagation; layered media and waveguides; microscopy; sources and detectors</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Nano and Laser Optics</u>: Practical training in advanced experimental techniques with the opportunity to choose topics according to interests and lectures attended</p> <p><u>Nano Optics</u>: Super-resolution microscopy; near-field microscopy; quantum emitters; photonic crystals; plasmonics; metamaterials</p> <p><u>Laser Physics</u>: Emission and absorption; Einstein coefficients; laser theory and rate equations; optical resonators and modes; laser pulses; laser types; laser safety</p> <p><u>Ultrafast Laser Physics</u>: Introduction to the state-of-the-art research field of femtosecond time-resolved molecular spectroscopy: generation and amplification of femtosecond laser pulses; pulse propagation in media, dispersion compensation; pulse characterisation; methods and examples of femtosecond time-resolved spectroscopy; strong field effects; applications</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and apply the concepts of ray and wave optics;</li> <li>• understand and apply the concepts of optical material properties and light-matter interaction at all length scales, and</li> <li>• understand and apply the physical and technical principles of (ultrafast) lasers.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the ability to design optical and laser setups, and</li> <li>• the basis for a master's thesis in a research laboratory in the fields of modern optics and photonics.</li> </ul>  |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |   |
| Previous knowledge expected  | Experimental physics, quantum mechanics, electrodynamics and mathematical concepts at bachelor's level  |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |   |

| Specialisation module  | Nanoscience  |
|--|--|
| ECTS credit points   | 9  |
| Subject content  | <p>◆ <u>Nanostructures and Nanotechnology</u>: Overview of physical nanoscience: physics of low-dimensional systems. Electronic transport and magnetic properties on the nanoscale. Nanoparticles, nanocrystalline and nanoporous materials. Lateral nanostructuring. Nanowires, nanotubes and nanodots. Scanning probe techniques</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Nanoscience</u>: Practical training in the laboratory with advanced experimental techniques related to current research topics of nanoscience</p> <p><u>Chemical Fundamentals of Nanoscience</u>: Chemical fundamentals of making nanoparticles. Precipitation; sol-gel processes; dendrimers; supramolecular structures; carbon-based nanoparticles; toxicity of nanoparticles</p> <p><u>Theory of Magnetism and Collective Phenomena</u>: Magnetic exchange mechanisms; models for magnetic materials; response functions and phase transitions, Brown theory of micromagnetism; magnetic domains</p> <p><u>Quantum Transport Theory</u>: Introduction to basic approaches to quantum transport theory e.g. semiclassical Boltzmann equation; Wigner function approach; Green's function techniques. Selected applications in nanophysics</p> <p><u>Structuring of Material Surfaces and Functional Nanofabrication</u>: Overview of technologies that allow the defined fabrication of (functional) surface structures on the microscale and nanoscale</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic principles of low-dimensional systems and the methods of the interdisciplinary research field of nanoscience;</li> <li>• assess the relation between the structure and the properties of nanoscale materials, and</li> <li>• use modern experimental equipment and methods of nanoscience.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profound knowledge of nanoscience, allowing them to make use of specialist literature;</li> <li>• an insight into the application potentials of nanotechnology, and</li> <li>• specialised competence in the field of one of the elective courses e.g. in the application of theoretical concepts in nanoscience.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |  |
| Previous knowledge expected  | Knowledge of solid state physics, quantum mechanics, experimental and computational techniques at bachelor's level   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Specialisation module</b>  | <b>Quantum Many-body Physics</b>  |
| ECTS credit points  | 9   |
| Subject content   | <p>◆ <u>Green's Functions in Many-particle Physics</u><br/>Correlation functions and linear response. Definition of Green's functions for fermions and bosons. Matsubara, retarded and time-ordered Green's functions. Spectral representation. Perturbation theory and Feynman diagrams. Self-energy. Approximation methods.</p> <p><u>Introduction to Correlated Many-body Systems</u><br/>Introduction to topical problems in strongly correlated many-body physics. Models such as the Hubbard, Heisenberg, tJ and Kondo model are derived in second quantisation. In the framework of the Green's function formalism, electronic, magnetic, and optical properties are studied.</p> <p><u>Many-body Systems out of Equilibrium</u><br/>Non-equilibrium Green's functions and Keldysh contour. Perturbation theory and diagrams. Steady state. Quantum transport. Derivation of Boltzmann equations. Impurity scattering. Electron-electron and electron-phonon interactions. Time-dependent phenomena</p> <p><u>Open Quantum Systems</u><br/>Classical master equation: time evolution of probabilities. Reduced density matrix of an open system. Elimination of degrees of freedom. Lindblad equation. Microscopic derivation. Solution methods. Applications to quantum computer, decoherence and quantum measurement, quantum optics, quantum dots</p> |
| Learning outcomes   | <p>After having participated successfully in the module, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have gained an overview of modern aspects of many-body physics;</li> <li>• have acquired a deeper understanding of many-body quantum systems in and out of equilibrium, especially in connection with solid state physics, and</li> <li>• have learned several theoretical approaches to evaluate their properties, which are used for the research carried out at the Institute of Theoretical and Computational Physics.</li> </ul>  |
| Teaching and learning activities and methods:<br>Interactive classes with alternating lectures, tasks and exercises |   |
| Previous knowledge expected   | Quantum mechanics at master's level. Elements of quantum statistics   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years                            |   |

| Specialisation module  | Quantum Optics and Molecular Physics  |
|--|---|
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>Concepts of light-matter interaction are introduced and described with semi-classical and quantum physics. Topics ranging from light propagation in solids to femtosecond processes in isolated molecules are covered.</p> <p>◆ <u>Fundamental Optics</u>: Basics of optics for research and industrial applications: light propagation in isotropic materials and birefringent crystals; polarisation optics; nonlinear optics; Fraunhofer and Fresnel diffraction, Fresnel zone plates; coherence and interference; Fourier optics</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Quantum Optics and Molecular Physics</u>: Practical training in advanced experimental techniques with the opportunity to choose topics according to interests and lectures attended. Students also participate in one of the research experiments.</p> <p><u>Laser Physics</u>: Emission and absorption; Einstein coefficients; laser theory and rate equations; optical resonators and modes; laser types; laser safety</p> <p><u>Ultrafast Laser Physics</u>: Introduction to the state-of-the-art research field of femtosecond time-resolved molecular spectroscopy: generation and amplification of femtosecond laser pulses; pulse propagation in media, dispersion compensation; pulse characterisation; methods and examples of femtosecond time-resolved spectroscopy; strong field effects; applications</p> <p><u>Quantum Optics</u>: Correlated photons; theory of light-pressure force; laser cooling, trapped atomic ensembles; atom interferometry; quantum interference; atomic clocks, optical magnetometers (foundations and theory)</p> <p><u>Modelling of Molecular Systems</u>: Non-Born-Oppenheimer effects; rovibronic interactions; group theory; excited states; post-Hartree-Fock techniques; solvation, QM/MM embedding; reaction dynamics and transition state theory</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• solve optics-related tasks in research and industry, equipped with a substantial fundamental and practical basis;</li> <li>• understand light-induced molecular processes, their investigation with (femtosecond) laser radiation, as well as their modelling;</li> <li>• design and construct optical setups for laser applications, and</li> <li>• carry out a master's thesis in a research laboratory in the field of modern optics or laser spectroscopy.</li> </ul>  |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |   |
| Previous knowledge expected  | Experimental physics, quantum mechanics, electrodynamics and mathematical concepts at bachelor's level  |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Specialisation module</b>   | <b>Radiation and Plasma Physics</b>  |
| ECTS credit points   | 9  |
| Subject content  | <p>◆ <u>Applied Radiation Physics</u>: Introduction to ionising radiation sources, interaction of radiation with matter; human exposure to natural and man-made radiation sources, their biological effects, risks and tolerance limits; basics of dosimetry and activity measurements; applied radiation protection</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Radiation and Plasma Physics</u>: Exercises on radiation detection, dosimetry and activity measurements, gamma-spectrometric identification of radionuclides and determination of radon concentration in air. Computer simulations on topics of plasma or fusion physics</p> <p><u>Plasma Physics</u>: Collective effects in plasmas and conducting fluids; drift motions of charged particles in electromagnetic fields; plasma models; linear response of electric media; plasma waves</p> <p><u>Fusion Physics</u>: Introduction to nuclear fusion; magnetic confinement; inertial confinement; fusion concepts (tokamak, stellarator, mirror, field-reversed configuration) and related experiments; fusion fuels; power balance in fusion plasmas; technological aspects; safety aspects; comparison to nuclear fission; nuclear fusion in the sun and in stars (creation of elements in the universe)</p> <p><u>Kinetic Theory in Plasma Physics</u>: Concepts of kinetic theory in plasma physics; comparison to single particle and fluid description; derivation of Liouville equation, Lenard-Balescu equation, Fokker-Planck equation and Vlasov equation; Coulomb collisions in plasmas; applications of kinetic theory</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>understand the basic physical principles of ionising radiation, plasma and fusion processes.</li> </ul> <p>After having completed the module, students have gained</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>profound knowledge of ionising radiation and radiation protection;</li> <li>an insight into the basic physics of ionised gases, and</li> <li>practical skills and specialised competence in radiation and plasma physics.</li> </ul>  |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |  |
| Previous knowledge expected  | Basic courses in theoretical mechanics and electrodynamics   |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |  |

| Specialisation module  | Semiconductor Devices  |
|--|--|
| ECTS credit points   | 9  |
| Subject content  | <p>◆ <u>Physics of Semiconductor Devices</u>: Introduction to the band structures of semiconductors; intrinsic and extrinsic semiconductors; drift and diffusion of electrons and holes; p-n junctions; Schottky diodes; Ohmic contacts; JFETs, MESFETs; MOSFETs; CMOS; memories; bipolar transistors; solar cells; light-emitting diodes; laser diodes</p> <p>◆ <u>Research Laboratory Semiconductor Devices</u>: Characterisation of transistors; noise measurements; voltage-capacitance; the Hall effect; charge pumping; EBIC; EDMR; fabrication of organic devices; e-beam lithography; ellipsometry and pyrometry; SEM; TEM; FIB; IR spectroscopy; simulation laboratory</p> <p><u>Microelectronics and Micromechanics</u>: Basic processes of Si-planar technology; oxidation; thin film deposition; lithography; etching; fabrication of semiconductor devices; micromechanics; LIGA; micro-optics; microfluidics; EBID</p> <p><u>Organic Semiconductors</u>: Molecular and crystalline structures; liquid crystals; self-assembly processes; charge transport in organic semiconductors; photo-physical and non-linear optical properties; organic light-emitting devices; lighting applications and displays; organic thin-film transistors; modelling of organic devices; fabrication of organic devices</p> <p><u>Modelling and Simulation of Semiconductors</u>: Introduction to the electronic structure of semiconductors; scattering mechanisms for electrons; transport modelling techniques (drift diffusion, Monte Carlo, Boltzmann equation); organic and nanotube field-effect transistors</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● describe the fabrication and operation of semiconductor devices;</li> <li>● understand how the choice of materials changes the properties of the devices, and</li> <li>● use modern experimental equipment and methods for the characterisation of semiconducting materials and devices.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course, independent project |  |
| Previous knowledge expected  | Knowledge of solid state physics, electrodynamics, computer programming, and experimental physics at bachelor's level  |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years       |  |

| Specialisation module  | Surface Science   |
|--|---|
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>◆ <u>Surface Science</u>: Geometric and electronic structure of surfaces (theory and methods); adsorption (thermodynamics, growth processes)</p> <p>◆ <u>Experimental Methods in Surface Science</u>: Combination of lectures and laboratory courses; the focus is on understanding the principles of modern experimental surface science techniques (morning lectures) and gaining direct hands-on experience (afternoon laboratory course) with the techniques available at the surface science groups at Uni Graz and TU Graz.</p> <p><u>Molecular Interfaces</u>: Bonding; orbitals; band structure; interfaces; angle-resolved UPS; orbital tomography</p> <p><u>Scanning Probe Techniques</u>: Scanning tunnelling microscopy (theory, operation, measurement modes, spectroscopy, applications, spin-polarised STM, inelastic STM/STS, manipulation). Atomic force microscopy (theory, interaction forces, modes (static, dynamic), force-distance curves, Kelvin probe, magnetic force; spectromicroscopy: PEEM, LEEM, <math>\mu</math>-XPS</p> <p><u>Synchrotron Radiation Techniques</u>: Synchrotron light generation (history, accelerators, etc.); synchrotron XPS (time-resolved, data analysis, line shapes, curve fitting, etc.); X-ray absorption spectroscopy (EXAFS, XANES)</p> <p><u>Thin Film Science and Processing</u>: Principles of thin film growth, thermodynamics and kinetics, adsorption, desorption, diffusion, techniques (PVD, CVD, LB, spin coating), nanostructure fabrication (etching, etc.)</p> <p><u>Surface Chemistry</u>: Chemical reactions on surfaces (heterogeneous catalysis; photocatalysis; electrochemistry)</p> <p><u>Vacuum Technology</u>: Gas kinetics, pumps, pressure measurements, vacuum chambers, safety</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the fundamental (geometric and electronic) properties of surfaces as a representation of a truncated crystalline bulk material;</li> <li>• understand the principles, operate and interpret the results obtained with state-of-the-art ultra-high vacuum-based surface science methods and standard surface analytical methods for industry, and</li> <li>• understand the principles and methods of adsorption on surfaces, self-assembly, thin film growth and nanostructuring.</li> <li>• The optional courses provide students with deeper knowledge of the systems and techniques of surface physics and surface chemistry.</li> </ul>   |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures, laboratory course                |   |
| Previous knowledge expected  | Knowledge of solid state physics  |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |   |



| Specialisation module  | Theoretical Solid-state Physics   |
|--|---|
| ECTS credit points   | 9   |
| Subject content  | <p>◆ <u>Green's Functions for Solid State Physics</u>: Physical response and Green's functions (finite T); functional integral representation; contour ordering; perturbation theory; irreducible diagrams and integral equations; zero-temperature Green's functions: linear response; Fermi liquid theory</p> <p><u>Fundamentals of Electronic Structure Theory</u>: Electronic band structure, free-electron bands and tight-binding approximation. Self-consistent field approximation; density functional theory; basis functions; full-potential and pseudopotential methods; advanced topics</p> <p><u>Theory of Magnetism and Collective Phenomena</u>: Magnetic exchange mechanisms; models for magnetic materials; response functions and phase transitions; Brown theory of micromagnetism; magnetic domains</p> <p><u>Theory of Superconductivity</u>: Phenomenology of superconductors; the Meissner effect; London equations. Microscopic theory: BCS theory at zero and finite temperatures; introduction to strong-coupling Migdal-Eliashberg theory</p> <p><u>Phase Transitions and Critical Phenomena</u>: Lattice models and applications of statistical physics. Mean field, perturbation series, transfer matrix, renormalisation group, mapping between representations. Simulation techniques and examples, including cluster Monte Carlo and Kosterlitz-Thouless transition</p> <p><u>Exotic States in Solids</u>: Berry phase; topological matter; the quantum Hall and spin Hall effect; topological insulators; Dirac and Majorana fermions; monopoles; vortices, etc.</p> <p><u>Quantum Transport Theory</u>: Introduction to basic approaches to quantum transport theory e.g. semiclassical Boltzmann equation; Wigner function approach; Green's function techniques. Selected applications in nanophysics</p> <p><u>Computational Methods in Solid State Physics</u>: Computational approaches in solid state physics, with an emphasis on dynamic processes e.g. spontaneous magnetisation and self-consistency; quantum interference effects in qubit control; spin-selective transport in semiconductor heterostructures; Andreev reflection, etc.</p> |
| Learning outcomes  | <p>After having participated successfully in the module, students have a clear overview of the fundamental methods and open problems of modern theoretical solid state physics.</p> <p>After having completed the module, students have acquired the basic skills to solve related problems at the level of a master's thesis.</p>  |
| Teaching and learning activities and methods: Lectures with multimedia material          |   |
| Previous knowledge expected  | Solid state physics, quantum mechanics and statistical physics at master's level  |
| Frequency of offer:<br>Mandatory courses (◆) every year; others at least every two years |   |

## Anhang II.

### Studienablauf

| 1. Semester                                | SSt. | Typ | ECTS       | Uni Graz <sup>1</sup> | TU Graz <sup>1</sup> |
|--|------|-----|------------|-----------------------|----------------------|
| Statistical Physics                        | 2    | VO  | 4          | X                     | X                    |
| Statistical Physics                        | 1    | UE  | 2          | X                     | X                    |
| Advanced Quantum Mechanics                 | 2    | VO  | 4          | X                     | X                    |
| Advanced Quantum Mechanics                 | 1    | UE  | 2          | X                     | X                    |
| Advanced Solid State Physics               | 2    | VO  | 4          | X                     | X                    |
| Advanced Solid State Physics               | 1    | UE  | 2          | X                     | X                    |
| Wahlmodule                                 |      |     | 9          | X                     | X                    |
| Freifach                                   |      |     | 3          | X                     | X                    |
| <b>1. Semester Summe</b>                   |      |     | <b>30</b>  |                       |                      |
| <b>2. Semester</b>                         |      |     |            |                       |                      |
| Computer Simulations                       | 3    | VU  | 4          |                       | X                    |
| Advanced Atomic and Molecular Physics      | 2    | VO  | 4          |                       | X                    |
| Radiation Physics                          | 2    | VO  | 4          |                       | X                    |
| Pflichtmodul Business and Entrepreneurship |      |     | 4.5        |                       | X                    |
| Wahlmodule                                 |      |     | 9          | X                     | X                    |
| Freifach                                   |      |     | 4.5        | X                     | X                    |
| <b>2. Semester Summe</b>                   |      |     | <b>30</b>  |                       |                      |
| <b>3. Semester</b>                         |      |     |            |                       |                      |
| Wahlmodule                                 |      |     | 24.5       | X                     | X                    |
| Freifach                                   |      |     | 2.5        | X                     | X                    |
| <b>3. Semester Summe</b>                   |      |     | <b>27</b>  |                       |                      |
| <b>4. Semester</b>                         |      |     |            |                       |                      |
| Masterseminar                              | 2    | SE  | 2          | X                     | X                    |
| Masterarbeit                               |      |     | 30         | X                     | X                    |
| Masterprüfung                              |      |     | 1          | X                     | X                    |
| <b>4. Semester Summe</b>                   |      |     | <b>33</b>  |                       |                      |
| <b>Summe ECTS gesamt</b>                   |      |     | <b>120</b> |                       |                      |

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

## Anhang III.

### Empfohlene Lehrveranstaltungen für das Freifach

Frei zu wählende Lehrveranstaltungen können laut § 10 dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten sowie aller inländischen Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden.

Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Module dieses Studiums werden Lehrveranstaltungen aus den Gebieten Fremdsprachen, soziale Kompetenz, Technikfolgenabschätzung sowie Frauen- und Geschlechterforschung empfohlen. Insbesondere wird auf das Angebot der Serviceeinrichtung Sprachen, Schlüsselkompetenzen und Interne Weiterbildung der TU Graz bzw. Treffpunkt Sprachen der Universität Graz, des Zentrums für Soziale Kompetenz der Universität Graz, der Transferinitiative für Management- und Entrepreneurship-Grundlagen („TIMEGATE“) der Universität Graz sowie des Interuniversitären Forschungszentrums für Technik, Arbeit und Kultur hingewiesen.

Im Rahmen des Freifaches kann ein Privatissimum im Umfang von 2 ECTS-Anrechnungspunkten absolviert werden, das von der Masterarbeitsbetreuerin oder dem Masterarbeitsbetreuer mit Lehrbefugnis angeboten wird.

## Anhang IV.

### Äquivalenz- und Anerkennungsliste

Für Lehrveranstaltungen, deren Äquivalenz bzw. Anerkennung in diesem Teil des Anhangs zum Curriculum definiert ist, ist keine gesonderte Anerkennung durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ mehr erforderlich. Auf die Möglichkeit einer individuellen Anerkennung nach § 78 UG per Bescheid durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ wird hingewiesen.

Für Studierende des Masterstudiums Technische Physik, Curriculum 2013, an der Technischen Universität Graz regelt die nachfolgende Tabelle die Anerkennung von Lehrveranstaltungen zwischen dem auslaufenden Masterstudium Technische Physik, Curriculum 2013, und dem vorliegenden Curriculum.

- a. Studierende der TU Graz, welche nicht in das vorliegende Curriculum wechseln, können Lehrveranstaltungen des Masterstudiums Technische Physik, Curriculum 2013, durch Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums gemäß folgender Tabelle ersetzen, wenn diese Lehrveranstaltungen durch „↔“ oder „←“ verknüpft sind. Dabei bedeutet „↔“ die Äquivalenz der beiden Lehrveranstaltungen und „←“, dass die Lehrveranstaltung in der linken Tabellenspalte durch jene in der rechten Tabellenspalte ersetzt werden kann.

Führt das Ersetzen von Lehrveranstaltungen gemäß der Tabelle zur Erhöhung bzw. Verringerung des ECTS-Umfanges eines Pflichtfaches oder des Allgemeinen Physikalischen Wahlfaches des Curriculums 2013, so erniedrigt bzw. erhöht sich der zu absolvierende Umfang für das Physikalische Vertiefungsfach um jeweils die gleiche Anzahl von ECTS-Anrechnungspunkten.

Lehrveranstaltungen aus dem Katalog der Physikalischen Vertiefungsmodule (§ 9A) und aus dem Katalog „Allgemeines Wahlfach“ (§ 9B) des vorliegenden Curriculums, die nicht in nachfolgender Tabelle aufgeführt sind, können ebenfalls als Lehrveranstaltung für den Wahlfachkatalog VI des Curriculums 2013 herangezogen werden<sup>III</sup>. Das studienrechtliche Organ kann dies untersagen, falls sich der Lehrinhalt der betreffenden Lehrveranstaltung nicht in maßgeblichem Umfang von den anderen Lehrveranstaltungen, die für das Allgemeine Physikalische Wahlfach und das Physikalische Vertiefungsfach gewählt werden, unterscheidet.

Studierende der TU Graz, welche in das vorliegende Curriculum wechseln, können Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums durch Lehrveranstaltungen des Masterstudiums Technische Physik, Curriculum 2013, gemäß folgender Tabelle ersetzen, wenn diese Lehrveranstaltungen durch „↔“ oder „→“ verknüpft sind. Dabei bedeutet „↔“ die Äquivalenz der beiden Lehrveranstaltungen und „→“, dass die Lehrveranstaltung in der rechten Tabellenspalte durch jene in der linken Tabellenspalte ersetzt werden kann.

Die Anerkennung von Lehrveranstaltungen aus dem Curriculum 2013 für ein Vertiefungsmodul gilt in gleicher Weise auch für das Allgemeine Wahlmodul.

Führt das Ersetzen von Lehrveranstaltungen gemäß der Tabelle zur Erhöhung bzw. Verringerung des ECTS-Umfanges eines Physikalischen Vertiefungsmoduls, so erniedrigt bzw. erhöht sich der zu absolvierende Umfang für das Allgemeine Wahlmodul um jeweils die gleiche Anzahl von ECTS-Anrechnungspunkten.

| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013 |        |      |      |   | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017 |        |      |      |
|--|--------|------|------|---|--|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung                                      | LV-Typ | SSt. | ECTS |   | Lehrveranstaltung                                      | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| <b>Statistische Physik</b>                             |        |      |      |   |  |        |      |      |
| Statistische Physik                                    | VO     | 2    | 4    | ↔ | Statistical Physics                                    | VO     | 2    | 4    |
| Statistische Physik                                    | UE     | 1    | 2    | ↔ | Statistical Physics                                    | UE     | 1    | 2    |
| <b>Fortgeschrittene Quantenmechanik</b>                |        |      |      |   |  |        |      |      |
| Fortgeschrittene Quantenmechanik                       | VO     | 2    | 4    | ↔ | Advanced Quantum Mechanics                             | VO     | 2    | 4    |
| Fortgeschrittene Quantenmechanik                       | UE     | 1    | 2    | ↔ | Advanced Quantum Mechanics                             | UE     | 1    | 2    |
| <b>Computersimulationen und mathematische Methoden</b> |        |      |      |   |  |        |      |      |
| Computersimulationen                                   | VU     | 3    | 4    | ↔ | Computer Simulations                                   | VU     | 3    | 4    |
| Analytische Funktionen                                 | VO     | 1    | 2    | → | Green's Functions for Solid State Physics              | VU     | 2    | 3    |
| Analytische Funktionen                                 | UE     | 1    | 1    | ← |  |        |      |      |

<sup>III</sup> Abgesehen von den Laborübungen des Moduls „Laboratory Technology and Instrumentation“ sind hiervon die Lehrveranstaltungen vom Typ LU der Vertiefungsmoduls (bzw. VU im Vertiefungsmodul Surface Science) ausgenommen.

| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013                         |        |      |      |        | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017  |        |      |      |
|--|--------|------|------|--------|---|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung  | LV-Typ | SSt. | ECTS |        | Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| <b>Advanced Computational Physics</b>  |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Advanced Computational Physics   | VO     | 2    | 3    | →      | Complete Module: Computational Condensed Matter Physics   |        |      |      |
| Advanced Computational Physics   | UE     | 4    | 5    | ←      |   |        |      |      |
| <b>Forschungslabor</b>   |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Forschungslabor 1  | LU     | 3    | 4    | →      | Research Laboratory of a Module <u>or</u> Experimental Methods in Surface Science of Module Surface Science | LU     | 2    | 3    |
|  |        |      |      | ←      |   | VU     | 2    | 3    |
| Forschungslabor 2  | LU     | 3    | 4    | →      | Research Laboratory of a Module <u>or</u> Experimental Methods in Surface Science of Module Surface Science | LU     | 2    | 3    |
|  |        |      |      | ←      |   | VU     | 2    | 3    |
| <b>Fortgeschrittene Experimentalphysik</b>                                     |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Experimentelles Praktikum  | LU     | 3    | 4    | →      | Research Laboratory of a Module <u>or</u> Experimental Methods in Surface Science of Module Surface Science | LU     | 2    | 3    |
|  |        |      |      | ←      |   | VU     | 2    | 3    |
| Strahlenphysik   | VO     | 2    | 4    | ↔      | Radiation Physics   | VO     | 2    | 4    |
| Experimentelle Methoden der Spektroskopie, Quantenoptik und Quantenmesstechnik | VO     | 2    | 4    | ↔      | Advanced Atomic and Molecular Physics   | VO     | 2    | 4    |
| <b>Fortgeschrittene Festkörperphysik</b>                                       |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Fortgeschrittene Festkörperphysik  | VO     | 2    | 5    | ↔      | Advanced Solid State Physics  | VO     | 2    | 4    |
| Fortgeschrittene Festkörperphysik  | UE     | 1    | 1    | ↔      | Advanced Solid State Physics  | UE     | 1    | 2    |
| <b>Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</b>                                 |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre  | VO     | 2    | 4    | ↔      | Encyclopedia Business Economics   | VO     | 3    | 4,5  |
| Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre  | UE     | 1    | 2    | ↔      | Encyclopedia Business Economics   | UE     | 2    | 2    |
| <b>Wahlfachkatalog II (Experimentelle Physik)</b>                              |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Atom- und Molekülphysik  | VO     | 2    | 3    | →<br>← | Modelling of Molecular Systems  | VO     | 2    | 3    |
| Optik  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Fundamental Optics  | VO     | 2    | 3    |
| Physik des Lasers  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Laser Physics   | VO     | 2    | 3    |
| Transmissionselektronenmikroskopie   | VO     | 2    | 3    | →<br>← | Electron Microscopy 1   | VO     | 2    | 3    |
| Rasterelektronenmikroskopie  | VO     | 2    | 3    | →<br>← | Electron Microscopy 1   | VO     | 2    | 3    |
|  |        |      |      |        |   |        |      |      |

| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013      |        |      |      |        | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017               |        |      |      |
|---|--------|------|------|--------|--|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |        | Lehrveranstaltung  | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| <b>Wahlfachkatalog III (Festkörper- und Materialphysik)</b> |        |      |      |        |  |        |      |      |
| Oberflächen- und Dünnschichtphysik                          | VO     | 2    | 3    | ↔      | Thin Film Science and Processing                                     | VO     | 2    | 3    |
| Physics of semiconductor devices                            | VO     | 2    | 3    | ↔      | Physics of Semiconductor Devices                                     | VO     | 2    | 3    |
| Soft-Matter-Physik  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Soft Matter Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Funktionswerkstoffe   | VO     | 2    | 3    | ↔      | Functional Materials   | VO     | 2    | 3    |
| Nanostrukturen und Nanotechnologie                          | VO     | 2    | 3    | ↔      | Nanostructures and Nanotechnology                                    | VO     | 2    | 3    |
| <b>Wahlfachkatalog IV (Theoretische Physik)</b>             |        |      |      |        |  |        |      |      |
| Plasmaphysik  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Plasma Physics   | VO     | 2    | 3    |
| Theoretische Festkörperphysik                               | VO     | 2    | 3    | →<br>← | Fundamentals of Electronic Structure Theory                          | VO     | 2    | 3    |
| Transport in Nanostrukturen und mesoskopischen Systemen     | VO     | 2    | 3    | ↔      | Quantum Transport Theory   | VO     | 2    | 3    |
| Quanten und Felder  | VO     | 2    | 3    | →<br>← | Non-compulsory course of Module Quantum Many-Body Physics            | VU     | 2    | 3    |
| <b>Wahlfachkatalog V (Seminar)</b>                          |        |      |      |        |  |        |      |      |
| Seminar Experimentalphysik 1                                | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Experimentalphysik 2                                | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Festkörperphysik 1                                  | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Festkörperphysik 2                                  | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Materialphysik 1                                    | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Materialphysik 2                                    | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Theoretische Physik – Computational Physics 1       | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Theoretische Physik – Computational Physics 2       | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik 1            | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| Seminar Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik 2            | SE     | 2    | 2    | ↔      | Masterseminar  | SE     | 2    | 2    |
| <b>Wahlfachkatalog VI</b>                                   |        |      |      |        |  |        |      |      |
| <b>Teilkatalog: Experimentalphysik</b>                      |        |      |      |        |  |        |      |      |
| Special Topics of Molecular Physics                         | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Quantum Optics and Molecular Physics | VO     | 2    | 3    |

| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013           |        |      |      |        | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017  |        |      |      |
|--|--------|------|------|--------|---|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung  | LV-Typ | SSt. | ECTS |        | Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| Experimentelle Plasmaphysik                                      | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Radiation and Plasma Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Feinwerktechnik  | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Laboratory Technology and Instrumentation  | VO     | 2    | 3    |
| Special Topics of Coherent Optics                                | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Quantum Optics and Molecular Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Lichttechnik   | VO     | 3    | 4    | ↔      | Light Engineering   | VO     | 2    | 3    |
| Quantenoptik   | VO     | 2    | 3    | ↔      | Quantum Optics  | VO     | 2    | 3    |
| Praktikum aus kohärenter Optik, Atom- und Molekülspektroskopie 1 | LU     | 5    | 5    | →      | Research Laboratory of Module Nano and Laser Optics <u>or</u> of Module Quantum Optics and Molecular Physics            | LU     | 2    | 3    |
| Praktikum aus kohärenter Optik, Atom- und Molekülspektroskopie 2 | LU     | 5    | 5    | →      | Research Laboratory of Module Nano and Laser Optics <u>or</u> of Module Quantum Optics and Molecular Physics            | LU     | 2    | 3    |
| Temperaturmessungen  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Temperature Measurements  | VO     | 2    | 3    |
| <b>Teilkatalog: Festkörperphysik</b>                             |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Dünnschichttechnologie   | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Semiconductor Devices <u>or</u> of Module Surface Science                               | VO     | 2    | 3    |
| Topics in surface science  | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Surface Science   | VO     | 2    | 3    |
| Polymers in electronics  | LU     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Semiconductor Devices   | VO     | 2    | 3    |
| Festkörperspektroskopie  | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module of Module Surface Science <u>or</u> of Module Laboratory Technology and Instrumentation | VO     | 2    | 3    |
| Chemische Grundlagen der Nanowissenschaften                      | VO     | 2    | 3    | ↔      | Chemical Fundamentals of Nanoscience  | VO     | 2    | 3    |
| Lichterzeugung und Displaytechnologie in Theorie und Praxis      | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Laboratory Technology and Instrumentation  | VO     | 2    | 3    |
| Mikroelektronik und Mikro-mechanik                               | VO     | 2    | 3    | ↔      | Microelectronics and Micro-mechanics  | VO     | 2    | 3    |
| Oberflächenchemie  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Surface Chemistry   | VO     | 2    | 3    |
| Topics in semiconductors   | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Semiconductor Devices   | VO     | 2    | 3    |
| Organic Semiconductors – Fundamentals and Applications           | VO     | 3    | 4    | →<br>← | Organic Semiconductors  | VO     | 2    | 3    |



| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013               |        |      |      |        | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017  |        |      |      |
|--|--------|------|------|--------|---|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung  | LV-Typ | SSt. | ECTS |        | Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| Praktikum Festkörperphysik   | LU     | 3    | 3    | →<br>← | Research Laboratory of Module Semiconductor Devices   | LU     | 3    | 3    |
| X-ray physics  | VO     | 2    | 3    | ↔      | X-ray and Neutron Scattering  | VO     | 2    | 3    |
| Vakuumtechnologie  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Vacuum Technology   | VO     | 2    | 3    |
| <b>Teilkatalog: Materialphysik</b>                                   |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Topics in Materials Physics  | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Applied Materials Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Ausgewählte Themen der Technischen Physik                            | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Applied Materials Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Biologische und biobasierte Materialien                              | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |
| Nukleare Festkörperphysik  | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Applied Materials Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Experimentelle Methoden der Materialforschung                        | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module Applied Materials Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Praktikum computerunterstützte Messtechnik                           | LU     | 3    | 3    | →<br>← | Computer Supported Measurement Techniques   | LU     | 2    | 3    |
| Praktikum Materialphysik   | LU     | 3    | 3    | ↔      | Research Laboratory Applied Materials Physics   | VO     | 2    | 3    |
| Strahlenschutz für ionisierende Strahlung                            | VU     | 2    | 3    | →<br>← | Applied Radiation Physics   | VO     | 2    | 3    |
| Strukturbildung und Diffusion in Materie                             | VU     | 3    | 4    | →<br>← | Structural Transformations and Diffusion in Materials   | VU     | 3    | 3    |
| Structurally complex materials                                       | VO     | 2    | 3    | ↔      | Structurally Complex materials  | VO     | 2    | 3    |
| <b>Teilkatalog: Theoretische Physik – Computational Physics</b>      |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Allgemeine Relativitätstheorie                                       | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |
| Analytische Methoden in der angewandten theoretischen Physik         | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |
| Applikationssoftware für Fortgeschrittene                            | VU     | 4    | 5    | →<br>← | Programming in Physics: Advanced MATLAB   | VU     | 4    | 4    |
| Ausgewählte Kapitel der theoretischen Vielteilchenphysik             | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Quantum Many-Body Physics or of Module Computational Condensed Matter Physics | VO     | 2    | 3    |
| Festkörpertheorie  | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Theoretical Solid State Physics   | VO     | 2    | 3    |
| Einführung in das symbolische Rechnen                                | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |
| Fundamentale Effekte von Vielteilchenproblemen                       | VO     | 2    | 3    | ↔      | Introduction to Correlated Many-Body Systems  | VU     | 2    | 3    |
| Fusionsphysik  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Fusion Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Kinetische Gleichungen für klassische und quantenmechanische Systeme | VO     | 2    | 3    | ↔      | Kinetic Equations for Classical and Quantum Mechanical Systems  | VO     | 2    | 3    |

| Lehrveranstaltung aus dem auslaufendem Curriculum 2013                    |        |      |      |        | Lehrveranstaltung aus dem vorliegenden Curriculum 2017  |        |      |      |
|---|--------|------|------|--------|---|--------|------|------|
| Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |        | Lehrveranstaltung   | LV-Typ | SSt. | ECTS |
| Kinetic Theory in Plasma Physics  | VO     | 2    | 3    | ↔      | Kinetic Theory in Plasma Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Correlation Phenomena in Solid State Physics                              | VU     | 3    | 4    | →      | Non-compulsory course of Module Theoretical Solid State Physics <u>or</u> of Module Quantum Many-Body Physics | VU     | 3    | 4    |
| Mathematische Methoden der Theoretischen Physik                           | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |
| Computational Many-Body Physics   | VU     | 3    | 4    | →<br>← | Numerical Simulation of strongly Correlated Many-Body Models  | VU     | 2    | 3    |
| Phasenübergänge und kritische Phänomene                                   | VU     | 4    | 5    | →<br>← | Phase Transitions and Critical Phenomena  | VO     | 2    | 3    |
| Plasmaelektrodynamik  | VO     | 2    | 3    | →      | Non-compulsory course of Module Radiation and Plasma Physics  | VO     | 2    | 3    |
| Quanten und Felder  | UE     | 2    | 2    | →      | Non-compulsory course of Module Quantum Many-Body Physics   | UE     | 2    | 2    |
| Theoretische Physik mit MATHEMATICA: symbolisches und numerisches Rechnen | VU     | 4    | 4    | ↔      | MATHEMATICA for Theoretical Physics: Symbolic and Numerical Computation                                       | VU     | 4    | 4    |
| <b>Teilkatalog: Elektronen-mikroskopie und Nanoanalytik</b>               |        |      |      |        |   |        |      |      |
| Materials characterization by electron microscopy                         | LU     | 2    | 2    | →<br>← | Research Laboratory Microscopy and Nanoanalysis   | LU     | 2    | 3    |
| Microscopy and structuring of materials surfaces                          | VU     | 2    | 3    | →      | Advanced 2D and 3D Nanoanalysis   | VU     | 2    | 3    |
| Strukturaufklärung mittels Hochauflösungselektronen-mikroskopie           | VO     | 2    | 3    | →      | Lecture course of Module General Elective   | VO     | 2    | 3    |

## Anhang V.

### Glossar

Glossar der verwendeten Bezeichnungen, welche in den Satzungen und Richtlinien der beiden Universitäten unterschiedlich benannt sind

| Bezeichnung in diesem Curriculum (NAWI Graz) | Bezeichnung Uni Graz | Bezeichnung TU Graz |
|--|----------------------|---------------------|
| SSt.   | KStd.                | SSt.                |
| Wahlmodul                                    | Gebundes Wahlfach    | Wahlfach            |
| Freifach                                     | Freie Wahlfächer     | Freifach            |