



AMTLICHE MITTEILUNGEN

Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal
Herausgegeben vom Rektor

NR_29 **JAHRGANG 43**
19. Mai 2014

**Prüfungsordnung für den
Masterstudiengang Computer Simulation in Science
an der Bergischen Universität Wuppertal**

vom 19.05.2014

Auf Grund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 31.10.2006 (GV. NRW. S. 474), zuletzt geändert durch Gesetz vom 03.12.2013 (GV. NW. S. 723), hat die Bergische Universität Wuppertal die folgende Prüfungsordnung erlassen.

Inhaltsübersicht

I. Allgemeines

- § 1 Ziele des Studiums und Zweck der Prüfungen, Zugangsvoraussetzungen
- § 2 Abschlussgrad
- § 3 Regelstudienzeit und Studiumumfang
- § 4 Prüfungsfristen und -termine
- § 5 Prüfungsausschuss
- § 6 Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer
- § 7 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen
- § 8 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

II. Masterprüfung

- § 9 Zulassung
- § 10 Umfang und Art der Masterprüfung
- § 11 Prüfungen, Nachweise und Leistungspunkte
- § 12 Nachteilsausgleich
- § 13 Prüfungsformen
- § 14 Erfassung und Anrechnung von Leistungspunkten
- § 15 Abschlussarbeit (Master-Thesis)
- § 16 Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten und Bestehen der Masterprüfung
- § 17 Zusatzleistungen
- § 18 Zeugnis
- § 19 Masterurkunde

III. Schlussbestimmungen

- § 20 Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des Mastergrades
- § 21 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 22 Übergangsbestimmungen
- § 23 In-Kraft-Treten und Veröffentlichung

Anhang: Modulbeschreibungen

I. Allgemeines

§ 1

Ziele des Studium und Zweck der Prüfungen, Zugangsvoraussetzungen

- (1) Die Masterprüfung bildet den berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums im Masterstudiengang Computer Simulation in Science. Durch den erfolgreichen Abschluss werden die Studierenden befähigt, Methoden der Computersimulation in der Forschung oder in der Industrie einzusetzen. Durch die Anwendung auf Problemstellungen in den Naturwissenschaften sind sie mit komplexen Modellen und der Modellbildung vertraut. Der Master-Studiengang „Computer Simulation in Science“ (CSiS, Computersimulation in den Naturwissenschaften) unterstreicht die Anwendung von computerorientierten Techniken und Methoden in modernen Problemen der Forschung.
- (2) Das Studium soll den Kandidatinnen und Kandidaten unter Berücksichtigung der Anforderungen und Veränderungen in der Berufswelt die erforderlichen fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden so vermitteln, dass sie zu wissenschaftlicher Arbeit, zur kritischen Einordnung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und zu verantwortlichem Handeln befähigt werden.
- (3) Die Voraussetzungen für den Zugang zum Master-Studium in Computer Simulation in Science erfüllt, wer

1. einen einschlägigen Bachelor-Abschluss mit einer Regelstudienzeit von mindestens 6 Semestern und einem Gesamtumfang von mindestens 180 ECTS-Leistungspunkten mit der Gesamtnote von 3,0 (abgerundet auf die erste Dezimalstelle im deutschen Notensystem) oder besser an einer Hochschule (Universität oder Fachhochschule) oder einen mindestens gleichwertigen Abschluss, aus den Fächern Angewandte Naturwissenschaften, Chemie, Elektrotechnik, Finanzmathematik, Maschinenbau, Mathematik, Physik, Sicherheitstechnik oder einem verwandten Fach erworben hat. Darüber hinaus muss der Erwerb der folgenden Leistungspunkte in den folgenden Bereichen nachgewiesen werden oder auf diese Bereiche anrechenbar sein:

Kenntnisse einer Programmiersprache	8 LP	sowie
Atmospheric Physics: Experimental Physics (Mechanics, Electricity and Magnetism, Atoms and Molecules), Thermodynamics, Data Analysis and Statistics	24 LP	oder
Computational Electromagnetics: Electromagnetics/Electromagnetic Theory, Applied Mathematics, Numerical Techniques in Engineering/Computational Engineering	24 LP	oder
Computational Fluid Mechanics: Fluid Mechanics, Numerical, Methods (or similar)	24 LP	oder
Experimental Particle Physics: Mechanics, Electricity and Magnetism, Atomic Physics, Basic Quantum Mechanics, Nuclear Physics, Basics of Elementary Particle Physics	24 LP	oder
Financial Mathematics: Analysis I, II and III, Linear Algebra I and Introduction to Stochastic Calculus, Introduction into Numerical Analysis, Theory of Ordinary Differential Equations, Functional Analysis	24 LP	oder
Materials Science: Physical Chemistry (including Introductory Thermodynamics), Modern General Physics	24 LP	oder
Theoretical Chemistry: Elementary Quantum Mechanics, Basic Electronic Structure Theory, Thermodynamics, Introductory Reaction Kinetics, Physics for Chemistry Students	24 LP	oder
Theoretical Particle Physics: Quantum Mechanics, Elementary Particle Physics, Theoretical	24 LP	

Physics (Mechanics, Electromagnetism, Thermodynamics).

Die Anrechnung der Leistungspunkte wird vom Prüfungsausschuss festgestellt. Wenn nicht ausreichende Kenntnisse für die Wahl einer der Spezialisierungen vorhanden sind, kann die Zulassung mit Auflagen versehen werden. Mathematische Kenntnisse entsprechend einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studium werden vorausgesetzt.

2. ausreichende Kenntnisse der englischen Sprache nachweist. Studierende, deren Muttersprache nicht Englisch ist oder deren erster berufsqualifizierender Bachelor-Abschluss nach Nr. 1 nicht in einem englischsprachigem Studium erbracht wurde, erbringen den Sprachnachweis
 - durch eine Mindestleistung von 79 Punkten im TOEFL2 iBT (Internet-based) oder
 - durch 550 Punkte im TOEFL PBT (Paper-based) oder
 - durch einen Band Score von 6,0 im IELTS-Test oder
 - durch das Cambridge Certificate in Advanced English (Level 4) oder
 - durch einen anderen Nachweis der Sprachkenntnisse auf Ebene B2 des Europäischen Referenzrahmens.
- (4) Der Prüfungsausschuss entscheidet auf Grund der vorgelegten Unterlagen über den Zugang zum Masterstudium. Das Ergebnis wird der Bewerberin oder dem Bewerber unverzüglich schriftlich mitgeteilt. Ein ablehnender Bescheid ist zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (5) Der Prüfungsausschuss kann die Zulassung zum Master-Studium von zusätzlich zu erbringenden Leistungsnachweisen und Fachprüfungen aus den in Absatz 3 Nr. 1 genannten Bereichen abhängig machen (Auflagen). Der Prüfungsausschuss kann im Zugangsbescheid festlegen, bis wann die Auflagen zu erfüllen sind.
- (6) Liegen die Unterlagen nach Absatz 3 aus von der Bewerberin bzw. dem Bewerber nicht zu vertretenden Gründen noch nicht vollständig vor, können Einzelnachweise erbracht werden. Der Prüfungsausschuss kann in diesem Fall ausnahmsweise den Zugang zum Masterstudium unter dem Vorbehalt des vollständigen Nachweises für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr nach Aufnahme des Studiums aussprechen (§ 49 Abs. 7 Satz 4 HG).

§ 2

Abschlussgrad

Ist die Masterprüfung bestanden, verleiht die Bergische Universität Wuppertal den Grad „Master of Science“, abgekürzt „M. Sc.“.

§ 3

Regelstudienzeit und Studienumfang

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt für den Masterstudiengang Computer Simulation in Science einschließlich der Abschlussarbeit vier Semester.
- (2) Für die gesamte Arbeitsbelastung des Studiums einschließlich der Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitungen sowie der Abschlussarbeit werden insgesamt 120 Leistungspunkte (LP) vergeben, davon entfallen 30 Leistungspunkte auf die Abschlussarbeit mit Abschlusskolloquium. Ein Leistungspunkt entspricht einem durchschnittlichen studentischen Arbeitsaufwand von 30 Zeitstunden (ECTS-Leistungspunkte).

§ 4

Prüfungsfristen und -termine

- (1) Die Prüfungstermine sind so festzusetzen, dass das Masterstudium einschließlich der Abschlussarbeit innerhalb der Regelstudienzeit vollständig abgeschlossen werden kann.
- (2) Die Prüfungen werden in der Regel bis zum Ende des jeweiligen Semesters abgenommen.
- (3) Die Anmeldung zu den Modulprüfungen (§ 11) hat spätestens vier Wochen vor dem jeweiligen Prüfungstermin zu erfolgen.

§ 5

Prüfungsausschuss

- (1) Für die Organisation der Prüfungen bildet der Fachbereich C – Mathematik und Naturwissenschaften einen Prüfungsausschuss. Er besteht aus sieben Mitgliedern, von denen vier der

Gruppe der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer, eines der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei der Gruppe der Studierenden angehören. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertreterin bzw. der Stellvertreter und die weiteren Mitglieder werden vom Fachbereichsrat bestellt. Die Amtszeit der Mitglieder beträgt zwei Jahre. Wiederbestellung ist zulässig.

- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Der Prüfungsausschuss berichtet dem Fachbereich regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, über die Entwicklung der Prüfungen und der Studienzeiten, einschließlich der tatsächlichen Bearbeitungsdauer der Abschlussarbeiten sowie über die Verteilung der Fach- und Gesamtnoten. Der Bericht ist in geeigneter Weise durch die Universität offen zu legen. Der Prüfungsausschuss gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienplanes. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden und seine Stellvertreterin bzw. seinen Stellvertreter übertragen; dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an den Fachbereich.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder der Stellvertreterin bzw. dem Stellvertreter und mindestens einer weiteren Hochschullehrerin bzw. einem weiteren Hochschullehrer insgesamt mindestens die Hälfte der stimmberechtigten Mitglieder anwesend ist. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Bewertung, Anerkennung und Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen, bei fachwissenschaftlichen Entscheidungen, bei der Festlegung von Prüfungsaufgaben und der Bestellung von Prüferinnen bzw. Prüfern und Beisitzerinnen bzw. Beisitzern nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nicht öffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und ihre Stellvertreterinnen bzw. Stellvertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die oder den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

§ 6

Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer

- (1) Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüferinnen und Prüfer sowie die Beisitzerinnen und Beisitzer. Er kann die Bestellung der bzw. dem Vorsitzenden übertragen. Zur Prüferin oder zum Prüfer darf nur bestellt werden, wer mindestens die entsprechende Master- oder Diplomprüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt und, sofern nicht wichtige Gründe eine Abweichung erfordern, in dem Fachgebiet, auf das sich die Prüfung bezieht, eine selbstständige Lehrtätigkeit ausgeübt hat. Zur Beisitzerin bzw. zum Beisitzer darf nur bestellt werden, wer mindestens die entsprechende Master- oder Diplomprüfung oder eine vergleichbare Prüfung abgelegt hat.
- (2) Die Prüferinnen und Prüfer sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig.
- (3) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass den Kandidatinnen und Kandidaten die Namen der Prüferinnen und Prüfer rechtzeitig, mindestens vier Wochen vor dem Termin der jeweiligen Prüfung, bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang ist ausreichend.
- (4) Für die Prüferinnen und Prüfer, Beisitzerinnen und Beisitzer gelten § 5 Abs. 6, Sätze 2 und 3 entsprechend.

§ 7

Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen

- (1) Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem Studiengang erbracht worden sind, werden in dem gleichen Studiengang an der Hochschule von Amts wegen angerechnet. Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des

Grundgesetzes sind anzuerkennen, wenn keine wesentlichen Unterschiede zu den Leistungen vorliegen, die sie ersetzen würden. Die anerkannten Leistungen werden als Studien- oder Prüfungsleistungen in Modulen dieser Prüfungsordnung angerechnet; sie können auch in Form eigener Module auf den Wahlpflichtbereich des Studiengangs angerechnet werden. Dies gilt auf Antrag auch für Leistungen an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereiches des Grundgesetzes. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage vorgelegter Unterlagen anerkennen und auf einen Studiengang anrechnen.

- (2) Für die Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen an ausländischen Hochschulen sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen von Hochschulpartnerschaften zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln das Akademische Auslandsamt sowie die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Für die Anerkennung und Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in staatlich anerkannten Fernstudien oder in vom Land Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit den anderen Ländern und dem Bund entwickelten Fernstudieneinheiten gelten die Absätze 1 und 2 entsprechend.
- (4) Über Anträge auf Anerkennung und Anrechnung nach den Absätzen 1 bis 3 entscheidet der Prüfungsausschuss. Die Studierenden haben die für die Anerkennung und Anrechnung erforderlichen Unterlagen in der vom Prüfungsausschuss festgelegten Form vorzulegen. Über entsprechende Anträge ist innerhalb von drei Monaten nach vollständiger Vorlage aller erforderlichen Informationen zu dem jeweiligen Antrag zu entscheiden. Der Prüfungsausschuss kann die Entscheidung über die Anerkennung und Anrechnung auf die Prüfungsausschussvorsitzende oder den Prüfungsausschussvorsitzenden übertragen.
- (5) Werden Studienleistungen und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk "bestanden" aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (6) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 bis 3 besteht ein Rechtsanspruch auf Anrechnung.
- (7) Wird die Anerkennung oder Anrechnung versagt, so ist dies zu begründen und der Antragstellerin oder dem Antragsteller unverzüglich schriftlich mit einer Rechtsbehelfsbelehrung versehen mitzuteilen.

§ 8

Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

- (1) Eine Prüfungsleistung gilt als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet, wenn die Kandidatinnen oder Kandidaten zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheinen oder wenn sie nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktreten. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. Die Kandidatinnen und Kandidaten können sich von Modulprüfungen bis spätestens eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen mit Ausnahme der Abschlussarbeit von der Prüfung abmelden.
- (2) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis nach Absatz 1 Satz 1 und 2 geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatinnen bzw. Kandidaten kann die Vorlage eines qualifizierten ärztlichen Attestes, aus dem sich die Prüfungsunfähigkeit ergibt, verlangt werden. Die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer oder eines vom Prüfungsausschuss benannten Vertrauensärztin oder Vertrauensarztes verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe an, wird den Kandidatinnen bzw. Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt.
- (3) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat, das Ergebnis ihrer bzw. seiner Prüfungsleistung durch Täuschung oder durch Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet; die Feststellung wird von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer getroffen und von ihr bzw. ihm oder dem jeweilig Aufsicht Führenden aktenkundig gemacht. In schwerwiegenden Fällen oder im Wiederholungsfall kann der Prüfungsausschuss nach Anhörung des Fachbereichsrates darüber

hinaus die bisherigen Teilprüfungen für nicht bestanden erklären, oder das Recht zur Wiederholung der Prüfung aberkennen und die gesamte Prüfung für endgültig nicht bestanden erklären. Eine Kandidatin oder ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder dem Prüfer oder Aufsicht Führenden in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet; die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Kandidatin oder den Kandidaten von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen. Vor einer Entscheidung ist der oder dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

- (4) Die Kandidatinnen und Kandidaten können innerhalb von 14 Tagen verlangen, dass Entscheidungen nach Absatz 3 Satz 1 und Satz 3 vom Prüfungsausschuss überprüft werden.
- (5) Belastende Entscheidungen sind den Kandidatinnen und Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

II. Masterprüfung

§ 9

Zulassung

Zur Masterprüfung ist zugelassen, wer

- auf der Grundlage des § 1 Abs. 3 an der Bergischen Universität Wuppertal für den Masterstudiengang Computer Simulation in Science eingeschrieben oder gemäß § 52 Abs. 2 HG als Zweithölerin oder Zweithörer zugelassen ist,
- eine Erklärung vorgelegt hat, aus der hervorgeht, dass im Studiengang Computer Simulation in Science an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes keine nach dieser Prüfungsordnung erforderliche Prüfung endgültig nicht bestanden wurde und dass die oder der Studierende sich in keinem anderen Prüfungsverfahren in demselben Studiengang befindet; entsprechendes gilt für verwandte oder vergleichbare Studiengänge sowie für Prüfungsverfahren in sich nicht wesentlich unterscheidenden Modulen nach § 10 in einem anderen Studiengang einer Hochschule.

§ 10

Umfang und Art der Masterprüfung

- (1) Die Masterprüfung besteht aus dem erfolgreichen Abschluss der Module und der Abschlussarbeit (Masterthesis). Die Masterprüfung ist bestanden, wenn 120 Leistungspunkte in den Modulen und Modulabschlussprüfungen gemäß der Modulbeschreibung (Anhang) erworben worden sind. Die Modulbeschreibung ist Bestandteil dieser Prüfungsordnung. Die Modulprüfungen werden studienbegleitend abgelegt, das Leistungspunktekonto wird beim Prüfungsausschuss geführt.
- (2) Die Masterprüfung erstreckt sich im Einzelnen auf die Bereiche

In Modulen des Pflichtbereiches sind insgesamt 74 LP zu erwerben

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1. Computer Simulation (35 LP) | |
| CSim1: Computer Simulation 1 | 10 LP |
| CSim2: Computer Simulation 2 | 13 LP |
| CSim3: Computer Simulation 3 | 12 LP |
| 2. Computer Science (17 LP) | |
| CS1: Computer Science 1 | 10 LP |
| CS2: Computer Science 2 | 7 LP |
| 3. Numerical Methods (22 LP) | |
| NM1: Numerical Methods 1 | 8 LP |
| NM2a: Numerical Methods 2a | 8 LP |
| NM2b: Numerical Methods 2b | 8 LP |
| NM3: Numerical Methods 3 | 6 LP |

In Modulen eines Spezialisierungsbereiches sind nach Wahl der Kandidatinnen und Kandidaten 16 LP zu erwerben

- | | |
|--------------------------------|------|
| A Atmospheric Physics | |
| AtmP1: Atmospheric Physics 1 | 8 LP |
| AtmP2a: Atmospheric Physics 2a | 8 LP |

	AtmP2b: Atmospheric Physics 2b	8 LP
B	Computational Electromagnetics	
	CEM1: Computational Electromagnetics 1	8 LP
	CEM2: Computational Electromagnetics 2	8 LP
C	Computational Fluid Mechanics	
	CFM1: Computational Fluid Mechanics 1	8 LP
	CFM2: Computational Fluid Mechanics 2	8 LP
D	Experimental Particle Physics	
	EPP1: Experimental Particle Physics 1	8 LP
	EPP2: Experimental Particle Physics 2	8 LP
E	Financial Mathematics	
	FM1: Financial Mathematics 1	8 LP
	FM2: Financial Mathematics 2	8 LP
F	Materials Science	
	MSci1: Materials Science 1	8 LP
	MSci2: Materials Science 2	8 LP
G	Theoretical Chemistry	
	TC1: Theoretical Chemistry 1	8 LP
	TC2: Theoretical Chemistry 2	8 LP
H	Theoretical Particle Physics	
	TPP1: Theoretical Particle Physics 1	8 LP
	TPP2: Theoretical Particle Physics 2	8 LP

§ 11

Prüfungen, Nachweise und Leistungspunkte

- (1) In den Prüfungen zum Erwerb der Leistungspunkte soll die Kandidatin oder der Kandidat nachweisen, dass sie oder er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes kennt, spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag und mit den geläufigen Methoden des Faches Problemlösungen erarbeiten kann. Die Modulprüfungen werden nach Maßgabe der Modulbeschreibung (Anhang) durchgeführt.
- (2) Wenn die Modulbeschreibung für eine Prüfung alternative Prüfungsformen vorsieht, legt die Prüferin oder der Prüfer die Prüfungsform in Abstimmung mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss fest. Die Bekanntmachung der Festlegung durch Aushang oder auf öffentlich zugänglichen Seiten des Internets ist ausreichend.
- (3) Die Leistungspunkte werden auf Grund individuell erkennbarer Leistungen erworben. Die Prüfungen sind nach § 16 Abs. 1 zu benoten.
- (4) Die Prüfungen, die nach Maßgabe der Modulbeschreibung in ihrer Wiederholbarkeit eingeschränkt sind, sind jeweils von zwei Prüferinnen oder Prüfern zu bewerten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn bei Nichtbestehen der jeweiligen Prüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Note der Prüfung ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen.
- (5) Die Bewertung der schriftlichen Prüfungen gemäß Absatz 2 ist dem Kandidaten oder der Kandidatin nach spätestens 6 Wochen mitzuteilen.
- (6) Die Prüfungen des Absatzes 3 können, wenn sie nicht bestanden sind oder als nicht bestanden gelten entsprechend der Angabe in der jeweiligen Modulbeschreibung (Anhang) uneingeschränkt oder zweimal wiederholt werden. Die Wiederholung einer bestandenen Prüfung ist nicht zulässig.
- (7) Die Form, in der unbenotete Studienleistungen in den Komponenten eines Moduls erworben werden können, wird vorbehaltlich einer Festlegung in der Prüfungsordnung oder der Modulbeschreibung von den Lehrenden bei der Ankündigung der Veranstaltung festgelegt. Die Prüferinnen und Prüfer bzw. Lehrenden sind angehalten, den Umfang der unbenoteten Studienleistungen und der dazu notwendigen Vorbereitungen so zu gestalten, dass sie den durch die Anzahl der Leistungspunkte vorgegebenen Arbeitsumfang nicht überschreiten.

§ 12 Nachteilsausgleich

- (1) Machen die Kandidatinnen und Kandidaten durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung nicht in der Lage sind, die Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses den Kandidatinnen und Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Entsprechendes gilt für Studienleistungen.
- (2) Für Schwerbehinderte im Sinne des Sozialgesetzbuches IX, für Körperbehinderte und für chronisch Kranke sind Ausnahmen von den prüfungsrechtlichen und -organisatorischen Regelungen und Fristen zu treffen, die die Behinderung oder chronische Erkrankung angemessen berücksichtigen. Der Antrag ist mit der Anmeldung zur ersten Modulprüfung zu verbinden.
- (3) Für Studierende, für die die Schutzbestimmungen entsprechend den §§ 3, 4, 6 und 8 des Mutterschutzgesetzes gelten oder für die die Fristen des Bundeselterngeld- und Elternzeitgesetzes (BEEG) über die Elternzeit greifen, legt der Prüfungsausschuss die in dieser Prüfungsordnung geregelten Prüfungsbedingungen auf Antrag der oder des Studierenden unter Berücksichtigung des Einzelfalls fest.

§ 13 Prüfungsformen

Prüfungen können in den nachfolgend aufgeführten und geregelten Formen abgelegt werden:

1. Mündliche Prüfungen

- a) In mündlichen Prüfungen soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen oder Kandidaten Zusammenhänge der Prüfungsgebiete erkennen und darstellen können sowie spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen und zu beantworten vermögen.
- b) Mündliche Prüfungen sind vor einer Prüferin oder einem Prüfer in Gegenwart einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers als Einzelprüfung abzulegen. Von der Gegenwart eines Beisitzers oder einer Beisitzerin kann abgewichen werden, wenn bei Nicht-Bestehen der jeweiligen Prüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Darüber hinaus sind mündliche Prüfungen stets von mehreren Prüferinnen oder Prüfern oder von einer Prüferin oder einem Prüfer in Gegenwart einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers abzunehmen, wenn die Nachvollziehbarkeit der mündlichen Prüfung nicht gesichert ist. Die Dauer der mündlichen Prüfung ist durch die Modulbeschreibungen zwischen 20 und 60 Minuten festzulegen.
- c) Die Prüferin oder der Prüfer legt die Note der mündlichen Prüfung aufgrund der erbrachten Gesamtleistung gemäß § 16 Abs. 1 fest. Vor der Festsetzung der Note haben die Prüferinnen oder Prüfer die Beisitzerin oder den Beisitzer zu hören.
- d) Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist den Kandidatinnen und Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.
- e) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungstermin der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen und Zuhörer zugelassen, es sei denn, die Kandidatin oder der Kandidat widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

2. Schriftliche Prüfungen unter Aufsicht (Klausuren)

- a) In schriftlichen Prüfungen unter Aufsicht (Klausuren) soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen oder Kandidaten in der Lage sind, in einem begrenzten Zeitrahmen mit begrenzten Hilfsmitteln eine den Anforderungen entsprechende Aufgabe zu lösen. Die Dauer der Klausuren ist durch die Modulbeschreibungen zwischen 60 und 240 Minuten festzulegen. Die Aufgaben sind so zu stellen, dass bei der Bearbeitung grundlegende Kenntnisse zu Inhalten und Methoden des Faches sowie die Fähigkeit nachgewiesen werden können, Wissen im Sinne

- der gestellten Aufgabe anzuwenden.
- b) Schriftliche Prüfungen in Form von Klausuren sind grundsätzlich durch zwei Prüferinnen oder Prüfer zu bewerten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn bei Nicht-Bestehen der jeweiligen Modulprüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Bewertung erfolgt gemäß § 16 Abs. 1.
 - c) Bei Bewertung durch mehrere Prüfer ergibt sich die Note der schriftlichen Prüfung (Klausur) aus dem arithmetischen Mittel der von den beiden Prüfern vergebenen Noten. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von sechs Wochen nach dem Prüfungstermin. Innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe der Bewertung ist den Kandidatinnen und Kandidaten Gelegenheit zur Einsicht in ihre Klausurarbeit zu geben.

3. Prüfungen durch schriftliche Hausarbeiten

- a) In Prüfungen in Form von schriftlichen Hausarbeiten soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen oder Kandidaten in der Lage sind, in einer begrenzten Zeit eine den Anforderungen entsprechende Aufgabe inhaltlich und methodisch selbstständig zu bearbeiten und das Ergebnis fachlich und sprachlich angemessen darzustellen. Thema, Umfang und Bearbeitungszeit der schriftlichen Hausarbeit werden von einer Prüferin oder einem Prüfer festgelegt.
- b) Prüfungen in Form von schriftlichen Hausarbeiten sind grundsätzlich durch zwei Prüferinnen oder Prüfer zu bewerten. Hiervon kann abgewichen werden, wenn bei Nicht-Bestehen der jeweiligen Modulprüfung noch mindestens eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Bewertung erfolgt gemäß § 16 Abs. 1.
- c) Bei Bewertung durch mehrere Prüfer ergibt sich die Note der schriftlichen Hausarbeit aus dem arithmetischen Mittel der von den beiden Prüfern vergebenen Noten. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von sechs Wochen nach dem Abgabetermin. Innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe der Bewertung ist den Kandidatinnen und Kandidaten Gelegenheit zur Einsicht in ihre schriftliche Hausarbeit zu geben.

4. Sammelmappe

- a) Bei der Prüfungsform der Sammelmappe erarbeitet die Kandidatin oder der Kandidat mehrere über ein oder mehrere Semester verteilte Aufgabenstellungen in Form von bearbeiteten Übungsaufgaben, Protokollen, Vorträgen oder anderen Leistungen, die auf ein Modul bezogen auch aus mehreren Modulkomponenten und Lehrveranstaltungen stammen können.
- b) Die Ergebnisse der Einzelleistungen werden durch eine Prüferin oder einen Prüfer, die oder der nach § 6 bestellt wird, in einer Gesamtbetrachtung begutachtet und bewertet. Die Modulbeschreibungen können über diese Form der Sammelmappe mit Begutachtung hinaus festlegen, dass Begutachtung und Bewertung der gesamten Sammelmappe mit einer abschließenden Einzelleistung in Form entweder einer mündlichen Prüfung oder einer schriftlichen Prüfung (Klausur) nach den an anderer Stelle der Prüfungsordnung getroffenen Regelungen verbunden ist. Die gemäß § 16 festzulegende Note schließt alle im Rahmen der Sammelmappe erbrachten Leistungen ggf. einschließlich der vorgenannten abschließenden Prüfung ein.
- c) Die Modulbeschreibungen können festlegen, dass die Einzelleistungen der Sammelmappe durch die jeweilige Lehrende oder den jeweiligen Lehrenden unverbindlich vorbegutachtet und vorbewertet werden, die oder der für diese Vorbegutachtung und Vorbewertung zur Prüferin oder zum Prüfer nach § 6 bestellt ist. Sofern die Zahl der geforderten Einzelleistungen die Anzahl der Modulkomponenten nicht übersteigt, können die Modulbeschreibungen zudem festlegen, dass diese Vorbegutachtungen von Einzelleistungen gegenüber dem Prüfungsausschuss dokumentiert werden, der diese Vorbewertung der Prüferin oder dem Prüfer für die abschließende Gesamtbegutachtung und -bewertung der Sammelmappe zur Verfügung stellt.
- d) Sofern die Modulbeschreibungen keine Festlegungen zu Form, Frist und Dokumentation der zu erbringenden Einzelleistungen treffen, gibt der Prüfungsausschuss zu geeigneter Zeit, in der Regel spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit, bekannt, in welcher Form und Frist die Einzelleistungen der Sammelmappe zu erbringen, auf welche Weise sie zu dokumentieren sind und ggf. durch die zur Prüferin bestellte Lehrende oder den zum Prüfer bestellten Lehrenden vorzubegutachten sind.

- e) Muss eine Prüfung in Form einer Sammelmappe wiederholt werden, so legt die für die Gesamtbegutachtung und -bewertung bestellte Prüferin oder der hierzu bestellte Prüfer gegebenenfalls fest, welche der in der Sammelmappe nachzuweisenden Einzelleistungen nicht wiederholt werden müssen, und macht dies aktenkundig. Die nicht zu wiederholenden Einzelleistungen müssen für die erneute Gesamtbegutachtung und -bewertung erneut vorgelegt werden.

§ 14

Erfassung und Anrechnung von Leistungspunkten

- (1) Für jede Kandidatin und jeden Kandidaten richtet der Prüfungsausschuss ein Leistungspunktekonto ein. Im Leistungspunktekonto werden die erworbenen Leistungspunkte sowie die mit Modulprüfungen und der Abschlussarbeit verbundenen Benotungen erfasst. Die individuell erkennbaren Leistungen werden durch die Prüferinnen bzw. Prüfer in einer vom Prüfungsausschuss vorgegebenen Form den Studierenden bescheinigt oder dem Prüfungsausschuss mitgeteilt. Im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten können die Kandidatinnen und Kandidaten in den Stand ihrer Konten Einblick nehmen.
- (2) Erworbenene Leistungspunkte werden nur einmal angerechnet.

§ 15

Abschlussarbeit (Master-Thesis)

- (1) Die Abschlussarbeit soll zeigen, dass die Kandidatinnen und Kandidaten ihr Fach beherrschen und in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus ihrem Fach selbstständig und wissenschaftlich zu bearbeiten. Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit ist der Nachweis von 70 Leistungspunkten gemäß § 10.
- (2) Das Thema der Abschlussarbeit wird von gemäß § 6 Abs. 1 vom Prüfungsausschuss bestellten Prüferinnen und Prüfern festgelegt. Die Abschlussarbeit wird von diesen Prüferinnen und Prüfern betreut. Den Kandidatinnen und Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, ein Thema für die Abschlussarbeit vorzuschlagen.
- (3) Auf Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass die Kandidatinnen und Kandidaten rechtzeitig, d.h. in der Regel am Ende der Vorlesungszeit des dritten Semesters, ein Thema für eine Abschlussarbeit erhalten.
- (4) Die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit erfolgt über die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses. Der Zeitpunkt der Ausgabe ist aktenkundig zu machen.
- (5) Die Bearbeitungszeit für die Abschlussarbeit beträgt sechs Monate. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass die zur Bearbeitung vorgegebene Frist eingehalten werden kann. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten acht Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten die Bearbeitungszeit ausnahmsweise um bis zu drei Monate verlängern.
- (6) Bei der Abgabe der Abschlussarbeit haben die Kandidatinnen und Kandidaten schriftlich zu versichern, dass sie ihre Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht haben.
- (7) Die Abschlussarbeit ist fristgemäß beim Prüfungsausschuss in dreifacher Ausfertigung abzuliefern; der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Eine elektronische Fassung der Abschlussarbeit sowie der bei empirischen Arbeiten verwendeten Daten ist in einem mit dem Prüfungsausschuss abzustimmenden Dateiformat zur Plagiatskontrolle auf einem vom Prüfungsausschuss festzulegenden Datenträger der gedruckten Fassung beizufügen. Wird die Abschlussarbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie gemäß § 8 Abs. 1 Satz 2 als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet.
- (8) Die Abschlussarbeit ist von zwei Prüferinnen bzw. Prüfern zu begutachten und zu bewerten. Eine bzw. einer der Prüfer soll diejenige bzw. derjenige sein, die bzw. der das Thema festgelegt und die Arbeit betreut hat. Die zweite Prüferin oder der zweite Prüfer wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestimmt. Dem Betreuer bzw. der Betreuerin der Arbeit wird eine Vorschlagsmöglichkeit für die zweite Prüferin bzw. den zweiten Prüfer eingeräumt. Die

einzelne Bewertung ist entsprechend § 16 Abs. 1 vorzunehmen und schriftlich zu begründen. Die Note der Abschlussarbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 1,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 1,0, wird vom Prüfungsausschuss eine dritte Prüferin bzw. ein dritter Prüfer zur Bewertung der Abschlussarbeit bestimmt. In diesem Fall wird die Note der Abschlussarbeit aus dem arithmetischen Mittel der beiden besseren Noten gebildet. Die Abschlussarbeit kann jedoch nur dann als "ausreichend" oder besser bewertet werden, wenn mindestens zwei Noten "ausreichend" oder besser sind. Ist die Benotung der Abschlussarbeit nicht mindestens "ausreichend", ist die Abschlussarbeit nicht bestanden und deshalb zu wiederholen.

- (9) Die Abschlussarbeit kann einmal wiederholt werden. Die Kandidatinnen und Kandidaten erhalten in diesem Fall ein neues Thema. Eine Rückgabe des Themas der zweiten Abschlussarbeit in der in Absatz 5 Satz 3 genannten Frist ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatinnen und Kandidaten bei der Anfertigung ihrer ersten Abschlussarbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hatten.
- (10) Die Bewertung der Abschlussarbeit ist den Kandidatinnen und Kandidaten spätestens acht Wochen nach Abgabe mitzuteilen.
- (12) Die Abschlussarbeit hat einen Umfang von 30 Leistungspunkten.

§ 16

Bewertung der Prüfungsleistungen, Bildung der Noten und Bestehen der Masterprüfung

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:

1 = sehr gut	= eine hervorragende Leistung;
2 = gut	= eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;
3 = befriedigend	= eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;
4 = ausreichend	= eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;
5 = nicht ausreichend	= eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt.

Zur differenzierten Bewertung der Prüfungsleistungen können Zwischenwerte durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 gebildet werden. Die Bildung der Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 ist dabei ausgeschlossen.

- (2) Die Modulnote lautet:

bei einem Durchschnitt bis 1,5	= sehr gut;
bei einem Durchschnitt über 1,5 bis 2,5	= gut;
bei einem Durchschnitt über 2,5 bis 3,5	= befriedigend;
bei einem Durchschnitt über 3,5 bis 4,0	= ausreichend,
bei einem Durchschnitt über 4,0	= nicht ausreichend.
- (3) Die Gesamtnote der Masterprüfung ergibt sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten arithmetischen Mittel der Modulnoten sowie der Note der Abschlussarbeit. Bei Bildung der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Die Gesamtnote einer bestandenen Masterprüfung lautet:

bei einem Durchschnitt bis 1,5	= sehr gut;
bei einem Durchschnitt über 1,5 bis 2,5	= gut;
bei einem Durchschnitt über 2,5 bis 3,5	= befriedigend;
bei einem Durchschnitt über 3,5 bis 4,0	= ausreichend.
- (4) An Stelle der Gesamtnote "sehr gut" nach Absatz 3 wird das Gesamturteil "mit Auszeichnung bestanden" erteilt, wenn die Abschlussarbeit mit 1,0 bewertet und der Durchschnitt aller anderen Noten der Masterprüfung nicht schlechter als 1,3 ist.
- (5) Die Gesamtnoten der erfolgreichen Studierenden aus dem Masterstudiengang Computer Simulation in Science der beiden vergangenen Studienjahre werden in einer Tabelle dargestellt, welche die im Studiengang vergebenen Gesamtnoten (1 bis 4), die Anzahl der Studierenden, die diese Gesamtnoten jeweils erreichten und den prozentualen Anteil dieser Noten an der Gesamtsumme

enthält (ECTS-Grading-Table). Für die Gesamtnote erhalten die Kandidatinnen und Kandidaten zusätzlich die folgenden ECTS Noten:

- die besten 10 % die Note A
- die nächsten 25 % die Note B
- die nächsten 30 % die Note C
- die nächsten 25 % die Note D
- die nächsten 10 % die Note E.

§ 17 Zusatzleistungen

- (1) Die Kandidatinnen und Kandidaten können weitere als die vorgeschriebenen Leistungspunkte erwerben.
- (2) Als Zusatzleistung gelten Module dieses Masterstudiengangs, die zusätzlich erfolgreich abgeschlossen werden. Zusätzlich erfolgreich abgeschlossene Module aus anderen Studiengängen können nur in Abstimmung mit dem Prüfungsausschuss als Zusatzleistung gewertet werden. Zusatzleistungen werden auf Antrag auf dem Zeugnis dokumentiert. Diese Leistungspunkte und Benotungen werden bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

§ 18 Zeugnis

- (1) Über die bestandene Masterprüfung wird unverzüglich, möglichst innerhalb von vier Wochen nach dem Erwerb aller Leistungspunkte ein Zeugnis ausgestellt, das die einzelnen Modulnoten, die Gesamtnote, die ECTS-Grading-Table, die Note und das Thema der Abschlussarbeit enthält. Auf Antrag der Kandidatinnen und Kandidaten werden in das Zeugnis auch die Ergebnisse der Prüfungen der Zusatzleistungen und die bis zum Abschluss der Masterprüfung benötigte Fachstudiendauer aufgenommen. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen. Als Datum des Zeugnisses ist der Tag anzugeben, an dem die letzte Leistung zum Erwerb von Leistungspunkten erbracht wurde.
- (2) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden oder gilt sie als endgültig nicht bestanden, erteilt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid.
- (3) Der Bescheid über die endgültig nicht bestandene Masterprüfung ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (4) Hat die Kandidatin oder der Kandidat die Masterprüfung nicht bestanden, wird ihr bzw. ihm auf Antrag und gegen Vorlage der entsprechenden Nachweise eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Prüfungsleistungen, deren Noten und die zugehörige Anzahl von Prüfungsversuchen sowie die zum Bestehen der Masterprüfung noch fehlenden Leistungspunkte enthält und erkennen lässt, dass die Masterprüfung nicht bestanden ist.

§ 19 Masterurkunde

- (1) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird den Kandidatinnen und Kandidaten die Masterurkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades gemäß § 2 beurkundet.
- (2) Die Masterurkunde wird von der Dekanin bzw. dem Dekan des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften sowie von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet und mit dem Siegel des Fachbereichs versehen.
- (3) Die Bergische Universität Wuppertal stellt ein Diploma Supplement (DS) entsprechend dem "Diploma Supplement Model" der Europäischen Kommission, des Europarates und der UNESCO/CEPES aus. Als Darstellung des nationalen Bildungssystems (DS-Abschnitt 8) wird der zwischen der Kultusministerkonferenz der Länder und der Hochschulrektorenkonferenz abgestimmte Text in der jeweils geltenden Fassung verwendet. Auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten händigt die Bergische Universität Wuppertal zusätzlich zur Ausstellung des Diploma Supplement Übersetzungen der Urkunden und Zeugnisse in englischer Sprache aus.

III. Schlussbestimmungen

§ 20

Ungültigkeit der Masterprüfung Aberkennung des Mastergrades

- (1) Hat eine Kandidatin oder ein Kandidat beim Erwerb der Leistungspunkte getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Leistungen, bei deren Erbringung getäuscht wurde, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zum Erwerb von Leistungspunkten nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin oder der Kandidat hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch erfolgreichen Erwerb der Leistungspunkte geheilt. Haben die Kandidatin oder der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.
- (3) Vor einer Entscheidung ist den Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (4) Das unrichtige Zeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues Zeugnis zu erteilen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Zeugnisses ausgeschlossen.
- (5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, ist der Mastergrad abzuerkennen und die Masterurkunde einzuziehen.

§ 21

Einsicht in die Prüfungsakten

Den Studierenden wird auf Antrag nach einzelnen Prüfungen Einsicht in ihre Prüfungsarbeiten, Bewertungen und Begutachtungen gewährt. Der Antrag muss binnen eines Monats nach Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses gestellt werden. Näheres regelt der Prüfungsausschuss.

§ 22

Übergangsbestimmungen

Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die für den Masterstudiengang Computer Simulation in Science ab dem Sommersemester 2014 erstmalig an der Bergischen Universität Wuppertal eingeschrieben sind.

Studierende, die ihr Studium nach der Prüfungsordnung vom 15.07.2004 (Amtl. Mittlg. 22/04), zuletzt geändert am 17.10.2007 (Amtl. Mittlg. 71/07), aufgenommen haben, können ihre Modulprüfungen einschließlich der Abschlussarbeit bis zum 30.09.2016 ablegen, es sei denn, dass sie die Anwendung dieser neuen Prüfungsordnung beim Prüfungsausschuss beantragen. Der Antrag auf Anwendung der neuen Prüfungsordnung ist unwiderruflich. Wiederholungsprüfungen sind nach der Prüfungsordnung abzulegen, nach der die Erstprüfung abgelegt wurde.

§ 23

In-Kraft-Treten, Veröffentlichung

Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung in den Amtlichen Mitteilungen als Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal in Kraft.

Ausgefertigt auf Grund des Beschlusses des Fachbereichsrates des Fachbereiches Mathematik und Naturwissenschaften vom 30.10.2013.

Wuppertal, den 19.05.2014

Der Rektor
der Bergischen Universität Wuppertal
Universitätsprofessor Dr. Lambert T. Koch

Inhaltsverzeichnis

Computer Simulation	3
CSim1 Computer Simulation 1	3
CSim2 Computer Simulation 2	6
CSim3 Computer Simulation 3	8
Computer Science	10
CS1 Computer Science 1	10
CS2 Computer Science 2	11
Numerical Methods	12
NM1 Numerical Methods 1	12
NM2a Numerical Methods 2a	14
NM2b Numerical Methods 2b	16
NM3 Numerical Methods 3	17
Atmospheric Physics	18
AtmP1 Atmospheric Physics 1	18
AtmP2a Atmospheric Physics 2a	20
AtmP2b Atmospheric Physics 2b	22
Computational Electromagnetics	24
CEM1 Computational Electromagnetics 1	24
CEM2 Computational Electromagnetics 2	25
Computational Fluid Mechanics	26
CFM1 Computational Fluid Mechanics 1	26
CFM2 Computational Fluid Mechanics 2	29
Experimental Particle Physics	34
EPP1 Experimental Particle Physics 1	34
EPP2 Experimental Particle Physics 2	35

Financial Mathematics	38
FM1 Financial Mathematics 1	38
FM2 Financial Mathematics 2	40
Materials Science	42
MSci1 Materials Science 1	42
MSci2 Materials Science 2	44
Theoretical Chemistry	45
TC1 Theoretical Chemistry 1	45
TC2 Theoretical Chemistry 2	46
Theoretical Particle Physics	47
TPP1 Theoretical Particle Physics 1	47
TPP2 Theoretical Particle Physics 2	50
Master Thesis	52
MT Master Thesis	52

Computer Simulation

CSim1 Computer Simulation 1								
Lernziele/ Kompetenzen					P / WP	Gewicht der Note	Workload	
The students will learn basic algorithms and how to apply them in problems of physics and mathematics. In the lecture they will become familiar with the derivation of the principles of the algorithms and will understand simple examples. In the exercises they will program solutions of more complex problems. The accompanying laboratory course will extend the knowledge on algorithms and students will work out larger projects independently.					P	10/120	10 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.								
Nachweise					Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)		180 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
English Translation: written module examination (180 minutes, 8 cr), can be repeated 2 times								
unbenotete Studienleistung		zu Introduction to Computer Simulation: Übungen		-	Modulteil(e) b	2 LP		
mindestens 50 % der Übungspunkte, Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises for Introduction to Computer Simulation (2 cr), at least 50 % of the exercise points, required for the registration for the final module exam.								
Komponenten	Inhalt				P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a Lab Course 1	Programming assignments to solve problems chosen from the topics: <ul style="list-style-type: none"> • Random number generators • Monte Carlo integration • Boundary value problems: iterative solution of the Laplace-equation; applications in electrostatics • Diffusion • Chaos • Percolation • Monte Carlo simulation of the two-dimensional Ising model • Neural networks • Navier-Stokes equations • Finite elements method 	P	Übung	4	6 LP

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
b	Introduction to Computer Simulation <ul style="list-style-type: none"> • MATLAB • Numerical precision and simple algorithms (e.g. finding zeros of a function) • Algorithms of linear algebra: linear systems of equations, eigenvalues • Initial value problems (Runge-Kutta-integration); application to Kepler-problems • Fourier transformation • Molecular dynamics • Numerical integration • Fitting of data 	P	Vorlesung/ Übung	3	4 LP

CSim2 Computer Simulation 2						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Introduction to mathematical concepts and practical methods of data analysis strongly based on practical examples. The students shall be enabled to autonomously solve basic problems in data analysis. The students learn the specific algorithmic requirements in high performance computing. They are able to develop complex parallel algorithms, to analyze them and judge their efficiency.			P	13/120	13 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Knowledge of numerical mathematics and basic algorithms from Bachelor is assumed.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Teil der Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) b	8 LP		
schriftliche Teilmodulprüfung zu Parallel Algorithms English Translation: written examination for Parallel Algorithms (120 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable						
Teil der Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) b	8 LP		
English Translation: oral examination of Parallel Algorithms (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable. Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.						
Teil der Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a	5 LP		
English Translation: oral examination of Data Analysis (30 minutes, 4 cr), unrestrictedly repeatable						
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Data Analysis	Probability, important distributions and their properties, expectation values, RMS, correlation, error propagation, tests, parameter estimation, max. likelihood, least squares, fits, optimisation, confidence intervals, detector unfolding, special methods (Bootstrap, Jackknife), parameterisation	P	Vorlesung	4	5 LP
Bemerkung:						

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b Parallel Algorithms	Parallel architectures and parallel programming models, speedup, efficiency, scalability, linear systems of equations, communication avoiding, sparse matrices and graphs, partitioning methods, iterative methods, colouring schemes, preconditioning using different methods (e.g., incomplete factorizations, domain decomposition and Schwarz iterative methods)	P	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

CSim3 Computer Simulation 3							
Lernziele/ Kompetenzen				P / WP	Gewicht der Note	Workload	
The students will learn how to tackle problems which require parallelization. In Introduction to Computer Simulation II they will acquire the algorithmic skills and learn how to parallelize the solution of problems. In the Laboratory Course II they will program these solutions in C with Message Passing Interface (MPI) and at the end work on a larger simulation project, using a parallel supercomputer.				P	12/120	12 LP	
Voraussetzung: CSim1, Modern Programming (CS1).							
Bemerkung: Knowledge of numerical mathematics and basic algorithms from bachelor are assumed.							
Nachweise				Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)	180 min. Dauer		ganzes Modul	10 LP		
English Translation: written module examination (180 minutes, 12 cr), can be repeated 2 times							
unbenotete Studienleistung	zu Lab Course II: Übungen	-		Modulteil(e) b	2 LP		
mindestens 50 % der Übungspunkte, Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises for Lab Course II (2 cr), at least 50 % of the exercise points, required for the registration for the final module exam.							
Komponenten	Inhalt			P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Introduction to Computer Simulation II Physical and mathematical problems will be discussed together with the parallel algorithms used to solve them: <ul style="list-style-type: none"> • Linear algebra (matrix product, Lanczos and CG algorithm and others) • Differential equations • Many-body problems • Monte Carlo simulation of statistical systems 			P	Vorlesung	2	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b Lab Course II	<p>Parallel programming in C with MPI: basic structure and commands of MPI programs, applied to solve exercises from the material covered in the lecture Introduction to Computer Simulation II. Students will also work on a large project , for example simulation of the four-dimensional Ising model, q-state Potts models or three-dimensional two-component scalar field theory, discretized on a lattice, or alternatively many-body simulations (Lennard-Jones potential with systolic algorithm), time dependent Schrödinger equation, electromagnetic radiation and computational fluid flow.</p> <p>The students will run simulations on a high performance parallel computer, also studying the scalability of their programs.</p>	P	Vorlesung/ Übung	4	8 LP

Computer Science

CS1 Computer Science 1						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Designing and implementing larger software projects using object-oriented methods. GRID computing.			P	10/120	10 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Knowledge of one programming language is assumed.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
English Translation: written module examination (120 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable						
unbenotete Studienleistung	zu Worldwide Distributed (GRID) Computing: Referat	-	Modulteil(e) b	2 LP		
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded presentation for Worldwide Distributed (GRID) Computing, required for the registration for the final module exam.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Modern Programming		P	Vorlesung/ Übung	4	6 LP
b	Worldwide Distributed (GRID) Computing	Strategies and methods of worldwide distributed (GRID) computing, current problems in the development and application of GRID middle-ware in particle physics.	P	Vorlesung/ Seminar	3	4 LP

CS2 Computer Science 2								
Lernziele/ Kompetenzen					P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Overview of different tools for software engineering. The students will acquire knowledges about visualization of data and will learn to apply them in independent work.					P	7/120	7 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.								
Bemerkung: Knowledge of one programming language is assumed.								
Nachweise					Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)		120 min. Dauer	ganzes Modul	7 LP		
English Translation: written module examination (120 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable								
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)		30 min. Dauer	ganzes Modul	7 LP		
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable.								
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.								
Komponenten		Inhalt			P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Tools	Version control systems, computer algebra packages, script languages, unit testing, Fortran, combining different programming languages, profiling, numerical libraries, important data structures (trees, hash tables)			P	Vorlesung/ Übung	2	3 LP
b	Image Processing and Data Visualization	Visualization pipeline, data sources and data types, transformation and filtering of data, techniques for visualizing 1, 2-, and 3d scalar data, marching cube algorithm, rendering systems and methods, ray-tracing, perception and color, color models, visualizing vector field data, information visualization of physical and abstract data, aesthetics and techniques in graphical design			P	Vorlesung/ Übung	3	4 LP

Numerical Methods

NM1 Numerical Methods 1					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Students are familiar with complex algorithms for the numerical simulation of ordinary differential equations and are able to analyze and classify them, apply them properly and develop them further.			P	8/120	8 LP
Voraussetzung: No formal pre-requisites.					
Bemerkung: Numerical Analysis at bachelor level.					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a	6 LP	
English Translation: written examination of Numerical Analysis and Simulation I, (120 min, 6 cr), unrestrictedly repeatable					
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a	6 LP	
English Translation: oral examination of Numerical Analysis and Simulation I (30 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable. Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.					
unbenotete Studienleistung	zu Numerical Analysis and Simulation I: Übungen	-	Modulteil(e) a	2 LP	
Bearbeitung der wöchentlich ausgegebenen Übungsaufgaben, Voraussetzung für die Anmeldung zur Prüfung. English Translation: ungraded weekly exercises for Numerical Analysis and Simulation I (2 cr), required for the registration for the exam.					
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS Aufwand

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
a	Numerical Analysis and Simulation I	P	Vorlesung/ Übung	6	8 LP
	<ul style="list-style-type: none"> • Ordinary Differential Equations (ODE) models in Science • Short synopsis on the theory of ODEs • One-Step methods and extrapolation methods • Multi-step methods • Numerical methods for stiff systems • Application-oriented models and schemes • Boundary Value Problems • Methods for Differential Algebraic Equations • Geometric integrators 				

NM2a Numerical Methods 2a						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Students are familiar with complex algorithms for the numerical simulation of partial differential equations and are able to analyze and classify them, apply them properly and develop them further.			WP	8/180	8 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Numerical Analysis at bachelor level. The students can choose either module Numerical Methods 2a or module Numerical Methods 2b to achieve the required 8 credit points.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	Modulteil(e) a	6 LP		
English Translation: written examination of Numerical Analysis and Simulation II (120 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable.						
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a	6 LP		
English Translation: oral examination of Numerical Analysis and Simulation II (30 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable.						
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.						
unbenotete Studienleistung	Übungen	-	Modulteil(e) a	2 LP		
Bearbeitung der wöchentlich ausgegebenen Übungsaufgaben, Voraussetzung für die Anmeldung zur Prüfung. English Translation: ungraded weekly exercises for Numerical Analysis and Simulation II (2 cr), required for the registration for the exam.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
a	Numerical Analysis and Simulation II	WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP
	<ul style="list-style-type: none"> • Classification and well-posedness of PDEs; basic principles: derivation and discretization of PDEs; elliptic problems (maximum principle and finite differences, variational formulation and Sobolev spaces, finite elements); numerical solutions of discretized problems • hyperbolic systems, especially conservation laws (weak formulation, theory of characteristics, entropy, conservative schemes) • parabolic problems (evolution equations, method of lines, Rothe-method and convergence) • mixed systems (models of heterogeneous systems, splitting schemes) • case studies 				

NM2b Numerical Methods 2b					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Numerical Methods in Classical Field Theory and Quantum Mechanics: The students will learn different numerical techniques to solve problems in classical field theory and quantum mechanics. The focus will be on the implementation on parallel computers. Students will have to write a term paper about one project, learning how to prepare a documentation.			WP	8/180	8 LP
Voraussetzung: No formal pre-requisites.					
Bemerkung: Quantum Mechanics at bachelor level. Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	Modulteil(e) a	3 LP	
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung sind 5 LP aus der unbenoteten Studienleistung. English Translation: oral module examination (30 minutes, 3cr), unrestrictedly repeatable. 5 credit points from the ungraded course achievement are required for the registration for the final module exam.					
unbenotete Studienleistung	Ausarbeitung	-	Modulteil(e) a	5 LP	
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded small homework and term paper for Numerical Methods in Classical Field Theory and Quantum Mechanics (5 cr), required for the registration for the final module exam.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Numerical Methods in Classical Field Theory and Quantum Mechanics <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodynamics: direct simulation of Navier-Stokes for incompressible fluids, lattice-gas models • Electrodynamics: time-dependent propagation of electromagnetic fields, Yee-Weilandt discretization • Eigenvalue methods for electromagnetic cavities • Non-equilibrium thermodynamics of many-body problems • Quantum mechanics: time-dependent Schrödinger equation, quantum-spin dynamics for quantum computing, Feynman-Kac path integral 	WP	Vorlesung/ Übung	4	8 LP

NM3 Numerical Methods 3						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
The students become familiar with basic concepts of Numerical Mathematics. They are able to analyze and develop basic schemes in Numerical Analysis of Linear and Nonlinear systems.			P	6/120	6 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
English Translation: written module examination (120 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable						
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
English Translation: oral module examination (30 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable.						
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.						
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Numerical Linear Algebra	Direct and iterative methods for solving linear systems and eigenvalue and singular value problems. The methods are analyzed w.r.t. stability, convergence, and complexity. Their application in different contexts is discussed.	P	Vorlesung/ Übung	3	6 LP

Atmospheric Physics

AtmP1 Atmospheric Physics 1					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>With this lecture the students will deepen their knowledge of the basic concepts. The lecture is centered around communicating expertise and skills on specific topics of atmospheric physics, atmospheric chemistry, measurement techniques as well as numerical modelling.</p> <p>The Summer School on Chemistry and Dynamics of the Atmosphere is a one week course held at the Research Centre Jülich. The students will get an overview of the basics as well as special topics of atmospheric physics and chemistry. They will also get to know the relation of atmospheric research to adjacent disciplines to get a broader insight in interdisciplinary scientific questions. They will become acquainted with state-of-the-art measurement techniques and their applications. Furthermore, this course offers the opportunity to intensively discuss with the leading scientists in the field, who are available throughout the course. After the course the students should be able to summarize the basic concepts of atmospheric chemistry and physics and thoroughly report their experience.</p>			WP	8/120	8 LP
<p>Voraussetzung: No formal pre-requisites.</p>					
<p>Bemerkung: Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science.</p>					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	5 LP	
<p>mündliche Prüfung zu Summer School on Chemistry and Dynamics of the Atmosphere (Jülich) English Translation: oral module examination for Summer School on Chemistry and Dynamics of the Atmosphere (Jülich) (30 minutes, 5 cr), unrestrictedly repeatable</p>					
unbenotete Studienleistung	zu Selected Topics in Atmospheric Physics: Fachgespräch	-	Modulteil(e) a	3 LP	

Protokoll eines Fachgesprächs, Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung English Translation: ungraded record of an interview to Selected Topics in Atmospheric Physics (3 cr), required for the registration for the final module exam.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Selected Topics in Atmospheric Physics Depending on up-to-date topics: Dynamics of the atmosphere, Atmospheric chemistry, Solar physics and the magnetosphere, Molecular spectroscopy, Numerical modelling, Planetary atmospheres	P	Vorlesung	2	3 LP
b	Summer School on Chemistry and Dynamics of the Atmosphere (Jülich) <ul style="list-style-type: none"> • Structure and composition of the atmosphere • Gas phase chemistry of the troposphere • Physics and chemistry of aerosols • Isotope ratios in trace gases • Stratospheric chemistry • Remote sensing techniques • Interaction of chemistry and transport • Global change • Numerical Modelling 	P	Vorlesung	3	5 LP
Bemerkung: One week course of the Universities Cologne and Wuppertal together with the institutes ICG –I and ICG-II of the Research Centre Jülich					

AtmP2a Atmospheric Physics 2a					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
The lecture Introduction to Atmospheric Physics leads to an understanding of the fundamental concepts of atmospheric physics. The goal is to impart knowledge and application of the basic equations as well as the interaction of physical and chemical processes. This will be the basis for a general overview of trace gas budgets, the Earth's radiation budget, and atmospheric circulation. With this knowledge basic phenomena of weather and climate can be understood.			WP	8/120	8 LP
Voraussetzung: No formal pre-requisites.					
Bemerkung: Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science. The students can choose either module Atmospheric 2a or module Atmospheric 2b to achieve the required 8 credit points.					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	5 LP	
mündliche Prüfung zu Introduction to Atmospheric Physics English Translation: oral module examination (30 minutes, 5 cr)					
unbenotete Studienleistung	zu Introduction to Atmospheric Physics: kleine Hausarbeit	-	Modulteil(e) a	3 LP	
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded small homework for Introduction to Atmospheric Physics (3 cr), required for the registration for the final module exam.					
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS Aufwand

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
a	Introduction to Atmospheric Physics <ul style="list-style-type: none"> • Basic Equations and definitions • Atmospheric Thermodynamics • Radiation in the Atmosphere • Global energy budget and greenhouse effect • Trace gases and photochemistry • Dynamic of the atmosphere • Atmospheric circulation • Interaction of chemistry and transport • External influences on the atmosphere • Ionosphere and magnetosphere Self-dependent solution of exercises on specific topics based on the lecture "Introduction to atmospheric physics"	WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

AtmP2b Atmospheric Physics 2b						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
With this lecture and seminar the students will deepen their knowledge of the basic concepts. The lecture is centered around communicating expertise and skills on specific topics of atmospheric physics, atmospheric chemistry, measurement techniques as well as numerical modelling.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science. The students can choose either module Atmospheric 2a or module Atmospheric 2b to achieve the required 8 credit points.						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		3 LP	
mündliche Prüfung zu Selected Topics in Atmospheric Physics in Kombination mit Seminar on Atmospheric Physics English Translation: oral module examination for Selected Topics in Atmospheric Physics (30 minutes, 3 cr), in combination with Seminar on Atmospheric Physics						
unbenotete Studienleistung	zu Selected Topics in Atmospheric Physics: Referat	-	Modulteil(e) a		2 LP	
ein Referat, dokumentiert durch ein schriftliches Manuskript/den Foliensatz des Vortrages, Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded presentation for Selected Topics in Atmospheric Physics, documented by a script/set of slides (2 cr), required for the registration for the final module exam.						
unbenotete Studienleistung	zu Seminar on Atmospheric Physics: Referat	-	Modulteil(e) b		3 LP	
ein Referat, dokumentiert durch ein schriftliches Manuskript/den Foliensatz des Vortrages, Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded presentation for Seminar on Atmospheric Physics, documented by a script/set of slides (3 cr), required for the registration for the final module exam.						
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Selected Topics in Atmospheric Physics	Depending on up-to-date topics: Dynamics of the atmosphere, Atmospheric chemistry, Solar physics and the magnetosphere, Molecular spectroscopy, Numerical modelling, Planetary atmospheres	WP	Vorlesung/ Übung	2	5 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b Seminar on Atmospheric Physics	<p>Students shall independently deal with selected topics of atmospheric physics and chemistry and related fields and present the result in a seminar talk. With this seminar various soft skills will be trained: Search and assessment of recent literature, suitable preparation of information for a presentation, structure of a scientific presentation, presentation of the relevant information in a well-adjusted form to various target groups.</p>	WP	Seminar	2	3 LP

Computational Electromagnetics

CEM1 Computational Electromagnetics 1						
Lernziele/ Kompetenzen				P / WP	Gewicht der Note	Workload
Getting an overview of an insight into various techniques to numerically simulate electromagnetic and coupled multiphysics field problems in highly complex technical systems or biological organisms.				WP	8/120	8 LP
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Nachweise				Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP	
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable						
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Computational Electromagnetics	Discrete electromagnetic field theory: Continuous geometric discretization methods for Maxwell's equations (Finite-Difference-method, Finite Integration Technique, Cell Method, Whitney Finite Element Method), discrete field formulations, implementations (commercial/research) and practical applications for electromagnetic/multiphysical field problems in complex systems/biological organisms	P	Vorlesung/ Übung	5	8 LP

CEM2 Computational Electromagnetics 2							
Lernziele/ Kompetenzen				P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<p>Within small project teams, students will learn within small "industry style" projects given to them to effectively use modern (preferably industrial standard) commercial CEM simulation tools or to alternatively develop and use own implementations of electromagnetic field simulators. They will learn to use these tools to describe and possibly optimize the electromagnetic properties of devices and systems in electrical engineering applications of science and industry. The results of their CEM simulation project work are to be presented in oral and scientific report form.</p>				WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung:							
No formal pre-requisites.							
Nachweise				Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		8 LP	
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable							
Komponenten		Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Computational Electromagnetics (CEM-Lab Project)	<p>Team work on industry style projects including commercial electromagnetic field simulations tools (e.g. CST Suite, SEMCAD, FEKO, COMSOL) and/or custom made implementations of simulation tools. Projects goals and the selection of the CEM simulation tools may vary depending on the devices /systems to be modeled. Team presentation of project results within two oral project presentations (first mid semester, second at end of semester) and a written scientific report (paper) to be handed in at the end of the semester.</p>		P	Seminar/ Übung	5	8 LP

Computational Fluid Mechanics

CFM1 Computational Fluid Mechanics 1					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
Computational Fluid Dynamics <ul style="list-style-type: none"> • to understand the fluid mechanical equations (Navier-Stokes equations) • to understand the mathematical background of CFD • to choose and understand different models to simulate flows (turbulence models, etc.) • to evaluate CFD-solutions • to apply CFD for the purposes of research and development Smooth Particle Hydrodynamics Based on theoretical knowledge of the hydrodynamics of particle flow the application of computational models can be applied. The conceptual problem set-up of DEM/SPH can be described; a conceptual model can be developed and the problem can be converted into a computer model. The results of a numerical simulation can be interpreted and used for a general engineering design.			WP	8/120	8 LP
Voraussetzung: No formal pre-requisites.					
Bemerkung: To achieve the required 8 credit points the student can choose one of the lectures b) and c) in addition to the compulsory lecture „Computational Fluid Dynamics“ . Fluid- and thermodynamics (Bachelor) Advanced Fluid- and thermodynamics (Master) Good mathematical and programming knowledge.					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Sammelmappe (uneingeschränkt)	mit Begutachtung	-	ganzes Modul	8 LP

<p>Sammelmappe mit Begutachtung, Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Semesterbeginn vom Prüfungsausschuss durch Aushang bekannt gegeben.</p> <p>English Translation: assessment of folder (8 cr), unrestrictedly repeatable</p> <p>Contents, time and form of each single achievement will be announced at the beginning of the semester through notice from the examination board.</p>					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	<p>Smooth Particle Hydrodynamics</p> <p>Many process steps in energy technology required for the processing of particulate solids as well as several flow phenomena in environmental sciences which are increasingly attributed to climate change like e.g. sediment transport simultaneously involve complex three-dimensional fluid and particulate flows.</p> <p>These flows are characterized by complex shaped sometimes even moving boundary surfaces and a distinct free-surface behavior. Computational modeling of these flow phenomena can help understand the fundamental processes involved, predict their technical and environmental effects and help improve design and energy efficiency of related machinery.</p> <p>Particle oriented methods such as smoothed particle hydrodynamics (SPH) in combination with discrete element methods (DEM) in contrast to continuum based methods offer the opportunity to be inherently capable of representing the complex free-surface behavior in these systems without relying on a mesh needed for spatial discretization of flow.</p> <p>The concurrent use of particle based methods such as SPH and DEM is still limited in energy technology as well as environmental sciences. Particle based methods allow to improve energy efficiency of processes involving particulate solids as well as to better understand and study particulate/fluid flows in environmental sciences. These flows are impacted by global energy usage as shown by many recent investigations (IPCC Fourth Assessment Report).</p> <p>This course is highly theoretical for engineers and towards research methodology in particular flows.</p>	WP	Vorlesung	4	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b	Multiphase Flows	WP	Vorlesung/ Übung	4	4 LP
c	Computational Fluid Dynamics	P	Vorlesung/ Übung	4	4 LP

CFM2 Computational Fluid Mechanics 2			
Lernziele/ Kompetenzen	P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>Fire Simulation: Techniques and models for thermally driven turbulent fluid simulations are presented. Based on their general CFD knowledge, the students become familiar with theoretical modelling of turbulence, combustion, and pyrolysis, as used for fire and smoke simulations in civil engineering. An accompanying simulation project completes the course.</p> <p>Pedestrian Dynamics: Models of pedestrian dynamics. Basic concepts for simulation of pedestrians (movement, routing, interactions). The students gain practical experience by the accompanying simulation project.</p> <p>Groundwater Flow, Free Surface Water Flow: Based on theoretical knowledge of the hydrodynamics of flow the application of computational model can be applied. The problem can be described; a conceptual model can be developed and the problem can be converted into a computer model. The results of a numerical simulation can be interpreted and used for a engineering design.</p> <p>Smooth Particle Hydrodynamics: Based on theoretical knowledge of the hydrodynamics of particle flow the application of computational models can be applied. The conceptual problem set-up of DEM/SPH can be described; a conceptual model can be developed and the problem can be converted into a computer model. The results of a numerical simulation can be interpreted and used for a general engineering design.</p>	WP	8/120	8 LP
<p>Voraussetzung:</p> <p>Fire Simulation:CFM1, NM1, CSim1, CS1 Groundwater Flow, Free Surface Water Flow: CFM1</p>			
<p>Bemerkung:</p> <p>To achieve the required 8 credit points the students must choose 2 lectures from „Groundwater Flow“ (4 cr) „Free Surface Water Flow“ (4 cr) „Fire Simulation“ (4 cr) „Pedestrian Dynmaics“ (4 cr) or „Smoth Particle Hydrodynamics“</p> <p>Knowledge of Programming Language C, Python or MatLab is assumed for Groundwater Flow and Free Surface Water Flow. Groundwater Flow, Free Surface Water Flow: a workshop will be established and meetings will be held every two weeks.</p>			
Nachweise	Nachweis für	Nachgewiesene LP	

Modulabschlussprüfung	Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	-	ganzes Modul	8 LP	
Sammelmappe mit Begutachtung, Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Semesterbeginn vom Prüfungsausschuss durch Aushang bekannt gegeben. English Translation: assessment of folder (8 cr), unrestrictedly repeatable Contents, time and form of each single achievement will be announced at the beginning of the semester through notice from the examination board.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Pedestrian Dynamics Application of pedestrian dynamics Empirical data <ul style="list-style-type: none"> • fundamental diagram, • bottleneck flow, • bi- and multidirectional streams Modeling <ul style="list-style-type: none"> • cellular automata • force models • steering models from robotics • routing 	WP	Vorlesung	4	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b Smooth Particle Hydrodynamics	<p>Many process steps in energy technology required for the processing of particulate solids as well as several flow phenomena in environmental sciences which are increasingly attributed to climate change like e.g. sediment transport simultaneously involve complex three-dimensional fluid and particulate flows.</p> <p>These flows are characterized by complex shaped sometimes even moving boundary surfaces and a distinct free-surface behavior. Computational modeling of these flow phenomena can help understand the fundamental processes involved, predict their technical and environmental effects and help improve design and energy efficiency of related machinery.</p> <p>Particle oriented methods such as smoothed particle hydrodynamics (SPH) in combination with discrete element methods (DEM) in contrast to continuum based methods offer the opportunity to be inherently capable of representing the complex free-surface behavior in these systems without relying on a mesh needed for spatial discretization of flow.</p> <p>The concurrent use of particle based methods such as SPH and DEM is still limited in energy technology as well as environmental sciences. Particle based methods allow to improve energy efficiency of processes involving particulate solids as well as to better understand and study particulate/fluid flows in environmental sciences. These flows are impacted by global energy usage as shown by many recent investigations (IPCC Fourth Assessment Report).</p> <p>This course is highly theoretical for engineers and towards research methodology in particular flows.</p>	WP	Vorlesung	4	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
c Groundwater Flow	<p>Base on the general equations of flow and transport, the special application to ground water flow problems will be discussed. Overall, the objective is to be able to simulate ground water flow with a model. For this course FE and FV will be presented and finally one or two test cases will be set-up with the MODFLOW simulation package, or equivalent.</p> <p>Also a short overview of field investigations techniques and classification of typical hydro-geological and soil environmental situation will be given.</p> <p>Open source models will also be used as it is!</p>	WP	Vorlesung/ Übung	2	4 LP
d Free Surface Water Flow	<p>Free surface flow is very often in hydraulic structures. The detection of the free surface is a highly non-linear flow problem and finally not very well understood. Therefore, in the first part of the course special applications of Navier-Stokes equation will be resumed and based on the Modul of Computational Fluid Dynamics (CFD) the techniques to solve the free surface problem will be put on focus.</p> <p>In the second part of the course the application of different model approaches will be discussed. One-, two- and three- dimensional models will be used and applied to real world problems, e.g. flood protection, water turbine or pump intake, and so on. The model approach will be compared in order to optimize both accuracy and stability as well as storage space and cpu time.</p> <p>Open source models and commercial codes will be used as it is and currently available. Data management, pre- and post-processing should be handled by interactive shells or self made codes (Python, MatLAB).</p>	WP	Vorlesung/ Übung	2	4 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
e Fire Simulation	Civil Engineering <ul style="list-style-type: none"> • Fire safety • Fire models Computational fluid dynamics (context of fire simulations) <ul style="list-style-type: none"> • General equations, weakly compressible flows • Transport equations • Verification and validation • Parallel computing and data visualization Fire Modeling <ul style="list-style-type: none"> • Turbulence • Pyrolysis • Combustion • Radiation • Soot 	WP	Vorlesung/ Übung	4	4 LP

Experimental Particle Physics

EPP1 Experimental Particle Physics 1								
Lernziele/ Kompetenzen				P / WP	Gewicht der Note	Workload		
The Standard Model of Elementary Particle Physics: The students will learn the properties and foundations of the Standard Model of Elementary Particle Physics.				WP	8/120	8 LP		
Voraussetzung: Quantum Mechanics at bachelor level. Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science								
Nachweise				Nachweis für	Nachgewiesene LP			
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)		30 min. Dauer	ganzes Modul	3 LP		
unbenotete Studienleistung		zu The Standard Model of Elementary Particle Physics: Übungen		-	Modulteil(e) a	5 LP		
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises for The Standard Model of Elementary Physics (5 cr), required for the registration for the final module exam.								
Komponenten		Inhalt			P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	The Standard Model of Elementary Particle Physics	Properties and foundations of the Standard Model of elementary particles. The topics covered in the lecture will be exercised solving concrete problems.			WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

EPP2 Experimental Particle Physics 2					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>Foundations of Elementary Particle and Astroparticle Physics: The students will be familiar with the structure of the Standard Model of elementary particle physics and possible extensions of it. They will acquire the principles for the determination of particle properties and reactions at particle accelerators, both theoretically and experimentally. The interconnection between particle and astroparticle physics is stressed. Foundations of the origin and detection of cosmic rays are given. Introduction to the concepts and techniques of modern detectors for particle and astro-particle physics.</p> <p>Introduction to Cosmology and General Relativity: The students will understand the basic principles of general relativity as the theoretical foundation of cosmology. They will get familiar with the general structure and contents of the Universe and its evolution from the big bang to the far future and they will understand the concept and observational evidence for the big bang itself. A number of spectacular observations have been made in recent years which have put Cosmology forward to a quantitative science. Solving problems related to the lectures will lead to a consolidation of the achieved competences.</p> <p>Architectures: The development of computers is particularly important in Particle Physics applications. The lecture on architectures provides the basic understanding of the functioning of a computer.</p>			WP	8/120	8 LP
<p>Voraussetzung: No formal pre-requisite.</p>					
<p>Bemerkung: Quantum Mechanics at bachelor level; particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science.</p>					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP	

<p>Das Modul hat folgende Wahlmöglichkeiten:</p> <p>1) Foundations of Elementary Particle and Astroparticle Physics (Übungen, 2 LP; mündliche Prüfung, 6 LP) oder</p> <p>2) Architectures (praktische Übung, 2 LP) + Introduction to Cosmology and General Relativity (Übungen, 3 LP; mündliche Prüfung, 3 LP) oder</p> <p>3) Architectures (praktische Übung, 2 LP) + Detector Physics (Übungen, 3 LP; mündliche Prüfung, 3 LP)</p> <p>English Translation: Assessment of folder (8 cr), including 30 minutes oral exam, unrestricted repeatable. For the module the following combinations are possible:</p> <p>1) Foundations of Elementary Particle and Astroparticle Physics (exercises, 2 cr; oral examination, 6 cr) or</p> <p>2) Architectures (practical exercise, 2 cr) + Introduction to Cosmology and General Relativity (exercises, 3 cr; oral examination, 3 cr) or</p> <p>3) Architectures (practical exercise, 2 cr) + Detector Physics (exercises, 3 cr; oral examination, 3 cr)</p>					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a Architectures	<ul style="list-style-type: none"> • The computer system • The memory system • Input/output handling • Internal structure and functioning of the CPU • The control unit • The instruction set • Pipeline hazards • Architectures for parallel computation 	WP	Vorlesung	1	2 LP

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
b Foundations of Elementary Particle and Astroparticle Physics	<ul style="list-style-type: none"> • Feynman diagrams and their application to cross sections and decay rates • concepts of the Standard Model • Intensified study of one or several aspects of the Standard Model, for example: electro-weak symmetry breaking, precision physics, QCD observables, flavor physics • particle-, gamma- and neutrino-radiation from the cosmos: origin, detection, and open questions • dark matter • relations between particle physics, astro-particle physics, and cosmology 	WP	Vorlesung/ Übung	4	8 LP
c Introduction to Cosmology and General Relativity	General co-ordinate transformations, metrics of space-time, Robertson-Walker metrics, Einstein and Friedmann Equations, cosmic dynamics and world models, Hubble Law, critical density of Universe, cosmological constant, age measurements, cosmic microwave background radiation, primordial nucleosynthesis, dark matter	WP	Vorlesung/ Übung	4	6 LP
d Detector Physics	Interactions of particles with matter, showers, momentum and track measurement, tracking detectors (gas chambers, semiconductor detectors, timing, energy measurement/calorimeters), particle identification, experiments in particle and astro-particle physics, instrumentation, data acquisition	WP	Vorlesung/ Übung	4	6 LP

Financial Mathematics

FM1 Financial Mathematics 1						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
The students become familiar with basic concepts in Computational Finance. They learn how to model in finance, develop and use simulation tools and judge their efficiency and practicability in front offices.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Numerical Analysis at Bachelor Level, particularly suited for students with Bachelor of mathematics, Financial Mathematics or Applied Sciences.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
English Translation: written module examination (120 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable.						
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable. Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
a	Computational Finance 1	P	Vorlesung/ Übung	6	8 LP
	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling of financial markets, options • Binomial method and its extensions, • risk-neutral valuation, stochastic processes • Geometric Brownian Motion, Ito Lemma • exotic options • stochastic differential equations (SDEs) • Calibration, jump models • generating random numbers with specified distributions • Monte Carlo Methods, variance reduction approaches 				

FM2 Financial Mathematics 2					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
The students become familiar with basic concepts in Computational Finance. They learn how to model in finance, develop and use simulation tools and judge their efficiency and practicability in front offices.			WP	8/120	8 LP
Voraussetzung: Numerical Analysis at Bachelor Level, particularly suited for students with Bachelor of mathematics, Financial Mathematics or Applied Sciences					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	120 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP	
English Translation: written module examination (120 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable.					
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP	
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable.					
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. English Translation: The type of the final module exam will be announced at the beginning of the lecture.					
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a Computational Finance II	<ul style="list-style-type: none"> • Finite Difference Methods (FDMs) for Parabolic equations • stability, consistency, convergence, Von Neumann analysis • FDMs applied to option pricing problems • Boundary conditions • Free Boundary Problem of American Options • Linear complementarity problem, obstacle formulation, penalty methods • error control, extrapolation, method of lines, transformation methods, splitting methods • finite elements in option pricing, error estimates • Pricing of exotic options; Asian options • Upwind and High resolution methods • Nonlinear Black-Scholes models and their numerical solution • PIDEs: Valuation of options under jump processes 	P	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

Materials Science

MSci1 Materials Science 1						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Understanding macroscopic (mostly polymer) material properties on the basis of microscopic interactions.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Basic Physics or Physical Chemistry including introductory quantum mechanics as acquired in undergraduate programs with strong focus on these subjects.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
English Translation: oral module examination (30 minutes, 8 cr), unrestrictedly repeatable.						
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand	
a	Concepts in Soft Matter Physics Basics in Statistical Thermodynamics <ul style="list-style-type: none"> Fundamental Laws, Thermodynamic Functions, Equilibrium and Stability, Microscopic Interactions, Non-equilibrium Thermodynamics Introduction to the Theory of Elasticity <ul style="list-style-type: none"> Stress/Strain Tensor, Free Energy, Equilibrium Conditions, Examples Selected Topics in Polymer Physics <ul style="list-style-type: none"> Single Chains, Characterization, Structure, Mechanical-Dynamic Properties Introduction to the Theory of Elasticity 	P	Form nach Ankündigung	2	8 LP	

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
	<p>Bemerkung: Self-study following detailed study plan including written/numerical exercises: weekly meetings with instructor discussing problems and monitoring progress.</p> <p>The study plan compiles to-do items on a weekly basis. The items will consist of reading assignments in selected texts. In addition there will be homework problems - either analytical or numerical - designed to test the students understanding of the course material.</p>				

MSci2 Materials Science 2						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Acquiring numerical modeling techniques used in industrial RD departments focussing on materials development and performance.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: Concepts in Soft Matter Physics						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung		Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	-		8 LP	
English Translation: written homework, unrestrictedly repeatable.						
Komponenten		Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Computational Materials Science	Introduction to Mathematica The Finite Element Method <ul style="list-style-type: none"> Theoretical and Numerical Concepts, Applications in Structural Mechanics Simulation with Monte Carlo and Molecular Dynamics <ul style="list-style-type: none"> Metropolis Sampling, Sampling Different Ensembles, MC Applications Simple NVE-MD Program for LJ Fluids, MD-NVT and MD-NPT Simulation, Force Fields and Parametrization, Long-Range Interactions	P	Form nach Ankündigung	2	8 LP
Bemerkung: Self-study following detailed study plan including written/numerical exercises: weekly meetings with instructor discussing problems and monitoring progress. The study plan compiles to-do items on a weekly basis. The items will consist of reading assignments in selected texts. In addition there will be homework problems - either analytical or numerical - designed to test the students understanding of the course material.						

Theoretical Chemistry

TC1 Theoretical Chemistry 1						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Acquisition of extended knowledge on the quantum-mechanical description of molecular motion. This description covers electron structure calculations, rotation-vibration theory and, as the final step, the simulation of observable molecular spectra and theoretical prediction of other measurable molecular properties. Acquisition of the skill to understand the workings of existing computer programs for carrying out such calculations/simulations and to modify and extend these programs.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: No formal pre-requisites.						
Bemerkung: Quantum Mechanics at bachelor level; basic knowledge of mathematics and natural sciences (in particular theoretical chemistry) is assumed, corresponding to a bachelor degree in chemistry.						
Nachweise			Nachweis für		Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul		6 LP	
English Translation: oral module examination (30 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable.						
unbenotete Studienleistung	Übungen	-	Modulteil(e) a		2 LP	
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises (2 cr), required for the registration for the final module exam.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Quantum Theory of Molecules	Fundamental quantum mechanics; Molecular Hamiltonian; Born-Oppenheimer approximation; Molecular orbitals as LCAO's; Self-Consistent-Field method; Slater determinants; Configuration interaction; Basis sets for SCF-CI calculations; Introduction to Density Functional Theory; Vibration and normal coordinates; Rotation and angular momentum; Intensities	P	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

TC2 Theoretical Chemistry 2						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
Acquisition of the skill to apply existing computer programs for carrying out electron structure calculations, the simulation of observable molecular spectra, and theoretical prediction of other measurable molecular properties, and of the skill to optimize the numerical procedures employed in these computer programs.			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung: TC1						
Bemerkung: Quantum Mechanics at bachelor level; particularly suited for students with Bachelor of Chemistry or Applied Science.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	6 LP		
English Translation: oral module examination (30 minutes, 6 cr), unrestrictedly repeatable.						
unbenotete Studienleistung	Übungen	-	Modulteil(e) a	2 LP		
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises (2 cr), required for the registration for the final module exam.						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	Theoretical Chemistry Applications Electronic structure of molecules; Analytical representations of potential energy surfaces; interaction between electronic states; Simulation of molecular spectra; Optimization of numerical procedures employed in existing programs for the simulation of molecular spectra.		P	Übung	6	8 LP

Theoretical Particle Physics

TPP1 Theoretical Particle Physics 1					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>The Standard Model of Elementary Particle Physics: The students will learn the properties and foundations of the Standard Model of Elementary Particle Physics.</p> <p>Statistical Field Theory: Knowledge of phase transitions and criticality of lattice- and continuums-models, as well as the possible range of critical exponents and their deduction from scaling arguments within the framework of the renormalization group and finite-size-scaling arguments. Conveying the special properties of conformal invariance in two dimensions. Mastery of computational skills like perturbation theory and integrability of low dimensional systems, in particular the Bethe-Ansatz.</p> <p>Many Particle Theory: Knowledge of phenomena in solid state physics which can not be explained by one-particle properties. Interaction of phonons with electrons within the framework of perturbation theory. The aim is the understanding of the systematics and general properties of perturbation theory and the limits of perturbative theoretical methods.</p>			WP	8/120	8 LP
<p>Voraussetzung: No formal pre-requisite.</p>					
<p>Bemerkung: Quantum Mechanics at bachelor level; knowledge from lectures on Theoretical Physics are assumed for the courses in statistical physics. Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science</p>					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Modulabschlussprüfung	Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	3 LP	
<p>Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung sind 5 LP aus der unbenoteten Studienleistung aus einer der Komponenten a, b oder c.</p> <p>English Translation: oral module examination (30 minutes, 3cr), unrestrictedly repeatable. 5 credit points from one of the components a, b or c are required for the registration for the final module exam.</p>					
unbenotete Studienleistung	zu The Standard Model of Elementary Particle Physics: Übungen	-	Modulteil(e) a	5 LP	
<p>Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</p> <p>English Translation: ungraded exercises to The Standard Model of Elementary Particle Physics (5 cr), required for the registration for the final module exam.</p>					
unbenotete Studienleistung	zu Statistical Field Theory: Übungen	-	Modulteil(e) b	5 LP	

Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises to Statistical Field Theory (5 cr), required for the registration for the final module exam.					
unbenotete Studienleistung	zu Many Particle Theory: Übungen	-	Modulteil(e) c	5 LP	
Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises to Many Particle Theory (5 cr), required for the registration for the final module exam.					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a	The Standard Model of Elementary Particle Physics Properties and foundations of the Standard Model of elementary particles. The topics covered in the lecture will be exercised solving concrete problems.	WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP
b	Statistical Field Theory <ul style="list-style-type: none"> • Critical Phenomena • Renormalization Group • Conformal Invariance • Conformal Field Theory • Finite-Size-Scaling • Two-dimensional Ising-Model • Non-linear Sigma-Model • Thermodynamics of exactly solvable Vertex models and Bethe-Ansatz • Stochastical systems • Random-Walk and Brownian Motion 	WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP

(Fortsetzung)		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
Komponenten	Inhalt				
c	Many Particle Theory	WP	Vorlesung/ Übung	6	8 LP
	<ul style="list-style-type: none"> • Occupation number representation • Microscopic electrical models and solid state theory • Greens function and perturbation theory • Feynman-diagram techniques • Applications of perturbation theory in physics • Linear response theory 				

TPP2 Theoretical Particle Physics 2						
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload	
<p>The students are prepared for modern research in the field of theoretical particle physics and its computer assisted applications.</p> <p>The students will understand the basic principles of general relativity as the theoretical foundation of cosmology. They will get familiar with the general structure and contents of the Universe and its evolution from the big bang to the far future and they will understand the concept and observational evidence for the big bang itself. A number of spectacular observations have been made in recent years which have put Cosmology forward to a quantitative science. Solving problems related to the lectures will lead to a consolidation of the achieved competences.</p> <p>The development of computers is particularly important in Particle Physics applications. The lecture on architectures provides the basic understanding of the functioning of a computer. In and detection of cosmic rays are given.</p>			WP	8/120	8 LP	
Voraussetzung:						
No formal pre-requisites.						
Bemerkung:						
Quantum Mechanics at bachelor level; particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science.						
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP		
Modulabschlussprüfung	Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher Prüfung (uneingeschränkt)	30 min. Dauer	ganzes Modul	8 LP		
<p>Das Modul hat folgende Wahlmöglichkeiten:</p> <p>1) Quantum Field Theory in Particle Physics (Übungen, 2 LP; mündliche Prüfung, 6 LP) oder</p> <p>2) Architectures (praktische Übung, 2 LP) + Introduction to Cosmology and General Relativity (Übungen, 3 LP; mündliche Prüfung, 3 LP)</p> <p>English Translation: Assessment of folder (8 cr), including 30 minutes oral exam, unrestrictedly repeatable. For the module the following combinations are possible:</p> <p>1) Quantum Field Theory in Particle Physics (exercises, 2 cr; oral examination, 6 cr) or</p> <p>2) Architectures (practical exercise, 2 cr) + Introduction to Cosmology and General Relativity (exercises, 3 cr; oral examination, 3 cr)</p>						
Komponenten	Inhalt		P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand

(Fortsetzung)					
Komponenten	Inhalt	P / WP	Lehrform	SWS	Aufwand
a Architectures	<ul style="list-style-type: none"> • The computer system • The memory system • Input/output handling • Internal structure and functioning of the CPU • The control unit • The instruction set • Pipeline hazards • Architectures for parallel computation 	WP	Vorlesung	1	2 LP
b Quantum Field Theory in Particle Physics	Quantization of scalar, spinor and vector fields; symmetries; regularization and basics of renormalization; Feynman diagrams and calculation of cross-sections; Quantum Electrodynamics.	WP	Vorlesung/ Übung	4	8 LP
c Introduction to Cosmology and General Relativity	General co-ordinate transformations, metrics of space-time, Robertson-Walker metrics, Einstein and Friedmann Equations, cosmic dynamics and world models, Hubble Law, critical density of Universe, cosmological constant, age measurements, cosmic microwave background radiation, primordial nucleo-synthesis, dark matter	WP	Vorlesung/ Übung	4	6 LP

Master Thesis

MT Master Thesis					
Lernziele/ Kompetenzen			P / WP	Gewicht der Note	Workload
<p>Die in englischer Sprache zu verfassende Abschlussarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat sein Fachgebiet beherrscht und in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine einschlägige Aufgabenstellung selbstständig zu bearbeiten. Das Thema der Masterarbeit wird mit Bezug zum Wahlfach gewählt.</p> <p>English Translation: The master thesis written in English has to prove that the candidate masters his field of study and that he/she is able to accomplish independently a task relevant to this field within a given time frame. The topic of the master thesis is chosen with reference to the specialization.</p>			P	30/120	30 LP
Voraussetzung:					
<p>Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit ist der Nachweis von 70 LP.</p> <p>English Translation: 70 credit points are required for getting the topic of the master thesis.</p>					
Nachweise			Nachweis für	Nachgewiesene LP	
Abschlussarbeit	(1-mal wiederholbar)	-	ganzes Modul	30 LP	
English Translation: master thesis, can be repeated once.					