



AMTLICHE MITTEILUNGEN

Verkündungsblatt der Bergischen Universität Wuppertal
Herausgegeben vom Rektor

NR_12 JAHRGANG 48
13. März 2019

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

vom 13.03.2019

Auf Grund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 16.09.2014 (GV. NRW S. 547), zuletzt geändert am 17.10.2017 (GV. NRW S. 806), hat die Bergische Universität Wuppertal die folgende Ordnung erlassen.

Artikel I

Die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Computer Simulation in Science an der Bergischen Universität Wuppertal vom 19.05.2014 (Amtl. Mittlg. 29/14), geändert durch Ordnung vom 28.03.2017 (Amtl. Mittlg. 17/17) und durch Ordnung vom 28.07.2017 (Amtl. Mittlg. 41/17), wird wie folgt geändert:

1. **§ 4** wird ergänzt durch **Absatz 4** und erhält folgende Fassung:
„(4) Bei Prüfungen, die als Serviceleistungen aus anderen Abteilungen/Fakultäten angeboten werden, bestimmt die servicegebende Stelle den Anmeldezeitraum.“
2. **§ 7 Absatz 1 Satz 3** erhält folgende Fassung:
„Auf Antrag werden sonstige Kenntnisse und Qualifikationen höchstens bis zur Hälfte der Studien- und Prüfungsleistungen auf der Grundlage vorgelegter Unterlagen anerkannt, wenn diese Kenntnisse und Qualifikationen den Prüfungsleistungen, die sie ersetzen sollen, nach Inhalt und Niveau gleichwertig sind.“
3. **§ 10 Absatz 2 Satz 2** erhält folgende Fassung:
„In Modulen des Pflichtbereiches sind insgesamt 74 LP zu erwerben:
 1. Computer Simulation (36 LP)

CSim1: Computer Simulation 1	11 LP
CSim2: Computer Simulation 2	13 LP
CSim3: Computer Simulation 3	12 LP
 2. Computer Science (16 LP)

CS1: Computer Science 1	9 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

4. **§ 10 Absatz 2 Satz 3** erhält folgende Fassung:
 „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	Imaging in Medicine	
	IMG1: Imaging 1	8 LP
	IMG2: Imaging 2	8 LP
G	Materials Science	
	MSci1: Materials Science 1	8 LP
	MSci2: Materials Science 2	8 LP
H	Theoretical Chemistry	
	TC1: Theoretical Chemistry 1	8 LP
	TC2: Theoretical Chemistry 2	8 LP
I	Theoretical Particle Physics	
	TPP1: Theoretical Particle Physics 1	8 LP
	TPP2: Theoretical Particle Physics 2	8 LP

5. **§ 13 Satz 1** wird wie folgt gefasst und um **Satz 2** ergänzt:
 „Prüfungen können nach Maßgabe der Modulbeschreibung in den nachfolgend aufgeführten und geregelten Formen abgelegt werden. Sehen Modulbeschreibungen alternative Prüfungsformen vor, erfolgt die Festlegung der Prüfungsform nach Maßgabe der Modulbeschreibung.“
6. **§ 13 Ziffer 4, Buchstabe b), Satz 2** wird wie folgt gefasst:
 „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, einer schriftlichen Prüfung (Klausur) oder einer Hausarbeit nach den an anderer Stelle der Prüfungsordnung getroffenen Regelungen verbunden ist.“
7. **§ 13** wird ergänzt durch die Ziffern **5., 6., 7., 8. und 9.** und erhält folgende Fassung:
„5. Elektronische Prüfungsarbeiten
 a) Eine „E-Prüfung“ ist eine Prüfung, deren Erstellung, Durchführung und Auswertung (mit Ausnahme der offenen Fragen) computergestützt erfolgt. Eine „E-Prüfung“ ist zulässig, sofern sie dazu geeignet ist nachzuweisen, dass die Prüfungskandidatin bzw. der Prüfungskandidat die Inhalte und Methoden des Moduls in den wesentlichen Zusammenhängen beherrscht und die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten anwenden kann; erforderlichenfalls kann sie durch andere Prüfungsformen ergänzt werden.
 b) Die „E-Prüfung“ ist in Anwesenheit einer fachlich sachkundigen Person (Protokollführerin oder Protokollführer) durchzuführen. Über den Prüfungsverlauf ist eine Niederschrift anzufertigen, in die mindestens die Namen der Protokollführerin oder Protokollführer sowie der Prüfungskandi-

datinnen und Prüfungskandidaten, Beginn und Ende der Prüfung sowie evtl. besondere Vorkommnisse aufzunehmen sind. Es muss sichergestellt werden, dass die elektronischen Daten eindeutig und dauerhaft den Kandidatinnen und Kandidaten zugeordnet werden können. Den Kandidatinnen und Kandidaten ist gemäß den Bestimmungen des § 21 die Möglichkeit der Einsichtnahme in die computergestützte Prüfung sowie in das von ihnen erzielte Ergebnis zu gewähren. Die Aufgabenstellung einschließlich der Musterlösung, das Bewertungsschema, die einzelnen Prüfungsergebnisse sowie die Niederschrift sind gemäß den gesetzlichen Bestimmungen zu archivieren.

- c) Den Studierenden ist vor der Prüfung Gelegenheit zu geben, sich mit den Prüfungsbedingungen und dem Prüfungssystem vertraut zu machen.
- d) Prüfungen in Form von elektronischen Prüfungsarbeiten 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.
- e) Bei Bewertung durch mehrere Prüfer ergibt sich die Note der elektronischen Prüfungsarbeit aus dem arithmetischen Mittel der von den beiden Prüfern vergebenen Noten. Die Bekanntgabe der Bewertung erfolgt innerhalb von acht Wochen nach dem Prüfungstermin. Innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe der Bewertung ist den Kandidatinnen und Kandidaten Gelegenheit zur Einsicht in ihre elektronischen Prüfungsarbeiten zu geben.

6. Prüfungen im Antwortwahlverfahren

- a) In Prüfungen im Antwortwahlverfahren löst die Kandidatin oder der Kandidat unter Aufsicht schriftlich gestellte Fragen durch die Angabe der zutreffend befundenen Antworten aus einem Katalog vorgegebener Antwortmöglichkeiten. Das Antwortwahlverfahren wird in dazu geeigneten Modulen auf Antrag der Prüferinnen und Prüfer mit Zustimmung des Prüfungsausschusses angewandt.
- b) Die Prüfungsfragen müssen auf die mit dem betreffenden Modul zu vermittelnden Kenntnisse und Qualifikationen abgestellt sein und zuverlässige Prüfungsergebnisse ermöglichen.
- c) Die Festlegung der Prüfungsfragen und der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten (Prüfungsaufgaben) erfolgt durch die Prüferinnen und Prüfer. Dabei ist schriftlich festzuhalten, welche der Antwortmöglichkeiten als zutreffende Lösung der Prüfungsfragen anerkannt werden.
- d) Die Prüfung ist bestanden, wenn die Kandidatin oder der Kandidat mindestens 60 % der gestellten Prüfungsfragen zutreffend beantwortet hat oder wenn die Zahl der von der Kandidatin oder dem Kandidat zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 15 % die durchschnittlichen Prüfungsleistungen der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreitet, die im zurückliegenden, drei Prüfungstermine umfassenden Vergleichszeitraum erstmalig an der Prüfung teilgenommen haben.
- e) Die Leistungen in der schriftlichen Prüfung sind wie folgt zu bewerten: Wurde die für das Bestehen der Prüfung erforderliche Mindestzahl gemäß Buchstabe d) zutreffend beantworteter Prüfungsfragen erreicht, so lautet die Note

sehr gut	(1,0)	wenn mindestens 98 %	
	(1,3)	wenn mindestens 93 %	bis 97 %
gut	(1,7)	wenn mindestens 89 %	bis 92 %
	(2,0)	wenn mindestens 85 %	bis 88 %
	(2,3)	wenn mindestens 81 %	bis 84 %
befriedigend	(2,7)	wenn mindestens 77 %	bis 80 %
	(3,0)	wenn mindestens 73 %	bis 76 %
	(3,3)	wenn mindestens 69 %	bis 72 %
ausreichend	(3,7)	wenn mindestens 65 %	bis 68 %
	(4,0)	wenn mindestens 60 %	bis 64 %

der gestellten Prüfungsfragen zutreffend beantwortet wurden.

Die Note lautet "nicht ausreichend" (5,0), wenn die erforderliche Mindestzahl gemäß Buchstabe d) zutreffend beantworteter Prüfungsfragen nicht erreicht wurde. Bei einer von 60 % abweichenden Mindestbestehensgrenze sind die Prozentpunkte proportional anzupassen.

- f) Die Bewertung der Prüfung hat folgende Angaben zu enthalten:

1. die Zahl der gestellten und die Zahl der vom Prüfling zutreffend beantworteten Prüfungsfragen,
 2. die erforderliche Mindestzahl zutreffend zu beantwortender Prüfungsfragen (Bestehensgrenze),
 3. im Falle des Bestehens die Prozentzahl, um die die Anzahl der zutreffend beantworteten Fragen die Mindestanforderungen übersteigt,
 4. die von der Kandidatin oder dem Kandidaten erzielte Note.
- g) Die Prüferinnen und Prüfer haben bei der Auswertung der Prüfungsleistungen darauf zu achten, ob sich auf Grund der Häufung fehlerhafter Antworten auf bestimmte Prüfungsfragen Anhaltspunkte dafür ergeben, dass die Prüfungsaufgabe fehlerhaft formuliert war. Ergibt sich nach der Durchführung der Prüfung, dass einzelne Prüfungsfragen oder Antwortmöglichkeiten fehlerhaft formuliert wurden, gelten die betreffenden Prüfungsaufgaben als nicht gestellt. Die Zahl der Prüfungsaufgaben vermindert sich entsprechend; bei der Bewertung ist die verminderte Aufgabenzahl zugrunde zu legen. Die Verminderung der Prüfungsaufgaben darf sich nicht zum Nachteil der Prüflinge auswirken.

7. Präsentation mit Kolloquium

- a) In Prüfungen in Form einer Präsentation mit Kolloquium soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat ein fachliches oder praktisches Thema selbstständig bearbeiten und erläutern bzw. argumentativ zu verteidigen vermag.
- b) Die Regelungen unter Nr. 1 Buchstaben b) – e) gelten entsprechend.

8. Integrierte Prüfungen

- a) In integrierten Prüfungen soll festgestellt werden, ob der Kandidat oder die Kandidatin in einem begrenzten Zeitraum eine den Anforderungen entsprechende Aufgabe lösen und das Ergebnis anschließend im Zusammenhang des Prüfungsgebietes darstellen kann sowie spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen und zu beantworten vermag.
- b) Die Aufgabenstellung wird der Kandidatin oder dem Kandidaten vier Wochen vor dem Prüfungstermin zur Vorbereitung einer Präsentation schriftlich mitgeteilt. Die integrierte Prüfung beinhaltet einen freien Vortrag, an den sich ein mündlicher Prüfungsteil entsprechend Nr.1 Buchstabe b) – e) unmittelbar anschließt.

9. Fachpraktische Prüfungen

Mit fachpraktischen Prüfungen soll festgestellt werden, ob die Kandidatin oder der Kandidat über die in dem jeweiligen Fachgebiet notwendigen fachpraktischen Qualifikationen verfügt. Die Prüfung ist so zu gestalten, dass sie sowohl die praktische Darstellung als auch die mündliche oder Anfertigung einer schriftlichen Arbeit unter Aufsicht umfasst. Ziffer 1 und 2 gelten entsprechend.“

8. § 15 Absatz 1, Satz 2 erhält folgende Fassung:

„Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit ist der Nachweis von mindestens 70 Leistungspunkten gemäß § 10 sowie der erfolgreiche Abschluss der Module „CSim1 Computer Simulation 1“ und „CSim3 Computer Simulation 3“ und von mindestens einem Modul in der gewählten Spezialisierung.“

9. Anhang: Die Modulbeschreibung wird geändert und neu gefasst.

Artikel II Übergangsbestimmungen

Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die für den Masterstudiengang Computer Simulation in Science ab dem Wintersemester 2018/2019 erstmalig an der Bergischen Universität Wuppertal eingeschrieben sind.

Studierende, die ihr Studium nach der Prüfungsordnung vom 19.05.2014 (Amtl. Mittlg. 29/14), geändert am 28.03.2017 (Amtl. Mittlg. 17/17) und am 28.07.2017 (Amtl. Mittlg. 41/17), aufgenommen haben, können ihre Modulprüfungen bis zum 30.09.2020 ablegen, es sei denn, dass sie die Anwendung dieser neuen Prüfungsordnung beim Prüfungsausschuss beantragen. Der Antrag auf Anwendung der neuen Prüfungsordnung ist unwiderruflich.

Artikel III
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 Fakultätsrates der Fakultät für Mathematik- und Naturwissenschaften vom 30.01.2019.

Wuppertal, den 13.03.2019

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



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

**Module des Studiengangs
Computer Simulation in Science**

Stand: 27. November 2018

Inhaltsverzeichnis

Computer Simulation	4
CSim1 Computer Simulation 1	4
CSim2 Computer Simulation 2	4
CSim3 Computer Simulation 3	4
Computer Science	5
CS1 Computer Science 1	5
CS2 Computer Science 2	5
Numerical Methods	5
NM1 Numerical Methods 1	5
NM2a Numerical Methods 2a	6
NM2b Numerical Methods 2b	6
NM3 Numerical Methods 3	6
Atmospheric Physics	6
AtmP1 Atmospheric Physics 1	7
AtmP2a Atmospheric Physics 2a	7
AtmP2b Atmospheric Physics 2b	7
Computational Electromagnetics	8
CEM1 Computational Electromagnetics 1	8
CEM2 Computational Electromagnetics 2	8
Computational Fluid Mechanics	8
CFM1 Computational Fluid Mechanics 1	8
CFM2 Computational Fluid Mechanics 2	9
Experimental Particle Physics	9
EPP1 Experimental Particle Physics 1	9
EPP2 Experimental Particle Physics 2	9
Financial Mathematics	10
FM1 Financial Mathematics 1	10
FM2 Financial Mathematics 2	10
Imaging in Medicine	10
IMG1 Imaging 1	10
IMG2 Imaging 2	11
Materials Science	11
MSci1 Materials Science 1	11
MSci2 Materials Science 2	11
Theoretical Chemistry	11
TC1 Theoretical Chemistry 1	11
TC2 Theoretical Chemistry 2	12
Theoretical Particle Physics	12
TPP1 Theoretical Particle Physics 1	12
TPP2 Theoretical Particle Physics 2	12

Master Thesis	13
MT Master Thesis	13

Modul-Nr.	Name des Moduls <i>ggf. in englischer Sprache</i>	Workload in LP	Gewicht der Note
Angaben zu Form und Dauer der Prüfung		xW ¹	x US ²
Lernergebnisse /Kompetenzen			
<i>Voraussetzung für das Modul (falls gegeben)</i>			

Computer Simulation

CSim1	Computer Simulation 1	11 LP	11
Schriftliche Prüfung (Klausur) 180 min. Dauer		2W	2 US
<p>In the block course the students refresh the basics of analysis and linear algebra indispensable for the master program. 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>			

CSim2	Computer Simulation 2	13 LP	13
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	-
<p>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>			
<i>No formal pre-requisites.</i>			

CSim3	Computer Simulation 3	12 LP	12
Schriftliche Prüfung (Klausur) 180 min. Dauer		2W	1 US
<p>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>			

¹Wiederholung: UW = uneingeschränkt, 1W = einmal, 2W = zweimal

²Anzahl unbenoteter Studienleistungen (US)

CSim3	Computer Simulation 3	(Fortsetzung)
<p><i>CSim1, Modern Programming (CS1).</i> <i>unbenotete Übungen zu Lab Course II (2 LP), mindestens 50 Prozent dieser Übungspunkte sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>English Translation: ungraded exercises for Lab Course II (2 cr), at least 50 per cent of these exercise points are required for the registration for the final module exam.</i></p>		

Computer Science

CS1	Computer Science 1	9 LP	9
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	1 US
<p>Designing and implementing larger software projects using object-oriented methods. Students will be trained on applying virtualization technologies in the context of GRID and cloud computing.</p>			
<p><i>No formal pre-requisites.</i></p>			

CS2	Computer Science 2	7 LP	7
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	-
<p>Tools: Overview of different tools for software engineering. Image Processing and Data Visualization: The students will learn the basics of image processing in general and image analysis of tomographic images in particular. Virtualization 2: The students will acquire an overview of orchestration. They will learn how to use these techniques for applications and how to set up such systems.</p>			
<p><i>No formal pre-requisites.</i></p>			

Numerical Methods

NM1	Numerical Methods 1	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	1 US
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
<p>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>			

NM1	Numerical Methods 1	(Fortsetzung)	
<p><i>Bearbeitung der wöchentlich ausgegebenen unbenoteten Übungsaufgaben zu Numerical Analysis and Simulation I (2 LP) ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Prüfung.</i> <i>English Translation: ungraded weekly exercises for Numerical Analysis and Simulation I (2 cr) are required for the registration for the exam.</i></p>			

NM2a	Numerical Methods 2a	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	1 US
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
<p>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.</p>			
<p><i>Bearbeitung der wöchentlich ausgegebenen unbenoteten Übungsaufgaben zu Numerical Analysis and Simulation II (2 LP) ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Prüfung.</i> <i>English Translation: ungraded weekly exercises for Numerical Analysis and Simulation II (2 cr) are required for the registration for the exam.</i></p>			

NM2b	Numerical Methods 2b	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
<p>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.</p>			
<p><i>Unbenotete Übungsaufgaben und schriftliche Ausarbeitung zu Numerical Methods in Classical Field Theory and Quantum Mechanics (5 LP) sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>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.</i></p>			

NM3	Numerical Methods 3	6 LP	6
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	-
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
<p>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>			
<p><i>No formal pre-requisites.</i></p>			

Atmospheric Physics

AtmP1	Atmospheric Physics 1	8 LP	8
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	-
<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>			

AtmP2a	Atmospheric Physics 2a	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
<p>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.</p>			
<p><i>Eine unbenotete kleine Hausarbeit zu Atmospheric Physics (3 LP) ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>English Translation: an ungraded small homework for Introduction to Atmospheric Physics (3 cr) is required for the registration for the final module exam.</i></p>			

AtmP2b	Atmospheric Physics 2b	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	2 US
<p>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.</p>			
<p><i>ein unbenotetes Referat zu Selected Topics in Atmospheric Physics, dokumentiert durch ein schriftliches Manuskript/den Foliensatz des Vortrages (2 LP) ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>English Translation: an ungraded presentation for Selected Topics in Atmospheric Physics, documented by a script/set of slides (2 cr) is required for the registration for the final module exam.</i> <i>und/and</i> <i>ein unbenotetes Referat zu Seminar on Atmospheric Physics, dokumentiert durch ein schriftliches Manuskript/den Foliensatz des Vortrages (3 LP) ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>English Translation: an ungraded presentation for Seminar on Atmospheric Physics, documented by a script/set of slides (3 cr) is required for the registration for the final module exam.</i></p>			

Computational Electromagnetics

CEM1	Computational Electromagnetics 1	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	-
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
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.			
<i>No formal pre-requisites.</i>			

CEM2	Computational Electromagnetics 2	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
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.			
<i>No formal pre-requisites.</i>			

Computational Fluid Mechanics

CFM1	Computational Fluid Mechanics 1	8 LP	8
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	-
<p>Computational Fluid Dynamics</p> <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 <p>Smooth Particle Hydrodynamics</p> <p>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>			
<i>No formal pre-requisites.</i>			

CFM2	Computational Fluid Mechanics 2	8 LP	8
Sammelmappe mit Begutachtung		UW	-
<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>			
<p><i>Fire Simulation:CFM1, NM1, CSim1, CS1</i> <i>Groundwater Flow, Free Surface Water Flow:</i> <i>CFM1</i></p>			

Experimental Particle Physics

EPP1	Experimental Particle Physics 1	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
<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><i>Quantum Mechanics at bachelor level. Particularly suited for students with Bachelor of Physics or Applied Science</i> <i>Unbenotete Übungen zu The Standard Model of Elementary Physics (5 LP) sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.</i> <i>English Translation: ungraded exercises for The Standard Model of Elementary Physics (5 cr) are required for the registration for the final module exam.</i></p>			

EPP2	Experimental Particle Physics 2	8 LP	8
Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher Prüfung 30 min. Dauer		UW	-

EPP2	Experimental Particle Physics 2	(Fortsetzung)
<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>		
<p><i>No formal pre-requisite.</i></p>		

Financial Mathematics

FM1	Financial Mathematics 1	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	-
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
<p>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.</p>			
<p><i>No formal pre-requisites.</i></p>			

FM2	Financial Mathematics 2	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 120 min. Dauer <i>oder</i>		UW	-
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
<p>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.</p>			
<p><i>Numerical Analysis at Bachelor Level, particularly suited for students with Bachelor of mathematics, Financial Mathematics or Applied Sciences</i></p>			

Imaging in Medicine

IMG1	Imaging 1	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 60 min. Dauer <i>oder</i>		UW	1 US
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-

IMG1	Imaging 1	(Fortsetzung)
The students will learn the basics of imaging and tomographic imaging. In particular they are introduced to the related physical principles.		

IMG2	Imaging 2	8 LP	8
Schriftliche Prüfung (Klausur) 60 min. Dauer <i>oder</i>		UW	1 US
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
The students will learn the basics of image processing in general and image analysis of tomographic images in particular.			

Materials Science

MSci1	Materials Science 1	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	-
Understanding macroscopic (mostly polymer) material properties on the basis of microscopic interactions.			
<i>No formal pre-requisites.</i>			

MSci2	Materials Science 2	8 LP	8
Schriftliche Hausarbeit		UW	-
Acquiring numerical modeling techniques used in industrial RD departments focussing on materials development and performance.			
<i>Concepts in Soft Matter Physics</i>			

Theoretical Chemistry

TC1	Theoretical Chemistry 1	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
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.			

TC1	Theoretical Chemistry 1	(Fortsetzung)
<p><i>Unbenotete Übungen (2 LP) sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises (2 cr) are required for the registration for the final module exam.</i></p>		

TC2	Theoretical Chemistry 2	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
<p>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.</p>			
<p><i>TC1 Unbenotete Übungen (2 LP) sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung. English Translation: ungraded exercises (2 cr) are required for the registration for the final module exam.</i></p>			

Theoretical Particle Physics

TPP1	Theoretical Particle Physics 1	8 LP	8
Mündliche Prüfung 30 min. Dauer		UW	1 US
<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>			
<p><i>Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung sind 5 LP aus der unbenoteten Studienleistung aus einer der Komponenten a, b oder c. English Translation: ungraded exercises (5 cr) from one of the components a, b or c are required for the registration for the final module exam.</i></p>			

TPP2	Theoretical Particle Physics 2	8 LP	8
Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher Prüfung 30 min. Dauer		UW	-

TPP2	Theoretical Particle Physics 2	(Fortsetzung)
<p>Quantum Field Theory: The students are prepared for modern research in the field of theoretical particle physics and its computer assisted applications.</p> <p>Cosmology: 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> <p>Advanced Quantum Mechanics: The students learn advanced methods and techniques of quantum mechanics, in particular the relativistic formulation and the field quantization. They will gain an overview of various computational methods and approximations as well as the fundamental importance of relativistic phenomena in physics. They will also learn the foundations of theoretical particle physics.</p>		
<p><i>No formal pre-requisites.</i></p>		

Master Thesis

MT	Master Thesis	30 LP	30
Abschlussarbeit		1W	-
<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><i>Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Abschlussarbeit ist der Nachweis von 70 LP sowie der Abschluss aller beschränkt wiederholbarer Modulprüfungen.</i></p> <p><i>English Translation: 70 credit points as well as the conclusion of all module examinations which can only be repeated a restricted number of times are required for getting the topic of the master thesis.</i></p>			