



Curriculum für das Masterstudium

Nanophysik

Curriculum 2009

Dieses Curriculum wurde vom Senat der Karl-Franzens-Universität Graz in der Sitzung vom 22.04.2009 und vom Senat der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 09.03.2009 genehmigt.

Das Studium wird als gemeinsames Studium (§ 54 Abs. 9 UG 2002) der Karl-Franzens-Universität Graz (KFUG) und der Technischen Universität Graz (TUG) im Rahmen von „NAWI Graz“ eingerichtet. Rechtsgrundlagen für dieses Studium sind das UG 2002 sowie die Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzungen der KFUG und der TUG in der jeweils geltenden Fassung.

§ 1 Allgemeines

- (1) Das naturwissenschaftliche Masterstudium „Nanophysik“ umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS- Anrechnungspunkte gem. § 51 Abs 2 Z 26 UG 2002.
- (2) Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Master of Science“, abgekürzt „MSc.“, verliehen.

§ 2 Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

- (1) Gegenstand des Studiums:

Das Masterstudium „Nanophysik“ vermittelt den Studierenden eine Ausbildung auf dem Gebiet der Nanowissenschaften mit vertieften physikalisch-naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Fertigkeiten. Dies befähigt zu qualitativ hochwertiger und strukturierter Forschungsarbeit sowie zur Entwicklung innovativer Systeme auf wissenschaftlicher Basis in diesem Fachgebiet.

- (2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Die Nanotechnologie wird allgemein als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen, mit hohem Potenzial für Innovationen beispielsweise in den Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologien, der Medizin, der neuartigen und Ressourcen schonenden Werkstoffe oder multifunktionaler Bauelemente. Dies erfordert auch einen Wandel in der Ausbildung und eine Ziel gerichtete Rekrutierung des wissenschaftlichen Nachwuchses, insbesondere in den universitären Bildungseinrichtungen. Die Nanophysik bildet die Grundlage für die Nanowissenschaften als Schlüsseldisziplin zwischen den Naturwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften.

Das Qualifikationsprofil dieses Masterstudiums ermöglicht Absolventinnen und Absolventen integrativ in Forschungs-, Entwicklungs- und Planungsabläufen spezielle fachbezogene Aufgaben für die vertiefende wissenschaftliche Bearbeitung zu analysieren und zu spezifizieren, um eine Ziel orientierte Detailbearbeitung durch die Spezialistin/den Spezialisten zu ermöglichen.

Das Masterstudium „Nanophysik“ liefert die Voraussetzung zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten, für ein eventuell im Anschluss betriebenes Doktoratstudium, wie auch die erweiterten Fachkenntnisse für wissenschaftliche Tätigkeiten im Bereich von Industrie, Wirtschaft, Verwaltung, Forschung und Lehre.

Im Rahmen des Masterstudiums „Nanophysik“ erfolgt die Ausbildung der Studierenden nicht nur durch Vorlesungen, sondern auch durch interaktive Lehrveranstaltungen wie Seminare, Übungen und Laborübungen. Die Lernziele und Lehrinhalte sind in thematisch zusammenhängenden Modulen zusammengefasst. Dadurch wird integratives Denken in einem interdisziplinären Umfeld gefördert. Besonderer Wert wird auf eine solide praktische Ausbildung und forschungsorientierte selbstständige Arbeit gelegt. Gelehrt wird in Deutsch und Englisch. Dadurch gewinnt das Studium auch einen bestimmten Grad an Internationalität, indem es durch die Verwendung der englischen Sprache zu einer erfolgreichen Flexibilisierung der Tätigkeit in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft beiträgt.

Das Masterstudium „Nanophysik“ zielt darauf ab, den Studierenden folgende Fähigkeiten und Kenntnisse zu vermitteln:

- ein Basisfachwissen im Bereich der physikalisch orientierten Nanowissenschaften durch die Pflichtfächer in den experimentellen und theoretischen Grundmodulen,
- ein fachspezifisches Wissen zur Herstellung, Funktionsweise, Charakterisierung und Modellierung nanoskopischer Systeme, das durch vertiefende Module zu den Themen Atom- und Nanooptik, Nanoanalytik, Nanoelektronik, Nanomaterialien, Oberflächen-Nanotechnologie sowie Theorie und Modellierung vermittelt wird.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums „Nanophysik“ sollen in der Lage sein, ihr theoretisches und praktisches Wissen anzuwenden. Konkret sollen sie folgende Kompetenzen erwerben:

- Grundlegende Zusammenhänge in den Nanowissenschaften zu verstehen,
- Methoden und Modelle der Nanophysik zu entwickeln und anzuwenden,
- für komplexe physikalische Prozesse in den Nanowissenschaften fachlich fundierte und interdisziplinäre Systemkonzepte und Lösungsansätze durch präparations- und messtechnische Verfahren zu entwickeln, und die Prozesse zu modellieren und
- In der Forschung, Entwicklung und Planung durch die fachlich interdisziplinären Voraussetzungen die Effizienz in der Durchführung von Projekten signifikant zu erhöhen.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums „Nanophysik“ sollen des Weiteren über nachstehende allgemeine Qualifikationen und Kompetenzen verfügen:

- Generelle wissenschaftliche und technologische Methoden und Modelle anwenden zu können.
- Erlernte Methoden und Technologien überprüfen und verbessern zu können sowie Probleme lösen und wissenschaftliche Untersuchungen durchführen zu können.
- Argumente, Annahmen, abstrakte Konzepte und Daten gegeneinander abwägen und Modellierungen vornehmen zu können im Hinblick auf die Problemlösung einer komplexen Fragestellung.
- Sich der Interpretationsspielräume und Grenzen des aktuellen Wissensstandes bewusst zu sein.
- Zur stetigen Aktualisierung ihres Wissens und ihrer Fähigkeiten bereit zu sein.
- Teamfähig zu sein.
- Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen vor Publikum kommunizieren zu können und zwar vor Spezialistinnen und Spezialisten wie auch Nichtspezialistinnen und Nichtspezialisten.

- Sich möglicher ethischer, gesellschaftlicher, ökonomischer, umwelt- und sicherheitsbezogener Auswirkungen ihrer Disziplin bewusst zu sein.
 - Selbstständig zu arbeiten und sich und andere motivieren zu können.
- (3) Das Master-Studium „Nanophysik“ orientiert sich am Bedarf des Arbeitsmarktes, da in zunehmendem Maße wesentliche Innovationen in den Ingenieurwissenschaften (Elektrotechnik, physikalische Prozess- und chemische Verfahrenstechnik, pharmazeutische Technik, Informationstechnik) auf Nanotechnologien beruhen.

§ 3 Aufnahmebedingungen / Zulassungsvoraussetzungen

- (1) Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus (§ 64 Abs 5 UG 2002).
- (2) Das Masterstudium „Nanophysik“ baut auf dem an der KFUG angebotenen Bachelorstudium „Physik“ oder auf dem an der TUG Graz angebotenen Bachelorstudium „Technische Physik“ auf. Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums sowie Absolventinnen und Absolventen der im Anhang I aufgelisteten Studien erfüllen jedenfalls die Aufnahmevoraussetzungen für das Masterstudium „Nanophysik“. Um einen Gesamtumfang der aufbauenden Studien von 300 ECTS-Anrechnungspunkten zu erreichen, ist die Zuordnung ein und derselben Lehrveranstaltung sowohl im zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudium als auch im gegenständlichen Masterstudium ausgeschlossen.
- (3) Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 25 ECTS-Anrechnungspunkten vorgeschrieben werden. Die Anerkennung von gegebenenfalls zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für den Bereich der Freien Wahlfächer /Freien Wahllehrveranstaltungen**/Freifächer*** gemäß § 9 zulässig.

§ 4 Aufbau und Gliederung des Studiums

- (1) Das Masterstudium „Nanophysik“ mit einem Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst vier Semester. Für die Lehrveranstaltungen sind insgesamt 90 ECTS-Anrechnungspunkte vorgesehen, davon sind 12 ECTS-Anrechnungspunkte für freie Wahllehrveranstaltungen/freie Wahlfächer**/Freifächer*** vorgesehen. Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte veranschlagt.

	ECTS- Anrechnungspunkte
Modul I / Fach I**/Pflichtfach***: Experimentelle Grundlagen der Nanophysik	28
Modul II / Fach II**/Pflichtfach***: Theoretische Grundlagen der Nanophysik	18
Wahlfachkataloge/gebundene Wahlfächer**/Wahlfächer***	30
Freie Wahllehrveranstaltungen/Freie Wahlfächer**/Freifächer***	12
Masterarbeit	30
Seminar für Masterarbeit	2
Summe	120

** KFUG ***TUG

- (2) In § 5 sind die Arten der Lehrveranstaltungen sowie die jeweilige Teilnehmerinnen- und Teilnehmerhöchstzahl bzw. das Betreuungsverhältnis, in § 6 die Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen und in § 7 Studieninhalt und Semesterplan aufgelistet. Die Zuordnung zur Semesterfolge stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und den Jahresarbeitsaufwand von 60 ECTS-Anrechnungspunkten nicht überschreitet.

§ 5 Arten der Lehrveranstaltungen

- (1) **Vorlesungen (VO):** Sie dienen der Einführung in die Methoden des Faches und der Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen aus dem traditionell gesicherten Wissensstand, aus dem aktuellen Forschungsstand und aus besonderen Forschungsbereichen des Faches.
- (2) **Vorlesung mit Übungen (VU):** Dabei erfolgt sowohl die Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen als auch die Vermittlung von praktischen Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
Teilnehmerinnen- und Teilnehmerhöchstzahl 40
- (3) **Übung (UE):** Übungen haben den praktischberuflichen Zielen der Studien zu entsprechen und konkrete Aufgaben zu lösen. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
Teilnehmerinnen- und Teilnehmerhöchstzahl 25
- (4) **Seminare (SE):** Sie dienen der eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit und der wissenschaftlichen Diskussion darüber, wobei eine schriftliche Ausarbeitung eines Themas und dessen mündliche Präsentation geboten werden soll. Darüber ist eine Diskussion abzuhalten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
Teilnehmerinnen- und Teilnehmerhöchstzahl 15
- (5) **Laborübungen (LU):** In Laborübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in praktischer, experimenteller und/oder

konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung mit besonders intensiver Betreuung vermittelt. Laborübungen enthalten als wesentlichen Bestandteil die Anfertigung von Protokollen über die durchgeführten Arbeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter. Betreuungsverhältnis Lehrende zu Studierenden = 1:5

§ 6 Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen, im Bedarfsfall auch in der vorlesungsfreien Zeit.
- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:
 - a) Die Lehrveranstaltung ist für die/den Studierende(n) verpflichtend im Curriculum vorgeschrieben.
 - b) Die Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen (Gesamt ECTS-Anrechnungspunkte)
 - c) Das Datum (Priorität früheres Datum) der Erfüllung der Teilnahmevoraussetzung.
 - d) Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
 - e) Die Note der Prüfung – bzw. der Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) – über die Lehrveranstaltung(en) der Teilnahmevoraussetzung.
 - f) Studierende, für die solche Lehrveranstaltungen zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig sind, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine eigene Ersatzliste ist möglich. Es gelten sinngemäß die obigen Bestimmungen.

§ 7 Studieninhalt und Semesterplan

- (1) Die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Masterstudiums und deren Zuordnung zu den Prüfungsfächern werden nachfolgend angeführt. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zur Semesterfolge ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet.

Masterstudium Module/Fächer	Nanophysik Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	LV- Art	ECTS	Semester mit ECTS- Anrechnungspunkten			
					I	II	III	IV
Modul I/ Fach I (Pflichtfach): Experimentelle Grundlagen der Nanophysik	Einführung in die nano- analytischen Methoden	2	VO	3	3			
	Nanostrukturen und Nanotechnologie	2	VO	3	3			
	Fortgeschrittene Festkörperphysik	2	VO	5		5		
	Übungen Fortgeschrittene Festkörperphysik	1	UE	1		1		
	Fortgeschrittenenpraktikum Nanophysik	6	LU	6		6		
	Spektroskopische Methoden und Quantenmesstechnik	2	VO	3	3			
	Oberflächenphysik	2	VO	4		4		
	Chemische Grundlagen der Nanowissenschaften	2	VO	3	3			
Modul II/ Fach II (Pflichtfach): Theoretische Grundlagen der Nanophysik	Höhere Quantenmechanik	2	VO	4	4			
	Theoretische Festkörperphysik	2	VO	3	3			
	Übungen Theoretische Festkörperphysik	2	UE	3	3			
	Computersimulationen	1	VO	2	2			
	Übungen Computersimulationen	2	UE	2	2			
	Computermethoden der Festkörperphysik	2	VU	4		4		
Summe Module/Fächer (Pflichtfächer)		30		46	26	20		
Summe Wahlfachkataloge/ Gebundene Wahlfächer**/ Wahlfächer*** lt. §8				30	4	8	18	
Seminar für Masterarbeit		2	SE	2			2	
Masterarbeit mit Masterprüfung				30			30	
Freie Wahlveranstaltungen/ freie Wahlfächer**/ Freifächer*** lt. §9				12		2	10	
Summe gesamt				120	30	30	28	32

KFUG *TUG

- (2) Die in den Modulen/Fächern zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden oder Fertigkeiten werden im Anhang III näher beschrieben.

§ 8 Wahlfachkataloge / gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***

Aus den Wahlfachkatalogen Module A bis F sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 25 ECTS-Anrechnungspunkten zu wählen, davon ein Praktikum im Umfang von 4 ECTS-Anrechnungspunkten. Aus dem Wahlfachkatalog, aus dem das Praktikum gewählt wird, ist mindestens eine weitere Lehrveranstaltung zu wählen. Es sind Lehrveranstaltungen aus mindestens zwei der Module zu wählen.

Modul A: Atom- und Nanooptik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
A1	Praktikum Modul Atom- & Nano-Optik	4	LU	4	
A2	Atom- und Quantenoptik	2	VO	4	
A3	Nano-Optik	2	VO	4	
gesamt				12	

Modul B: Nanoanalytik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/Kstd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
B1	Praktikum Modul Nanoanalytik	4	LU	4	
B2	Transmissionselektronenmikroskopie	2	VO	2	
B3	Rastersonden-Methoden	2	VO	4	
B4	Integrale Nanoanalytik-Magnetometrie	2	VO	2	B5
B5	Strukturuntersuchungen an Festkörpern	2	VO	2	B4
gesamt				12	

Modul C: Nanoelektronik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/Kstd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
C1	Praktikum Modul Nanoelektronik	4	LU	4	
C2	Physik weicher Materie	2	VO	3	
C3	Physik der Nanoelektronik	2	VO	3	
C4	Organische Halbleiter - Grundlagen und Anwendungen	3	VO	3	C5
C5	Physik der Halbleiter und Bauelemente	2	VO	3	C4
gesamt				13	

Modul D: Nanomaterialien / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer**/ Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
D1	Praktikum Modul Nanomaterialien	4	LU	4	
D2	Nanopartikuläre Materialien	2	VO	3	D3
D3	Mesoskopische Systeme	2	VO	2	D2
D4	Nanobiotechnologie	2	VO	3	D6
D5	Magnetismus in reduzierten Dimensionen	2	VO	4	
D6	Nanostrukturen in Polymeren	1.33	VO	2	D4
gesamt				13	

Modul E: Oberflächen-Nanotechnologie / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
E1	Praktikum Modul Oberflächen-Nanotechnologie	4	LU	4	
E2	Einführung in Oberflächen-Nanostrukturen	2	VO	4	
E3	Dünnschichttechnologie	2	VO	2	E5
E4	Synchrotronstrahlungs-Methoden	2	VO	4	E6
E5	Oberflächenchemie	2	VO	2	E3
E6	Allgemeine Methoden der Oberflächenphysik	2	VO	4	E4
gesamt				14	

Modul F: Theorie und Modellierung / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***					
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	2-jährlich im Wechsel mit LV Nr.
F1	Praktikum Modul Theorie & Modellierung	4	LU	4	
F2	Bandstrukturmethoden	2	VO	2	F3
F3	Elektronentheorie des Festkörpers	2	VO	2	F2
F4	Korrelationsphänomene in der Festkörperphysik	2	VO	2	F5
F5	Kritische Phänomene: Analytische Zugänge und numerische Simulationen	2	VU	2	F4
F6	Transport in Nanostrukturen und mesoskopischen Systemen	2	VO	3	
F7	Theoretische Festkörperphysik II	2	VO	4	
F8	Theoretische Nano- und Quantenoptik	2	VO	4	F9
F9	Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Festkörper- und Nanophysik	2	VO	4	F8
gesamt				19	

KFUG *TUG

Lehrveranstaltungen aus dem Wahlfachkatalog „Soft Skills“ müssen im Umfang von mindestens 5 ECTS-Anrechnungspunkten gewählt werden. Es wird empfohlen, entsprechende Lehrveranstaltungen aus der folgenden Liste oder Lehrveranstaltungen über Fremdsprachen aus dem Lehrveranstaltungskatalog beider Universitäten TUG und KFUG auszuwählen.

Soft Skills / Wahlfachkatalog/Gebundene Wahlfächer**/Wahlfächer***					
Lehrveranstaltung	SSt/KStd	Typ	ECTS	KFUG	TUG
Arbeitsgruppen leiten, zielorientiert moderieren	2	VU	3	X	
Einführung in Betriebswirtschaftslehre und WIPÄD	2	VO	3	X	
Führen von MitarbeiterInnen und Teams	2	VU	3	X	
Gesprächsführung	2	VU	3	X	
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	2	VO	4		X
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	1	UE	2		X
Grundlagen der Rhetorik	2	VU	3	X	
Innovationsmanagement in der industriellen Praxis	1	VO	1		X
Innovationsmanagement in der industriellen Praxis	1	SE	1		X
Investition und Finanzierung	2	VU	4	X	
Kommunikation als Produktionsfaktor	2	VU	3	X	
Kommunikationstraining	2	VU	3	X	
Marketing Management	2	VO	3		X
Marketing Management	1	UE	2		X
Mitarbeiterführung	1	VO	1		X
Mitarbeiterführung	1	SE	1		X
Patentrecht	2	VO	3		X
Projektmanagement	3	VU	4		X
Umweltrecht und Anlagengenehmigung	2	VO	3		X
Unternehmensgründung	2	VO	3	X	
Gender Studies	2	VO	2		X

KFUG *TUG

§ 9 Freie Wahllehrveranstaltungen / freie Wahlfächer** / Freifächer***

- (1) Freie Wahllehrveranstaltungen/freie Wahlfächer** /Freifächer*** im Masterstudium Nanophysik dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten und inländischen Fachhochschulen bzw. Pädagogischen Hochschulen gewählt werden. Anhang IV enthält eine Empfehlung für Lehrveranstaltungen bzw. Fächer, aus denen Lehrveranstaltungen gewählt werden können.
- (2) Sofern einer frei zu wählenden Lehrveranstaltung keine ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet sind, wird jede Semesterstunde (SSt/KStd) dieser Lehrveranstaltung mit einem ECTS-Anrechnungspunkt bewertet.

- (3) Wurden Pflichtlehrveranstaltungen, die in diesem Curriculum vorgesehen sind, bereits im Rahmen des zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudiums verwendet, so sind diese durch zusätzliche Wahllehrveranstaltungen im selben Umfang zu ersetzen.

Anhang IV enthält eine Empfehlung für Lehrveranstaltungen bzw. Fächer, aus denen Lehrveranstaltungen gewählt werden können. Insbesondere wird auf die Möglichkeit der Wahl von Lehrveranstaltungen zu arbeits- und sozialrechtlichen Fragen, zum Erwerb sozialer Kompetenz und Managementqualifikationen sowie zur Frauen- und Geschlechterforschung hingewiesen.

§ 10 Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbstständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung der Masterarbeit ist so zu wählen, dass für die Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist.
- (2) Das Thema der Masterarbeit ist aus einem der Pflichtfächer bzw. Fächern der Wahlfachkataloge Module A-F des Masterstudiums Nanophysik zu entnehmen. Über Ausnahmen entscheidet das zuständige studienrechtliche Organ.
- (3) Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte festgelegt.
- (4) Die Masterarbeit ist in gedruckter (an der KFUG auch in elektronischer) Form zur Beurteilung einzureichen.
- (5) Die Masterarbeit kann auch in Englisch verfasst werden. Eine Zusammenfassung in deutscher Sprache ist in diesem Fall vorzulegen.

§ 11 Zulassungsbedingungen zu Lehrveranstaltungen/Prüfungen

- (1) Die Zulassungsvoraussetzung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß § 4 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit
- (2) Mit Ausnahme der kommissionellen Masterprüfung sind keine Bedingungen zur Zulassung zu Prüfungen festgelegt.

§ 12 Prüfungsordnung

- (1) Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt.
 - a) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen. Die Prüfungen sind mündlich oder schriftlich oder mündlich und schriftlich.
 - b) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Laborübungen (LU), und Seminaren (SE) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Prüfungsvorgängen zu bestehen.
- (2) Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4) und der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Wenn diese Form

der Beurteilung bei Prüfungen unmöglich oder unzweckmäßig ist, hat die positive Beurteilung "mit Erfolg teilgenommen", die negative Beurteilung "ohne Erfolg teilgenommen" zu lauten.

- (3) Besteht ein Fach aus mehreren Prüfungsleistungen, die Lehrveranstaltungen entsprechen, so ist die Fachnote zu ermitteln, indem
- a) die Note jeder dem Fach zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
 - b) die gemäß lit. a) errechneten Werte addiert werden,
 - c) das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
 - d) das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind aufzurunden, sonst abzurunden.
 - e) Eine positive Fachnote kann nur erteilt werden, wenn jede einzelne Prüfungsleistung positiv beurteilt wurde.
- (4) Die kommissionelle Prüfung besteht aus
- einer Präsentation der Masterarbeit (maximal 20 Minuten)
 - Verteidigung der Masterarbeit (Prüfungsgespräch)
 - einer Prüfung aus dem Fach, dem die Masterarbeit zugeordnet ist
 - einer Prüfung aus einem weiteren Fach gemäß §7

Das Fach/die Fächer wird/werden vom zuständigen studienrechtlichen Organ der Universität der Zulassung auf Vorschlag der Kandidatin/des Kandidaten festgelegt.

Der Zeitrahmen der kommissionellen Prüfung ist mit 1 Stunde festgelegt.

- (5) Dem Prüfungssenat der Masterprüfung gehören die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit und zwei weitere Mitglieder an, die nach Anhörung der Kandidatin oder des Kandidaten vom zuständigen studienrechtlichen Organ nominiert werden. Den Vorsitz führt ein Mitglied des Prüfungssenates, welches nicht Betreuerin oder Betreuer der Masterarbeit ist.
- (6) Die Gesamtnote dieser kommissionellen Prüfung wird vom Prüfungssenat festgelegt, wobei alle Teilleistungen einzubeziehen sind.

§ 13 Studienabschluss und Abschlusszeugnis

- (1) Den Abschluss des Studiums bilden eine Masterarbeit und eine kommissionelle Masterprüfung gemäß § 12 Abs 4.
- (2) Das Abschlusszeugnis über das Masterstudium enthält
- a) alle Prüfungsfächer gemäß § 7 und deren Beurteilungen,
 - b) Titel und Beurteilung der Masterarbeit,
 - c) die Beurteilung der abschließenden kommissionellen Prüfung sowie
 - d) den Gesamtumfang in ECTS-Anrechnungspunkten der positiv absolvierten freien Wahllehrveranstaltungen / freie Wahlfächer** /Freifächer*** gemäß § 9,
 - e) die Gesamtbeurteilung gemäß § 73 Abs. 3 UG 2002.

§ 14 Übergangsbestimmungen

Keine

§ 15 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt mit dem 1. Oktober 2009 in Kraft.

****KFUG ***TUG**

Anlagen Masterstudium Nanophysik

Anhang I:

Fachlich in Frage kommende Studien, die gemäß § 3 (2) jedenfalls zur Zulassung zum Masterstudium berechtigen, sind:

Bakkalaureats- bzw. Bachelorstudium Physik

Bakkalaureats- bzw. Bachelorstudium Technische Physik

Anhang II: Studienablauf

Der angeführte Studienablauf ist ein Musterstudienablauf und nicht zwingend vorgeschrieben.

1. Semester	SSt/KStd	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/ KFUG
Einführung in die nanoanalytischen Methoden	2	VO	3			X
Nanostrukturen und Nanotechnologie	2	VO	3			X
Spektroskopische Methoden & Quantenmesstechnik	2	VO	3			X
Chemische Grundlagen der Nanowissenschaften	2	VO	3			X
Höhere Quantenmechanik	2	VO	4			X
Theoretische Festkörperphysik	2	VO	3			X
Übungen Theoretische Festkörperphysik	2	UE	3			X
Computersimulationen	1	VO	2	X		
Übungen zu Computersimulationen	2	UE	2	X		
Wahlfachkataloge / gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer*** gemäß § 8	-	-	4			
1. Semester Summe			30			

2. Semester	SSt/KStd	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/ KFUG
Fortgeschrittene Festkörperphysik	2	VO	5	X		
Übungen Fortgeschrittene Festkörperphysik	1	UE	1	X		
Fortgeschrittenenpraktikum Nanophysik	6	LU	6			X
Oberflächenphysik	2	VO	4		X	
Computermethoden der Festkörperphysik	2	VU	4		X	
Wahlfachkataloge / gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer*** gemäß § 8			8			
Freie Wahlveranstaltungen**/ Freie Wahlfächer***	-	-	2			
2. Semester Summe			30			

3. Semester	SSt/KStd	Typ	ECTS
Wahlfachkataloge / gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer*** gemäß § 8			18
Freie Wahlveranstaltungen**/ Freie Wahlfächer***	-	-	10
3. Semester Summe			28

4. Semester	SSt/KStd	Typ	ECTS
Seminar zur Masterarbeit	2	SE	2
Masterarbeit	-	-	30
4. Semester Summe			32

Zuordnung der Gebunden Wahlfächer** / Wahlfächer zu den beteiligten Universitäten

Modul A: Atom- und Nanooptik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
A1	Praktikum Modul Atom- & Nano-Optik	4	LU	4			X
A2	Atom- und Quantenoptik	2	VO	4	X		
A3	Nano-Optik	2	VO	4		X	
gesamt				12			

Modul B: Nanoanalytik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/Kdtd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
B1	Praktikum Modul Nanoanalytik	4	LU	4			X
B2	Transmissionselektronenmikroskopie	2	VO	2	X		
B3	Rastersonden-Methoden	2	VO	4		X	
B4	Integrale Nanoanalytik-Magnetometrie	2	VO	2		X	
B5	Strukturuntersuchungen an Festkörpern	2	VO	2	X		
gesamt				12			

Modul C: Nanoelektronik / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/Kdtd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
C1	Praktikum Modul Nanoelektronik	4	LU	4			X
C2	Physik weicher Materie	2	VO	3	X		
C3	Physik der Nanoelektronik	2	VO	3			X
C4	Organische Halbleiter - Grundlagen und Anwendungen	3	VO	3	X		
C5	Physik der Halbleiter und Bauelemente	2	VO	3	X		
gesamt				13			

Modul D: Nanomaterialien / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer**/ Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
D1	Praktikum Modul Nanomaterialien	4	LU	4			X
D2	Nanopartikuläre Materialien	2	VO	3	X		
D3	Mesoskopische Systeme	2	VO	2	X		
D4	Nanobiotechnologie	2	VO	3			X
D5	Magnetismus in reduzierten Dimensionen	2	VO	4		X	
D6	Nanostrukturen in Polymeren	1,33	VO	2	X		
gesamt				13			

Modul E: Oberflächen-Nanotechnologie / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
E1	Praktikum Modul Oberflächen-Nanotechnologie	4	LU	4			X
E2	Einführung in Oberflächen-Nanostrukturen	2	VO	4		X	
E3	Dünnschichttechnologie	2	VO	2	X		
E4	Synchrotronstrahlungs-Methoden	2	VO	4		X	
E5	Oberflächenchemie	2	VO	2	X		
E6	Allgemeine Methoden der Oberflächenphysik	2	VO	4		X	
gesamt				14			

Modul F: Theorie und Modellierung / Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer** / Wahlfächer***							
	Lehrveranstaltung	SSt/KStd*)	Typ	ECTS	TUG	KFUG	TUG/KFUG
F1	Praktikum Modul Theorie & Modellierung	4	LU	4			X
F2	Bandstrukturmethoden	2	VO	2	X		
F3	Elektronentheorie des Festkörpers	2	VO	2	X		
F4	Korrelationsphänomene in der Festkörperphysik	2	VO	2	X		
F5	Kritische Phänomene: Analytische Zugänge und numerische Simulationen	2	VU	2	X		
F6	Transport in Nanostrukturen und mesoskopischen Systemen	2	VO	3	X		
F7	Theoretische Festkörperphysik II	2	VO	4		X	
F8	Theoretische Nano- und Quantenoptik	2	VO	4		X	
F9	Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Festkörper- und Nanophysik	2	VO	4		X	
gesamt				19			

KFUG *TUG

Anhang III: Modulbeschreibung / Beschreibung der Fächer

Modul I / Pflichtfach I „Experimentelle Grundlagen der Nanophysik“

Inhalte: Fachübergreifende und vernetzte Vermittlung der experimentellen Grundlagen der Nanophysik. Im Vordergrund stehen die experimentelle Physik niedrigdimensionaler Systeme sowie experimentelle Methoden der Synthese und Strukturierung, der Spektroskopie und Mikroskopie sowie der Oberflächen-, Festkörper- und Materialphysik.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studentinnen / Studenten mit den experimentellen Grundlagen der Nanophysik vertraut und in der Lage, einfache Methoden der Nanophysik anzuwenden. Die Studierenden verstehen, wie durch Strukturierung auf nanoskopischer Skala Materialeigenschaften modifiziert und für neuartige Anwendungen nutzbar gemacht werden können. Die Studierenden haben sich mit interdisziplinären Lösungsansätzen, die zum Bearbeiten nanowissenschaftlicher Aufgabenstellungen erforderlich sind, befasst. Dieses Grundmodul ist vorbereitend für die Wahlfach-Module.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen, Übungen, Laborübungen.

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul II / Pflichtfach II „Theoretische Grundlagen der Nanophysik“

Inhalte: Fachübergreifende theoretische Grundlagen von Festkörper- und Nanophysik, sowie numerische Methoden zur Behandlung von Materialien. Quantenmechanik mit Vielteilchenphysik und Störungstheorie. Grundlegende Modelle der Festkörpertheorie mit Näherungsverfahren und Dichtefunktional-Theorie. Spezielle Übungen mit Beispielen aus der theoretischen Nanophysik. Grundlegende Verfahren der Computersimulation wie Monte Carlo, Molekulardynamik, und Optimierungsverfahren mit Anwendungen.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studentinnen / Studenten mit wesentlichen theoretischen Grundlagen der Nanophysik vertraut und in der Lage, einfache Methoden anzuwenden. Sie verstehen grundlegende Modelle zur Beschreibung von Materialien und sind in der Lage, einfache Fälle analytisch und numerisch zu behandeln. Sie können die Grenzen der verwendeten Modelle und Techniken beurteilen. Dieses Grundmodul ist vorbereitend für die Wahlfach-Module.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen, Übungen

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul A „Atom- und Nanooptik“, Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Grundlagen optischer Phänomene und Prozesse im Subwellenlängenbereich, der Atom- und Quantenoptik. Optik in Dimensionen kleiner als die Lichtwellenlängen beruht auf an Oberflächen und Nanostrukturen gebundene Lichtfelder. Diese führen zu dimensionsbedingten optischen Eigenschaften welche auch von hoher Anwendungsrelevanz für photonische Technologien sind. Die Atom- und Quantenoptik beschreibt die Wechselwirkung von Licht mit Atomen, die Interferenz von Neutronen- und Atomstrahlen, Laserkühlung freier Atome und Quanteninterferenz.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls besitzen die Studierenden Kenntnisse elementarer optischer Phänomene und der zugrunde liegenden Quanteneffekte. Sie kennen die wesentlichen Grundlagen der Atom- und Quantenoptik und wissen um deren Umsetzung in moderne Messmethoden.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen und Laborübungen

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul B „Nanoanalytik“, Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Vertiefende Vermittlung von nanophysikalischen Analyseverfahren mittels orts aufgelöster als auch integraler Analyse-Methoden, die Rückschlüsse auf die nanoskopischen Strukturen erlauben.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden vertraut mit den orts- und wellenzahlaufgelösten Analysemethoden (Ortsaufgelöst: Elektronenmikroskopie, Rastersondenmikroskopie, Wellenzahlaufgelöst: Partikel- und Photonen-Streuung, Röntgen- und Neutronenbeugung). Als Beispiele für die „integrale“ Nanoanalytik werden die SQUID-Magnetometrie und die Infrarot- und Ramanspektroskopie durch Laborübungen den Studierenden vertieft näher gebracht.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen und Laborübungen

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul C „Nanoelektronik“, Wahlfachkatalog/ Gebundene Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Nanoelektronische Materialien und Devices: Solarzellen, Transistoren, Sensoren, Spintronics, und Leuchtdioden. Organische und Anorganische Halbleitern werden besprochen.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls verstehen die Studierenden die Eigenschaften von Materialien, die in der Nanoelektronik benutzt werden. Die/Der Studierende ist vertraut mit wichtigen Methoden der Herstellung und Charakterisierung von nanoelektronischen Bauelementen.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen und Laborübungen.

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul D „Nanomaterialien“, Wahlfachkatalog / Gebundenes Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Fachübergreifende Vermittlung der physikalischen, chemischen und biotechnologischen Grundlagen von Nanomaterialien. Vermittlung vertiefter Kenntnisse zu Synthese, Struktur, Eigenschaften und Anwendungen ausgewählter Klassen von Nanomaterialien.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls verstehen die Studierenden grundlegende Struktur-Eigenschaftskonzepte nanoskaliger Materialien. Die/Der Studierende ist vertraut mit wichtigen Methoden der Herstellung und Charakterisierung sowie mit den mechanischen, elektrischen, optischen und magnetischen Eigenschaften komplexer Nanomaterialien (Nanokomposite, Nanopartikel, Nanomagnete, Polymere, Biopolymere).

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen und Laborübungen

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

Modul E „Oberflächen-Nanotechnologie“, Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Fachübergreifende Vermittlung der Grundlagen der Oberflächenphysik und Oberflächenchemie im Hinblick auf nanotechnologische Anwendungen. Die gezielte Herstellung von Oberflächen-gestützten Nanostrukturen sowie die physikalischen Grundlagen der Charakterisierung von niederdimensionalen Nanosystemen mit fortgeschrittenen Methoden der modernen Oberflächenphysik stehen im Zentrum dieses Moduls.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studentinnen/Studenten mit den Grundlagen der Oberflächenforschung zur Herstellung von Nanostrukturen vertraut und in der Lage, eine Auswahl von Methoden der Oberflächenphysik zur Charakterisierung von Nanostrukturen anzuwenden. Die Studierenden sind in die physikalischen Grundlagen zur Herstellung von Nanostrukturen an Oberflächen eingeführt und verstehen den Einfluß des räumlichen Confinements auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Oberflächen-Nanostrukturen.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen, Laborübungen

Häufigkeit des Angebotes: Jedes Jahr

Modul F „Theorie und Modellierung“, Wahlfachkatalog / Gebundene Wahlfächer / Wahlfächer*****

Inhalte: Vertiefende Vermittlung der theoretischen Grundlagen und Methoden zur Behandlung von Materialien. Theorie, Technik und Grenzen wichtiger Bandstrukturmethoden. Behandlung von Phononen. Greensche Funktionen, Quasiteilchen und Selbstenergie. Korrelationsphänomene durch Vielkörpereffekte. Grundlagen der Nanoelektronik und von Nanotransport. Theoretische Grundlagen der Nano- und Quantenoptik. Analytische Näherungsverfahren und numerische Methoden. Spezielles Praktikum mit Beispielen zur Theorie und Modellierung von nanoskaligen Materialien und Phänomenen.

Lernziele: Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden mit der theoretischen Beschreibung, analytischen Methoden und numerischen Modellierung von Nanomaterialien vertraut, ebenso wie mit den Grenzen dieser Methoden. Sie können entsprechende Rechnungen analytisch wie numerisch durchführen und die Ergebnisse auch im experimentellen Zusammenhang korrekt interpretieren. Sie kennen die wesentlichen Phänomene und Ansätze zur Beschreibung von Nanomaterialien und können sie auf neue Situationen anwenden.

Lehr- und Lernaktivitäten: Vorlesungen, Übungen, Praktikum

Häufigkeit des Angebots: Jedes Jahr

****KFUG ***TUG**

Anhang IV: Empfohlene freie Wahllehrveranstaltungen** / Freifächer***

Freie Wahllehrveranstaltungen** / Freifächer*** können laut § 9 dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten und inländischen Fachhochschulen bzw. Pädagogischen Hochschulen gewählt werden. Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Fächer dieses Studiums werden jedoch folgende Lehrveranstaltungen empfohlen:

Liste der empfohlenen Freien Wahllehrveranstaltungen** / Freifächer***					
Lehrveranstaltung	Typ	SSSt/KStd	ECTS	KFUG	TUG
Frauen- und Geschlechterforschung	PS	2	4	x	
Lernen und Lehren mit Erwachsenen	SE	2	4	x	
Einführung in die Technikfolgenabschätzung	PS	2	4	x	
Atom- und Molekülphysik	VO	2	3		x
Biophotonik	VO	2	4	x	
Computermethoden der Statistischen Physik	VU	2	4	x	
Computational Physics II	VU	2	4	x	
Fundamentale Effekte von Vielteilchenproblemen	VU	2	2		x
Gruppentheorie	VO	2	4	x	
Integrierte Optik	VO	2	4	x	
Laser I	VO	2	4	x	
Laser II	VO	2	4	x	
MATLAB: ein Tool in CS	VU	2	2	x	
Numerische Behandlung von Vielteilchenproblemen	VU	4	4		x
Physik moderner Technik**)	VO	2	2		x
Praktikum computerunterstützte Messtechnik	LU	3	3		x
Quanten Computer: eine Einführung	VO	2	2		x
Optische Spektroskopie: Raman- und Infrarotspektroskopie	VO	2	4	x	
Signalverarbeitung	VO	2	4	x	
Strukturaufklärung mittels hochauflösender Elektronenmikrosk.	VO	2	3		x
Vakuumtechnologie	VO	2	2		x

KFUG *TUG