

Technische Universität Dresden

Biotechnologisches Zentrum

Studienordnung für den konsekutiven Master-Studiengang Nanobiophysics

Vom 20.07.2015

Aufgrund von § 36 Abs. 1 des Gesetzes über die Freiheit der Hochschulen im Freistaat Sachsen (Sächsisches Hochschulfreiheitsgesetz – SächsHSFG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Januar 2013 (SächsGVBl. S. 3), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 29. April 2015 (SächsGVBl. S. 349, 354) geändert worden ist, erlässt die Technische Universität Dresden die nachfolgende Studienordnung als Satzung.

Inhaltsübersicht

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Ziele des Studiums
- § 3 Zugangsvoraussetzungen
- § 4 Studienbeginn und Studiendauer
- § 5 Lehr- und Lernformen
- § 6 Aufbau und Ablauf des Studiums
- § 7 Inhalt des Studiums
- § 8 Leistungspunkte
- § 9 Studienberatung
- § 10 Anpassung von Modulbeschreibungen
- § 11 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

Anlage 1: Modulbeschreibungen

Anlage 2: Studienablaufplan

§ 1 Geltungsbereich

Diese Studienordnung regelt auf der Grundlage des Sächsischen Hochschulfreiheitsgesetzes und der Prüfungsordnung Ziele, Inhalt, Aufbau und Ablauf des Studiums für den konsekutiven Master-Studiengang Nanobiophysics an der Technischen Universität Dresden.

§ 2 Ziele des Studiums

(1) Die Studierenden sind auf der Basis vermittelter Methoden und unterschiedlicher wissenschaftlicher Sichtweisen zu eigenständiger Forschungsarbeit befähigt. Die Studierenden können komplexe Problemstellungen aufgreifen und sie mit wissenschaftlichen Methoden auch über die aktuellen Grenzen des Wissensstandes hinaus lösen. Die Studierenden verfügen über ein an den aktuellen Forschungsfragen orientiertes Fachwissen auf der Basis vertieften Grundlagenwissens, über methodische und analytische Kompetenzen, die zu einer selbstständigen Erweiterung der wissenschaftlichen Erkenntnisse befähigen, wobei Forschungsmethoden und -strategien eine zentrale Bedeutung haben. Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche Zusammenhänge zu erkennen, Kommunikation auf multidisziplinärer Ebene zu üben und wirtschaftliche Probleme zu lösen.

(2) Durch eine fundierte Ausbildung in Physik, Biologie sowie den Polymer- und Materialwissenschaften aus der nanoskopischen Perspektive, d.h. unter Nutzung der großen Vielfalt von modernen nanotechnologischen Ansätzen und Einzelmolekül-basierenden Messmethoden sind die Studierenden in der Lage, molekulare Maschinen quantitativ zu verstehen, sie zu nutzen, zu manipulieren, für technische Prozesse zu adaptieren und weiterzuentwickeln. Die Studierenden kennen die Grundlagen der Biophysik und Bionanotechnologie und können damit auf der einen Seite mit Hilfe von nanotechnologischen Ansätzen komplexe molekulare Maschinen, wie z.B. Biomoleküle, besser charakterisieren und verstehen und auf der anderen Seite diese Moleküle in technologischen Systemen zunutze machen und sie als Vorlagen oder Modellsysteme für eine bottom-up Nanotechnologie verwenden. Dabei verfügen sie über eine verstärkte Profilierung in analytisch-technischer Richtung.

(3) Ein Absolvent des Master-Studiengangs Nanobiophysics ist umfassend in der modernen experimentellen und theoretischen Biophysik ausgebildet und verfügt darüber hinaus über umfassende Kenntnisse und experimentelle Erfahrung mit biologischen Systemen, von der Biochemie bis zur molekularen Zellbiologie. Er kennt die wichtigsten Konzepte und Arbeitsweisen der Nanotechnologie sowie die verschiedenen modernen Einzelmolekülmethoden in Theorie und Praxis und hat Grundkenntnisse in den modernen Materialwissenschaften. Die Absolventen sind insbesondere in der Lage, in Forschungs- und Entwicklungslabors und in einem interdisziplinären Umfeld zu agieren sowie die betriebswirtschaftlichen Aspekte und Relevanz ihrer Arbeit bewerten zu können.

§ 3 Zugangsvoraussetzungen

(1) Voraussetzung für die Aufnahme des Studiums im Master-Studiengang Nanobiophysics ist der Nachweis der erforderlichen Eignung (Qualifikation).

- (2) Qualifiziert und damit zugangsberechtigt im Sinne des Absatzes 1 ist, wer
1. einen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss oder einen Abschluss einer staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademie auf einem naturwissenschaftlichen Gebiet (vorzugsweise Physik oder Biophysik) oder einem ingenieurwissenschaftlichen Gebiet (vorzugsweise Nanotechnologie) oder einem Fachgebiet mit vergleichbaren Inhalten, insbesondere hinsichtlich der Höheren Mathematik, nachweist,
 2. die englische Sprache auf dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen sicher beherrscht. Der Nachweis erfolgt anhand des Ergebnisses eines international angebotenen Tests (vorzugsweise IELTS: 6.5, TOEFL: 600 Punkte). Von dieser Nachweispflicht ausgenommen sind Bewerber, deren Muttersprache Englisch ist.
 3. den Nachweis seiner besonderen Eignung zum Studium im Master-Studiengang Nanobiophysics erbringt. Dies erfolgt durch das Eignungsfeststellungsverfahren gemäß Eignungsfeststellungsordnung.

§ 4

Studienbeginn und Studiendauer

- (1) Das Studium kann jeweils zum Wintersemester aufgenommen werden.
- (2) Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester und umfasst neben der Präsenz das Selbststudium, betreute Praxiszeiten sowie die Master-Prüfung.

§ 5

Lehr- und Lernformen

- (1) Der Lehrstoff ist modular strukturiert. In den einzelnen Modulen werden die Lehrinhalte durch Vorlesungen, Übungen, Tutorien, Seminare und Praktika vermittelt, gefestigt und vertieft.
- (2) In Vorlesungen wird in die Stoffgebiete der Module eingeführt. Übungen ermöglichen die Anwendung des Lehrstoffes in exemplarischen Teilbereichen. Seminare ermöglichen den Studierenden, sich auf der Grundlage von Fachliteratur oder anderen Materialien unter Anleitung selbst über einen ausgewählten Problembereich zu informieren, das Erarbeitete vorzutragen, in der Gruppe zu diskutieren und/oder schriftlich darzustellen. Tutorien vertiefen den behandelten Stoff. Praktika dienen der Anwendung des vermittelten Lehrstoffes sowie dem Erwerb von praktischen Fertigkeiten in potentiellen Berufsfeldern.

§ 6

Aufbau und Ablauf des Studiums

- (1) Das Studium ist modular aufgebaut. Das Lehrangebot ist auf drei Semester verteilt. Das vierte Semester ist für das Anfertigen der Master-Arbeit inklusive der Durchführung des Kolloquiums vorgesehen.
- (2) Der Master-Studiengang Nanobiophysics umfasst die Studienrichtungen Molecular Biophysics und Nanoscience and Nanotechnology, die eine Schwerpunktsetzung nach Wahl des Studierenden ermöglichen. Die Studierenden haben bei der Bewerbung eine der beiden Studienrichtungen zu wählen. Die Wahl der Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology ist nur möglich, wenn die Studierenden auch für das Erasmus Mundus Programm Nanoscience and Nanotechnology zugelassen worden sind. Das Studium der Studienrichtung

Molecular Biophysics umfasst 13 Pflichtmodule. Das Studium der Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology umfasst im ersten Studienjahr ein obligatorisches Auslandsjahr an der KU Leuven (Belgien) im Rahmen eines gemeinsamen Studienprogramms, das im Einzelnen in einer Kooperationsvereinbarung geregelt ist. Die zu erbringenden Studien- und Prüfungsleistungen entsprechen den in dem Master-Studiengang Nanoscience and Nanotechnology der KU Leuven (Belgien) zu erbringenden Leistungen. Im zweiten Studienjahr stehen die beiden Spezialisierungen Biophysics und Nanoelectronics zur Wahl. Das Studium umfasst in beiden Spezialisierungen vier Pflichtmodule.

(3) Inhalte und Qualifikationsziele, umfasste Lehr- und Lernformen, Voraussetzungen, Verwendbarkeit, Häufigkeit, Arbeitsaufwand sowie Dauer der einzelnen Module sind den Modulbeschreibungen (Anlage 1) zu entnehmen.

(4) Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache abgehalten.

(5) Die sachgerechte Aufteilung der Module auf die einzelnen Semester, deren Beachtung den Abschluss des Studiums in der Regelstudienzeit ermöglicht, ebenso Art und Umfang der jeweils umfassten Lehrveranstaltungen sowie Anzahl und Regelzeitpunkt der erforderlichen Studien- und Prüfungsleistungen sind dem beigefügten Studienablaufplan (Anlage 2) zu entnehmen.

(6) Der Studienablaufplan kann auf Vorschlag der Studienkommission durch den Wissenschaftlichen Rat des Biotechnologischen Zentrums geändert werden. Der geänderte Studienablaufplan gilt für die Studierenden, denen er zu Studienbeginn in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form bekannt gegeben wird. Über Ausnahmen zu Satz 2 entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.

§ 7 Inhalt des Studiums

(1) Der Master-Studiengang Nanobiophysics ist forschungsorientiert.

(2) Der Studiengang beinhaltet eine interdisziplinäre Ausbildung auf dem Gebiet der molekularen und zellulären Biophysik, unter dem besonderen Aspekt der molekularen bzw. nanotechnologischen Herangehensweise.

(3) Die Studienrichtung Molecular Biophysics umfasst Stoffgebiete im Bereich der Biologie und der Bio- sowie Polymerphysik. Sie beinhaltet die interdisziplinären Konzepte der Nanobiotechnologie sowie die Schwerpunkte der Bio- und Nanophysik. Zudem umfasst das Studium die molekulare und zelluläre Biophysik sowie molekulare Nanostrukturen und –maschinen in Theorie und Experiment. Eine Ausbildung in den modernen Einzelmolekültechniken (Einzelmoleküloptik, Rastersondenverfahren), die sowohl in Bio- als auch in Nanophysik von fundamentaler praktischer Bedeutung sind, ist auch Teil des Studiums.

(4) Die Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology umfasst (molekular)biologische und (bio)chemische Inhalte. Die Spezialisierungsoption Nanoelectronics beinhaltet molekulare Elektronik, Nanooptik, Konzepte der molekularen Modellierung und Molecular Magnetism. Die Spezialisierungsoption Biophysics umfasst angewandte Biophysik, biophysikalische Methoden und zelluläre Maschinen.

§ 8 Leistungspunkte

(1) ECTS-Leistungspunkte dokumentieren die durchschnittliche Arbeitsbelastung der Studierenden sowie ihren individuellen Studienfortschritt. Ein Leistungspunkt entspricht einer Arbeitsbelastung von 30 Stunden. In der Regel werden pro Studienjahr 60 Leistungspunkte vergeben, d. h. 30 pro Semester. Der gesamte Arbeitsaufwand für das Studium entspricht 120 Leistungspunkten und umfasst die nach Art und Umfang in den Modulbeschreibungen (Anlage 1) bezeichneten Lehr- und Lernformen, die Studien- und Prüfungsleistungen sowie die Master-Arbeit und das Kolloquium.

(2) In den Modulbeschreibungen (Anlage 1) ist angegeben, wie viele Leistungspunkte durch ein Modul jeweils erworben werden können. Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden wurde. § 26 der Prüfungsordnung bleibt davon unberührt.

§ 9 Studienberatung

(1) Die allgemeine Studienberatung erfolgt durch die Zentrale Studienberatung der TU Dresden sowie durch das Studiensekretariat des Biotechnologischen Zentrums und erstreckt sich auf Fragen der Studienmöglichkeiten, Einschreibemodalitäten und allgemeine studentische Angelegenheiten. Die studienbegleitende fachliche Beratung obliegt den im Studiengang tätigen Hochschullehrern und dem Studien- und Prüfungssekretariat des Biotechnologischen Zentrums. Diese fachliche Studienberatung unterstützt die Studierenden insbesondere in Fragen der Studiengestaltung.

(2) Zu Beginn des dritten Semesters hat jeder Studierende, der bis zu diesem Zeitpunkt noch keinen Leistungsnachweis erbracht hat, an einer fachlichen Studienberatung teilzunehmen.

§ 10 Anpassung von Modulbeschreibungen

(1) Zur Anpassung an geänderte Bedingungen können die Modulbeschreibungen im Rahmen einer optimalen Studienorganisation mit Ausnahme der Felder „Modulname“, „Inhalte und Qualifikationsziele“, „Lehr- und Lernformen“, „Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten“ sowie „Leistungspunkte und Noten“ in einem vereinfachten Verfahren geändert werden.

(2) Im vereinfachten Verfahren beschließt der Wissenschaftliche Rat des Biotechnologischen Zentrums die Änderung der Modulbeschreibung auf Vorschlag der Studienkommission. Die Änderungen sind in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form zu veröffentlichen.

§ 11 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

(1) Diese Studienordnung tritt mit Wirkung vom 01.10.2010 in Kraft und wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der Technischen Universität Dresden veröffentlicht.

(2) Sie gilt für alle ab Wintersemester 2010/2011 im Master-Studiengang Nanobiophysics immatrikulierten Studierenden.

(3) Für die vor dem Wintersemester 2010/2011 immatrikulierten Studierenden gilt die für sie vor dem Inkrafttreten dieser Ordnung gültige Studienordnung für den Master-Studiengang Nanobiophysics fort.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Wissenschaftlichen Rates des Biotechnologischen Zentrums der Technischen Universität Dresden vom 19.08.2010 und der Genehmigung des Rektorates vom 21.01.2014.

Dresden, den 20.07.2015

Der Rektor
der Technischen Universität Dresden

Prof. Dr.-Ing. habil. DEng/Auckland Hans Müller-Steinhagen

Anlage 1
Modulbeschreibungen

Modulnummer	Modulname	Verantwortlicher Dozent
BT-NB 1.1	Fundamentals of Biophysics	Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der phänomenologischen Thermodynamik, Konzepte von Energie und Entropie, Transportphänomene, biologisch wirksame Kräfte, klassische Reaktions- und Enzymkinetik, Bioenergetik sowie Membranbiophysik mit elektrophysiologischen Grundlagen. Sie kennen die wichtigsten Methoden der Biophysik im Bereich molekulare, zelluläre und systemische Biophysik. Sie haben Kenntnisse über die Methoden der Strukturaufklärung (NMR, X-Ray), der Mikroskopie und der Spektroskopie, sowie der modernen biochemischen und proteomischen Methoden. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die wichtigsten Konzepte und das breite Methodenspektrum der angewandten Biophysik. Sie sind in der Lage, für bestimmte biologische Fragestellungen die wichtigsten Methoden auszuwählen und verfügen über Grundkenntnisse der jeweiligen Anwendungen.	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar und 1 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Grundlegende mathematische Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung einfacher Differentialgleichungen auf Bachelor-Niveau, grundlegende Kenntnisse der klassischen Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Wärme) auf Bachelor-Niveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Courant & Hilbert: Methods of Mathematical Physics • Jackson: Classical Electrodynamics • Sakurai: Advanced Quantum Mechanics • Huang: Introduction to Statistical Physics 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus</p> <ul style="list-style-type: none"> • einem Referat, • einer Klausurarbeit (Dauer 90 Minuten) und • einem Praktikumsprotokoll. 	
Leistungspunkte und Noten	<p>Durch das Modul können 10 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2/5 Referat • 2/5 Klausurarbeit • 1/5 Praktikumsprotokoll 	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	

Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 300 Stunden.
Dauer des Moduls	1 Semester

Modulnummer	Modulname	Verantwortlicher Dozent
BT-NB 1.2	Structural and Computational Biology	Maria-Teresa Pisabarro
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über die Grundlagen der Strukturbioogie und deren Methoden und Anwendungen in der computergestützten Biologie und Chemie. Die Studierenden kennen die grundlegenden Struktureigenschaften von Biomolekülen (Proteinen, Peptiden, Zucker und Nukleinsäuren), die ihrer großen strukturellen und funktionalen Vielfalt in der Natur zugrunde liegen. Die Studierenden besitzen ein quantitatives Verständnis dafür, wie sich die 3D Struktur dieser Biomoleküle auf ihre Stabilität, Dynamik, molekulare Erkennung und Funktion auswirkt. Die Studierenden wissen, wie man biologische Probleme aus der strukturbioologischen Perspektive analysiert. Sie kennen die notwendigen Voraussetzungen für die Definition und Entwicklung von strukturbasierten rationalen Engineering-Strategien in der Bio- und Nanotechnologie.	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse in Biologie, Physik und Chemie auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Nelson/Cox: Lehninger Principles of Biochemistry, Worth Publishers • David Halliday, D, Resnick, R, Walter, J, 1997, Fundamentals of Physics, Wiley 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einem Referat und • einer Klausurarbeit (Dauer 90 Minuten). 	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 4 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • $\frac{1}{4}$ Referat • $\frac{3}{4}$ Klausurarbeit 	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 120 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer	Modulname	Verantwortlicher Dozent
BT-NB 1.3	Introduction to Biochemistry and Molecular Cell Biology	Bernard Hoflack
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen essentielle biochemische Grundlagen, Grundlagen der organischen Chemie, Biomoleküle und deren Struktur, Biosynthese, Genexpression und zelluläre Organisation, Enzymologie und Zusammenwirken von grundlegenden Stoffwechselwegen, Mutagenese sowie die genetische Architektur ausgewählter Biosynthesen. Die Studierenden besitzen Kenntnisse über essentielle molekular- und zellbiologische Grundlagen, grundlegende Konzepte der Zellbiologie, Prinzipien der zellulären Organisation (Kompartimentierung) sowie die Relevanz und Organisation von Protein-Netzwerken zur Generierung zellulärer Struktur und Funktion. Sie verfügen über Wissen zur Koordinierung der Zell-Zell-Kommunikation, Regulierung von Wachstum, Ausdifferenzierung und Gewebebildung und kennen die wichtigsten biochemischen, molekularbiologischen und technischen Methoden der Zellbiologie. Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundlagen der modernen Biochemie und molekularen Zellbiologie und sind in der Lage, essentielle biochemische, zell- und molekularbiologische Laborarbeiten selbst auszuführen.	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, 1 SWS Tutorium, 2 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der Physik, Biologie und Chemie auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Molecular biology of the Cell (Bruce Alberts), Kapitel 1 und 2 • Molecular Cell Biology (Darnell), Kapitel 1 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics. Es schafft die Voraussetzungen für das Modul Specialization Module.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • zwei mündlichen Prüfungsleistungen (jeweils Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten) und • einem Praktikumsprotokoll. 	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 10 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfungsleistungen je 40% • Praktikumsprotokoll 20% 	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Studienjahr, beginnend im Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 300 Stunden.	
Dauer des Moduls	2 Semester	

Modulnummer BT-NB 1.4	Modulname Elements of Nanobiotechnology	Verantwortlicher Dozent Gianaurelio Cuniberti
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden kennen den Bottom-up-Aufbau künstlicher Nanostrukturen mit Hilfe von Proteinen und DNA sowie strukturelle, mechanische und elektronische Eigenschaften von DNA und Proteinen, DNA als Konstruktionswerkstoff und den kontrollierten Aufbau hybrider Nanostrukturen mittels biomolekularen Templatings. Sie verfügen über Wissen zur biomimetischen Clustersynthese, Nanokristalle für die biologische Detektion, neue Prinzipien der (bio)molekularen Elektronik, Manipulation von Nanopartikeln in 3 Dimensionen und aktuellen Fragestellungen im Kontext der Nanotechnologie und Bionanotechnologie. Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Bionanotechnologie. Sie sind in der Lage, die Relevanz komplexer natürlicher Nanostrukturen für technische Anwendungen zu erkennen und haben ein Verständnis dafür, wie umgekehrt Methoden der Nanotechnologie in der Biologie eingesetzt werden können. Durch eigenständig erarbeitete Vorträge und die daran anschließenden Diskussionen verfügen die Studierenden über wissenschaftliche Kommunikationsfähigkeit.</p>	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar und 1 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Grundlegende Kenntnisse der Physik auf Bachelor-Niveau, Kenntnisse der Grundlagen der Biologie und Chemie auf Abiturniveau Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W. Pompe, G. Rödel, H.-J. Weiss, M. Mertig: Bio-Nanomaterials: Designing Materials Inspired by Nature, Wiley-VCH 2013 • G.L. Hornyak et al.: Introduction to nanoscience and nanotechnology, CRC Press 2009 • N.T. Nguyen, S.T. Wereley: Fundamentals and applications of microfluidics, Artech House, 2002 • F. Leal-Calderon, V. Schmitt, J. Bibette: Emulsion science. Basic principles, Springer 2007 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics. Das Modul schafft die Voraussetzungen für das Modul Applied Nanotechnology.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus</p> <ul style="list-style-type: none"> • einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten), • einem Referat und • einem Praktikumsprotokoll. <p>Das Bestehen der Modulprüfung setzt voraus, dass die mündliche Prüfungsleistung mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet wurde.</p>	

Leistungspunkte und Noten	<p>Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50% mündliche Prüfungsleistung • 35% Referat • 15% Praktikumsprotokoll
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.
Dauer des Moduls	1 Semester

Modulnummer BT-NB 1.5	Modulname Concepts of Molecular Modelling	Verantwortlicher Dozent Gianaurelio Cuniberti
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der theoretischen Beschreibung von Elementen der Nanophysik mit den Schwerpunkten Quantenmechanik, Normalschwingungen, Molekulardynamik-Simulation und Monte-Carlo-Methode. Sie kennen die mathematischen Ansätze und die numerischen Methoden, um die Dynamik von Molekülen quantitativ zu charakterisieren und sind in der Lage, diese in Computerprogrammen zu modellieren.	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung und 2 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau Literatur: D. Frenkel, B. Smit: Understanding molecular simulation: From algorithms to applications, Academic Press 2001	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics. Es schafft die Voraussetzungen für das Modul Nanostructured Materials.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einem Modellierungsprojekt und • bei bis zu 10 angemeldeten Studierenden aus einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten) oder bei mehr als 10 angemeldeten Studierenden aus einer Klausurarbeit im Umfang von 90 Minuten. Die konkrete Art der Prüfungsleistung wird am Ende jedes Anmeldezeitraums in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form bekannt gegeben. Das Bestehen der Modulprüfung setzt voraus, dass die mündliche Prüfungsleistung bzw. Klausurarbeit mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet wurde.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Prüfungsleistungen.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB 2.1	Modulname Applied Nanotechnology	Verantwortlicher Dozent Bernd Büchner
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden kennen molekulare Wirkungsmechanismen unterschiedlicher Proteine im Gesamtzusammenhang des biologischen Organismus sowie die Möglichkeit des Transfers dieser Mechanismen und Funktionen in nanotechnologische Fragestellungen. Sie verfügen über Grundlagenkenntnisse zum molekularen Aufbau und den Funktionsmechanismen von Proteinen und zur Transformation biochemischer Energieformen in speicherbare Energie. Sie kennen proteininduzierte Krankheitsformen bei Ausfall bestimmter an der Wirkungskette beteiligten Proteine und Strategien zur Kompensation solcher Fehlfunktionen. Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für den Einsatz von Proteinen für nanotechnologische Zwecke in vitro sowie die Grundlagen der Herstellung und die grundlegenden strukturellen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften und Besonderheiten verschiedener Nanostrukturen wie Cluster, Halbleiternanostrukturen, Moleküle und Nanoröhren. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Wirkweise von natürlichen und synthetischen Nanostrukturen und –maschinen. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse in Nanotechnologie, molekularer Zellbiologie und Biochemie miteinander zu verknüpfen, um sie in weiterführenden Studien und Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Nanobiophysik anzuwenden.</p>	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Seminar	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Kenntnis der Polymerwissenschaft, Biochemie, Molekularen Zellbiologie und Bionanotechnologie auf Bachelor-Niveau. Zudem werden die im Modul Elements of Nanobiotechnology zu erwerbenden Kompetenzen vorausgesetzt.</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molecular Biology of the Cell, Alberts et al, Taylor & Francis Ltd, 5th revised edition • Cell Biology, Pollard & Earnshaw, Saunders W.B., 2nd edition • Neue Kohlenstoffmaterialien, Anke Krüger, 2007, B.G.Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH English translation: Carbon Materials and Nanotechnology, Anke Krueger, 2010, Wiley • Fullerenes: Principles and Applications , Fernando Langa, Jean-Francois Nierengarten, The Royal Society of Chemistry 2007 • Nanophysics and Nanotechnology , E. L. Wolf, 2006, WILEY-VCH • Nanotechnology, M. Köhler, W. Fritzsche, 2007, WILEY-VCH • E. Meyer, H. J. Hug, R. Bennewitz, "Scanning Probe Microscopy. The Lab on a Tip", 2004, Springer-Verlag • Electronic transport in two-dimensional graphene, Das Sarma, Adam, Hwang & Rossi (Rev. Mod. Phys. 83, 407 (2011)) • Transport in Mesoscopic Systems, Supriyo Datta (Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, ISBN 978-0-521-59943-6) • Carbon Nanotubes: Synthesis, Structure, Properties and Applications (2001), Springer, Berlin, Eds. M. S. Dresselhaus, G. Dressel- 	

	<p>haus, Ph. Avouris</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotubes (2004) Wiley-VCH, S. Reich, C. Thomsen, J. Maultzsch • Carbon Nanotubes, (1997) CRC Press, Ed. T. W. Ebbesen • Carbon Nanotubes: Basic Concepts and Physical Properties, Stephanie Reich, Christian Thomsen, Janina Maultzsch • Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes, (1996), Academic Press, M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus and P. C. Eklund • Carbon Nanotube Science. Synthesis, Properties and Applications, Peter J. F. Harris
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics. Es schafft die Voraussetzungen für das Modul Specialization Module.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einem Referat und • einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten).
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 7 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen.
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Sommersemester angeboten.
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 210 Stunden.
Dauer des Moduls	1 Semester

Modulnummer BT-NB 2.2	Modulname Nanostructured Materials	Verantwortlicher Dozent Gianaurelio Cuniberti
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der physikalischen Grundlagen der Erzeugung und Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien, insbesondere die Synthese von Clustern und Nanotubes, Nanostrukturierung mittels Elektronenstrahlolithographie, optischer Lithographie und rastermikroskopischen Methoden. Weiterhin kennen sie die theoretischen Grundlagen der Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie, der chemischen Rasterkraftmikroskopie und der optischen Nahfeldmikroskopie. Sie kennen die relevanten Quanteneffekte in mesoskopischen Systemen und sind mit den Konzepten von Skalengesetzen, Zustandsdichten und dem Riesenmagnetwiderstand vertraut. Sie verfügen über Wissen über Elektronentransport in niedrigdimensionalen Festkörpern und Einzelelektronik.	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung und 2 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse der Grundlagen der Mathematik und Theoretischen Physik auf Bachelor-Niveau. Zudem werden die im Modul Concepts of Molecular Modelling zu erwerbenden Kompetenzen vorausgesetzt. Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • E.L. Wolf: Nanophysics and nanotechnology, Wiley-VCH 2006 • R. Waser: Nanoelectronics and information technology, Wiley-VCH 2005 • C.W. Shong, S.C. Haur, A.T.S. Wee: Science at the nanoscale, Pan Stanford Publ. 2010 • V.V. Mitin, V.A. Kochelap, M. A. Stroscio: Introduction to nanoelectronics, Cambridge 2008 • D.A. Bonnell: Scanning tunneling microscopy and spectroscopy, VCH Weinheim 1993 • A.P. Sutton: Electronic structure of materials, Oxford 1996 • W.R. Fahrner (Ed.): Nanotechnology and nanoelectronics, Springer 2005 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics. Es schafft die Voraussetzungen für das Modul Specialization Module.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einem Modellierungsprojekt und • bei bis zu 10 angemeldeten Studierenden aus einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten) oder bei mehr als 10 angemeldeten Studierenden aus einer Klausurarbeit im Umfang von 90 Minuten. Die konkrete Art der Prüfungsleistung wird am Ende jedes Anmeldezeitraums in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form bekannt gegeben. Das Bestehen der Modulprüfung setzt voraus, dass die mündliche Prüfungsleistung bzw. Klausurarbeit mit mindestens „ausreichend“ (4,0) bewertet wurde.	

Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Prüfungsleistungen.
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Sommersemester angeboten.
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.
Dauer des Moduls	1 Semester

Modulnummer BT-NB 2.3	Modulname Advanced Biophysics	Verantwortlicher Dozent Stephan Grill
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden kennen die statistische Physik von Biomolekülen und Membranen sowie stochastische Prozesse und Fluktuationen. Sie verfügen über Wissen zu aktiven Transportprozessen und molekularen Motoren, zur Physik des Zellskeletts, kollektivem Verhalten, zellulären Oszillationen und biologischer Selbstorganisation. Die Studierenden sind zur systematischen und quantitativen Herangehensweise an ausgewählte Probleme der Biophysik befähigt. Die Studierenden kennen die Motivation und historische technische Entwicklung der Einzelmoleküldetektion: Einzelmolekülspektroskopie in Host-Guest-Systemen, „spectral jumps“, Bezug zum Lochbrennen, Tieftemperaturexperimente, statische und dynamische Heterogenität, Test des ergodischen Prinzips, Analyse von Verteilungen statt Mittelwerten, Zugang zu dynamischen bzw. kurzlebigen Zwischenzuständen. Sie haben detaillierte Kenntnis von Anwendungen von Einzelmolekülmethoden wie Fluoreszenzspektroskopie, Rasterkraftmikroskopie zur Detektion, Analyse und Manipulation einzelner Moleküle, z.B. Proteinfaltung, Konformationsfluktuationen, Enzymkinetik, markov'sches und nichtmarkov'sches Verhalten. Sie kennen die Prinzipien der Scanning Probe Microscopy (SPM) basierend auf kurzreichweitigen Wechselwirkungen sowie den prinzipiellen experimentellen Aufbau. Sie kennen Konzepte und Funktionsweisen der scanning near-field microscopy (SNOM), electrochemical scanning tunneling microscopy (ESTM), scanning tunneling microscopy (STM), atomic force microscopy (AFM) und magnetic force microscopy (MFM). Die Studierenden kennen die wichtigsten aktuellen optischen Methoden der Einzelmolekülmikroskopie und -spektroskopie: Konfokaler Aufbau, Fluoreszenz-Korrelations-Spektroskopie, Koinzidenzanalyse, Multi-parameter-Burst-Analyse, Lebensdauermessungen, Anisotropiemessungen, Weitfeld- und TIRF-Mikroskopie, Single Particle Tracking in 2D an Membransystemen, Analyse von Motorproteinen in Oberflächen-Mobilitätsassays, optische und magnetische Pinzetten. Die Studierenden sind in theoretischer und praktischer Hinsicht mit den wichtigsten modernen Methoden zur Analyse und Manipulation einzelner Moleküle vertraut und kennen die Vorteile aber auch die Herausforderungen im Vergleich mit Standardmethoden der Biophysik. Sie sind insbesondere in der Lage abzuschätzen, bei welchen Fragestellungen diese Methoden besondere Vorteile bieten.</p>	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung, 2 SWS Seminar, 2 Wochen Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Grundlegende Kenntnisse der statistischen Physik auf Bachelor-Niveau, grundlegende Kenntnisse der Polymerwissenschaft, Biochemie, der molekularen Zellbiologie auf Abiturniveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Courant & Hilbert: Methods of Mathematical Physics • Jackson: Classical Electrodynamics • Sakurai: Advanced Quantum Mechanics • Huang: Introduction to Statistical Physics 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Alberts et al, Molecular Biology of the Cell, Taylor & Francis Ltd, 5th revised edition • Pollard & Earnshaw, Cell Biology, Saunders W.B., 2nd edition
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • zwei mündlichen Prüfungsleistungen (jeweils Einzelprüfungen, Dauer 20 Minuten) und • zwei Praktikumsprotokollen.
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 12 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht dem gewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfungsleistungen je 40% • Praktikumsprotokolle je 10%
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Studienjahr, beginnend im Sommersemester angeboten.
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 360 Stunden.
Dauer des Moduls	2 Semester

Modulnummer BT-NB 2.4	Modulname Microsystems and Bioinspired Structures	Verantwortlicher Dozent Hans-Georg Braun
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die physikalischen und chemischen Grundlagen zur Herstellung von Mikrosystemen mittels lithographischer (Elektronenstrahl/Optische) und softlithographischer Verfahren. Sie verfügen über grundlegendes Wissen zur Mikrostrukturierung von Oberflächen und zu den daraus resultierenden physikalischen Eigenschaftsänderungen (Be-/Entnetzung). Sie kennen das physikalische Verhalten von Flüssigphasen in Kontakt mit chemisch/topographisch heterogenen Oberflächen und in Mikrosystemen sowie die technische Anwendung in mikrofluidischen Systemen. Sie sind vertraut mit den Grundkonzepten der biologisch inspirierten Nanotechnologie. Sie besitzen Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen zur Funktion und die technologischen Umsetzungen zur Herstellung ultraadhäsiver bzw. ultrahydrophober Strukturelemente nach biologischem Vorbild. Sie sind vertraut mit den Prinzipien der Selbstorganisation meso- und mikroskopischer Objekte insbesondere durch Kapillarphänomene.	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der Physik (Optik, Oberflächenphysik) und der physikalischen Chemie auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • T. Engel, P. Reid Physical Chemistry, Pearson • R.A.L. Jones Soft Condensed Matter, Oxford Master Series in Condensed Matter Physics , Oxford University Press 2002 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten) und • einem Praktikumsprotokoll. 	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 5 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • 85% mündliche Prüfungsleistung • 15% Praktikumsprotokoll 	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Sommersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB 3.1	Modulname Lab Rotation Biophysics	Verantwortlicher Dozent Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	Das Modul umfasst ein kurzes wissenschaftliches Projekt im Bereich der experimentellen Biophysik. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrung mit aktuellen wissenschaftlichen Arbeitsweisen in biophysikalischen Forschungsgruppen und sind in der Lage, wichtige Technologien und Laborroutinen anzuwenden.	
Lehr- und Lernformen	2-wöchiges Praktikum (Blockpraktikum)	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Kenntnisse der mathematischen Grundlagen der Differential- und Integralrechnung, einfache Differentialgleichungen auf Bachelor-Niveau, Kenntnis der Grundlagen der klassischen Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Wärme) auf Bachelor-Niveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Courant & Hilbert: Methods of Mathematical Physics • Jackson: Classical Electrodynamics • Sakurai: Advanced Quantum Mechanics • Huang: Introduction to Statistical Physics 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics sowie Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology, Spezialisierung Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus einem Praktikumsprotokoll.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB 3.2	Modulname Lab Rotation Nanophysics	Verantwortlicher Dozent Gianaurelio Cuniberti
Inhalte und Qualifikationsziele	Das Modul umfasst ein kurzes wissenschaftliches Projekt im Bereich der Nanotechnologie oder Nanophysik. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrung mit aktuellen wissenschaftlichen Arbeitsweisen in nanowissenschaftlichen Forschungsgruppen und sind in der Lage, wichtige Technologien und Laborroutinen anzuwenden.	
Lehr- und Lernformen	2-wöchiges Praktikum (Blockpraktikum)	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Kenntnis der Polymerwissenschaft, Biochemie, molekularen Zellbiologie und Bionanotechnologie auf Bachelor-Niveau, Grundlagen der Mathematik und Theoretischen Physik auf Bachelor-Niveau, Programmierkenntnisse auf Abiturniveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W. Pompe, G. Rödel, H.-J. Weiss, M. Mertig: Bio-Nanomaterials: Designing Materials Inspired by Nature, Wiley-VCH 2013 • G.L. Hornyak et al.: Introduction to nanoscience and nanotechnology, CRC Press 2009 • N.T. Nguyen, S.T. Wereley: Fundamentals and applications of microfluidics, Artech House, 2002 • F. Leal-Calderon, V. Schmitt, J. Bibette: Emulsion science. Basic principles, Springer 2007 • D. Frenkel, B. Smit: Understanding molecular simulation: From algorithms to applications, Academic Press 2001 • Alberts et al, Molecular Biology of the Cell, Taylor & Francis Ltd, 5th revised edition 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus einem Praktikumsprotokoll.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB 3.3	Modulname Lab Rotation Choice	Verantwortlicher Dozent Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	Das Modul umfasst ein kurzes wissenschaftliches Projekt in einem über die experimentelle Biophysik und Nanotechnologie oder Nanophysik hinausgehenden Bereich, z.B. der Biologie, der Chemie oder der theoretischen Biophysik nach eigener inhaltlichen Schwerpunktsetzung der Studierenden. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrung mit aktuellen wissenschaftlichen Arbeitsweisen in Forschungsgruppen und sind in der Lage, wichtige Technologien und Laborroutinen anzuwenden.	
Lehr- und Lernformen	2-wöchiges Praktikum (Blockpraktikum)	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Kenntnis der Polymerwissenschaft, Biochemie, Molekulare Zellbiologie und Bionanotechnologie auf Bachelor-Niveau, Kenntnis der Grundlagen der Mathematik und Theoretischen Physik auf Bachelor-Niveau, Programmierkenntnisse auf Abiturniveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • David Halliday, D, Resnick, R, Walter, J, 1997, Fundamentals of Physics, Wiley • W. Pompe, G. Rödel, H.-J. Weiss, M. Mertig: Bio-Nanomaterials: Designing Materials Inspired by Nature, Wiley-VCH 2013 • G.L. Hornyak et al.: Introduction to nanoscience and nanotechnology, CRC Press 2009 • N.T. Nguyen, S.T. Wereley: Fundamentals and applications of microfluidics, Artech House, 2002 • F. Leal-Calderon, V. Schmitt, J. Bibette: Emulsion science. Basic principles, Springer 2007 • D. Frenkel, B. Smit: Understanding molecular simulation: From algorithms to applications, Academic Press 2001 • Alberts et al, Molecular Biology of the Cell, Taylor & Francis Ltd, 5th revised edition 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus einem Praktikumsprotokoll.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB E	Modulname Specialization Module	Verantwortlicher Dozent Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen ausgewählte Themen der aktuellen nano- und biophysikalischen Forschung, die sie nach eigener Schwerpunktsetzung in speziellen Gebieten vertieft haben. Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Forschungsgebieten. Sie sind in der Lage, sich innerhalb der verschiedenen Fachgebiete sicher zu orientieren und kennen die neuesten Entwicklungen in ausgewählten Teilgebieten der Nanobiophysik.	
Lehr- und Lernformen	Das Modul umfasst 4 SWS Vorlesung. Die konkreten Lehrveranstaltungen sind im angegebenen Umfang aus dem Katalog Nanobiophysics/Molecular Biophysics des Studiengangs zu wählen; dieser wird inklusive der jeweils erforderlichen Prüfungsleistungen zu Semesterbeginn in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form bekannt gegeben.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Es werden die in den Modulen Introduction to Biochemistry and Molecular Cell Biology, Applied Nanotechnology und Nanostructured Materials zu erwerbenden Kompetenzen vorausgesetzt.	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Molecular Biophysics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus den gemäß Katalog Nanobiophysics/Molecular Biophysics vorgegebenen Prüfungsleistungen.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer BT-NB E1	Modulname Molecular Biophysics	Verantwortlicher Dozent Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden verfügen über Wissen über die Grundlagen der phänomenologischen Thermodynamik, Konzepte von Energie und Entropie, Transportphänomene, biologisch wirksame Kräfte, klassische Reaktions- und Enzymkinetik, Bioenergetik sowie Membranbiophysik mit elektrophysiologischen Grundlagen. Sie kennen die wichtigsten Methoden der Biophysik im Bereich molekulare, zelluläre und systemische Biophysik, u.a. die Methoden der Strukturaufklärung (NMR, X-Ray), der Mikroskopie und der Spektroskopie, sowie der modernen biochemischen und proteomischen Methoden, soweit sie physikalischen Hintergrund haben. Die Studierenden verfügen über praktische Erfahrung mit den wichtigsten Methoden. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die wichtigsten Konzepte und das breite Methodenspektrum der angewandten Biophysik. Sie sind in der Lage, für bestimmte biologische Fragestellungen die wichtigsten Methoden auszuwählen und verfügen über Grundkenntnisse der jeweiligen Anwendungen. Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über Konzepte funktionaler biomolekularer Einheiten als Maschinen, mit dem spezifischen Ziel, diese in komplexeren technologischen oder medizinischen Prozessen als nanoskalige Funktionselemente einzusetzen. Die Studierenden besitzen einen Überblick über Anwendungsmöglichkeiten der Proteine fibrillarer Strukturen, Anwendungsmöglichkeiten von Motorproteinen und Anwendungsmöglichkeiten der Motorproteine des Zytoskeletts. Das Modul beinhaltet außerdem Enzyme: Klassifikation, Kinetik, Kontrolle und Einsatz, Einsatzmöglichkeiten von Viren, Vorhersage, Design und Engineering zellulärer Maschinen. Die Studierenden wissen, wie man einen Förderantrag zur Erforschung und industriellen Anwendung Zellulärer Maschinen erstellt. Die Studierenden verfügen über eine interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungskompetenz, die sie sowohl für wissenschaftliche Zwecke (spätere Promotion) als auch für eine Tätigkeit im Forschungs- und Entwicklungsbereich eines Biotechnologieunternehmens qualifiziert.</p>	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar, 2 SWS Übung und 2 SWS Praktikum	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Kenntnis der mathematischen Grundlagen der Differential- und Integralrechnung, einfache Differentialgleichungen auf Bachelor-Niveau, Grundlagen der klassischen Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Wärme) auf Bachelor-Niveau, biologische Grundkenntnisse auf Abiturniveau</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Courant & Hilbert: Methods of Mathematical Physics • Jackson: Classical Electrodynamics • Sakurai: Advanced Quantum Mechanics • Huang: Introduction to Statistical Physics • Cell Biology, 2nd edition (by Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw, Jennifer Lippincott-Schwartz), ISBN-13: 978-1416022558 	

Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology, Spezialisierung Biophysics.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus einer Klausurarbeit (Dauer 90 Minuten).
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 9 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 270 Stunden.
Dauer des Moduls	1 Semester

Modulnummer BT-NB E2	Modulname Biological Oriented Module	Verantwortlicher Dozent Francis Stewart
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse aktueller Fragestellungen und neuester Entwicklungen in nach eigener Schwerpunktsetzung ausgewählten Forschungsgebieten der Molekular- und Zellbiologie, der Entwicklungs- und Systembiologie und der Oberflächenchemie. Sie sind in der Lage, sich innerhalb der gewählten Fachgebiete sicher zu orientieren und kennen die neuesten Entwicklungen auf den jeweiligen Gebieten.	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse in Biologie, Physik und Chemie auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Molecular biology of the Cell (Bruce Alberts), Kapitel 1 und 2 • Molecular Cell Biology (Darnell), Kapitel 1 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus zwei mündlichen Prüfungsleistungen (jeweils Dauer 20 Minuten, Einzelprüfung).	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Modulnummer	Modulname	Verantwortlicher Dozent
BT-NB E3	Nanooptics and Magnetism on the Nanoscale	Lukas Eng
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über Wissen zu Feld eines Hertz-Dipols, Evaneszentes Feld, Fernfeld, Feldverteilung im Fokus mit linearer, zirkularer, radialer und azimuthaler Polarisierung, Beugung, Prinzipien und Anwendungsbeispiele der Nahfeldmikroskopie, Spitzenherstellung, Optische Mikroresonatoren, Beeinflussung der Fluoreszenzeigenschaften eines Moleküls durch räumlich eingeschlossene optische Felder, Erzeugung optischer Nahfelder an Grenzflächen und durch Nanostrukturen, darunter Apertur, metallische Nanopartikelchen, Oberflächenplasmonen, optische Antennen. Die Studierenden verfügen über einen Überblick über die moderne Optik auf Basis der Detektion einzelner Moleküle. Die Studierenden kennen außerdem fundamentale Aspekte des Magnetismus, magnetische Resonanz, Thermodynamik, Magnetisierung, magnetischen Austausch und Anisotropie auf molekularer Skala, molekulare und nanoskalige Magnete in Speichertechnologie und Medizin. Sie kennen moderne Aspekte des Magnetismus von Molekülen und auf Nanometerskala.	
Lehr- und Lernformen	4 SWS Vorlesung	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse der experimentellen und theoretischen Physik auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Courant & Hilbert: Methods of Mathematical Physics • Jackson: Classical Electrodynamics • Sakurai: Advanced Quantum Mechanics • Huang: Introduction to Statistical Physics • David Halliday, D, Resnick, R, Walter, J, 1997, Fundamentals of Physics, Wiley 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology, Spezialisierung Nanoelectronics.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten).	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 6 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Aufwand beträgt 180 Arbeitsstunden.	
Dauer	1 Semester	

Modulnummer BT-NB E4	Modulname Molecular Electronics	Verantwortlicher Dozent Gianaurelio Cuniberti
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Molekularelektronik mit den Schwerpunkten experimentelle Methoden, physikalische Effekte und theoretische Werkzeuge. Sie verfügen über Wissen zu Einzelmolekülelektronik, Rasterprobe und Break-junction Techniken, Transportmechanismen auf der Nanoskala, Greensche Funktionen und Rantengleichungen, molekulare Bauteile (Dioden, Transistoren, Sensoren) und molekulare Architekturen. Die Studierenden kennen die wichtigsten experimentellen und theoretischen Methoden zur Untersuchung von Ladungstransport auf der molekularen Skala.	
Lehr- und Lernformen	2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung und 2 SWS Seminar	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnis der Grundlagen der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • M.C. Petty: Molecular electronics, Wiley 2007, Kapitel 1 und 2 • J.C. Cuevas, E. Scheer: Molecular electronics, World Scientific 2010, Kapitel 1 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology, Spezialisierung Nanoelectronics.	
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • einer mündlichen Prüfungsleistung (Einzelprüfung, Dauer 20 Minuten) und • einem Referat. 	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 9 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • 70% mündliche Prüfungsleistung • 30% Referat 	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Aufwand beträgt 270 Arbeitsstunden.	
Dauer	1 Semester	

Modulnummer BT-NB E5	Modulname Broadening Module	Verantwortlicher Dozent Jochen Guck
Inhalte und Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse aktueller Fragestellungen und neuester Entwicklungen in nach eigener Schwerpunktsetzung ausgewählten Teilgebieten der bio- und nanophysikalischen Forschung sowie angrenzenden Themen. Sie sind in der Lage, sich innerhalb der nach eigener Schwerpunktsetzung gewählten Fachgebiete sicher zu orientieren und kennen die neuesten Entwicklungen.	
Lehr- und Lernformen	Das Modul umfasst 6 SWS Vorlesung. Die konkreten Lehrveranstaltungen sind im angegebenen Umfang aus dem Katalog Nanobiophysics/Nanoscience and Nanotechnology des Studiengangs zu wählen; dieser wird inklusive der jeweils erforderlichen Prüfungsleistungen zu Semesterbeginn in der am Biotechnologischen Zentrum üblichen Form bekannt gegeben.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse in Biologie, Physik und Chemie auf Bachelor-Niveau Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Nelson/Cox: Lehninger Principles of Biochemistry, Worth Publishers • David Halliday, D, Resnick, R, Walter, J, 1997, Fundamentals of Physics, Wiley 	
Verwendbarkeit	Das Modul ist ein Pflichtmodul im Master-Studiengang Nanobiophysics, Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Leistungspunkte werden erworben, wenn die Modulprüfung bestanden ist. Die Modulprüfung besteht aus den gemäß Katalog Nanobiophysics/Nanoscience and Nanotechnology vorgegebenen Prüfungsleistungen.	
Leistungspunkte und Noten	Durch das Modul können 9 Leistungspunkte erworben werden. Die Modulnote ergibt sich aus dem ungewichteten Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen.	
Häufigkeit des Angebots	Das Modul wird jedes Wintersemester angeboten.	
Arbeitsaufwand	Der Arbeitsaufwand beträgt 270 Stunden.	
Dauer des Moduls	1 Semester	

Anlage 2

Studienablaufplan

mit Art und Umfang der Lehrveranstaltungen (in SWS) sowie erforderlichen Leistungen, deren Art, Umfang und Ausgestaltung den Modulbeschreibungen zu entnehmen sind

Studienrichtung Molecular Biophysics

Modul-Nr.	Modulname	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	Leistungs- punkte
		V/Ü/S/P/T	V/Ü/S/P/T	V/Ü/S/P/T	V/Ü/S/P/T	
BT-NB 1.1	Fundamentals of Biophysics	4/0/2/1/0 3xPL				10
BT-NB 1.2	Structural and Computational Biology	2/0/2/0/0 2xPL				4
BT-NB 1.3	Introduction to Biochemistry and Molecular Cell Biology	2/0/0/2/0 2xPL	2/1/0/0/1 1xPL			10
BT-NB 1.4	Elements of Nanobiotechnology	2/0/2/1/0 3xPL				6
BT-NB 1.5	Concepts of Molecular Modelling	2/2/0/2/0 2xPL				6
BT-NB 2.1	Applied Nanotechnology		4/0/2/0/0 2xPL			7
BT-NB 2.2	Nanostructured Materials		2/2/0/2/0 2xPL			6
BT-NB 2.3	Advanced Biophysics		2/2/0/0/0 1xPL	2/0/2/0/0 2 Wochen P 3xPL		12
BT-NB 2.4	Microsystems and Bioinspired Structures		2/0/0/2/0 2xPL			5
BT-NB 3.1	Lab Rotation Biophysics			2 Wochen P 1xPL		6
BT-NB 3.2	Lab Rotation Nanophysics			2 Wochen P 1xPL		6
BT-NB 3.3	Lab Rotation Choice			2 Wochen P 1xPL		6
BT-NB E	Specialization Module			4/0/0/0/0 PL***		6
					Master-Arbeit	29
					Kolloquium	1
Summe der Leistungspunkte		31	29	30	30	120

*** gemäß Katalog, je nach Wahl des Studierenden

SWS: Semesterwochenstunden, PL: Prüfungsleistung(en)

V: Vorlesung, Ü: Übung, S: Seminar, P: Praktikum, T: Tutorium

Studienrichtung Nanoscience and Nanotechnology

Modul-Nr.	Modulname	1. Semester*	2. Semester*	3. Semester	4. Semester	Leistungs- punkte
		V/Ü/S/P	V/Ü/S/P	V/Ü/S/P	V/Ü/S/P	
BT-NB E2	Biological Oriented Module			4/0/0/0 2xPL		6
BT-NB E5	Broadening Module			6/0/0/0 PL***		9
Spezialisierung Biophysics**						
BT-NB 3.1	Lab Rotation Biophysics			2 Wochen P 1xPL		6
BT-NB E1	Molecular Biophysics			4/2/2/2 1xPL		9
Spezialisierung Nanoelectronics**						
BT-NB E3	Nanooptics and Magnetism on the Nanoscale			4/0/0/0 1xPL		6
BT-NB E4	Molecular Electronics			2/2/2/0 2xPL		9
					Master-Arbeit	29
					Kolloquium	1
Summe der Leistungspunkte		30	30	30	30	120

* 1. Studienjahr an der KU Leuven (Belgien)

** alternativ, eine Spezialisierung ist zu wählen (1 aus 2)

*** gemäß Katalog, je nach Wahl des Studierenden

SWS: Semesterwochenstunden, PL: Prüfungsleistung(en)

V: Vorlesung, Ü: Übung, S: Seminar, P: Praktikum