



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

NAT

FAKULTÄT FÜR
NATURWISSENSCHAFTEN

Modulhandbuch
für den Masterstudiengang
Molekulare Biosysteme

Stand: 08.07.2021



Inhaltsverzeichnis

1. Masterstudiengang Molekulare Biosysteme, Pflichtmodule	3
1.1 Mathematical Foundations	4
1.2 OMICS-Technologien	5
1.3 Grundlagen der Modellierung	6
1.4 Simulationstechnik	7
1.5 Soft Skills / Nichttechnische Wahlfächer	8
1.6 Systembiologie und Signaltransduktion	9
1.7 Regulationsbiologie	10
1.8 Data Mining I	11
1.9 Statistical Foundations	12
1.10 Labor-Rotation (incl. Literaturseminar)	13
1.11 In vitro, in vivo, in silico	14
1.12 Biomodelltechnik mit Petri-Netzen und ihre Anwendung in der Systembiologie	15
1.13 Masterarbeit	17
2. Masterstudiengang Molekulare Biosysteme, Wahlpflichtmodule	18
2.1 Computational Neuroscience /Biological Neuroscience	19
2.2 Forschungs- und Projektplanung	20
2.3 Mathematische Modellierung physiologischer Systeme	21
2.4 Modellierung von Bioprozessen	22
2.5 Molecular Modelling / Computational Biology and Chemistry	23
2.6 Physikalische Aspekte von Membranen	24
2.7 Quantitative Signaltransduktion	25
2.8 Regelungstechnik	26
2.9 Visualisierung	27
2.10 Molecular Neuroscience	28
2.11 Strukturelle und funktionale Analyse von zellulären Netzwerken	29
2.12 Bioinformatik	30
2.13 Cell Culture Engineering	31
2.14 Einführung in die Systemtheorie	32
2.15 Mikrobielle Biochemie	33
2.16 Einführung in Nichtlineare Dynamik	34
2.17 Selbstorganisation in der Biophysik	35
2.18 Systems Theory in Systems Biology	36
2.19 Systemtheorie / Regelungstechnik II	37
2.21 Experimentelle Systemmedizin	38
2.22 Tissue Engineering	39
2.23 Bioinorganic Chemistry	40
3. Angebot (Empfehlungen) Nichttechnische Fächer	41
Anhang: Regelstudienplan	
Pflichtfächer	48
Wahlpflichtfächer	49



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

NAT

FAKULTÄT FÜR
NATURWISSENSCHAFTEN

1. Masterstudiengang Molekulare Biosysteme, Pflichtmodule



1.1 Mathematical Foundations

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Mathematical Foundations (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Vorlesung bietet eine Einführung in die mathematischen Grundlagen. Sie dient der Vermittlung mathematischer Konzepte für Anwendungen in Biowissenschaften und weiteren Disziplinen. Die Studierenden haben ihre Sprachkompetenz im Bereich Wissenschaftsenglisch erweitert.
Inhalt: n-dimensionaler Euklidischer Raum, Matrixalgebra, lineare Gleichungen, Determinanten, Eigenwerte und –vektoren, Komplexe Zahlen, Lineare Differentialgleichungen, exakte Lösung von einfachen Differentialgleichungen, Funktionen mehrerer Variablen, partielle Ableitungen und Gradient, lokale Extrema, Optimierung mit Randbedingungen.
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Englisch Format der Übungen: Rechenübungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Pott (FMA)



1.2 OMICS-Technologien

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: OMICS-Technologien (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden kennen Methoden der systemweiten molekularen Analyse von Zellen und Geweben mit Hilfe der Proteomik, Metabolomik, Lipidomik und Glykomik. Sie verstehen die Signifikanz und Anwendung dieser Methoden für die Analyse und dem Redesign molekularer Reaktionsnetzwerke.
Inhalt: Teil 1: Proteomik <ul style="list-style-type: none">- Methoden der Proteomik (Probenvorbereitung, Elektrophorese, HPLC, Massenspektrometrie, Datenbanksuche/Identifizierung)- Top-Down und Bottom-Up Proteomik- Labelling von Proteinen und Proteinquantifizierung- Analyse und Bedeutung posttranslatiionaler Modifikationen- Analyse von Proteinkomplexen- Visualisierung von Proteomdaten und mathematischer Modellierung- Metaproteomik Teil 2: Metabolomik <ul style="list-style-type: none">- Methoden der Metabolomik (Gaschromatographie, HPLC, Massenspektrometrie, NMR)- Visualisierung von Metabolomdaten und mathematischer Modellierung Teil 3: Lipidomik <ul style="list-style-type: none">- Methoden der Lipidomik (Probenvorbereitung, HPLC, Massenspektrometrie, Datenbanksuche/Identifizierung)- Einfluss der Lipidzusammensetzung auf die Funktion von biologischen Membranen Teil 4: Glykomik <ul style="list-style-type: none">- Methoden der Glykomik (xCGE-LIF, HILIC-FLR, MALDI-ToF-MS, PGC-LC-MS)- Aufbau und Funktion von O- und N-Glykanen
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung/Praktikum (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: laborexperimentelle Übungen und Computer-unterstützte Datenauswertung
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Projektscheine (= Prüfungszulassung) / experimentelle Arbeit, mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Dirk Benndorf (FVST)



1.3 Grundlagen der Modellierung

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Grundlagen der Modellierung (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Modulteilnehmer kennen in der Systembiologie häufig verwendete Modellierungsklassen und haben ein allgemeines Verständnis der Unterschiede zwischen den Modellklassen. Sie können anhand einer deskriptiven Systemdefinition eine geeignete Modellklasse auswählen und ein Modell dieser Klasse aufstellen, mit dem die Systemdefinition formalisiert wird. Die Modulteilnehmer können gewöhnliche Differentialgleichungsmodelle für biologische Systeme aufstellen und mittels geeigneter Software numerisch lösen. Sie kennen wichtige Eigenschaften dynamischer Systeme wie Ruhelagen, Stabilität, und nichtlineare Attraktoren. Die Modulteilnehmer haben ein Verständnis für den Einfluss von Modellparametern auf die Lösungen des Modells. Sie kennen Methoden der Sensitivitätsanalyse für Differentialgleichungsmodelle und können diese auf gegebene Modelle anwenden.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">▪ Übersicht der in der Systembiologie verwendeten Modellklassen▪ Gewöhnliche Differentialgleichungen▪ Dynamische Systeme▪ Sensitivitätsanalyse
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Eric Bullinger (FEIT)
Literaturhinweise: [1] Brian Ingalls: "Mathematical Modeling in Systems Biology", MIT Press, 2013. [2] S. I. Rubinow: "Introduction to Mathematical Biology", Dover Publications, 1975. [3] W. E. Boyce & R. C. DiPrima: "Gewöhnliche Differentialgleichungen", Spektrum Akademischer Verlag, 2000. [4] P. N. V. Tu: "Dynamical Systems", Springer-Verlag, 1995



1.4 Simulationstechnik

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Simulationstechnik (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): In dieser Vorlesung haben die Studenten die Fähigkeit erlangt, die inzwischen weit verbreitete, kommerzielle mathematisch-numerische Programmierumgebung MatLab® als ein umfangreiches Ingenieurswerkzeug zu erlernen und zu benutzen, um damit Probleme und Aufgabenstellungen aus folgenden Studienveranstaltungen zu bearbeiten, in der eigenen wissenschaftliche Arbeiten anzuwenden und auch im späteren industriellen Arbeitsalltag auf vielfältige Weise zum Einsatz zu bringen. Zu Beginn der Vorlesung werden zunächst in einer kompakten Einführung die wichtigsten Grundlagen der Programmierung mit den relevanten numerischen Verfahren vermittelt. Danach erfolgt eine detaillierte, praxisorientierte Einführung in die Software. Das erworbene Wissen wird an einer Auswahl von studienfachbezogenen Problemstellungen aus den Bereichen Chemie- und Energietechnik als auch der Biotechnologie gefestigt und vertieft.
Inhalt: Theorie der Simulationstechnik <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen allgemeiner Simulationsmethodik: Beispiele und Nutzen• Grundlegende Schritte: Realität, Modell, Simulation• Modellgleichungen und Lösungsalgorithmen• Grundlagen zu relevanten numerischen Verfahren und Algorithmen• Simulationstechniken zur Modellanalyse und Parameterbestimmung• Einsatz der Simulation für Analyse, Optimierung und Design Praktische Einführung in MATLAB <ul style="list-style-type: none">• Softwarenutzung und Programmiertechniken• Funktionsaufrufe und Datenvisualisierung• Numerische Lösung algebraischer, differentieller und integraler Gleichungen• Simulation kontinuierlicher Systeme: Bilanzmodelle und chemischen Reaktoren• Simulation diskreter Systeme: Verkehrsprobleme und biotechnologischen Modelle
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Programmierübungen und Simulationen am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine Empfehlung: gute Grundkenntnisse der Mathematik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Programmierung / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Andreas Voigt (FVST), weitere beteiligte Dozenten: Dr. Dirk Benndorf (FVST)
Literaturhinweise: Benker, Mathematik mit MATLAB : Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer 2000, Bungartz Modellbildung und Simulation Springer 2009.



1.5 Soft Skills / Nichttechnische Wahlfächer

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Soft Skills / Nichttechnische Wahlfächer (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verstehen die Spielregeln des Berufslebens, soziale Kompetenzen und Teamarbeiten. Sie können Projekte und Zeit managen.
Inhalt: Vergleiche Katalog „Nichttechnische Fächer“
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung/Praktikum (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: veranstaltungsspezifisch
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Leistungsnachweise / 5 CP
Modulverantwortliche: Lt. Katalog „Nichttechnische Fächer“ Dr. Dirk Benndorf (FVST)



1.6 Systembiologie und Signaltransduktion

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Systembiologie und Signaltransduktion (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden kennen die grundsätzlichen molekularen Mechanismen der Signaltransduktion in Eukaryonten und können Signalmodule erkennen. Ihnen sind die Prinzipien der Regulation von Signalkaskaden bekannt. Die Studierenden sind in der Lage, sich in neue Fragestellungen im Bereich der Systembiologie einzuarbeiten und Lösungsmöglichkeiten anzuwenden. Die Studierenden kennen Regelkreisstrukturen und Netzwerk motive von Signalübertragungswegen in biologischen Systemen sowie deren Darstellung und können aus einfachen Netzwerkstrukturen die Dynamik der Signalverarbeitung ablesen. Den Studierenden wird die Bedeutung interdisziplinärer Forschung auf dem Gebiet der Life-Sciences klar.
Inhalt: Einführung in die molekularen Mechanismen der Signaltransduktion <ul style="list-style-type: none">• Grundsätzliche Mechanismen und Komponenten der Signaltransduktion• Grundsätzliche Regulationsprinzipien bei der Signaltransduktion• Signalmodule• Spezielle Signaltransduktion• Biochemische Methoden zur Analyse von Signaltransduktionskaskaden Einführung und Übersicht Forschungsfeld Systembiologie <ul style="list-style-type: none">• Grundsätzliche Konzepte der Systembiologie• Analyse von Netzwerk motiven• Regulation und Steuerung in zellulären Systemen und Organismen• Aufbau und Dynamik von Netzwerk motiven
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (3 SWS); WS / Deutsch
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Fred Schaper (FNW)
Literatur: [1] Biochemistry of Signal Transduction and Regulation , G. Krauss, 5 th ed., Wiley-VCH ISBN 978-3-527-33366-0 [2] Signal Transduction, I.M. Kramer, 3 rd ed., Academic Press, ISBN 978-0123948038 [3] Cellular Signal Processing, F. Marks, U. Klingmüller, K. Müller-Decker, Garland Science, ISBN 978-0-8153-4215-1 [4] An Introduction to Systems Biology, U. Alon, 2 nd ed., Chapman & Hall/CRC, ISBN 978-1-4398-3717-7



1.7 Regulationsbiologie

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul Regulationsbiologie (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Regulatorische Netzwerke und zelluläre Sensoren kontrollieren und steuern auf unterschiedliche Weise praktisch alle Lebensprozesse. Nach Besuch der Vorlesung wissen die Studierenden, welche Arten von molekularen Netzwerken der zellulären Signalverarbeitung und Regulation man kennt, wie sie konstruiert sind, nach welchen Funktionsprinzipien sie arbeiten und wie komplexe Netzwerke konzeptionell und experimentell erforscht werden.
Inhalt: Bedeutung regulatorischer Netzwerke bei Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren Grundoperationen der biologischen Regulation: Rezeption, Verstärkung, Integration, Adaptation, Rückkoppelung, Schalten, Logische Verknüpfungen am Beispiel der Chemotaxis von <i>Escherichia coli</i> Methoden zur Experimentellen Analyse der Struktur und Dynamik von Netzwerken der zellulären Signalverarbeitung Lichtregulierte Signalketten und Grundlagen der Photobiochemie Dynamik zellulärer Signalverarbeitung am Beispiel der Phototaxis von <i>Halobacterium</i> ; Stochastische Phänomene als Ursache individuellen Verhaltens Grundlagen der Signaltransduktion, Membranrezeptoren, Adapterproteine Molekulare Mechanismen der Krebsentstehung und Metastasierung Vom Gen zur Funktion: experimentelle Methoden Petri-Netze: Modellierung und Simulation zellulärer Signalprozesse; Reverse Engineering Mechanismen der zellulären Reprogrammierung von Säugerzellen Regulation des Zellcyclus Sporulation von <i>Physarum polycephalum</i> als genetisches Modellsystem von Zelldifferenzierung und zellulärer Reprogrammierung
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übungen (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Laborexperimentelle Übungen und mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Mündliche Prüfung / 5 CP
Verantwortliche: Prof. Dr. Wolfgang Marwan (FNW)
Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

1.8 Data Mining I

<p>Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme</p>
<p>Modul: Data Mining I (DM_ENG) (PF)</p>
<p>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Grundkenntnissen zu Data Mining • Anwendung von Data Mining Kenntnissen zur Lösung von reellen, vereinfachten Problemen • Vertrautheit mit Data Mining Werkzeugen • Souveräner Umgang mit deutsch- und englischsprachiger Literatur zum Fachgebiet
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daten und Datenaufbereitung für Data Mining • Data Mining Methoden für: Klassifikation, Clustering, Entdeckung von Assoziationsregeln • Data Mining Werkzeuge und Software-Suiten • Fallbeispiele
<p>Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übungen (2 SWS); (SS) / Englisch Format der Übungen: Rechenübungen, Übungen im Labor</p>
<p>Voraussetzung für die Teilnahme: Keine</p>
<p>Arbeitsaufwand: : Präsenzzeit: 56 h (4SWS), Selbststudium: 94 h</p>
<p>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Mündliche Prüfung / 5 CP Zur Änderung der Prüfungsform im jeweiligen Semester: siehe Statuten der exportierenden Fakultät Prüfungssprache Englisch</p>
<p>Modulverantwortlicher: Lehrstuhl Angewandte Informatik / Wirtschaftsinformatik II Dozentin: Prof. Dr. Myra Spiliopoulou (FIN)</p>
<p>Literaturhinweise: Pan-Ning Tan, Steinbach, Vipin Kumar. „Introduction to Data Mining“, Wiley, 2004: Auszüge u.a. aus Kapitel 1-4, 6-8. Auswahl von wissenschaftlichen Artikeln, Angaben zum Semesterbeginn</p>



1.9 Statistical Foundations

Course: Compulsory module for the master course Molecular Biosystems
Module: Statistical Foundations (PF)
Objectives: The student will <ul style="list-style-type: none">• understand the fundamentals of statistics and probability theory• have an overview about the standard methods of statistics• learn to understand and interpret statistical results correctly• be able to communicate statistical results• and to transfer them back to real world problems• be able to understand and use scientific English
Content: Statistical concepts and methods as well as basic probability theory: <ul style="list-style-type: none">• descriptive statistics• probability and distributions• inferential statistics• point and interval estimation• hypothesis testing• analysis of variance• correlation and regression• linear and nonlinear models
Teaching / Language: Lecture: Statistical Foundations (2 SWS), Tutorial (2 SWS); (SS) / English Format of the tutorial: mathematical exercises
Prerequisites: none
Workload: : lectures: 56 h (4 SWS), self-dependent studies: 94 h
Certificates/examination/Credits: - / K90 / 5 CP
Responsible person: Prof. Dr. Claudia Kirch (FMA)



1.10 Labor-Rotation (incl. Literaturseminar)

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Labor-Rotation (incl. Literaturseminar) (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden erhalten Einblicke in verschiedene Arbeitsweisen in der Forschung zu biologischen Regulationsprozessen. Die Studierenden erkennen die Relevanz der z.T. nur theoretischen oder an Beispielen erlernten Labortechniken. Die Studierenden sind in der Lage, Experimente so zu entwickeln, dass diese klar formulierte Fragen beantworten und dabei eindeutige Aussagen liefern. Das Interesse der Studierenden zur spezifischen Forschungsthematiken wird geweckt und die Wahl eines geeigneten Themas für die Masterarbeit erleichtert. Die Studierenden sind in der Lage, Publikationen zur Thematik zu identifizieren, zu erarbeiten und die wesentlichen Inhalte zu erkennen, zu vermitteln, sowie die Ergebnisse zu diskutieren. Darüber hinaus haben die Teilnehmer fachunabhängige Schlüsselkompetenzen wie eigenständiges Arbeiten, Denken in Zusammenhängen, Erschließen von Quellen und Hilfestellungen, sowie Kommunikation in der Gruppe erlernt. Schlüsselkompetenzen wie die mündliche und graphische Kommunikation, Darstellung komplexer Sachverhalte, Kommunikation in Gruppen, Emotionsmanagement in Vorträgen und Disputen, Konfliktmanagement in Gruppen, Organisationsmanagement werden erworben.
Inhalt: 6-wöchiges Mitarbeiten in einer oder zwei selbst ausgewählten experimentell oder systemtheoretischen ausgerichteten Arbeitsgruppen innerhalb oder außerhalb der Universität. Die jeweiligen Einheiten sollten nicht kürzer als drei Woche sein. Erarbeitung und Präsentation einer Publikation neueren Datums, die die eigene Arbeit ergänzt. Darstellung der bearbeiteten Fragestellung, der gewählten Lösungsansätze und der erreichten Ergebnisse. Vorbereitung unter Assistenz eines Dozenten.
Lehrformen / Unterrichtssprache: Übungen (10 SWS), Praktikum (7 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: je nach Einsatzgebiet und Themenauswahl unterschiedlich
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 238 h (17 SWS), Selbststudium: 62 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Abschlussprotokoll, Ergebnispräsentation, Publikationspräsentation / - /10 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. Fred Schaper (FNW) sowie die jeweiligen Leiter der Arbeitsgruppen, in denen die Laborrotation durchgeführt wird
Literatur: <ul style="list-style-type: none">wird je nach Themenauswahl individuell ausgegeben



1.11 In vitro, in vivo, in silico

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: In vitro, in vivo, in silico (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden lernen an je einem Beispiel aus Bioenergetik und Signaltransduktion ein biologisches Phänomen an der lebenden Zelle (<i>in vivo</i>) und mit Hilfe der aus dieser Zelle gereinigten Molekülen im Reagenzglas (<i>in vitro</i>) zu analysieren. Sie lernen weiterhin, die zugrunde liegenden einfachen molekularen Reaktionsnetzwerke zu modellieren und die mit beiden experimentellen Ansätzen erhaltenen Daten im Rechner mit Hilfe eines Petri-Netz Modells qualitativ und quantitativ zu simulieren (<i>in silico</i>). Damit lernen die Studierenden die Ergebnisse dreier grundlegender methodischer Ansätze systembiologischer Forschung zu kombinieren und dadurch zu einem systemorientierten Verständnis komplexer molekularer Netzwerke zu gelangen.
Inhalt: Teil 1: <i>in vivo</i> Photophosphorylierung <ul style="list-style-type: none">- Bacteriorhodopsin als lichtgetriebene Protonenpumpe: Messung der lichtgetriebenen Protonenpumpe an Zellsuspensionen von <i>Halobacterium</i> beim Wildtyp und bei einer BR-Mutante mit stark verlangsamten Photocyclus D96N. Nachweis der Wirkung von Entkopplern des Protonengradienten.- Messung der durch Bacteriorhodopsin vermittelten Photophosphorylierung und ihre Hemmung durch Entkoppler Photokinese und Phototaxis <ul style="list-style-type: none">- Messung der BR-vermittelten Photokinese (WT und Mutante)- Messung der BR und SR-abhängigen Phototaxis Teil 2: <i>in vitro</i> Photocyclus von Bacteriorhodopsin und Sensorrhodopsin <ul style="list-style-type: none">- Reinigung der lichtgetriebenen Protonenpumpe Bacteriorhodopsin aus <i>Halobacterium</i> (Wildtyp und B96N-Mutante) sowie von Sensorrhodopsin- Spektroskopische Messung des Photocyclus am isolierten Protein (WT im Vergleich zu D96N)- Messung von Deprotonierung und Reprotonierung der Schiff'schen Base des Photocyclus am isolierten Protein (WT im Vergleich zu D96N und Sensorrhodopsin) Messung von ATP <ul style="list-style-type: none">- Luminometrische Messung von ATP mit dem Luciferin-Luciferase-Assay Teil 3: <i>in silico</i> Modellierung von Simulation von Photocyclus, Photophosphorylierung und Photokinese <ul style="list-style-type: none">- Kurze Einführung in die Modellierung und Simulation mit Petri-Netzen- Modellierung von Photocyclus, Photophosphorylierung und Photokinese- Simulation der experimentellen Ergebnisse für Wildtyp und Mutanten Modellierung und Simulation der Phototaxis <ul style="list-style-type: none">- Modellierung der Phototaxis- Simulation der experimentellen Ergebnisse für Wildtyp und Mutanten- Simulation von Einzelzellen und von Zellpopulationen mit Hilfe gefärbter Petri-Netze und Diskussion der erhaltenen Ergebnisse
Lehrformen / Unterrichtssprache: Übung (6 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: laborexperimentelle Übungen und mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 84 h (6 SWS), Selbststudium: 66 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Testat / experimentelle Arbeit, mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Wolfgang Marwan (FNW)



1.12 Biomodelltechnik mit Petri-Netzen und ihre Anwendung in der Systembiologie

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Biomodelltechnik mit Petri-Netzen und ihre Anwendung in der Systembiologie (PF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Teilnehmer lernen die vielfältigen Möglichkeiten kennen, die Petri-Netze als formale Sprache zur Beschreibung, Analyse und Simulation biologischer Prozesse bieten. Am Beispiel wichtiger biologischer Phänomene üben die Teilnehmer unter Anleitung den professionellen Umgang mit Petri-Netzen und lernen gleichzeitig die Funktionsweise nichttrivialer regulatorischer Netzwerke kennen. Im Verlauf von Projektarbeiten vertiefen und festigen die Studierenden die erworbenen Fertigkeiten und lernen, wie sich diese auf die Analyse und das (Re-) Design molekularer Netzwerke in Systembiologie, synthetischer Biologie und Bioprozesstechnik anwenden lassen. Die benutzte Software ist frei verfügbar und läuft unter Linux, Mac OS X und Windows. Die Teilnehmer kennen Methoden der systemweiten molekularen Analyse von Zellen und Geweben mit Hilfe der Genomik.
Inhalt: Teil 1: Theoretisch orientiert <ul style="list-style-type: none">• Grundlegende Konzepte der Systembiologie und Modellierung• Chemische Kinetik biochemischer Reaktionen• Petri Netz Theorie und Einarbeitung in den Petri Netz Editor Snoopy• Modellierungsparadigmen in Form qualitativer, stochastischer, kontinuierlicher und hybrider Petri-Netze mit Anwendungsbeispielen• Qualitative Analyse von Petri-Netzen mit Snoopy• Quantitative Analyse von Petri-Netzen mit Charlie• Gefärbte Petri-Netze als erweitertes Modellierungskonzept und ihre Anwendung• Genom, Transkriptom, Proteom und Metabolom und ihre Wechselwirkung• Struktur prokaryontischer und eukaryontischer Genome und ihre Bedeutung für Konzepte der strukturellen und funktionellen Genomik und Metagenomik• First und Next-Generation Sequenzier-Methoden von DNA und RNA• Anwendung der NGS-Methoden zur systemorientierten Analyse normaler und pathologischer zellulärer Regulationsprozesse• Quantitative Transkriptomik und ihre Bedeutung für das Verständnis zellulärer Regulationsprozesse• Theorie genregulatorischer Netzwerke, ihre mathematische Modellierung und Simulation <p>Die theoretischen Grundlagen werden an zahlreichen leicht verständlichen Beispielen aus der Signaltransduktion, dem Metabolismus und der Genregulation demonstriert und können parallel von den Studierenden praktisch erprobt werden. Des Weiteren werden Aufgaben zur selbstständigen Bearbeitung gestellt. Diese sind durch jeden Kursteilnehmer zu bearbeiten und termingerecht abzugeben.</p> Teil 2: Praktisch orientiert <p>Vertiefung der theoretischen Grundlagen anhand komplexer biologischer Systeme in teilweise selbstständiger Projektarbeit (umfasst auch den Umgang mit Fachliteratur), z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none">• funktionelle Anatomie molekularer Schalter: Kooperative Wechselwirkungen bei der Regulation von Proteinen und zellulären Prozessen• Entwicklungsschalter des Bacteriophagen Lambda• Molekulare Dynamik der Inneren Uhr (circadiane Rhythmik)• Simulation von Zellpopulationen und räumlich-zeitlichen Mustern mit gefärbten Petri-Netzen (Repressilator, Belousov-Zhabotinsky-Reaktion, u.a.) <p>Die Studierenden sollen dabei unter Anleitung eigenständig verschiedene Beispiele bearbeiten und kleinere Projektarbeiten dazu verfassen, dies dient der Vertiefung und der Übertragung der Lehrinhalte auf andere Beispielsysteme.</p>
Lehrformen / Unterrichtssprache:



Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Projektscheine (= Prüfungszulassung) / experimentelle Arbeit, mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Wolfgang Marwan (FNW)
Literaturhinweise: Kursskript



1.13 Master Arbeit

Studiengang: Pflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Masterarbeit (SS)
Ziel des Moduls (Kompetenzen): Es soll der Nachweis erbracht werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbständig mit wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden kann. Sie haben die Fähigkeit, mögliche Lösungsansätze zu analysieren und kritisch zu bewerten. Sie können ihre Arbeit im Kontext der aktuellen Forschung einordnen. Schlüsselkompetenzen wie die mündliche und graphische Kommunikation, Darstellung komplexer Sachverhalte, Kommunikation in Gruppen, Emotionsmanagement in Vorträgen und Disputen, Konfliktmanagement in Gruppen, Organisationsmanagement werden erworben.
Inhalt: Themenstellungen zu aktuellen Forschungsvorhaben werden von den Professoren der Fakultät bekannt gegeben. Die Studierenden können sich ein Thema ihrer Neigung auswählen. Die Ausgabe des Themas ist im Prüfungsamt mit den Namen der Prüfer aktenkundig zu machen. Im Kolloquium haben die Studierenden nachzuweisen, dass sie in der Lage sind, Arbeitsergebnisse aus der selbständigen wissenschaftlichen Bearbeitung in einem Fachgespräch zu verteidigen. Dazu müssen die Ergebnisse in einem Vortrag von max. 15 Minuten dargestellt und diesbezügliche Fragen beantwortet werden.
Lehrformen: Selbständige Problembearbeitung mit Abschlussarbeit
Voraussetzung für Teilnahme: Siehe Studienordnung §21
Arbeitsaufwand: 20 Wochen
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Masterarbeit mit Kolloquium / 30 CP
Modulverantwortliche: Prüfungsausschussvorsitzender



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

NAT

FAKULTÄT FÜR
NATURWISSENSCHAFTEN

2. Masterstudiengang Molekulare Biosysteme, Wahlpflichtmodule



2.1 Computational Neuroscience / Biological Neuroscience

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Computational Neuroscience / Biological Neuroscience (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten erwerben Basiskenntnisse zu den grundlegenden Problemen und Methoden der theoretischen Neurowissenschaften. Die Studenten erwerben Fähigkeiten in der quantitativen Modellierung der elektrischen Eigenschaften des Neurons und der quantitativen Bestimmung des Informationsgehaltes neuronaler Aktivität. Darüber hinaus erwerben Studenten Grundkenntnisse der Matlab-Programmiersprache. Für Studierende mit geringen physikalischen und programmier-technischen Vorkenntnissen werden zusätzliche Übungen angeboten.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Passive Membranen• Aktive Membranen• Analyse des Spikes im Phasenraum• Kabelgleichung, dendritische Morphologie• Rauschen in spikenden Neuronen• Synaptische Funktion• Synaptische Plastizität• Tuningkurven und rezeptive Felder• Quantifizierung von Verhalten und Wahrnehmung• Populationskodes• Fisher Information• Shannon Information• Statistik natürlicher Reize• Neuronale Transferfunktionen und Reizstatistik
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Wöchentliche Aufgaben zur selbstständigen Bearbeitung / K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Jochen Braun (FNW)
Literaturhinweise: Dayan & Abbot (2001) Theoretical Neuroscience, MIT Press.



2.2 Forschungs- und Projektplanung

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Forschungs- und Projektplanung (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können wissenschaftliche Fragestellungen und ihre Relevanz klar formulieren, sowie Projektentwürfe entwickeln, mit denen diese Fragen beantwortet werden können. Die Entwürfe können formal korrekt in vorgegebene Antragsvorlagen eingearbeitet werden. Die Studierenden sind in der Lage, Projektentwürfe verbal zu verteidigen und sich einem kritischen Auditorium zur Diskussion zu stellen. Schlüsselkompetenzen wie die mündliche und graphische Kommunikation, Darstellung komplexer Sachverhalte, Kommunikation in Gruppen, Emotionsmanagement in Vorträgen und Disputen, Konfliktmanagement in Gruppen, Organisationsmanagement werden erworben
Inhalt: Von den Dozenten werden in einzelnen Vorlesungen Themen zur weiteren Bearbeitung vorgestellt. Die Studierenden wählen ein Thema aus und erstellen einen schriftlichen Projektentwurf, der in einer Disputation zu vertreten ist. Die Dozenten, die das jeweilige Projekt vorgeschlagen haben, stehen für Konsultationen während der Projektentwicklung zur Verfügung.
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (1 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: schriftliche Projektentwicklung, Projektpräsentation und -disputation
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Schriftlicher Projektentwurf / Projektpräsentation / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. Fred Schaper (FNW), weitere beteiligte Dozenten: Prof. Dr. Wolfgang Marwan (FNW) sowie weitere am Studiengang beteiligte Dozenten
Literatur: <ul style="list-style-type: none">• wird je nach Themenauswahl individuell ausgegeben



2.3 Mathematische Modellierung physiologischer Systeme

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Mathematische Modellierung physiologischer Systeme (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte physiologische Systeme in Aufbau und Funktionsweise zu verstehen, mathematisch zu beschreiben und auf dem Rechner zu simulieren.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Herz-Kreislauf-System• Regelung des Zellvolumens und elektrische Eigenschaften von Zellen• Signalübertragung von Nervenzellen• Signalverarbeitung in der Retina• Signalverarbeitung im Ohr/Ohrimplantate• Populationsdynamische Modellierung biologischer Systeme
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (1 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer; Rechenübungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: Grundlegende Kenntnisse über Differentialgleichungen
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 28 h (2SWS), Selbststudium: 122 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K60-90 oder mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle (FEIT)
Literaturhinweise: [1] Silbernagl, S.; Despopoulos, A.: Taschenatlas der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2003. [2] Hoppensteadt, F.C.; Peskin, C.S.: Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences. Springer-Verlag, Berlin, 2002. [3] Keener, J.; Sneyd, J.: Mathematical Physiology. Springer-Verlag, Berlin, 1998.



2.4 Modellierung von Bioprozessen

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Modellierung von Bioprozessen (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Den Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der mathematischen Modellierung biotechnologischer Prozesse, die im Rahmen von Forschung und industrieller Produktion eingesetzt werden. Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren zur Lösung einfacher Differentialgleichungen, zur Ermittlung von Parametern aus experimentellen Daten und zur Beurteilung der Qualität der Modellanpassung anzuwenden. Die theoretischen Ansätze werden in einer begleitenden Rechnerübung vertieft. Basierend auf der Programmiersprache Matlab lernen die Studenten konkrete Aufgabenstellungen aus der Praxis in Einzel- oder Kleingruppenarbeit umzusetzen und in Form von lauffähigen Programmen zu dokumentieren.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Mathematische Modelle• Massenbilanzen, Bilanzgleichungen, Bildungsraten, Eintrags- und Austragsterme• Allgemeines Modell für einen einfachen Bioreaktor, Unstrukturierte und strukturierte Modelle• Gleichungen für die Reaktionskinetik• Allgemeine Grundlagen, Enzymkinetiken, Zellwachstum, Zellerhaltung, Zelltod• Produktbildung, Substratverbrauch, Umgebungseffekte (Einführung: Regressionsanalyse)• Lösung der Modellgleichungen• Differentialgleichungen und Integrationsverfahren, Rand- und Anfangsbedingungen• Stationäre und dynamische Modelle, Überprüfung eines Modells (Einführung: Gewöhnliche Differentialgleichungen / Numerische Integration)• Bioprozesse• Batch Kulturen, Kontinuierliche Kulturen, Fed-Batch Kulturen, Chemostaten mit Biomasse-Rückführung• Transport über Phasengrenzen• Kinetische Modelle für den Sauerstoffverbrauch, Bestimmung des $k_l \cdot a$ und der Sauerstoff-Transportrate, Sauerstofflimitierung in Batch Prozessen• Modellvalidierung• Analyse der Residuen, Autokovarianz und Autokorrelation, Kreuzkovarianz und Kreuzkorrelation• Parameterunsicherheiten und Modellauswahl• Komplexe Modelle
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Übungsschein / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl (FVST)
Literaturhinweise: [1] Bailey, J.E. and Ollis, D.F. (1986): Biochemical engineering fundamentals, McGraw-Hill, second edition [2] Dunn, I.J. (1992): Biological reaction engineering. Principles, applications and modelling with PC simulation, Wiley VCH [3] Ingham, J., Dunn, J.I., Heinzle, E., Prenosil, J.E. (1992): Chemical engineering dynamics, Wiley VCH [4] Nielsen, J., Villadsen, J. and Gunnar, L. (2003): Bioreaction Engineering Principles, 2 nd Ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York [5] Schuler, M.L., Kargi, F. (2006): Bioprocess Engineering, 2 nd ed., Prentice Hall, New York.



2.5 Molecular Modelling/Computational Biology and Chemistry

Course: Optional compulsory module for the master course Molecular Biosystems
Module: Molecular Modelling/Computational Biology and Chemistry (WPF)
Objectives: In this module, students are getting to know different approaches to model questions from chemical and biological fields. The lecture conveys basis principles of modelling chemical and biological intermolecular interactions. Different approaches on different time and spatial scales will be discussed with particular emphasis on providing answers to scientific questions. Theoretical knowledge will be put in practice during exercises in the computer lab. Simple problems will be dealt with independently and typical approaches from a professional perspective from biotechnology and chemical industry will be treated. The students are to acquire competences and practical experience for their professional life. They are getting to know how to apply and evaluate molecular simulations and computational approaches as independent tools to solve problems. The participants acquired knowledge on proper project documentation. The students have the proficiency in scientific English.
Contents <ul style="list-style-type: none">• Introduction, time and size scales of interactions• Intermolecular interactions (hydrogen bonding, electrostatics, van der Waals)• Protein structures, bioinformatics, protein structural modeling• Electrostatic interactions and Brownian dynamics• Molecular dynamics simulations (proteins, conformational changes)• Quantum chemistry (introduction, examples)• Additional methods (ab initio molecular dynamics, calculation of experimental observables)
Teaching / Language: Lecture 2 SWS, Tutorial 1 SWS (WS) / English Format of the tutorial: hand-on exercises
Prerequisites: none
Workload: Lectures: 42 h (3 SWS), self-dependent studies: 108 h
Certificates/Examination/Credits: Project work and documentation (50%) / oral examination (50%) / 5 CP
Responsible lecturer: Dr.-Ing. Matthias Stein (MPI Magdeburg)
Further lectures: None

2.6 Physikalische Aspekte von Membranen

<p>Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme</p>
<p>Modul: Physikalische Aspekte von Membranen (WPF)</p>
<p>Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen: Die Studierenden lernen die Grundlagen der Physik und physikalischen Chemie von Membranen kennen. Die speziellen Eigenschaften biologischer Membranen werden eingeführt. Die Studierenden werden befähigt, Forschungsprojekte, die die Physik von Membranen beinhalten, durchzuführen.</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition von Membran • Physikalische Eigenschaften von Membranen • Funktionen von biologischen Membranen • Lipid- und Membranstruktur; Zusammensetzung von Membranen • Physikalische Eigenschaften von Membranen (Fluidität, elektrokinetische Phänomene) • Transport durch Membranen (Osmose, Ladungstransport, Goldman-Gleichung) • Physikalische Grundlagen der Form/Gestalt der Membranen und Vesikel. • Energetik der Membranen • Erregbare Membranen und sich daraus ergebende Aspekte der Physiologie von Nerven.
<p>Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer</p>
<p>Dauer des Moduls: ein Semester</p>
<p>Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h</p>
<p>Voraussetzungen für die Teilnahme: Keine</p>
<p>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Teilnahmeschein / K60-90 oder mündliche Prüfung / 5 CP</p>
<p>Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Ralf Stannarius (FNW)</p>
<p>Literaturhinweise: [1] E. Sackmann, E. Merkel: Lehrbuch der Biophysik [2] O. Mouritsen: Life as a matter of fat</p>



2.7 Quantitative Signaltransduktion

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Quantitative Signaltransduktion (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle molekularbiologische Methoden zur quantitativen Analyse von Signaltransduktionswegen anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren. Die gewonnenen Daten können kritisch bzgl. technischer und experimenteller Schwankungen analysiert werden. Hierbei liegt der Fokus auf der Möglichkeit des Einsatzes der gewonnenen Daten für systembiologische Arbeiten. Die Studenten erlangen die Fähigkeit, ein wissenschaftliches Protokoll anzufertigen und ihre Daten mündlich zu präsentieren. Schlüsselkompetenzen wie die mündliche und graphische Kommunikation, Darstellung komplexer Sachverhalte, Kommunikation in Gruppen, Emotionsmanagement in Vorträgen und Disputen, Konfliktmanagement in Gruppen, Organisationsmanagement werden erworben. <u>Methodenkompetenz:</u> Zellkultur, SDS PAGE und Western Blotting, FACS Analyse, konfokale Mikroskopie, Reporter-Gen-Analyse, quantitative Real-Time PCR Verständnis des IL-6-induzierten JAK/STAT- Signalweges und seiner Regulation Quantifizierung der Ergebnisse mit aktueller Software Statistische Auswertung der Daten Schriftliche Darstellung der Ergebnisse Mündliche Präsentation und Diskussion der Ergebnisse
Inhalt: Einführende Vorlesung; Seminare zu den einzelnen Methoden mit Fokus auf biochemische Grundlagen und Möglichkeiten der quantitativen Datenerhebung durch die Studierenden Übungen: Zellkultur, Stimulation von Zellen mit Zytokinen, SDS PAGE und Western Blotting, FACS Analyse, konfokale Mikroskopie, Transfektion von Zellen, Reporter-Gen-Analyse, Isolation von RNA, cDNA Synthese, quantitative Real-Time PCR Abschlussseminar mit Ergebnispräsentation durch die Studierenden
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (1 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: laborexperimentelle Übungen; Daten-Aufarbeitung, -präsentation und disputation
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: Verständnis der molekularen Mechanismen der zellulären Signaltransduktion sowie deren Regulationsprinzipien
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Abschlussprotokoll, Ergebnispräsentation im Abschlussseminar / K120 / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. Fred Schaper (FNW)
Literaturhinweise: [1] Bioanalytik, F. Lottspeich, J. W. Engels, 3rd ed. Spektrum Akademischer Verlag ISBN 978-3827-429421 [2] JAK-STAT Signalling, S. E. Nicholson, N. A. Nicola, Humana Press, ISBN 978-1627032414 [3] siehe Vorlesung: Signaltransduktion und Systembiologie



2.8 Regelungstechnik

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Regelungstechnik (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden besitzen einen ersten Einblick in die Analyse und Synthese kontinuierlicher Regelungssysteme. Über die mathematische Beschreibung durch Differentialgleichungen sind sie befähigt, zunächst die wesentlichen Eigenschaften linearer zeitinvarianter Systeme im Zeitbereich und anschließend im Frequenzbereich zu untersuchen. Die erreichte Zielkompetenz besteht darin, diese Methoden erfolgreich zur Analyse und dem Entwurf von Regelsystemen einzusetzen.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Einführung: Ziele und Wege der Regelungstechnik2. Mathematische Modellierung dynamischer Systeme3. Verhalten linearer zeitinvarianter Systeme4. Beschreibung im Frequenzbereich5. Laplace-Transformation und Übertragungsfunktion6. Regelverfahren7. Analyse und Entwurf von Regelkreisen
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Seminaristische Saalübung
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: fundierte mathematische Vorkenntnisse
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K 90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen (FEIT)
Literaturhinweise: <ol style="list-style-type: none">[1] J. Lunze: Regelungstechnik I, Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer[2] D. G. Luenberger: Introduction to Dynamic Systems, Theory, Models and Applications



2.9 Visualisierung

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Visualisierung (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Lernziele: Diese Vorlesung vermittelt Grundlagenwissen darüber, wie große Datenmengen strukturiert, repräsentiert, visualisiert und interaktiv erkundet werden. Der Fokus liegt auf Methoden der 3D-Visualisierung. Zu erwerbende Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none">• Einschätzung von Visualisierungszielen, Auswahl und Bewertung von Visualisierungstechniken,• Anwendung grundlegender Prinzipien in der computergestützten Visualisierung,• Nutzung der Anpassung fundamentaler Algorithmen der Visualisierung zu Lösungen von Anwendungsproblemen,• Bewertung von Algorithmen in Bezug auf ihren Aufwand und die Qualität der Ergebnisse
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Visualisierungsziele und Qualitätskriterien• Grundlagen der visuellen Wahrnehmung• Datenstrukturen in der Visualisierung• Grundlegende Algorithmen (Isolinien, Farbabbildungen, Interpolation, Approximation von Gradienten und Krümmungen)• Direkte und indirekte Visualisierung von Volumendaten• Visualisierung von Multiparameterdaten• Strömungsvisualisierung (Visualisierung von statischen und dynamischen Vektorfeldern, Vektorfeldtopologie)
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Visualisierungsübungen und Programmierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: : Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Preim (FIN)
Literaturhinweise: [1] P und M Keller (1994) Visual Cues, IEEE Computer Society Press [2] H. Schumann, W. Müller (2000) Visualisierung: Grundlagen und allgemeine Methoden, Springer Verlag Heidelberg [3] W. Schroeder, K. Martin, B. Lorenson (2001) The Visualization Toolkit: An object-oriented Approach to 3d graphics, 3. Aufl. Springer Verlag, Heidelberg [4] R S Wolff und L Yaeger (1993) Visualization of Natural Phenomena, Springer [5] A. Telea (2007) Data Visualization, AK Peters



2.10 Molecular Neuroscience

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Molecular Neuroscience (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten werden in zelluläre und molekulare Grundlagen der Funktion neuronaler Zellen eingeführt und lernen aktuelle Strategien zur Erzeugung und zum Einsatz genetischer Modelle in der neurowissenschaftlichen Forschung kennen. Die Studierenden haben ihre Sprachkompetenz im Bereich Wissenschaftsenglisch erweitert.
Inhalt: <u>Teil 1: Cellular neurophysiology</u> Grundlagen der neuronalen Erregbarkeit und Erregungsfortleitung, synaptische Transmission, dendritische Integration von Informationen, intrazelluläre Signale, Transmitter und Neuromodulatoren, synaptische und homöostatische Plastizität, Funktion von Glia, aktuelle Methoden der Neurophysiologie. <u>Teil 2: Genetic models</u> Methoden der Neurogenetik, Vorwärts- und Reverse Genetik, transgene Strategien in der Maus und der Fruchtfliege, Genetische Modelle neuronaler Erkrankungen. Validitätskriterien in genetischen Modellen, Methoden zur Darstellung und Manipulation neuronaler Schaltkreise, viraler Gentransfer.
Lehrformen / Unterrichtssprache: Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen: "Cellular Neurophysiology" (2SWS) und "Genetic Models" (1SWS); WS / Englisch
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Oliver Stork (FNW)



2.11 Strukturelle und funktionale Analyse von zellulären Netzwerken

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Strukturelle und funktionale Analyse von zellulären Netzwerken (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten beherrschen verschiedene theoretische Ansätze und Methoden zur strukturellen und qualitativen Modellierung und Analyse zellulärer Netzwerke. Die Studenten haben ein allgemeines Verständnis für den strukturellen Aufbau und die Arbeitsweise unterschiedlicher Klassen von biochemischen Netzwerken (z.B. Stoffwechsel und Signaltransduktion) und können mit verschiedenen Methoden für die rechnergestützte Analyse dieser Netzwerke umgehen. Die Verfahren kommen hauptsächlich aus dem Bereich der diskreten Mathematik (z.B. Graphen- und Hypergraphentheorie, Boolesche Netzwerke) und der linearen Algebra. Die Studenten wenden die theoretischen Methoden in Übungen mithilfe eines Softwarepakets und am Beispiel von konkreten biologischen Beispielen an. Die Teilnehmer sind in der Lage, interdisziplinär (systembiologisch) zu denken und haben ein gefestigtes Verständnis für netzwerkweite Prozesse in der Zelle. Außerdem können sie mit grundlegenden Methoden zur Bestimmung strategischer Eingriffe und zur Rekonstruktion zellulärer Netzwerke umgehen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Einführung: zelluläre Netzwerke, Stoffflüsse und Signalflüsse, Datenbanken• Graphentheorie: Grundbegriffe, statistische Netzwerkanalyse, Netzwerk motive• Metabolische Netzwerkanalyse: Erhaltungsrelationen, Stoffflussverteilungen, Flusskegel, Elementarmoden, Minimal Cut Sets• Modellierung von regulatorischen und Signaltransduktionsnetzen mittels Interaktionsgraphen und logischen Netzwerken: Feedback loops, cut sets, Abhängigkeitsmatrix, qualitatives Ein/Ausgangsverhalten, Minimale Interventionsmengen• Zusammenhänge zwischen Netzstruktur und qualitativer Dynamik:• Einführung in Methoden der Netzwerkrekonstruktion
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: Rechenübungen und mathematische Modellierung am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: Kenntnisse zur Modellierung biologischer Systeme.
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Teilnahme an Übungen / K150 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr.-Ing. Steffen Klamt (Max-Planck-Institut Magdeburg)
Literaturhinweise: [1] Z. Szallasi, V. Periwal and J. Stelling (eds): <i>System Modeling in Cellular Biology: From Concepts to Nuts and Bolts</i> , MIT Press, Cambridge, MA, 125-148, 2006. [2] R. Thomas and R. D'Ari: <i>Biological Feedback</i> . CRC Press, Boca Raton, 1990. [3] B. Palsson: <i>Systems Biology - Properties of Reconstructed Networks</i> . Cambridge University Press: 2006. [4] E. Klipp et al.: <i>Systems Biology: A Textbook</i> . Wiley-VCH: 2009. [5] B. H. Junker and F. Schreiber: <i>Analysis of Biological Networks</i> . Wiley-Interscience: 2008.



2.12 Bioinformatik

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Bioinformatik (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Diese Vorlesung führt in Kürze in die Grundlagen der Molekularbiologie ein (Vorwissen in diesem Gebiet ist nicht nötig). Danach werden die wichtigsten Methoden für die Analyse von Gendaten eingeführt, wobei ein Fokus auf algorithmische Methoden zur Sequenzanalyse gelegt wird. Dieser Kurs befähigt einen erfolgreichen Teilnehmer, sowohl Standardmethoden zur Lösung von Sequence Alignment Problemen anzuwenden als auch eigene Algorithmen zu diesem Zweck zu entwickeln. Außerdem wird die Analyse von Standarddaten der Molekularbiologie, insbesondere von Sequenz- und Genexpressionsdaten, vermittelt.
Inhalt: Einführung in die Bioinformatik und die Molekularbiologie; Einführung in Datenbanken und speziell molekularbiologische Datenbanken; Algorithmen zur Sequenzanalyse; Heuristische Methoden für die Sequenzanalyse; Algorithmen zur Clusteranalyse; Expressionsdatenanalyse; Algorithmen zum Aufbau phylogentischer Bäume.
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: Vertiefen des Vorlesungsstoffes an Fallbeispielen, Rechenübungen, sowie Datenbankanwendungen und Datenanalysen am Computer
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Andreas Nürnberger (FIN)
Literaturhinweise: [1] R. Merkl, S. Waak. Bioinformatik Interaktiv: Algorithmen und Praxis. Wiley-VHC, 2003. [2] R. Rauhut. Bioinformatik: Sequenz-Struktur-Funktion. Wiley-VHC, 2001. [3] D.E. Krane, M.L. Raymer. Fundamental Concepts of Bioinformatics. Pearson Education, 2003. [4] J. Setubal, J. Meidanis. Introduction to Computational Molecular Biology. PWS Publishing Company, 1997. [5] M. Lesk. Bioinformatik: Eine Einführung. Spektrum Akademischer Verlag, 2002. [6] M. Lesk. Introduction to Bioinformatics. Oxford University Press, 2008.



2.13 Cell Culture Engineering

Course: Optional compulsory module for the master course Molecular Biosystems	
Module: Cell Culture Engineering (WPF)	
Objectives: Students participating in this course are getting an in depth insight into cell culture engineering with a focus on cultivation techniques for animal and human cells. They will learn relevant methods, background information on cell lines, media, assays, cultivation methods, mathematical models and regulatory requirements. Lectures are complemented with a practical training which enables students to grow mammalian cell lines, perform routine and advanced assays and perform validations for equipment and assays. Participants will be able to summarize their data in a report and presented them in a seminar. The students are able to understand and use scientific English.	
Contents: Lecture	
Cell lines:	Cell line derivation, Specific cell types, Cell banks, Culture collections
Cultivation:	Culture environment, Solid substrates, Liquid substrates, Gas phase Cell culture systems, Physical process parameters
Cell growth, metabolism and product formation:	Overview, Biochemistry of the cell
Mathematical modeling	Motivation, Unstructured models: An introduction to modeling Examples: Batch cultivation, Modeling cell growth and substrate consumption, Virus dynamics Gas balances for a bioprocess, Soluble carbon dioxide balance for a bioprocess
Manufacturing Processes	Overview, Viral vaccine production, Recombinant proteins, Antibodies
Regulatory Issues	Overview, Good Manufacturing Practice (GMP), Validation and Qualification, Equipment qualification, Assay validation
Laboratory course:	Growth of adherent and suspension cells, Assay validation, Equipment qualification (Bioreactor, Filters) Modeling
Teaching / Language: Lecture (2 SWS), Tutorial (2 SWS); (SS) / English Format of the tutorial: experimental, laboratory exercises	
Prerequisites: none	
Workload: lectures: 56 h (4 SWS), self-dependent studies: 94 h	
Examinations/Credits: Lab report / Oral examination / 5 CP	
Responsible module: Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl (FVST), weitere beteiligte Dozenten: PD Dr. Yvonne Genzel (FVST)	
Literature: [1] Clynes, M. (1998) Animal cell culture techniques, Springer Lab Manual [2] Doyle, A. and Griffith, J.B. (1998) Cell and tissue culture: laboratory procedures in Biotechnology, John Wiley & Sons [3] Freshney, M.G. (2002) Culture of animal cells, a manual of basic techniques, 3 rd ed., John Wiley & Sons, New Jersey [4] Gregersen, J.P. (1994) Research and development of vaccines and pharmaceuticals from biotechnology, VCH, Weinheim [5] Häggström, L. (2000) Cell metabolism, animal. in Encyclopedia of cell technology, ed. Stier R. Wiley & Sons, New York: 392-411 [6] Masters, J.R.W. (2000): Animal cell culture, Oxford University Press, 3 rd ed. [7] Salway, J.G. (1999) Metabolism at a glance, Blackwell Science, 2 nd ed., Oxford [8] Shaw, A.J. (1966) Epithelial cell culture, a practical approach, IRL Press	



2.14 Einführung in die Systemtheorie

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Einführung in die Systemtheorie (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten besitzen Basiskompetenzen zur Betrachtung dynamischer Systeme. Sie besitzen, neben Fertigkeiten mit einfachen formalen Konzepten umgehen zu können, auch ein intuitives Verständnis für grundlegende dynamische Phänomene. In der Übung haben die Studenten die Fähigkeit erworben, an Hand von Beispielen zu erkennen, dass dynamische Phänomene in einer Vielzahl von technischen und nicht-technischen Anwendungsgebieten auftreten.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundbegriffe der Systemtheorie (Systeme, Signale, statische und dynamische Systeme)• Beispiele für dynamische Systeme (Geometrisches Wachstum, Einfaches Populationsmodell, Modell einer isolierten Volkswirtschaft, Exponentielles Wachstum, Räuber-Beute-Modell, Elektrisches Netzwerk, Mechanische Systeme)• Klassifikation kausaler Systeme (Linearität, Zeitinvarianz, Autonomie)• Differenzgleichungen (Autonome Differenzgleichungen, Autonome lineare Differenzgleichungen)• Differentialgleichungen (Autonome Differentialgleichungen, Autonome lineare Differentialgleichungen)• Steuerung und Regelung (Zustandsraum, Steuerbarkeit, Stabilisierung durch Regelung)• Elemente der linearen Algebra (Vektoren und Matrizen, Vektor- und Matrixoperationen, Basisvektoren und Koordinatensysteme, Wechsel des Koordinatensystems, Eigenwerte und –vektoren)
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übungen(2 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung am Computer; Rechenübungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand : Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen (FEIT)
Literaturhinweise: [1] J. Lunze: Regelungstechnik I, Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer [2] B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger: Einführung in die Systemtheorie, Signale und Systeme in der Elektrotechnik und Informationstechnik, Teubner [3] R. Unbehauen: Systemtheorie I, Allgemeine Grundlagen, Signale und lineare Systeme im Zeit- und Frequenzbereich, Oldenbourg



2.15 Mikrobielle Biochemie

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Mikrobielle Biochemie (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten vertiefen ihre Kenntnisse in den Bereichen Biochemie und Mikrobiologie. Die Studenten sind in der Lage, den Metabolismus biogener und anthropogener Verbindungen und die Mechanismen der Adaptation von Mikroorganismen an veränderte Umweltbedingungen zu analysieren. Die Studenten begreifen die metabolische Vielfalt und die hohe Adaptationsfähigkeit von Mikroorganismen als Chance für die Anwendung in biotechnologischen Prozessen. Gleichzeitig vertiefen Sie in einem Praktikum ihre praktischen Fähigkeiten in der Kultivierung und biochemischen Charakterisierung von Mikroorganismen.
Inhalt Vorlesung <ul style="list-style-type: none">• Stoffwechsellvielfalt (Photosynthese, Chemolithotrophie, Nutzung alternativer Elektronenakzeptoren)• Adaptation von Mikroorganismen an ihre Umwelt (Hitzeschock, oxidativer Stress, Säureschock, Stationäre Phase)• Mikroorganismen in biogeochemischen Prozessen (Erzlaugung,• Abbau von anthropogener Verbindungen (chlorierte und nicht chlorierte Aliphaten und Aromaten, aerober und anaerober Abbau)• Produktsynthese Praktikum <ul style="list-style-type: none">• Kultivierung von Mikroorganismen (Adaptation, Schadstoffabbau, Produktsynthese)• Kontinuierliche Kultivierung von Mikroorganismen im Bioreaktor• Messung von Substrat- und Produktkonzentration• Enzymmessungen
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: laborexperimentelle Übungen;
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Dirk Benndorf (FVST)



2.16 Einführung in die Nichtlineare Dynamik

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Einführung in die Nichtlineare Dynamik (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <i>Fachliche Kompetenzen:</i> Die Studierenden haben Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Behandlung nichtlinearer Probleme in den Naturwissenschaften. Sie werden mit den wichtigsten Begriffsbildungen dieses Gebietes vertraut gemacht und erwerben Fertigkeiten zur mathematischen Behandlung nichtlinearer Problemstellungen. Die Studierenden sollen in der Lage sein, einfache nichtlineare Phänomene selbstständig zu erkennen, zu analysieren, Problemlösungen zu erarbeiten und mathematisch darzustellen. Sie stellen Bezüge zu interdisziplinären Anwendungen in Physik, Chemie und Biologie her. Sie werden dazu befähigt, selbstständig Literaturrecherche und Studium der Fachliteratur zu betreiben. <i>Soziale Kompetenzen:</i> Die Studenten vervollkommen Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Argumentation und zur kompetenten, verständlichen Darstellung physikalischer Probleme und deren Lösung. Die Vorlesung liefert die mathematisch-physikalischen Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung „Selbstorganisation in der Biophysik“.
Inhalt: Einführung in die grundlegenden Begriffe und Beschreibungsmethoden nichtlinearer Systeme, darunter 1) Grundlagen der Beschreibung deterministischer dynamischer Systeme, Phasenräume und Phasenfluss 2) Stabilität von Fixpunkten und Trajektorien 3) Bifurkationen, Katastrophen 4) nichtlineare Oszillationen in Physik, Chemie und Biologie, erregbare Systeme 5) Solitonen 6) deterministisches Chaos 7) Fraktale
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: Rechenübungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: gute mathematische Kenntnisse
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Übungsschein / K60-90 oder mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Ralf Stannarius (FNW)

2.17 Selbstorganisation in der Biophysik

<p>Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme</p>
<p>Modul: Selbstorganisation in der Biophysik (WPF)</p>
<p>Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Prinzipien von Selbstorganisation und Strukturbildung in lebenden Systemen. Zusätzlich zu den Grundlagen werden diese Prinzipien an geeigneten Modellsystemen dargestellt. Die Studierenden sollen das für biologische Systeme essentielle Konzept eines „offenen Systems“ kennenlernen und die sich daraus ergebenden Besonderheiten für die Physik lebender Systeme verstehen lernen.</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition von selbst-organisierten Systemen • Stationären Strukturen, am Beispiel von Turing-Strukturen und der Phyllotaxis • Dynamische Strukturen in erregbaren Medien Dynamik von räumlich-ausgedehnten erregbaren Systemen: Wellen, Spiralen, Wellenausbreitung • Dynamische Strukturen in biologischen Systemen: Zellaggregation; Chemotaxis; Herzrhythmen und Herzrhythmusstörungen • Einführung in die Dynamik von drei-dimensionalen erregbaren Systemen am biologischen Beispiel des Übergangs von Herzkammerflimmern zu Herzkammerflattern • Struktur und Organisation des Transports in Adernetzwerken • Methoden der raum-zeitlichen Analyse von selbst-organisierten Systemen
<p>Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: mathematische Modellierung; Rechenübungen</p>
<p>Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: Kenntnisse der Inhalte des Moduls 2.16; gute mathematische Kenntnisse und Kenntnisse auf dem Gebiet nichtlinearer Dynamik</p>
<p>Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h</p>
<p>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Teilnahmeschein / K60-90 oder mündliche Prüfung / 5 CP</p>
<p>Modulverantwortlicher: PD Dr. Alexey Eremin (FNW)</p>



2.18 Systems Theory in Systems Biology

Course: Optional compulsory module for the master course Molecular Biosystems
Module: Systems Theory in Systems Biology (WPF)
Objectives: By attending this module, the students are enabled to model and analyze signal transduction, metabolic, and genetic networks in a structured way. They learn to apply systems theoretical methods to evaluate properties of dynamic models in systems biology, and get to know how to relate the theoretical findings back to dynamic features of the considered biological systems. Students learn to apply the theoretical methods to actual systems biology models by considering various application examples and during a project work that is part of the module. The students will be able to understand and use scientific English.
Contents: The students are introduced to systems theoretical methods and concepts that are specially tailored to problems appearing in systems biology. Specific topics of the module are: <ul style="list-style-type: none">▪ Nonlinear dynamics in biological systems▪ Sensitivity analysis for systems biology▪ Model reduction for systems biology▪ Modeling and analysis of heterogeneous cell populations▪ Optimization methods in systems biology▪ Robustness of biological systems
Teaching / Language: Lecture (2 SWS), Tutorial (1 SWS); (SS) / English Format of the tutorial: mathematical computational modelling
Prerequisites: Recommendation: knowledge in regulation technology and systems theory in systems biology
Workload: lectures: 42 h (3 SWS), self-dependent studies: 108 h
Examinations/Credits: - / Oral examination / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Eric Bullinger (FEIT)
Literature: [1] R. Heinrich and S. Schuster: The regulation of cellular systems. Chapman & Hall, New York, USA. 1996. [2] Y. A. Kuznetsov: Elements of applied bifurcation theory. Springer, New York, USA. 2004.



2.19 Systemtheorie / Regelungstechnik II

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Systemtheorie / Regelungstechnik II (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten besitzen die Fähigkeit zur Analyse und Synthese linearer zeitinvarianter Systeme in Zustandsdarstellung. Sie verfügen über Fertigkeiten bei der mathematischen Behandlung linearer zeitinvarianter Systeme, die in der Übung gefestigt wurden.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Zustandsbeschreibung dynamischer Systeme (Signale, Zustandsbeschreibung, stationäre Lösungen, Linearisierung um stationäre Lösungen)• Analyse linearer zeitinvarianter Systeme (Wechsel des Koordinatensystems, Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit)• Realisierungen und Minimalrealisierungen linearer zeitinvarianter Systeme (Eingrößensysteme, Mehrgrößensysteme, Kalman-Zerlegung)• Reglersynthese für lineare zeitinvariante Systeme (Zustandsrückführung, Zustandsschätzung, Beobachter, Kalman-Filter, Zustandsschätzung im Regelkreis – das Separationsprinzip)
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: Rechner- und Saalübung
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: Kenntnisse in Systemtheorie
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K 90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen (FEIT)
Literaturhinweise: [1] J. Lunze: Regelungstechnik II, Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung, Springer [2] M. Horn, N. Dourdoumas: Regelungstechnik, Rechnergestützter Entwurf zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Regelkreise, Pearson Studium [3] G. Ludyk: Theoretische Regelungstechnik II, Zustandsrekonstruktion, optimale und nichtlineare Regelungssysteme, Springer



2.21 Experimentelle Systemmedizin

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul Experimentelle Systemmedizin (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Am Ende des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Arbeitsweisen in der modernen biomedizinischen Forschung. Ein Schwerpunkt des Moduls ist die Systembiologische Analyse des programmierten Zell Todes, der Apoptose, in der biomedizinischen Forschung. Es werden Ausblicke auf systembiologische Ansätze gegeben (z.B. mathematische Modellierung von verschiedenen Krankheiten, assoziiert mit Defekten in der Apoptose und Entzündung). Die Studierenden besitzen exemplarisch Kenntnisse in weiteren biomedizinisch-relevanten Forschungsgebieten. Die Studierenden haben ihre Sprachkompetenz im Bereich Wissenschaftsenglisch erweitert.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Ausgewählte Beispiele biomedizinisch relevanter Forschung• Mathematische Modellierung der Apoptose• Studium der Übersichtsarbeiten und Originalliteratur• Kritische Auswertung der Daten
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (3 SWS); (SS) / Englisch
Voraussetzung für die Teilnahme: Empfehlung: gute Kenntnisse in molekularer Zellbiologie und molekularen Medizin
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Verantwortliche: Prof. Dr. Inna Lavrik (FME)
Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben



2.22 Tissue Engineering

Studiengang: Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Grundlagen des Tissue Engineering
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Das Ziel dieses Modules ist ein Verständnis der grundlegenden Mechanismen der molekularen Regulation des Gewebeaufbaus und -Regeneration. Die Studierenden erarbeiten sich Kenntnisse zu allen relevanten Methoden zur Messung von Stoffwechselaktivität, histologischen Färbungen und Antikörpern basierende Nachweismethoden wie ELISA, RIA, FACS oder MACS. Darauf aufbauend können am Ende des Moduls spezifische Charakteristika von (Bio-) Materialien als 3D-Gerüste und der Bioreaktortechnologie für das Tissue Engineering abgeleitet werden. Zudem sollen alle Teilnehmer in der Lage sein zu diskutieren welche Weiterentwicklung notwendig sind, um existierende Technologien wie die Ramanspektroskopie als nicht-invasive Methoden zur Charakterisierung von 3D Geweben weiter zu entwickeln. Die Studierenden haben ihre Sprachkompetenz im Bereich Wissenschaftsenglisch erweitert.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">▪ Grundlagen der Zellbiologie und Zellkulturtechnologie▪ Methoden zur Charakterisierung der Zellfunktion auch 3D▪ Grundprinzipien des Tissue Engineering▪ 3D-Gewebemodelle und ihre Anwendung▪ Zellbasierte Implantate in der klinischen Anwendung
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / englisch Format der Übungen: Seminar: Arbeiten in Kleingruppen zur Lösung spezifischen Fragestellungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Referat einer Publikation / schriftliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. rer. biol hum. Heike Walles (FVST)
Literaturhinweise: [1] N. Sarvarzayan: "Tissue Engineering- Principles, Protocols, and Practical Exercises", ISBN 978-3-030-39698-5, Springer Verlag [2] Arjmand, Babak, Payab, Moloud, Goodarzi, Parisa (Eds) : "Biomedical Product Development: Bench to Bedside", ISBN 978-3-030-35626-2 Springer Verlag



2.23 Bioinorganic Chemistry

Course: Optional compulsory course for the master course Molecular Biosystems
Module: Bioinorganic Chemistry
Objectives: <ul style="list-style-type: none">• Acquire principles of Bioinorganic Chemistry• Knowledge in techniques to investigate structure and activity of metalloproteins• Knowledge in metal-dependent biological processes (homeostasis, photosynthesis, enzymatic catalysis)• Apply acquired knowledge on examples of different metalloenzymes
Contents <ul style="list-style-type: none">• Role of metals in biology, biomineralization• Methods to study metals in biological systems (e.g. Mössbauer spectroscopy)• Transport, storage and homeostasis of metal ions (e.g. Fe homeostasis)• Biological functions of V, Cr, Mo, W• Metals in the center of photosynthesis (Mg, Mn)• Heme proteins (O₂ transport, O₂ activation, electron transport)• Nonheme Fe proteins (e.g. nitrogenases)• Cobalamins (e.g. coenzyme B12-dependent enzymes)• Ni enzymes (e.g. urease)• Cu proteins (e.g. hemocyanin)• Zn enzymes (e.g. alcohol dehydrogenase)
Teaching / Language: Lecture (2 SWS) (PowerPoint presentation); (SS) / English
Prerequisites: Recommendation: basic knowledge in Inorganic Chemistry
Workload: Time of attendance: 28 h (2 SWS), Independent work: 62 h
Certificates/Examination/Credits: - / oral exam / 3 CP
Responsible Lecturer: Prof. Dr. Nora Kulak, FVST
Literature: W. Kaim, B. Schwederski: Bioanorganische Chemie/Bioinorganic Chemistry (Teubner+Vieweg/Wiley)



3. Angebot (Empfehlungen)

Nichttechnische Fächer für Studierende im Fach Molekulare Biosysteme

- Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure (FMB-LMI) – 4 SWS; 5 CP
- Schlüsselkompetenzen I&II (FIN) – 2 SWS; 6 CP
- Bürgerliches Recht (FWW) – 4 SWS; 5 CP
- Betriebliches Rechnungswesen (FWW) – 3 SWS; 5 CP
- Organisations- und Personalentwicklung für Teamarbeit (Grundkurs) (FMB) – 4 SWS; 5 CP
- Investition und Finanzierung (FWW) – 3 SWS; 5 CP



Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden haben <ul style="list-style-type: none">• einen Überblick über die Betriebswirtschaftslehre aus Ingenieursicht• Kenntnisse der Unternehmungen in ihrer Funktion, die betrieblichen Vorgänge, die Kostenrechnung und Kostenerfassung sowie die Wirtschaftsterminologie• Kenntnisse der Methoden im Finanz- und Produktcontrolling• die Eignung zur Abschätzung eines Rating über die Innovation• das Verständnis des Investitions- und Innovationsprozesses• Methodenkompetenz zur Vorbereitung und Bewertung strategischer Entscheidungen bzgl. Beschaffung von Investitionen• Selbstkompetenz (strategisches u. analytisches Denkvermögen)
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Einleitung (Betriebswirtschaftslehre aus Ingenieursicht)• Funktion einer Unternehmung• Aufbau- und Ablauforganisation• Beschaffung – Materialwirtschaft - Logistik• Rechnungswesen• Aufgaben des Controllings• Controlling-Methoden• Grundidee der Balanced Scorecard• Grundzüge der Kostentheorie, der Investitionstheorie und der Finanzierungstheorie• Wirtschaftlichkeit, Rentabilität, Produktivität• Grundzüge der Investitionsrechnung• Nutzenmanagement von Investitionen: Schwierigkeiten in der Nutzenerfassung und –bewertung, Benefit Asset Pricing Model• Geeignete Investitionsverfahren für verschiedene Fragestellungen bei der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung einer Investition/eines Investitionsprojekts• Lebenszykluskostenrechnung/Product Lifecycle Costing• Innovations- und Risikomanagement
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS+SS) / Deutsch Format der Übungen: Vertiefen des Vorlesungsstoffes an Fallbeispielen
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 5 CP
Verantwortliche: Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker (FMB-LMI)
Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben



Schlüsselkompetenzen I & II

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Schlüsselkompetenzen I&II (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verfügen über Kenntnisse <ul style="list-style-type: none">• in Aufbau des Studiums und in Studientechniken• in Kommunikation und Zusammenarbeit• in effektiver und effizienter Lebensplanung• nach einem Arbeitsplan zu handeln• in erfolgreichem Studieren• im Finden kreativer Lösungen• sich und andere besser zu verstehen• sich in Wort und Schrift auszudrücken
Inhalt: Studienplanung & erfolgreiches Studieren <ul style="list-style-type: none">• Ziele & zielorientiertes Handeln• Zeitmanagement & Zeitplanung• selbstständig denken und handeln• Werte und ethisches Handeln• Teams und Teamfähigkeit• Entrepreneurgeist & Initiative• Diskussionsführung• wissenschaftliche Berichte und Präsentationen• Digital Rights
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 * 2 SWS); (WS+SS) / Deutsch
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (2 SWS), Selbststudium: 124 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K120 / 6 CP
Modulverantwortlicher: Dr.-Ing. Claudia Krull (FIN)
Literatur: Siehe www.sim.ovgu.de



Bürgerliches Recht

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Bürgerliches Recht (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• besitzen ein juristisches Grundverständnis• sind befähigt, Gesetzestexte zutreffend zu interpretieren und zu entwickeln• beherrschen die Grundlagen des Bürgerlichen Rechts,• haben die Fähigkeit, Lebenssachverhalte juristisch zu bewerten und zu lösen
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der juristischen Methodik• Rechtsgeschäftslehre und Vertragsschluss• Stellvertretung• Allgemeine Geschäftsbedingungen• Allgemeines Schadensrecht• Recht der Leistungsstörung• Kauf- und Werkvertragsrecht• Weitere Vertragsarten (insb. Darlehen, Miete und Leasing, Auftrag und Geschäftsbesorgung)• Bereicherungsrecht• Deliktsrecht• Besitz und Eigentumserwerb• Grundstücksrecht
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Falllösungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K60 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Ass. Jur. Carsten Heimann (FWW)
Literatur: Gesetzestexte BGB



Betriebliches Rechnungswesen

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Betriebliches Rechnungswesen (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• haben Kenntnisse über die Konzeption und Begriffe des externen betrieblichen Rechnungswesens erworben• sind in der Lage, die Technik der doppelten Buchführung anzuwenden• können einfache Geschäftsvorfälle verbuchen und auf dieser Basis einen Jahresabschluss erstellen.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Ursprung, Notwendigkeit und Probleme des Rechnungswesens• Das System der doppelten Buchführung• Verbuchung einfacher Geschäftsvorfälle (Warenverkehr, Umsatzsteuer, Anzahlungen und Preisnachlässe, Bestandsveränderungen, Lohn und Gehalt)• Ansatz und Erstbewertung von Vermögensgegenständen und Schulden• Folgebewertung von Vermögensgegenständen und Schulden• Periodisierung von Geschäftsvorfällen• Verbuchung des Jahresabschlusses
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (WS) / Deutsch Format der Übungen: Großübung mit Übungsaufgaben
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K60 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dipl.-Kff. Nadine Kalbitz (FWW), M.Sc. Miram Anna Wrubel (FWW)
Literatur: [1] Döring, U.; Buchholz, R. (2015): Buchhaltung und Jahresabschluss: mit Aufgaen und Lösungen. 14. Auflage, E. Schmidt Verlag: Berlin. [2] Wöhe, G.; Kußmaul, H. (2015): Grundzüge der Buchführung und Bilanztechnik. 9. Auflage, Vahlen Verlag: München.



Organisations- und Personalentwicklung für Teamarbeit (Grundkurs)

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Organisations- und Personalentwicklung für Teamarbeit (Grundkurs) (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• besitzen Grundkenntnissen zu aktuellen Arbeitsschwerpunkten der Personal- und Organisationsentwicklung in der Wirtschaft• sind befähigt, Anforderungen an die Kompetenzentwicklung abzuleiten• besitzen überfachliche soziale und kommunikative Kompetenzen• kennen kreativitätsfördernden Arbeitsmethoden und Vorgehensweisen zum strukturierten und systematischen Problemlösen• kennen die Grundlagen zur Moderation von Gruppensitzungen
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Überblick zu Aufgaben und Funktionen der Organisations- und Personalentwicklung (OPE)• Aufzeigen aktueller Trends in der OPE• Aufzeigen partizipativer Gruppenarbeitkonzepte als bestimmende Arbeitsorganisations-form und daraus Ableitung von Anforderungen an die Kompetenzentwicklung• Konzeption, Ansätze zur Gruppen- und Teamarbeit sowie Mitarbeiterbeteiligung in der Wirtschaft• Soziale und kommunikative Kompetenzen in der Gruppenarbeit• Steuerung gruppenspezifischer Prozesse über die Themenzentrierte Interaktion (TZI)• Anwendung von Kreativitätstechniken in der Gruppenarbeit• Systematisches und methodisches Handeln in der Problemlösung• Moderation von Gruppenarbeit
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung mit integrierter Übung (4 SWS); (WS+SS) / Deutsch Format der Übungen: praktische Übungen, in denen die Studierenden in Einzel- und Gruppenarbeit durch Selbsterfahrung, Anwendung und Umsetzung die theoretischen Inhalte vertiefen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h (4 SWS), Selbststudium: 94 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr.-Ing. Sonja Schmicker (FMB)
Literatur: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben



Investition und Finanzierung

Studiengang: Angebot (Empfehlung) Nichttechnisches Fach für Studierende im Masterstudiengang Molekulare Biosysteme
Modul: Investition und Finanzierung (WPF)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• sind in der Lage finanzielle Ziele von Unternehmen zu formulieren• erwerben Kenntnisse, um Investitionen analysieren zu können• entwickeln die Fähigkeit, eine Investitionsentscheidung zu treffen• lernen die verschiedenen Finanzmärkte kennen• erhalten Einblicke in die Beurteilung der unterschiedlichen Risikoarten
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Finanzwirtschaft und der betrieblichen Finanzprozesse• Finanzmathematische Grundlagen der Investitionskalküle• Statische und Dynamische Investitionsrechnung• Unsicherheitsberücksichtigung (Risiko, Risikoarten und Risikonutzen)• Portfoliotheorie• Capital Asset Pricing Model
Lehrformen / Unterrichtssprache: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS); (SS) / Deutsch Format der Übungen: Rechenübungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 h (3 SWS), Selbststudium: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K60 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Elmar Lukas (FWW), Professur für Innovations- und Finanzmanagement
Literatur: <ul style="list-style-type: none">• Spremann, K.: Finance, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München• Kruschwitz, L. und Husmann, S.: Finanzierung und Investition, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München. (vorrangig aktuelle Auflagen) Vorlesungsbegleitende Materialien, Übungsunterlagen

Regelstudienplan und Prüfungsplan des Masterstudiengangs *Molekulare Biosysteme*

	Module	PM WPM	CP				Vorlesung	Übung	Praktikum	Prüfungsplan		
			WS	SS	WS	SS				CP	LN	PL
			1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.						
1. Semester	Mathematical Foundations	PM	5				2 SWS	2 SWS		5		K120
	OMICS-Technologien	PM	5				2 SWS	1 SWS	1 SWS	5	x	Ex/M
	Grundlagen der Modellierung	PM	5				2 SWS	1 SWS		5		M
	Simulationstechnik	PM	5				2 SWS	2 SWS		5	x	K120
	Soft Skills / Nichttechnische Wahlpflichtfächer*	WPM	5				2 SWS	1 SWS	1 SWS	5	x	
	Systembiologie und Signaltransduktion	PM	5				3 SWS			5		K120
2. Semester	Wahlpflichtmodule*	WPM		15						15		
	Regulationsbiologie	PM		5			2 SWS	1 SWS		5		M
	Data Mining I	PM		5			2 SWS	2 SWS		5		M
	Statistical Foundations	PM		5			2 SWS	2 SWS		5		K90
3. Semester	Wahlpflichtmodule*	WPM			10					10		
	Labor-Rotation (incl. Literaturseminar)	PM			10			10 SWS	7 SWS	10	x	R
	in vitro, in vivo, in silico	PM			5			6 SWS		5	x	Ex/M
	Biomodelltechnik mit Petri-Netzen und ihre Anwendung auf molekulare Biosysteme	PM			5		2 SWS	2 SWS		5	x	Ex/M
4. Semester	Master Arbeit (20 Wochen, 27 CP) und Kolloquium (3 CP)	PM								30		
Summe CP:			30	30	30	30				120		

* Wahlpflichtmodule sind aus dem jeweils gültigen Modulhandbuch auszuwählen.

Wahlpflichtfächer

Module		CP		Vorlesung	Übung	Praktikum	Prüfungsplan		
		WS	SS				CP	LN	PL
Angebot WS	Computational Neuroscience / Biological Neuroscience	5		2 SWS	1 SWS		5	x	K120
	Forschungs- und Projektplanung	5		1 SWS	2 SWS		5	x	E
	Mathematische Modellierung physiologischer Systeme	5		1 SWS	1 SWS		5		K60-90/M
	Modellierung von Bioprozessen	5		2 SWS	1 SWS		5	x	K120
	Molecular Modelling/Computational Biology and Chemistry	5		2 SWS	1 SWS		5	x	M
	Molecular Neuroscience	5		3 SWS			5		K120
	Physikalische Aspekte von Membranen	5		2 SWS	1 SWS		5	x	K60-90/M
	Quantitative Signaltransduktion	5		1 SWS	2 SWS		5	x	K120
	Regelungstechnik	5		2 SWS	1 SWS		5		K90
	Tissue Engineering	5		2SWS	2SWS		5	x	R/K90
	Visualisierung	5		2 SWS	2 SWS		5		K120
Angebot SS	Bioinorganic Chemistry		3	2SWS			3		M
	Bioinformatik		5	2 SWS	2 SWS		5		K120
	Cell Culture Engineering		5	2 SWS	1 SWS	1 SWS	5	x	M
	Einführung in die Systemtheorie		5	2 SWS	2 SWS		5		K120
	Einführung in Nichtlineare Dynamik		5	2 SWS	1 SWS		5	x	K60-90/M
	Experimentelle Systemmedizin		5	3 SWS			5		K120
	Mikrobielle Biochemie		5	2 SWS	1 SWS	1 SWS	5		K90
	Selbstorganisation in der Biophysik		5	2 SWS	1 SWS		5		K60-90/M
	Strukturelle und funktionale Analyse von zellulären Netzwerken		5	2 SWS	1 SWS		5	x	K150
	Systems Theory in Systems Biology		5	2 SWS	1 SWS		5		M
	Systemtheorie / Regelungstechnik II		5	2 SWS	1 SWS		5		K90

Legende zum Regelstudienplan und Prüfungsplan

CP	Credit Points	E	Entwurf	EX	experimentelle Arbeit	K	Klausur	LN	Prüfungsvorleistung
M	mündliche Prüfung	PL	Prüfungsleistung	PM	Pflichtmodul	R	Referat	SS	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden	WPM	Wahlpflichtmodul	WS	Wintersemester	x	erforderlich		

