Fakultät für Physik
der Technischen Universität Dortmund

Fakultät für Physik und Astronomie
der Ruhr-Universität Bochum

Modulhandbuch für den Studiengang

Master of Science in Medizinphysik

Version: 14.05.2024

Übersicht

Thema	**Seiten**
Beschreibung des Studiengangs	3
Liste aller Module	8
Grundlagen und Wahlbereich	10
Schwerpunkt *Klinische Medizinphysik*	35
Schwerpunkt *Bildgebende Verfahren*	46
Schwerpunkt *Neuroinformatik*	59
Schwerpunkt *Biophysik*	71
Schwerpunkt *Angewandte Physik in der Medizin*	95
Forschungsphase	119

Beschreibung des Studiengangs

Der Studiengang Master of Science in Medizinphysik hat eine Regelstudienzeit von 4 Semestern und einen Gesamtumfang von 120 Leistungspunkten (LP bzw. CP). Er gliedert sich in eine Studienphase (1.-2. Semester) und eine Forschungsphase (3.-4. Semester), die beide jeweils 60 CP umfassen.

Für Studierende nach PO 2015:

A) Studienphase

In der Studienphase sind Module in drei verschiedenen Bereichen zu belegen. In den Bereichen 1. Statistik sowie 2. Pflicht- und Wahlbereich müssen in Summe 20 CP eingebracht werden.

1. Bereich Statistik

   Im Bereich Statistik sind Module im Umfang von insgesamt mindestens 4 CP und maximal 12 CP zu belegen. Verpflichtend gewählt werden muss eine der beiden Veranstaltungen

Module im Bereich Statistik	**4-12 CP**
Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik	4
Statistische Methoden der Datenanalyse für die Medizinphysik	8

2. Pflicht- und Wahlbereich

   Im Wahl- und Pflichtbereich müssen insgesamt 8-16 CP eingebracht werden Hierbei muss eines der Module

Pflicht- und Wahlbereich	**8-16 CP**
Thermodynamik und Statistik	9
Statistische Physik	6

gewählt werden, sofern keine der beiden erfolgreich im Bachelorstudiengang abgeschlossen wurde. Weitere wählbare Module sind

Pflicht- und Wahlbereich	**8-16 CP**
Einführung in die Festkörperphysik (Dortmund) **oder** Einführung in die Festkörperphysik (Bochum)	9 9
Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	9
Einführung in die Biophysik	9
Einführung in die Astrophysik	9
Einführung in die Plasmaphysik	9
Allgemeine Relativitätstheorie (Dortmund) **oder** Allgemeine Relativitätstheorie (Bochum)	6 6

Quantenmechanik II **oder** Höhere Quantenmechanik	6 6
Scientific English	5
Projektleitung	5
Methoden der klinischen Forschung	5
Hygiene und Umweltmedizin	2
Arbeitsmedizin	2
Angewandte Physik in der klinischen Medizin	3
Klinische Propädeutik	3
Kernenergie und andere Energiefragen	3
Applications of Synchrotron Radiation	3/5
Ethik der Naturwissenschaften	3
Maschinelles Lernen für Physiker*innen	4
Anwendungen des Maschinellen Lernens in der Medizinphysik	3
Introduction to Optical Properties of Solids	3
Superconducting Technology applied to particle accelerators	3
Vorlesung Magnetismus	6
Seminar Magnetismus	3
Literaturseminar Attosekundenmetrologie	3
Halbleiterphysik	5

Neben den hier genannten Modulen können auch andere gewählt werden, die in einer sinnvollen Beziehung zum Studium der medizinischen Physik stehen. Hierzu gehören insbesondere auch solche, die in einem der Schwerpunktbereiche gewählt werden können. Die geplante Verwendung eines solchen Moduls im Pflicht- und Wahlbereich sollte der lehrenden Person zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt werden, um die ordnungsgemäße Verbuchung von Studienleistung und Modulprüfung zu gewährleisten. Auf Antrag kann der gemeinsame Prüfungsausschuss weitere Module zulassen.

3. <u>Schwerpunktbereich Medizinphysik</u>

   Im Bereich Medizinphysik sind 2 Schwerpunktmodule im Umfang von jeweils mindestens 15 CP und maximal 25 CP zu belegen. Insgesamt müssen im Schwerpunktbereich mindestens 40 CP belegt werden. Die Schwerpunktmodule sind

Schwerpunktbereich Medizinphysik	**40 CP**
Klinische Medizinphysik	15-25
Bildgebende Verfahren	15-25
Neuroinformatik	15-25
Biophysik	15-25
Angewandte Physik in der Medizin	15-25

In jedem der Schwerpunkte steht eine Reihe verschiedener Veranstaltungen zur Auswahl. Diese Auswahlmuss in vorheriger Absprache mit den Modulbeauftragen der Schwerpunkte erfolgen. Letztere sind:

Schwerpunktbereich Medizinphysik	Modulbeauftragte
Klinische Medizinphysik	Jun.-Prof. Dr. Armin Lühr
Bildgebende Verfahren	Prof. Dr. Ing. Georg Schmitz
Neuroinformatik	Prof. Dr. Tobias Glasmachers
Biophysik	Prof. Dr. Klaus Gerwert PD Dr. Mathias Lübben Prof. Dr. Matthias Schneider
Angewandte Physik in der Medizin	Prof. Dr. Achim von Keudell Prof. Dr. Miriam Fritsch JProf. Dr. Armin Lühr

Zu den in einem Schwerpunkt gewählten Veranstaltungen besteht die (unbenotete) Studienleistung in der Regel aus einer kurzen (schriftlichen) Prüfung oder einem Gespräch mit den Dozent(inn)en. Die (mündliche) Modulprüfung wird von zwei der beteiligen Dozent(inn)en gemeinsam durchgeführt.

Für Studierende nach PO 2020:

A) Studienphase

In der Studienphase sind Module in zwei verschiedenen Bereichen zu belegen.

1. Grundlagen- und Wahlbereich

   Im Grundlagen- und Wahlbereich sind Module im Umfang von insgesamt mindestens 20 CP und maximal 25 CP zu belegen. Verpflichtend gewählt werden muss eine der beiden Veranstaltungen

Grundlagenmodule	4 CP
Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik	4
Statistische Methoden der Datenanalyse A für die Medizinphysik	4

Weiterhin muss eine der beiden Veranstaltungen

Grundlagenmodule	6-9 CP
Thermodynamik und Statistik	9
Statistische Physik	6

gewählt werden, sofern keines der beiden erfolgreich im Bachelorstudiengang abgeschlossen wurde. Weitere wählbare Module sind

Wahlbereichsmodule	7-16 CP
Einführung in die Festkörperphysik (Dortmund) **oder** Einführung in die Festkörperphysik (Bochum)	9 9
Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	9
Einführung in die Biophysik	9

Einführung in die Astrophysik	9
Einführung in die Plasmaphysik	9
Allgemeine Relativitätstheorie (Dortmund) **oder** Allgemeine Relativitätstheorie (Bochum)	6 6
Quantenmechanik II **oder** Höhere Quantenmechanik	6 6
Scientific English	5
Projektleitung	5
Methoden der klinischen Forschung	6
Hygiene und Umweltmedizin	2
Arbeitsmedizin	2
Angewandte Physik in der klinischen Medizin	3
Klinische Propädeutik	3
Statistische Methoden der Datenanalyse B für die Medizinphysik	5
Kernenergie und andere Energiefragen	3
Applications of Synchrotron Radiation	3/5
Ethik der Naturwissenschaften	3
Maschinelles Lernen für Physiker*innen	4
Anwendungen des Maschinellen Lernens in der Medizinphysik	3
Introduction to Optical Properties of Solids	3
Superconducting Technology applied to particle accelerators	3
Vorlesung Magnetismus	6
Seminar Magnetismus	3
Literaturseminar Attosekundenmetrologie	3
Halbleiterphysik	5

Neben den hier genannten Modulen können ausschließlich auf Antrag an den Prüfungsausschuss auch andere gewählt werden, die in einer sinnvollen Beziehung zum Studium der medizinischen Physik stehen. Hierzu gehören insbesondere auch solche, die in einem der Schwerpunktbereiche gewählt werden können. Die geplante Verwendung eines solchen Moduls im Grundlagen- und Wahlbereich sollte der lehrenden Person zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt werden, um die ordnungsgemäße Verbuchung von Studienleistung und Modulprüfung zu gewährleisten.

2. <u>Schwerpunktsbereich Medizinphysik</u>

   Im Bereich Medizinphysik sind 2 Schwerpunktmodule im Umfang von jeweils mindestens 15 CP und maximal 25CP zu belegen. Insgesamt müssen im Schwerpunktbereich mindestens 40 CP belegt werden. Die Schwerpunktmodule sind

Schwerpunktsbereich Medizinphysik	**40 CP**
Klinische Medizinphysik	15-25
Bildgebende Verfahren	15-25
Neuroinformatik	15-25
Biophysik	15-25
Angewandte Physik in der Medizin	15-25

In jedem der Schwerpunkte steht eine Reihe verschiedener Veranstaltungen zur Auswahl. Diese Auswahl muss in vorheriger Absprache mit den Modulbeauftragen der Schwerpunkte erfolgen. Letztere sind:

Schwerpunktsbereich Medizinphysik	**Modulbeauftragte**
Klinische Medizinphysik	Jun.-Prof. Dr. Armin Lühr
Bildgebende Verfahren	Prof. Dr. Ing. Georg Schmitz
Neuroinformatik	Prof. Dr. Tobias Glasmachers
Biophysik	Prof. Dr. Klaus Gerwert PD Dr. Mathias Lübben Prof. Dr. Matthias Schneider
Angewandte Physik in der Medizin	Prof. Dr. Achim von Keudell Prof. Dr. Miriam Fritsch Prof. Dr. Kevin Kröninger

Zu den in einem Schwerpunkt gewählten Veranstaltungen besteht die Studienleistung in der Regel aus einer kurzen (schriftlichen) Prüfung oder einem Gespräch mit den Dozent(inn)en. Die (mündliche) Modulprüfung wird von zwei der beteiligen Dozent(inn)en gemeinsam durchgeführt. Sie wird jeweils mit zwei zusätzlichen CP kreditiert.

Für Studierende nach PO 2015 und 2020:

B) <u>Forschungsphase</u>

Die Forschungsphase im 3. und 4. Semester besteht aus den Modulen

Module in der Forschungsphase	**60 CP**
Methodenkenntnis und Projektplanung	15
Forschungspraktikum zur Masterarbeit	15
Masterarbeit	30

Das Modul *Methodenkenntnis und Projektplanung* dient der Einarbeitung in das Fachgebiet der Masterarbeit. Es erstreckt sich über sechs Monate und schließt mit der Einreichung eines Themenvorschlags für die Masterarbeit ab. Das Modul *Forschungspraktikum zur Masterarbeit* dient dem Aufbau, der Durchführung und der Analyse der Experimente bzw. Simulationen oder Modellrechnungen im Rahmen der Masterarbeit. Es erstreckt sich über zwölf Monate und steht in engem Zusammenhang mit der Masterarbeit.

Typische Studienverläufe

Der Studienverlauf hängt davon ab, ob ein Studierender im Bachelor-Studium bereits das Modul *Thermodynamik und Statistik* **oder** *Statistische Physik* erfolgreich belegt hat. Abhängig hiervon ergeben sich typische Studienverläufe wie in den Tabellen 1 und 2 beispielhaft dargestellt.

Tabelle 1: Möglicher Studienverlauf für Studierende, die das Modul „Statistische Physik“ oder „Thermodynamik und Statistik“ im Bachelor-Studium noch nicht erfolgreich belegt haben.

	1. Semester	**2. Semester**	**3. Semester**	**4. Semester**
Grundlagen- und Wahlbereich	• Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik (4 CP) • Thermodynamik und Statistik (9 CP) • Kernenergie und andere Energiefragen (3 CP) • Medizinische Bild- und Signalverarbeitung (4 CP)			
Schwerpunkt 1: Klinische Medizinphysik	• Detektoren / Grundlagen der Sensorik (3 CP) • Strahlenschutzkurs (1 CP) • TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung (6 CP)	• Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik (6 CP) • Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik (3CP) • mündliche Modulabschlussprüfung (2 CP)		
Schwerpunkt 2: Neuroinformatik		• Computational Physics (9 CP) • Praktische Optimierung (8 CP) • mündliche Modulabschlussprüfung (2 CP)		
Forschungsphase			Methodenkenntnis und Projektplanung 15 CP)	Masterarbeit (30 CP)
			Forschungspraktikum zur Masterarbeit (15 CP)	

Tabelle 2: Möglicher Studienverlauf für Studierende, die das Modul „Statistische Physik“ oder „Thermodynamik und Statistik“ im Bachelor-Studium bereits erfolgreich belegt haben

	1. Semester	**2. Semester**	**3. Semester**	**4. Semester**
Grundlagen- und Wahlbereich	• Detektoren / Grundlagen der Sensorik (3 CP) • Ultraschall in der Medizin (5CP) • Angewandte Physik in der klinischen Medizin (3 CP) • Scientific English (5 CP)	• Statistische Methoden der Datenanalyse A (4 CP)		
Schwerpunkt 1: Bildgebende Verfahren	• Masterpraktikum Medizintechnik (3 CP)	• Tomographische Abbildungsverfahren (5 CP) • Bildverarbeitung in der Medizin (5 CP) • Magnetische Resonanz (5 CP) • mündliche Modulabschlussprüfung (2 CP)		
Schwerpunkt 2: Angewandte Physik in der Medizin	• Beschleunigerphysik I (6 CP) • Grundlagen der Detektorphysik (3 CP)	• Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik (3 CP) • Fortgeschrittenenpraktikum II für Masterstudierende: Elektronik (6 CP) • mündliche Modulabschlussprüfung (2 CP)		
Forschungsphase			Methodenkenntnis und Projektplanung 15 CP)	Masterarbeit (30 CP)
			Forschungspraktikum zur Masterarbeit (15 CP)	

Liste aller Module

Modul	Name	CP
GW01	Statistische Methoden der Datenanalyse A für die Medizinphysik	4
GW02	Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik (Informatik)	4
PHY531	Thermodynamik und Statistik	9
GW03	Statistische Physik	6
PHY521	Einführung in die Festkörperphysik (Dortmund)	9
GW05	Einführung in die Festkörperphysik (Bochum)	9
PHY522	Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	9
GW07	Einführung in die Biophysik	9
GW08	Einführung in die Plasmaphysik	9
GW09	Einführung in die Astrophysik	9
PHY634	Allgemeine Relativitätstheorie	6
PHY631	Höhere Quantenmechanik	6
GW10	Quantenmechanik II	6
GW11	Scientific English	5
GW12	Projektleitung	5
PHY6210	Methoden der klinischen Forschung	5
GW13	Hygiene und Umweltmedizin	2
GW14	Arbeitsmedizin	2
PHY7226	Angewandte Physik in der klinischen Medizin	3
GW15	Klinische Propädeutik	3
GW16	Statistische Methoden der Datenanalyse B für die Medizinphysik	5
PH528	Kernenergie und andere Energiefragen	3
PHY8211	Applications of Synchrotron Radiation	3/5
GW18	Ethik der Naturwissenschaften	3
PHY626	Maschinelles Lernen für Physiker*innen	4
PHY6211	Anwendungen des Maschinellen Lernens in der Medizinphysik	3
PHY725	Introduction to Optical Properties of Solids	3
PHY7228	Superconducting Technology applied to particle accelerators	3
PHY5210V	Vorlesung Magnetismus	6
PHY5210S	Seminar Magnetismus	3
PHY5214	Literaturseminar Attosekundenmetrologie	3
PHY6213	Halbleiterphysik	5
KM01	**Schwerpunkt**: Klinische Medizinphysik	
KM02	Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik	6
KM03	Detektoren / Grundlagen der Sensorik	3
KM04	Medizinische Physik und Technik der Partikeltherapie	3
PHY826	Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik	3
KM05	TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung	6
PH629	Angewandte Dosimetrie	3
KM06	Strahlenschutzkurs	1
KM07	Strahlenanwendungen in der Klinik	3
KM08	Ringvorlesung Protonentherapie	2
BV01	**Schwerpunkt**: Bildgebende Verfahren	
BV02	Tomographische Abbildungsverfahren	5
BV03	Ultraschall in der Medizin	5
BV04	Bildverarbeitung in der Medizin	5
BV05	Masterpraktikum Medizintechnik	3
BV06	Masterseminar Medizintechnik	3
BV07	Biomedical Optics	3
BV08/NI10	Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker	9
BV09/NI11	Medizinische Bildverarbeitung	9

BV10/NI12/BP13	Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung	4
PHY	Magnetische Resonanz	5
NI01	**Schwerpunkt**: Neuroinformatik	
NI02	Machine Learning - Supervised Methods	6
NI03	Machine Learning - Evolutionary Algorithms	6
NI04	Machine Learning: Unsupervised Methods	6
NI05	Computational Neuroscience: Neural Dynamics	6
NI06	Machine Learning: Vision and Memory	6
NI07	Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition	6
NI08	Modellbildung, Simulation und Analyse	6
PHY632	Computational Physics	9
NI09	Praktische Optimierung	8
BV08/NI10	Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker	9
BV09/NI11	Medizinische Bildverarbeitung	9
BV10/NI12/BP13	Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung	4
BP01	**Schwerpunkt**: Biophysik	
BP02	Biophysik I (Grundlagen)	6
BP03	Biophysik II (Biomolekulare Struktur und Dynamik)	4
BP04	F-Praktikum Biophysik	5
BP05	Molekulare Biologie der Proteine	10
BP06	Biophotonik und diagnostisches Imaging	10
BP07	Introduction to Bioinformatics	5
BP08	Methoden der Bioinformatik	5
BP09	Forschungspraktikum Biophysik	10
BP10	Strahlenschutz im RUBION - Zentrale Einrichtung für Ionenstrahlen und Radionuklide	5
BP11	Biochemie des Stoffwechsels	3-4
BP12	Physik des Lebens	6
PHY633	Theorie weicher und biologischer Materie	6
PHY838	Theorie weicher und biologischer Materie II	4
PHY713	Soft Matter und Biophysik: Experiment und Theorie	3
PHY5215	Physik weicher Materie; Theorien und Messmethoden	3
PHY829	Strukturanalyse mit Röntgenstrahlung	5
BV10/NI12/BP13	Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung	4
APM01	**Schwerpunkt**: Angewandte Physik in der Medizin	
APM02	Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik	4
APM03	Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik (Plasma II)	5
APM04	Plasma Diagnostik	4
APM05	Seminar Angewandte Plasmaphysik	2
APM06	Fortgeschrittenenpraktikum im Bereich der Plasmaphysik	2-4
APM07	Kern- und Teilchenphysik II	6
APM08	F-Praktikum Kern- und Teilchenphysik	5
APM09	Digitalelektronik	4
APM10	Analogelektronik	4
PHY712	Beschleunigerphysik I	6
PHY812	Beschleunigerphysik II	6
PHY825	Grundlagen der Detektorphysik	3
PHY826	Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik	3
PHY845	Fortgeschrittenenpraktikum II für Masterstudierende: Elektronik	6
PHY526a	Laserphysik	5
PHY729	Laser – Arten und Anwendungen	3
PHY7219a	Physikalisch-Chemische Analytik 1a, Angewandte Spektrometrie	3
PHY7214	Quantenoptik	3
PHY7213	Moderne Optik	3
PHY628	Fortgeschrittene nichtlineare spektroskopische Methoden in der Festkörperphysik	3

PHY5214	Literaturseminar zur Kurzpuls-Röntgenphysik	3
FP01	Methodenkenntnis und Projektplanung	15
FP02	Forschungspraktikum zur Masterarbeit	15
FP03	Masterarbeit	30

Grundlagen- und Wahlbereich

Statistische Methoden der Datenanalyse A für die Medizinphysik					
GW01	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Statistische Methoden der Datenanalyse A für die Medizinphysik* b) Übung zu *Statistische Methoden der Datenanalyse A für die Medizinphysik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben die Studierenden den geeigneten Umgang mit statistischen Methoden zur Analyse von moderaten bis sehr großen Datenmengen erlernt, orientiert an der zeitlichen Abfolge einer Datenanalyse
- haben die Studierenden praktische Kompetenz In der Datenanalyse für die Erstellung von Abschlussarbeiten und die spätere Berufsausübung erworben

Inhalt
Numerische Methoden der Datenverarbeitung, Datenbehandlung und Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Methoden der linearen Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, ein- und mehrdimensionale Verteilungen, Zufallszahlen und Monte Carlo Methoden, Data-Mining Methoden: Diskriminanzanalyse, Hauptkomponenten-analyse, Feature Selection, Überwachtes Lernen (kNN, Decision Trees, Random Forests), MRMR, Unüberwachtes Lernen (Ensemble Lerner), Convolutional Neural Nets und andere

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Aktive Teilnahme an den Übungen, Modulprüfung: Benotete Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird vor Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Wahl- und Grundlagenbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. W. Rhode

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten. Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Die Vorlesung findet in Dortmund statt. Die Übungsaufgaben werden unter Einbeziehung von gängiger Software (auch) am Computer gelöst

Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik (Informatik)					
GW02	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik* b) Übung zu *Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen die Studierenden die Grundlagen der statistischen Modellbildung • können die Studierenden die vorgestellten statistischen Verfahren anwenden					
Inhalt Merkmale und Datentypen, Statistische Kennzahlen für univariate und bivariate Daten (Lage, Streuung, Zusammenhang). Wahrscheinlichkeitsräume und Grundlagen der statistischen Modellbildung. Zufallsvariablen und deren Verteilungen, wichtige Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Bedingte Wahrscheinlichkeiten und stochastische Unabhängigkeit. Erwartungswert und Varianz; Markoffketten. Schätzen, statistische Tests und Konfidenzintervalle					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete Klausur (max. 120 min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Wahl- und Grundlagenbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Statistik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Thermodynamik und Statistik

PHY531	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Thermodynamik und Statistik* b) Übung zu *Thermodynamik und Statistik*	a) 60 h b) 30 h	180 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können Studierende die charakteristischen Phänomene der Thermodynamik erkennen, einordnen und deuten, sowie deren formalen Apparat beherrschen und anwenden. Gleiches gilt für die statistische Untermauerung der Thermodynamik.
- verstehen Studierende insbesondere, dass erst durch die Quantenstatistik die Paradoxa und Unzulänglichkeiten der Thermodynamik und der klassischen Statistik überwunden werden konnten
- haben Studierende in den Übungen durch eigenständiges Lösen von Problemen und Diskussion in der Gruppe gelernt, einfache physikalische Systeme sowohl formal-mathematisch als auch verbal zu beschreiben und Lösungen zu präsentieren
- wurde von Studierenden gelernt, ihren Lernerfolg zu überprüfen und an dem der Mitstudierenden zu messen

Inhalt
Thermodynamik: Thermodynamische Systeme; extensive und intensive Größen; die Hauptsätze, ideales Gas, Carnot-Prozess, Wirkungsgrad, Wärmekraftmaschinen. Thermodynamische Potentiale und Relationen zur Thermodynamik bei veränderlicher Teilchenzahl, Phasendiagramme, Phasengleichgewicht, Van-der-Waals-Gas, Mehrstoffsysteme, Massenwirkungsgesetz. Osmotischer Druck. Optional: Thermodynamik in äußeren Feldern.
Statistik: Makroskopische Systeme, Wahrscheinlichkeitsbegriffe, Argumente für eine statistische Beschreibung, Dichteoperatoren für Gleichgewichtsgesamtheiten, Definition der Entropie in der Statistik, Relation zur Thermodynamik. Mikrokanonische, kanonische, großkanonische Gesamtheiten und ihre Äquivalenz, Fluktuationen, Besetzungszahldarstellung mit Anwendung auf die idealen Fermi- und Bose-Gase, Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Pseudobosonen, Planck'sches Strahlungsgesetz, Optional: Übergang von der Quantenstatistik zur klassischen, Anwendungen: Klassische Virialentwicklung, Magnetische Momente, Magnetismus, Molekularfeld und Variationsprinzip, Ising-Modell, Landau-Theorie der Phasenübergänge, Kritische Exponenten und Skaleninvarianz, Ginzburg-Landau-Theorie, Renormierungsgruppe, Störungsrechnung in der Quantenstatistik, Lineare Antwort-Theorie, Dissipations-Fluktuationstheorem.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete Modulklausur (180 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Statistische Physik					
GW03	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Statistische Physik* b) Übung zu *Statistische Physik*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 30 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ein Grundverständnis über die Konzepte der statistischen Mechanik • kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Quantenstatistik • die Studierenden sind mit grundlegenden Definitionen der klassischen und quantenmechanischen Statistischen Physik vertraut • können Studierende typische Probleme der nicht wechselwirkenden Vielteilchenphysik lösen					
Inhalt Quantenstatistik und klassische statistische Mechanik, Thermodynamik, Anwendungen. Ausgangspunkt ist die einfache Statistik vieler Teilchen, Thermodynamik wird daraus abgeleitet. Danach Quantenstatistik mit Anwendungen.					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete Klausur (120 min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Polyakov					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Einführung in die Festkörperphysik (Dortmund)

PHY521	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Einführung in die Festkörperphysik* b) Übung zur *Einführung in die Festkörperphysik*	a) 60 h b) 30 h	180 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die wichtigsten Stoffklassen, und können die wichtigsten mikroskopischen Modelle zur Diskussion der relevanten Phänomene verwenden
- haben Studierende vertiefte Kenntnisse zur elektronischen Struktur und moderne Verfahren zu deren Berechnung erworben
- haben Studierende in den Übungen durch eigenständiges Lösen von Problemen und Diskussion in der Gruppe gelernt, einfache physikalische Systeme sowohl formal-mathematisch als auch verbal zu beschreiben und Lösungen zu präsentieren
- wurde von Studierenden gelernt, ihren Lernerfolg zu überprüfen und an dem der Mitstudierenden zu messen

Inhalt
- Grundlagen der Festkörperphysik, mit Schwerpunkt auf kristallinen Systemen
- Phänomenologie, theoretische Ansätze und experimentelle Techniken
- Symmetrie und Struktur
- Bindungen im Festkörper
- Gitterschwingungen und Phononen
- Freie und fast freie Elektronen: Bandstrukturen
- Halbleiter
- Magnetismus
- Supraleitung
- Synchrotronstrahlung und Anwendungen

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete Modulklausur (180 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Einführung in die Festkörperphysik (Bochum)

GW05	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	WiSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Einführung in die Festkörperphysik I* b) Übung zur *Einführung in die Festkörperphysik I* c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Festkörperphysik)	a) 60 h b) 30 h c) 30 h	150 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis, wie klassische und quantenmechanische Vorgänge makroskopische und mikroskopische Festkörpereigenschaften bedingen
- sind sich Studierende über die Möglichkeiten der allgemeinen Konzepte bewusst, aus den physikalischen Basismethoden die optischen, thermischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern abzuleiten und mindestens qualitativ zu verstehen
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Übertragung der Quantenmechanik auf festkörperphysikalische Systeme
- sind Studierende mit Beugungsphänomenen im Orts- und Impulsraum vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen Atomphysik und Festkörperphysik in Bezug auf elektronische, phononische und photonische Bandstrukturen erkennen und anwenden

Inhalt

- Geometrische Struktur des Festkörpers
- (ideale Kristalle, Fehlordnung, reziprokes Gitter, Kristallstrukturbestimmung mittels Beugung, Bindungsverhältnisse)
- Dynamik des Kristallgitters
- (Gitterschwingungen, Phononen, Bose-Einstein-Verteilung, thermische Eigenschaften des Nichtleiters, Streuexperimente)
- Elektronen im Festkörper
- (klassisches freies Elektronengas, Fermi-Dirac-Verteilung, elektrische Leitfähigkeit, thermische Eigenschaften von Leitern, metallische Bindung, Ladungsträger im Magnetfeld, Bändermodell, experimentelle Bestimmung der Bandlücken, Halbleiter, thermische Anregung von Ladungsträgern, effektive Masse, Löcherleitung, Störstellenleitung, pn-Übergang)

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest.

Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Wieck
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik					
PHY522	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik* b) Übung zur *Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 30 h	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die Grundlagen der Kern- und Teilchenphysik und können die Quantenmechanik zur Beschreibung zahlreicher Phänomene anwenden
- sind Studierende mit den experimentellen Methoden zum Nachweis von Kern- und Teilchenreaktionen vertraut und haben einen Überblick über Kernphysik, Radioaktivität, Grundlagen der Kernenergie, das Standardmodell der Teilchenphysik und über den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Teilchenphysik bekommen
- haben Studierende ein Grundverständnis über den Aufbau der Materie und ihre Wechselwirkungen sowie über Radioaktivität
- haben Studierende in den Übungen durch eigenständiges Lösen von Problemen und Diskussion in der Gruppe gelernt, einfache physikalische Systeme sowohl formal-mathematisch als auch verbal zu beschreiben und Lösungen zu präsentieren
- wurde von Studierenden gelernt, ihren Lernerfolg zu überprüfen und an dem der Mitstudierenden zu messen

Inhalt
Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Detektoren in der Kern- und Teilchenphysik, Dosimetrie, Beschleuniger;
Kernphysik: Eigenschaften von Kernen, Kernmodelle (z.B. Tröpfchenmodell, Schalenmodell), Kernzerfälle, Kernfusion und -spaltung, Kernreaktoren;
Teilchenphysik: additive Quantenzahlen, Isospin, Quarkmodell, Diskrete Symmetrien (inkl. P-, CP-, und T-Verletzung) , Eigenschaften von Leptonen, Quarks, Hadronen und Eichbosonen, CKM-Matrix, Schlüsselexperimente, Eigenschaften der fundamentalen Wechselwirkungen, Überblick über das Standardmodell der Teilchenphysik, aktuelles Forschungsprogramm der Teilchenphysik, Verbindung zur Kosmologie.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete Modulklausur (180 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Einführung in die Biophysik

GW07	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	WiSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Einführung in die Biophysik* b) Übung zur *Einführung in die Biophysik* c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Biophysik)	a) 60 h b) 30 h c) 30 h	150 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis für die molekularen Strukturen lebender Materie
- können Studierende die Zusammenhänge zwischen den in der Experimentalphysik und Theoretischen Physik erworbenen Grundkenntnissen und der Untersuchung von biologischen Systemen erkennen, und diese zur Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen nutzen
- sind Studierende mit den grundlegenden physikalischen Methoden zur Untersuchung molekularer biologischer Vorgänge vertraut
- sind Studierende in der Lage, biophysikalische Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu protokollieren, und die Ergebnisse im wissenschaftlichen Kontext zu diskutieren
- haben Studierende einen ersten Einblick in aktuelle Forschungsthemen in der molekularen Biophysik an der Ruhr-Universität Bochum erhalten
- können Studierende sich fachwissenschaftliche Inhalte, Theorien und Methoden angeleitet und selbstständig erarbeiten, und diese mündlich und schriftlich kommunizieren

Inhalt
- Struktur biologischer Materie: Vom Atom zum Protein
- Spektroskopische Methoden
- Proteinstrukturbestimmungsmethoden (Röntgenkristallographie, NMR, Elektronenmikroskopie)
- Grundlagen der Reaktionskinetik und Elektrochemie

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft. Beide Noten gehen mit den CP-gewichtet in die Modulnote ein.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Gerwert, Prof. Dr. Hofmann

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Einführung in die Plasmaphysik

GW08	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Einführung in die Plasmaphysik I* b) Übung zur *Einführung in die Plasmaphysik I* c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Plasmaphysik)	a) 60 h b) 30 h c) 30 h	150 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Merkmale eines Plasmas und die Beschreibungsformen von Plasmen mit dem Einzelteilchenbild, der kinetischen Beschreibung und der Fluidbeschreibung
- sind sich Studierende über die Anwendungen von Plasmen im Bereich der Niedertemperatur- und der Hochtemperaturplasmen mit ihren Einschlusskonzepten bewusst
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Plasmagleichgewichte
- sind Studierende mit Dynamik von Plasmen vertraut
- können Studierende Zusammenhänge zwischen Plasmaheizung und Plasmaeigenschaften erkennen und physikalische Messmethoden auf bekannte Problemstellungen anwenden

Inhalt
Grundkonzepte und Plasmadefinition, Einzelteilchen in Magnetfeldern, Stoßwechselwirkungen, Hydrodynamik, Magnetohydrodynamik, kinetische Theorie, Randschichten, Wellen in Plasmen,
Grundlagen der kontrollierten Fusion, spezielle Entladungsformen

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Czarnetzki

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Einführung in die Astrophysik

GW09	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1-2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Einführung in die Astrophysik* b) Übung zur *Einführung in die Astrophysik* c) Fortgeschrittenen-Praktikum für Physikerinnen und Physiker (drei Versuche aus dem Bereich Astrophysik/Astronomie)	a) 60 h b) 30 h c) 30 h	150 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 2

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die zentralen Begriffe, Theorien und Forschungsbereiche der modernen Multiwellenlängen- und Multimessenger- Astrophysik
- sind Studierende in der Lage, die verschiedenen messtechnischen und modellbildenden Methoden der Astrophysik auf einfache Beispiele anzuwenden
- analysieren und bewerten Studierende fachwissenschaftliche Inhalte und kommunizieren diese differenziert mündlich und schriftlich

kennen und begründen Studierende die Bedeutung der Physik und Astronomie für die Gesellschaft und die Wichtigkeit internationaler Forschungskollaborationen

Inhalt
Methoden und Ergebnisse der Astrophysik werden an ausgewählten Beobachtungsphänomenen eingeführt und in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsergebnissen dargestellt. Zu den vermittelten Themenbereichen gehören u.a.: Grundlagen der beobachtenden Kosmologie, Strukturbildung im Kosmos, Aktive Galaktische Kerne, Dunkle Materie, Strahlungsprozesse, Strahlungstransport, Gravitationslinsen, Stellardynamik, Zustandsgrößen der Sterne, solare Neutrinos, Phasen des interstellaren Mediums, Akkretionsscheibenphysik, Pulsare. Im Fortgeschrittenen-Praktikum werden anhand von konkreten Problemstellungen u.a. grundlegende Scientific-Computing- und Programmierkenntnisse erlangt.

Lehrformen Vorlesung, Übung, praktische Übung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 90 min, mündlichen Prüfung von 45 min oder einem Übungsschein mit wöchentlichen Hausaufgaben und aktiver Beteiligung in den Übungen) für die Vorlesung fest. Das F-Praktikum wird über praktische Übungen und Protokolle geprüft.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dettmar

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Allgemeine Relativitätstheorie					
(PHY634)	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Allgemeine Relativitätstheorie b) Übung Allgemeine Relativitätstheorie			**Kontaktzeit** a) 45 h b) 15 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden lernen, wie man die Raum-Zeit-Struktur gekrümmter Räume mathematisch beschreibt; sie erwerben eine vertiefte Einsicht in die Physik der Gravitation und ihre Beziehung zur Struktur der Raumzeit; sie lernen exemplarisch, wie sich aus allgemeinen Prinzipien und Postulaten eine Theorie mit messbaren Konsequenzen herausbildet; sie entwickeln und üben die notwendigen Techniken, um den Formalismus der Allgemeinen Relativitätstheorie auf konkrete Probleme in Astrophysik und Kosmologie anzuwenden.					
Inhalt Wiederholung Spezielle Relativitätstheorie, Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie, Bezugssysteme und Äquivalenzprinzip, Tensorkalkül und Geometrie in gekrümmten Räumen, Gravitation und Einsteinsche Feldgleichungen, Tests der allgemeinen Relativitätstheorie, Schwarzschildmetrik, Sternmodelle, Schwarze Löcher, Gravitationswellen, Ausblick auf Kosmologie und Quantengravitation Literatur: S.M. Carroll: Spacetime and Geometry: Introduction to General Relativity und andere in der Vorlesung angegebene					
Lehrformen Vorlesung, Übung; **Lehrveranstaltungssprache** Deutsch oder Englisch					
Prüfungsformen Studienleistung: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (120 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Dozenten/-innen der jeweiligen Fakultät					
Sonstige Informationen Diese Modul wird an der TU Dortmund und an der Ruhr-Universität Bochum angeboten.					

Höhere Quantenmechanik

PHY631	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Höhere Quantenmechanik* b) Übung zu *Höhere Quantenmechanik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende die wichtigsten Elemente der fortgeschrittenen Quantenmechanik sowie die Methoden zur technischen Handhabung von Fragestellungen und zur Berechnung von Messgrößen erlernt
- wurden Studierenden an Methoden herangeführt, wie sie in der aktuellen Forschung benutzt werden.
- haben Studierende einen Überblick über die wesentlichen Näherungsmethoden der Quantenmechanik und können diese zur Beschreibung nichtrelativistischer Phänomene selbstständig anwenden
- sind Studierende mit der Streutheorie und mit der quantenmechanischen Behandlung von identischen Teilchen vertraut
- haben Studierende Grundkenntnisse der relativistischen Feldgleichungen und ihrer Quantisierung erworben

Inhalt
(zeitabhängige) Störungstheorie: S-Matrix, Fermis goldene Regel; Streutheorie: Lippmann-Schwinger, Bornscher Wirkungsquerschnitt; Pfadintegrale: klassischer Limes, harmonischer Oszillator; Relativistische Quantenmechanik: Poincare-Trafos, Spinoren; Klein-Gordon-Gleichung; Diracgleichung: Kovarianz, P,T,C, nicht-relativistischer Limes, Feinstruktur; Feldquantisierung, Fockraum, Photonen; Symmetrien, SUSY-QM

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete Modulklausur (120 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Quantenmechanik II					
GW10	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Advanced Quantum Mechanics* b) Übung *Advanced Quantum Mechanics*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 30 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ein Verständnis über fortgeschrittene Konzepte der Quantenmechanik, die es ihnen ermöglichen, komplexe physikalische Sachverhalte zu analysieren • können Studierende Zusammenhänge zwischen Symmetrien in der Quantenmechanik und dem zugrundeliegenden mathematischen Formalismus der Gruppentheorie erkennen und anwenden • haben Studierende einen Überblick über die wesentlichen Näherungsmethoden der Quantenmechanik und können diese zur Beschreibung nichtrelativistischer Phänomene selbstständig anwenden • sind Studierende mit der Streutheorie und mit der quantenmechanischen Behandlung von identischen Teilchen vertraut • haben Studierende Grundkenntnisse der relativistischen Feldgleichungen und ihrer Quantisierung erworben					
Inhalt Symmetrien in der Quantenmechanik, Addition von Drehimpulsen, Auswahlregeln, Näherungsmethoden und ihre Anwendungen, Streutheorie, Systeme von identischen Teilchen, Feldquantisierung, relativistische Wellengleichungen					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform (Klausur von 180 min oder mündliche Prüfung von 45 min) für das Modul fest.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Eremin					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Scientific English

GW11	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	120 h	ab 1. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Seminar *Englisch für Studierende der Physik und Astronomie und anderer Fachbereiche* (ab Niveau B1/B2) b) Online-Übung	a) 30 h	90 h	Studierende a) 30 b) unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Nachweis der Spracheignung durch einen Eingangstest (siehe www.zfa.rub.de)
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden sich selbst, ihr Studium und ihre Interessen prägnant und verständlich vorstellen
- können die Studierenden wichtige Informationen aus Fachtexten herausfiltern, indem sie bestimmte Lesetechniken einsetzen. Sie können derart extrahierte Zitate und Beweisführungen für die Verteidigung des eigenen Standpunktes nutzen
- können die Studierenden Funktion und Form verschiedener Textsorten erarbeiten und dieses Wissen in selbstproduzierten Texten kompetent anwenden
- können die Studierenden sowohl wesentliche als auch Detailinformationen aus Hör- und Lesetexten verstehen und diese anderen klar, präzise und prägnant vermitteln, sowohl mündlich als schriftlich
- sind die Studierenden in der Lage, ein Thema ihres Interesses für Nicht-Experten (Laien) in einem Vortrag zugänglich zu machen und dazu Fragen zu beantworten
- sind die Studierenden in der Lage, in einer Diskussion über Fachthemen und Themen von eigenem Interesse persönliche Standpunkte und Meinungen zu äußern und zu erfragen, Argumente und Gegenargumente zu formulieren sowie Vor- und Nachteile aufzuzeigen

Inhalt
Der Kurs ist unterteilt in eine Präsenzphase (2std.) und eine Onlinephase (frei ein teilbare Übungszeiten). Der Schwerpunkt im Präsenzkurs liegt auf der kommunikativen Sprachanwendung der Rezeption, Produktion, Interaktion und Mediation, sowohl in geschriebener als auch gesprochener Form. Dabei werden verschiedene Lesestrategien vermittelt und angewandt und es wird mit authentischen Hör- und Sehtexten auf Moodle gearbeitet. Weiterhin wird der spezifische Wortschatz im Bereich der Physik und Astronomie trainiert. Blended Learning: Der Kurs wird durch ein spezifisches E-Learning-Angebot begleitet, welches integrativer Bestandteil des Kurses ist. Er besteht demnach aus zwei Teilen:
1. Präsenzkurs.
2. Moodlekurs im Blended-Learning-Format, in dem mithilfe der bereitgestellten Materialien 4-5 unterschiedlichen Textsorten geschrieben und anhand des individuellen Feedbacks überarbeitet werden.

Lehrformen: Seminar, praktische Übung

Prüfungsformen: Studienleistung: keine, Modulprüfung: Präsentation, Schreibportfolio, Hör-Diskussionstest von ca. 30 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Mariano

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten.

Projektleitung

GW12	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Seminar *Project Management* b) praktische Übung *Project Management*	a) 50 h b) 50 h	50 h	Studierende a) 30 b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind Studierende mit den Grundlagen des Projektmanagements vertraut
- haben Studierende ein Grundverständnis für das Leiten eines Teams
- die Studierenden können ein wissenschaftliches Projekt planen und dessen Durchführung anzuleiten
- können Studierenden sich an zeitliche und formale Rahmenbedingungen halten

Inhalt

a) Die Seminartermine dienen auf der einen Seite der Vermittlung der grundlegenden methodischen Fähigkeiten zur Projekt- und Teamleitung. Auf der anderen Seite werden Ergebnisse aus den praktischen Übungen diskutiert und Probleme analysiert. Im Vordergrund stehen der Austausch untereinander und das Feedback durch den Modulbeauftragten. Es werden Leitungsprotokolle und Sachstandsberichte erstellt.

b) In den praktischen Übungen haben die Teilnehmer/-innen Gelegenheit, das erworbene Wissen an einer Gruppe von Bachelor-Studierenden anzuwenden und diese bei der Durchführung eines SOWAS-Projekts anzuleiten. Von der Erstellung der Exposees bis zu der abschließenden Posterpräsentation unterstützen die Teilnehmer/-innen dieses Moduls die SOWAS-Studierenden fachlich und überfachlich.

Lehrformen Seminar, praktische Übung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Referat, aktive Teilnahme

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote unbenotetes Modul, geht nicht in die Endnote ein

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dozenten/-innen der Fakultät

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten. Alternativ kann dieses Modul auf begründeten Antrag durch das Modul „Schlüsselkompetenzen zur Projektbearbeitung und Selbstorganisation“, welches ebenfalls an der Ruhr-Universität Bochum angeboten wird, ersetzt werden.

Methoden der klinischen Forschung

PHY6210	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe (nach Bedarf)	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Methoden der klinischen Forschung*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Einschreibung als Studierende der Medizinphysik
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende Methoden erlernt, die in der Klinischen Forschung angewandt werden
- haben Studierende, da es sich in der medizinischen Wissenschaft um Forschung am Subjekt handelt, auch Kenntnisse zu rechtlichen und ethischen Aspekten erworben
- haben Studierende in den Übungen gelernt, Aufgaben aus dem Bereich Klinischen Forschung eigenständig als Problem zu erfassen, zu lösen und in der Gruppe zu diskutieren.

Inhalt
Zusammenhänge in der klinischen Forschung. Methodische, statistische, rechtliche und ethische Aspekte.

Klassifizierung von Studien: Observationsstudien (Fall-Kontroll-Studien, Querschnittsstudien, Kohortenstudien), Interventionsstudien (randomisert, kontrolliert, doppel-verblindet), Phasen klinischer Studien.
Statische Unterscheidung von Untersuchungsgruppen: Parametrische und nicht-parametrische Tests.
Assoziationen von Untersuchungsgrößen: Korrelation (Pearson, Spearman), Regression (univariate, multivariate und logistische)
Risiko- und Prognosefaktoren: Odds Ratio, Hazard Ratio, Absolutes Risiko, Relatives Risiko.
Genauigkeit diagnostischer Verfahren: Sensitivität, Spezifität, Receiver Operating Curve (ROC), Likelihood Ratio (LR+ und LR-).
Körperliche Belastbarkeit: Auswertung maximaler und submaximaler Belastungstests.
Lebensqualität: Fragebögen – Umgang und Auswertung.
Rechtliche und ethische Aspekte: Good Clinical Practice (GCP), Ethikkommission, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM).

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Modulprüfung: Benotete Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
Im Masterstudiengang Medizinphysik kann auch eine Studienleistung für ein Schwerpunktmodul (z.B. klinische Medizinphysik) erworben werden: Vortrag, oder Klausur oder Prüfungsgespräch – wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Dr. G Weinreich

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Hygiene und Umweltmedizin

GW13	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	2 CP	60 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Vorlesung *Hygiene und Umweltmedizin*	30 h	30 h	Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Erfolgreiche Teilnahme am Nebenfach Theoretische Medizin im Bachelor-Studiengang
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden sollen biologische, chemische und physikalische Faktoren in der Umwelt benennen, deren gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen erlernen und präventive Maßnahmen zu Minimierung schädlicher Einflüsse der Umwelt auf den Menschen darlegen können. Grundlagen der infektiologischen Risiken im Krankenhaus und krankenhaushygienischen Schutzmaßnahmen sollen erlernt werden.

Inhalt
Biologische, chemische und physikalische Faktoren in der Umwelt, deren gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen und Präventionsmaßnahmen. Hygieneaspekte in Krankenhäusern.
- Umwelthygiene und Umweltmedizin (Luft, Wasser, Lebensmittel, Innenraum, Beurteilungsmaßstäbe, Bedeutung des humanen Biomonitorings)
- Krankenhaushygiene
- Impfen/Reisemedizin

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen
Studienleistung: keine
Benotete Modulprüfung: schriftliche Prüfung (multiple choice), 30 Fragen/45 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Pflicht- und Wahlbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r PD Dr. med. Jürgen Hölzer

Sonstige Informationen Diese Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten: Medizinische Fakultät, Ruhr-Universität Bochum, Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin

Anmeldung zum Moodle-Kurs per Email an lehre-hygiene@rub.de. Weitere Informationen über https://www.ruhr-uni-bochum.de/umweltmedizin/lehre/nawi.html.de. Zur Vertiefung geeignet: Fiedler, Wilhelm: Hygiene / Präventivmedizin / Umweltmedizin systematisch (Uni-Med-Verlag).

Arbeitsmedizin					
GW14	**Credits** 2 CP	**Workload** 60 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Arbeitsmedizin*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 30 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Erfolgreiche Teilnahme am Nebenfach Theoretische Medizin im Bachelor-Studiengang **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende Erkrankungen, die am Arbeitsplatz ausgelöst werden, deren Ursachen und Maßnahmen zur Prävention benennen.					
Inhalt Erkrankungen, die durch Einflüsse am Arbeitsplatz ausgelöst werden einschließlich der ursächlichen Faktoren. Zudem werden die Studierenden mit Maßnahmen zur Prävention dieser Erkrankungen vertraut gemacht.					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. K. Golka					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird am Institut für Arbeitsphysiologie angeboten					

Angewandte Physik in der klinischen Medizin					
PHY7226	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Angewandte Physik in der klinischen Medizin*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben Studierende grundlegende Kenntnisse der angewandten Physik in der klinischen Medizin gemäß den Lehrinhalten erworben					
Inhalt 1. Physik als Pflicht für den Arzt (Strahlenschutz, Medizinproduktegesetz) 2. Technische Geräte in Diagnostik und Therapie 3. Gehirn, Auge, Ohr 4. Hals 5. Lunge 6. Herz 7. Visceralchirurgie I (Speiseröhre, Magen Darm) 8. Visceralchirurgie II (Leber, Galle, Bauchspeicheldrüse) 9. Unfallchirurgie 10. Orthopädie 11. Angiologie					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Priv. Doz. Dr. K.-H. Bauer					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Klinische Propädeutik					
GW15	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Klinische Propädeutik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** Erfolgreiche Teilnahme am Nebenfach Theoretische Medizin im Bachelor-Studiengang **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls besitzen Studierende Kenntnisse in • allgemeiner Krankheitslehre • Grundlagen häufiger Erkrankungen • Ursachen von Erkrankungen • diagnostischen Maßnahmen • Therapiemöglichkeiten					
Inhalt Allgemeine Krankheitslehre; Ausgesuchte Krankheitsbilder der Inneren Medizin und der Chirurgie Struktur der Gesundheitsversorgung in Deutschland.					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. H.-W. Wiechmann					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Statistische Methoden der Datenanalyse B für die Medizinphysik					
GW04	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Statistische Methoden der Datenanalyse B für die Medizinphysik* b) Übung zu *Statistische Methoden der Datenanalyse B für die Medizinphysik*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben die Studierenden den geeigneten Umgang mit statistischen Methoden zur Analyse von moderaten bis sehr großen Datenmengen erlernt, orientiert an der zeitlichen Abfolge einer Datenanalyse
- haben die Studierenden praktische Kompetenz In der Datenanalyse für die Erstellung von Abschlussarbeiten und die spätere Berufsausübung erworben

Inhalt
Parameterschätzung, Optimierungsprobleme, Methode der kleinsten Quadrate, Maximum Likelihood-Methode, numerische Fitverfahren, Goodness-of-Fit, Regularisierung, Konfidenzintervalle und Hypothesentests, Parametrisierung von Daten, Bayes'sche Verfahren, Verfahren zur Lösung inverser Probleme und deren Evaluation, Validierungstechniken, Behandlung systematischer Fehler, Akzeptanzberechnung.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen Studienleistungen: Aktive Teilnahme an den Übungen, Modulprüfung: Benotete Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird vor Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Wahl- und Grundlagenbereich

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. W. Rhode

Sonstige Informationen Diese Modul wird an der TU Dortmund angeboten. Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Die Vorlesung findet in Dortmund statt. Die Übungsaufgaben werden unter Einbeziehung von gängiger Software (auch) am Computer gelöst

Kernenergie und andere Energiefragen					
PH528	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Kernenergie und andere Energiefragen*			**Kontaktzeit** je mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus Experimentalphysik I-III, Theoretische Physik I-II oder äquivalent. **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden haben durch Selbststudium zu ihrem eigenen Vortrag und durch die weiteren Vorträge ein vertieftes Wissen zu Kernenergie und weiteren Energiefragen und zur Recherche erworben. Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Gebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte verständlich zu präsentieren. Dabei verfügen Sie über Kenntnisse moderner Präsentationstechnicken und können diese einsetzen. Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion ihren Standpunkt verteidigen.					
Inhalt Grundlagen der Kern- und Reaktorphysik, Bautypen von Reaktoren, Aspekte der Reaktorsicherheit und Unfälle, Brennstoffkreislauf, Endlagerung und Reaktorrückbau, Energiespeicher, Aspekte anderer Energieformen, Energieversorgung.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen, aktive Teilnahme.					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. C. Gössling, Prof. Dr. K. Kröninger					
Lehrende: Gössling, Kröninger					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.					

Applications of Synchrotron Radiation

PHY8211	Credits 3/5 CP	Workload 90/150 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung/Vorlesung und Seminar *Application of Synchrotron Radiation*			**Kontaktzeit** 60/90 h	**Selbststudium** 30/60 h	**Gruppengröße**

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus Experimentalphysik I-III, Theoretische Physik I-II oder äquivalent und Festkörperphysik.
Vorbereitung: keine
Lehrveranstaltungssprache: Englisch

Lernziele (learning outcomes)
The aim of the course is to provide a basic knowledge on the main parameters involved in a synchrotron-based experiment, as well as to have an overview on the most important techniques that can be performed, with a special focus on the photoemission-related experiments.

Inhalt
The course will cover the following topics:
Generation of synchrotron radiation: operating principle of a storage ring, relativistic description of a charge moving in a magnetic field, insertion devices, X-ray optics and scheme of a beamline.
X-ray interaction with matter: scattering and absorption in the classical approach (Maxwell equations and dumped Lorentz oscillators) and semi-classical approach.
Applications of synchrotron radiation: photoemission techniques (X-ray photoemission spectroscopy and microscopy, angle-resolved photoemission spectroscopy, x-ray photoelectron diffraction, spin polarized photoemission spectroscopy) and their applications, e.g. chemical/structural analysis and study of the electronic properties of the matter with/without spatial resolution. Absorption techniques (X-ray absorption spectroscopy, X-ray magnetic circular dichroism) and their applications, e.g. study of the magnetic and chemical properties of the matter. Diffraction techniques, from crystal and powder.

Lehrformen Vorlesung und optional Seminar

Prüfungsformen Studienleistung: keine, Modulprüfung: Oral examination: presentation of an assigned article related to one of the techniques presented during the lecture (20 min) + questions on the topics introduced during the course (20 min).

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen, aktive Teilnahme.

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Dr. Giovanni Zamborlini

Lehrende: Dr. Giovanni Zamborlini

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.

Ethik der Naturwissenschaften

GW18	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Seminar *Ethik der Naturwissenschaften*	je mind. 30 h	mind.60 h	Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: Vorbereitende Lektüre von grundlegenden Texten

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden erwerben durch Selbststudium zu ihrem eigenen Vortrag, durch die weiteren Vorträge und begleitenden Diskussionen ein vertieftes Wissen über die Begründung von Grundpositionen der Ethik und deren Anwendungsmöglichkeit in Hinblick auf Entscheidungsprobleme bei naturwissenschaftlich bzw. technisch induzierten Problemen. Dazu erwerben Sie die Fähigkeit, Fachtexte aus dem Gebiet der Philosophie inhaltlich zu erarbeiten und die für die Physik bzw. Naturwissenschaften relevanten Kernfragen herauszuarbeiten und auf die gegenwärtige gesellschaftliche Situation zu beziehen.
Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Gebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte verständlich zu präsentieren. Dabei verfügen Sie über Kenntnisse moderner Präsentationstechnicken und können diese einsetzen.
Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion ihren Standpunkt verteidigen.

Inhalt
1. Historische Positionen: Aristoteles (Grundlegung der Diskussion in der „Nikomachischen Ethik“), Kant (Der kategorische Imperativ in der Metaphysik der Sitten und Kritik der praktischen Vernunft), Schopenhauer (Naturwissenschaft und Ethik in der „Welt als Wille und Vorstellung“), Lange (Ethik und Materialismus in der „Geschichte des Materialismus)
2. Grundlagen der gegenwärtigen Diskussion: Günther Anders (Die Antiquiertheit des Menschen) Hans Jonas („Das Prinzip Verantwortung“; „Technik, Medizin und Ethik“)
3. Physik im Krieg: Die Farmhall-Protokolle (Bernstein, „Hilters Uranium Club“), Navasky, Ethische Funktion des Krieges („Report from Iron Mountain“), Robert Jungk („Heller als tausend Sonnen“)
4. Spezialthemen zur ethischen Verantwortung in der Medizin und Neurowissenschaft: z.B. Verteilungsprobleme bez. medizintechnischer Ressourcen (Geräte, Medikamente); Apparate abschalten? Leben künstlich verlängern? Organtransplantation/Hirntod-Kriterium? Präimplantations-Diagnostik? Hirndoping? Literatur dazu: Dieter Sturma, Bert Heinrichs (Hrsg) (2015) Handbuch Bioethik. Metzler; Biller-Andorno, N., Monteverde, S., Krones, T., Eichinger, T. (Hrsg.) Medizinethik. Springer; Armin Grunwald (Hrsg.): Handbuch Technikethik (2013) Metzler; Stoecker, Ralf, Neuhäuser, Christian, Raters, Marie-Luise (Hrsg.); Handbuch angewandte Ethik (2011) Metzler; Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften, Meiner (1990), weitere Ressourcen: Material des dt. Ethikrats, des DRZE (Deutsches Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften) etc.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen Studienleistung: Seminarvortrag, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen, aktive Teilnahme.

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. W. Rhode

Lehrende: Rhode

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.

Maschinelles Lernen für Physiker*innen (PHY626)

PHY626	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Seminar *Maschinelles Lernen für Physiker*innen*	30 h	90 h	Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Statistik und Python
Vorbereitung: wünschenswert ist die Vorlesung 'Statistische Methoden der Datenanalyse'

Lernziele (learning outcomes)
Die Teilnehmer lernen moderne Methoden des maschinellen Lernens auf vorgegebene Probleme anzuwenden. Die erlernten Methoden werden dann auf ein selbst gestelltes Datenanalyse-Problem angewendet und sowohl die Lösung als auch die Ergebnisse in einem Projektbericht dokumentiert.

Inhalt
In diesem Seminar werden unterschiedliche Methoden und Anwendungen des maschinellen Lernens vorgestellt, um dann in praktischen Übungen von den Studierenden direkt benutzt werden zu können. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Deep-Learning-Methoden, wie zum Beispiel tiefe neuronale Netze (DNNs), faltende neuronale Netze (CNNs) und rückgekoppelte neuronale Netze (RNNs). Die Übungen werden in Jupyter Notebooks durchgeführt und es werden moderne Software-Bibliotheken wie Keras, Tensorflow und Scikit-Learn verwendet.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen Studienleistungen: Bearbeitung der Übungsaufgaben sowie Vorstellung der Lösungen
Prüfungsleistung: Eigenständige Projektarbeit, die ein Problem mit Hilfe von modernen maschinellen Lernmethoden löst.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen, aktive Teilnahme.

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Dekan(in) der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Das Seminar wird an der TU Dortmund angeboten.

Anwendungen des Maschinellen Lernens in der Medizinphysik

PHY6211	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Seminar *Anwendungen des Maschinellen Lernens in der Medizinphysik*	je mind. 30 h	mind.60 h	Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse in der Medizinphysik
Vorbereitung: wünschenswert ist die Vorlesung 'Statistische Methoden der Datenanalyse'

Lernziele (learning outcomes)
Die Teilnehmer bekommen einen Überblick über aktuellen Themen der Medizin, in denen moderne Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt werden. Sie erlernen ein wissenschaftliches Thema zu recherchieren und in einem verständlichen Vortrag einem Publikum zu präsentieren. Zusätzlich bekommen Sie Einblicke wie moderne Algorithmen des maschinellen Lernens funktionieren.

Inhalt
Maschinelles Lernen findet in vielen Bereichen der Medizin seit Jahren eine zunehmende Anwendung und hat das Potential diese sogar völlig zu verändern. Schon heute sind Methoden des maschinellen Lernens beispielsweise in der Diagnostik mithilfe bildgebender Verfahren von großer Bedeutung. Dort helfen Methoden des maschinellen Lernens behandelnden Medizinern dabei, die hochkomplexen Daten auszuwerten, um präziser und schneller eine Diagnose zu stellen. Aber auch in anderen Bereichen, wie zum Beispiel der Therapieplanung, der Behandlung oder sogar in der Entwicklung von wirksamen Medikamenten, kann maschinelles Lernen effizient eingesetzt werden, um nicht nur Kosten und Zeit zu sparen, sondern letztlich den Patienten die bestmögliche Versorgung zu ermöglichen.
In diesem Seminar werden Sie zunächst einen Überblick über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des maschinellen Lernens in der Medizin bekommen. Darüber hinaus werden Sie ein ausgewähltes Thema wissenschaftlich recherchieren, einen tieferen Einblick und Verständnis bekommen und anschaulich als Vortrag aufarbeiten und präsentieren. Der zentrale Fokus liegt bei diesen Seminarvorträgen auf den medizin-physikalischen Anwendungen, weniger auf den technischen Aspekten des maschinellen Lernens.
Zusätzlich zu den Seminarvorträgen bereiten wir kurze Vortragseinschübe vor, in denen wir die technischen Aspekte des maschinellen Lernens in den jeweiligen Anwendungen näher durchleuchten und ohne nötiges Vorwissen erklären.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen Studienleistungen: Aktive Teilnahme an den Diskussionen in den Seminarstunden
Modulprüfung: Benoteter, eigenständig recherchierter und herausgearbeiteter Seminarvortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen, aktive Teilnahme.

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Dekan(in) der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Das Seminar wird an der TU Dortmund angeboten.

Introduction to Optical Properties of Solids

PHY725	Credits 3 CP	Workload 90 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus Unregelmäßig	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Introduction to Optical Properties of Solids*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße**

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse in Festkörperphysik und Elektromagnetismus
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Students will gain insight into the physical principles of optical properties of different classes of materials by learning basic experimental methods of solid state spectroscopy and their application possibilities in basic research and industry. The lecture ties in with fundamental physics problems and shows students their relevance for modern applications. The understanding of traditional and modern spectroscopic methods is complemented by direct examples.

Inhalt
Classical propagation of light: Propagation of light in a dense optical medium, the dipole oscillator model (Lorentz oscillator), the Kramers-Krönig relationships, dispersion, optical anisotropy: birefringence
Absorption: Interband transitions, band edge absorption in direct gap semiconductors. band edge absorption in indirect gap semiconductors, interband absorption above the band edge
Luminescence: light emission in solids, photoluminescence, electroluminescence
Excitons: the concept of excitons, free excitons (Mott–Wannier), free excitons in external fields, free excitons at high densities, tightly bound (Frenkel) excitons
Phonons: infrared active phonons, infrared reflectivity and absorption in polar solids, polaritons, polarons, Raman scattering, Brillouin
Semiconductor quantum wells: Quantum confined structures, electronic levels, optical absorption and excitons, the quantum confined Stark effect, optical emission, intersubband transitions
Literatur: C. Klingshirn, Semiconductor Optics, P. Yu and M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors; M. Fox, Optical properties of Solids; J. Shah, Ultrafast Spectroscopy of Semiconductors and their Nanostructures.

Lehrformen Vorlesung; Lehrveranstaltungssprache: Englisch

Prüfungsformen Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. M. Betz

Sonstige Informationen Die Vorlesung wird an der TU Dortmund angeboten.

Superconducting Technology applied to particle accelerators					
PHY7228	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Superconducting Technology applied to particle accelerators*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße**
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Grundkenntnisse in Teilchenphysik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) The participants will carry out independent research on the suggested topic in order to complete the material taught during the seminar. This work will be presented to the other participants and actively discussed					
Inhalt Along the seminar the principles and the application of superconducting radio frequency (SRF) technologies to the operation particle accelerators will be studied. To this end the key topics will be introduced by means of a lecture (superconductivity, SRF cavities, RF losses, limits of normal conducting cavities vs superconducting systems, loss mechanisms, …). In addition, the students will complement the lectures with their own research on a related proposed topic to be presented by the end of the seminar. In order to prepare this presentation additional material such as scientific papers or presentations will be provided.					
Lehrformen Seminar; Lehrveranstaltungssprache: Englisch					
Prüfungsformen Studienleistung: Aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an die Vorträge Modulprüfung: Benoteter, eigenständig recherchierter und herausgearbeiteter Seminarvortrag					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich					
Modulbeauftragte/r Prof. A. Velez					
Sonstige Informationen Die Vorlesung wird an der TU Dortmund angeboten.					

Vorlesung Magnetismus

PHY5210V	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 1. Sem.	jedes Semester	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Vorlesung *Magnetismus*	60 h	120 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse Festkörperphysik und Quantenmechanik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden erhalten Einblicke in die physikalischen Grundlagen der Beschreibung magnetischer Materialien, und in die wichtigsten magnetischen Phänomene. Sie können diese Konzepte auf konkrete physikalische Situationen anwenden; zum Beispiel können Sie die Funktionsweise vieler Anwendungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie verstehen.

Inhalt
Grundbegriffe und Grundbausteine des Magnetismus: magnetische Momente, magnetische Felder, magnetische Suszeptibilität, Einteilung der magnetischen Stoffe.
Magnetismus von Atomen/Ionen und lokalisierte magnetische Momente: atomarer Diamagnetismus, atomarer Paramagnetismus, Einfluss vom Kristallfeld in Festkörpern.
Magnetismus der Leitungselektronen: Landau Diamagnetismus, Pauli Paramagnetismus, Band Ferromagnetismus.
Austauschwechselwirkung: direkter und indirekter Austausch, Superaustausch, Doppelaustausch, RKKY-Wechselwirkung. Heisenberg Modell und Hubbard Modell für die Beschreibung von magnetisch geordneten Materialien, magnetischen Ordnungsstrukturen und Phasenübergängen.
Kollektiver Magnetismus: Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus, Ferrimagnetismus, magnetische Anisotropie, magnetische Domäne, Spinwellen und Stoner Anregungen.

Lehrformen Vorlesung; Lehrveranstaltungssprache: Deutsch

Prüfungsformen
Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. M. Cinchetti

Sonstige Informationen Die Vorlesung wird an der TU Dortmund angeboten.

Seminar Magnetismus

PHY5210S	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	ab 1. Sem.	jedes Semester	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Seminar *Magnetismus*	30 h	30 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Teilnahme an der Vorlesung Magnetismus **PHY5210V**
Inhaltlich: Grundkenntnisse Festkörperphysik und Quantenmechanik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Das Seminar versteht sich als Ergänzung zur Vorlesung Magnetismus. Die Studierenden erhalten Einblicke in die physikalischen Grundlagen der Beschreibung magnetischer Materialien und in die wichtigsten magnetischen Phänomene. Sie können diese Konzepte auf konkrete physikalische Situationen anwenden, vor allem auf Gebieten, die aktuell im Schwerpunkt der Forschung im Bereich Magnetismus stehen. Zum Beispiel können sie die Funktionsweise vieler Anwendungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie verstehen.

Inhalt
Das Seminar beinhaltet Vorträge zu verschiedenen Themen, die für die aktuelle Forschung im Bereich Magnetismus relevant sind. Unter anderem: Messmethoden, Materialien und technologisch-relevante Effekte.

Lehrformen Seminar; Lehrveranstaltungssprache: Deutsch

Prüfungsformen
Modulprüfung: eigener Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. M. Cinchetti

Sonstige Informationen Das Seminar wird an der TU Dortmund angeboten.

Literaturseminar Attosekundenmetrologie

PHY5214	Credits 3 CP	Workload 90 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus nach Bedarf im SoSe oder WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Literaturseminar Attosekunden-metrologie*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 30 h	**Gruppengröße**

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse in Optik und Laserphysik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Ein Student stellt am Anfang des Seminars den jeweiligen Artikel kurz vor (mit Folien, an der Tafel, mit Tischvorlage), anschließend wird darüber in der gesamten Runde diskutiert. Ziel ist die Entwicklung eines tiefergehenden Verständnisses der beschriebenen Zusammenhänge und das Herausbilden einer selbständigen Herangehensweise ans Fachliteraturstudium. Auch wissenschaftliche Fragen, die nicht in direkten Zusammenhang mit dem Artikel stehen, können jederzeit behandelt werden. Für eine ergiebige Diskussion sollten auch die nicht vortragenden Teilnehmer den Artikel schon vor dem Seminar studiert haben.

Inhalt
Wir besprechen zusammen jede Woche eine grundlegende oder aktuelle Veröffentlichung eines bekannten wissenschaftlichen Journals wie *Science* und *Nature* aus dem Gebiet der **Attosekunden- oder Röntgenphysik**.
Auch wenn diese Artikel durchweg interessant sind, sind sie doch auch typischerweise sehr kompakt gehalten und dadurch oft nicht leicht zu verstehen. Unsere gemeinsame Diskussion im Journal-Club verspricht einen angenehmeren (ersten?) Zugang zur Fachliteratur als das einsame Studium daheim.

Lehrformen Seminar; Lehrveranstaltungssprache: Deutsch

Prüfungsformen
Modulprüfung: eigener Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. W. Helml/Prof. S. Khan

Sonstige Informationen Das Seminar wird an der TU Dortmund angeboten.

Halbleiterphysik

PHY6213	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester ab 2. Sem.	Turnus je nach Bedarf im SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Halbeiterphysik*			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße** unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse in Festkörperphysik (Einführung in die Festkörperphysik bzw. Struktur der Materie)
Vorbereitung:

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden können die Konzepte der modernen Halbleiterphysik anwenden, um die Wirkungsweise moderner Halbleiterbauelelemente und die Physik von Halbleiter-Nanostrukturen zu verstehen. Zudem lernen die Studierenden Konzepte, um die Eigenschaften von Halbleiterheterostrukturen zu beschreiben und eigenständig Probleme aus der Halbleiterphysik zu lösen.

Inhalt
Die Vorlesung deckt die wichtigsten Aspekte der Physik kristalliner Halbleiter ab. Zudem werden einige zentrale Halbleiterbauelemente diskutiert. Konkret werden die folgenden Themen behandelt:

Halbleiter: Kristallstrukturen, Gitterschwingungen
Elektronische Bandstruktur wichtiger Halbleitermaterialien
Defektzustände und elektrischer Transport
Optische Eigenschaften von Halbleitern
Heterostrukturen/Nanostrukturen: Herstellung und Eigenschaften
Einfluss externer Felder: Stark-Effekt, Quanten-Hall-Effekt
Halbleiterdioden: Bandschema und elektrische Eigenschaften
Optoelektronische Bauelemente: Photodioden, LED, Halbleiterlaser
Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren

Die Vorlesung orientiert sich hierbei an dem Buch: M. Grundmann, The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen Modulprüfung: mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Grundlagen- und Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. M. Betz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Schwerpunkt-

Module

Schwerpunkt

Klinische Medizinphysik

Klinische Medizinphysik

KM01	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	15-25 CP	450-750 h	1.-2. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung c) Seminar d) Praktikum	je mind. a) 30 h b) 30 h c) 30 h d) 60 h	mind. 300 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 16

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben die Studierende Kenntnisse erworben, die typischerweise Voraussetzungen für Medizinphysikexperten sind. Daher sind die Studierenden

- mit den Grundlagen und Anwendungsgebieten der Strahlentherapie, bildgebender Verfahren, Dosimetrie und des Strahlenschutzes vertraut
- über die aktuellen Forschungsthemen in der klinischen Medizinphysik informiert
- vorbereitet, die Forschungsphase im Bereich dieses Schwerpunkts durchzuführen,
- in der Lage, eine Therapieplanung durchzuführen
- fähig, in den relevanten Datenbanken Informationen finden und nutzen

Die Studierenden haben die Grundlagen der Strahlentherapie verinnerlicht und so auch eine Therapieplanung kritisch hinterfragen und sind damit auch für die Kommunikation mit dem klinischen Personal vorbereitet.
Im Idealfall sind die Studierenden weiterhin mit den Grundlagen des Strahlenschutzes und des Teilchennachweises vertraut.

Inhalt
In diesem Bereich sind klassische Themen der Medizinphysik beheimatet, wie die einzelnen physikalischen Methoden zur Therapie und zur Diagnostik mit einem Schwerpunkt auf Strahlenphysik und kernphysikalischen Methoden.

Lehrformen Vorlesung, ggf. Übung, Seminar, Bestrahlungsplanungspraktikum

Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: Eine Vorlesung zur fortgeschrittenen klinischen Medizinphysik (mindestes 6CP), Bestrahlungsplanungspraktikum (6CP), ein Seminar (2-3 CP).
Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. Dr. A. Lühr, Dekane der beteiligten Fakultäten

Prüfer/in Prof. Dr. Kröninger, Dr. Block, Dr. Bäumer; JProf. Dr. Lühr

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

In diesem Modul kann aus einer Vielzahl von Veranstaltungen ein individueller Schwerpunkt in enger Zusammenarbeit mit dem Modulbeauftragten zusammengestellt werden. Nachfolgend sind die empfohlenen Lehrveranstaltungen zu diesem Modul aufgeführt:

Veranstaltung	Anbieter	Typ	CP
Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik	Block, Flühs, Levegrün, Flühs (Klinikum Do, UKE	VL	6
Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizin-physik	TU Do	S	3
Detektoren / Grundlagen der Sensorik	TU Do	VL	3
TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung	TU Do	P	6
Medizinische Physik und Technik der Partikel-therapie	Bäumer (WPE)	VL	3
Angewandte Dosimetrie	TU Dortmund	S	3
Strahlenschutzkurs	Klinikum Do TU Do	K	1
Strahlenanwendungen in der Klinik	TU Dortmund	S	3
Ringvorlesung Protonentherapie	TU Dortmund	VL	2

In Hinblick auf eine spätere Tätigkeit als Medizinphysikexperte oder Medizinphysikexpertin sind folgende Module von besonderem Interesse:

- Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik,
- TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung,
- Partikeltherapie,
- Angewandte Dosimetrie,
- Strahlenschutzkurs.

Darüber hinaus sind in der Regel folgende Modul in diesem Schwerpunkt zu belegen:

- Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik,
- TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung.

Abweichungen dazu sind mit dem Modulbeauftragten abzusprechen.

Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik					
KM02	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Fortgeschrittene Klinische Medizinphysik*			**Kontaktzeit** mind. 45 h	**Selbststudium** mind.135 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben die Studierende Kenntnisse im Bereich der Strahlentherapie und Bildgebung erworben, die typischerweise zu den Voraussetzungen für Medizinphysikexperten gehören. Die Studierenden

1. sind mit den Grundlagen der Dosimetrie und deren Anwendungen vertraut,
2. haben ein vertieftes Wissen über die physikalischen und technischen Grundlagen der Strahlentherapie und die Funktionsprinzipien der bildgebenden Techniken erworben,
3. kennen die Vor- und Nachteile und die technischen Limitationen der Tele- und Brachytherapie und der bildgebenden Methoden,
4. sind mit biologischen und technischen Voraussetzungen sowie den Ablauf einer Behandlung mit ionisierender Strahlung und den physikalischen Grundlagen von bildgebenden Verfahren unter Verwendung ionisierender Strahlung vertraut.
5. verstehen die Zusammenhänge von ionisierender Strahlung. Strahlenschutz, diagnostischen Methoden, Dosimetrie, biologischer Wirksamkeit ionisierender Strahlung und Strahlentherapie.

Inhalt

Dosimetrie und Strahlentherapie:

1) Dosimetrie: Grundbegriffe und Definitionen der klinischen Dosimetrie, Sekundärelektronengleichgewicht, Hohlraumtheorie, Bragg-Gray-Theorie, Detektoren, Typen klin. Dosimeter, Dosimeter für spezielle Anwendungen, Wasser-Energiedosiskonzept inkl. , kalorimetrische Darstellung, Kalibrierung von Dosimetern 8Tele- und Brachytherapie9, Gesetzliche Grundlagen der Messtechnische Kontrollen, Dosis-Messverfahren nach DIN 6800-2

2) Physik und Technik des Elektronenlinearbeschleunigers

3) Einführung in die Grundlagen der Therapieformen der Brachytherapie und Protonentherapie am Auge: Modalitäten der Brachytherapie, Therapieindikationen, Zielvolumenlokalisation, Therapieplanung, Therapiedurchführung, Applikatoren und Applikationsformen, Afterloading-Brachytherapie, intravaskuläre Brachytherapie, Augentumor-Brachytherapie, Protonentherapie am Auge, Forschungsprojekte im Bereich der Brachytherapie

4) Einführung in Grundlagen und Durchführung einer Strahlentherapie (Teletherapie) von Tumorpatienten: Biologische Grundlagen: Strahlenarten, Dosis-Effekt-Beziehungen, Zell-Überlebenskurven, linear-quadratisches Modell, Fraktionierung. Behandlungskette der Strahlentherapie: Patientenlagerung und –Immobilisierung, 3D-Bildgebung als Grundlage der Bestrahlungsplanung, Konzept der Konturierung von Zielvolumen und Risikoorganen, Bestrahlungsplanung (Wahl der Technik, Dosisberechnung, Planbeurteilung), Patientenpositionierung am Gerät, Verifikationsverfahren. Konformationsstrahlentherapie: Voraussetzungen, Möglichkeiten, Grenzen. Intensitätsmodulierte Strahlentherapie als moderne Weiterentwicklung: Inverse

Bestrahlungsplanung, Verfahren zur Realisierung intensitätsmodulierter Techniken an konventionellen Linearbeschleunigern. Helikale Tumotherapie als alternatives Konzept. Dosimetrische Verifikation von intensitätsmodulierten Bestrahlungen. Ansätze zur Verbesserung der Genauigkeit der Strahlapplikation: Stereotaktische Strahlentherapie. Bildgeführte Strahlentherapie. Problematik und Lösungsansätze bei der Bestrahlung von atembewegten Tumoren. Praktische Demonstration an der Uniklinik Essen: Durchführung einer bildgeführten, intensitätsmodulierten Strahlentherapie am Phantom. 5) Qualitätssicherung in der Strahlentherapie Bildgebende Verfahren: 6) Röntgenbildgebung: Erzeugung und Absorption von Röntgenstrahlung., Bildentstehung, Detektoren und Filme, Anwendungen der Röntgenbildgebung, z.B. DEXA, Mammographie, klassisches Röntgenbild 7) Tomographische Verfahren CT, PET, SPECT: Funktionsprinzip, gerätetechnische Grundlagen, Kombi-Geräte, Strahlungsdetektoren, Bildaquisition und -rekonstruktion, Grundlagen der Kontrastmittelapplikation, Grundlagen zur Vergleichbarkeit bzw. Quantifizierung von CT-Untersuchungen auf Basis von HU-Werten, Quantifzierungsverfahren (PET), Herstellung, Anwendung und Wirkung von Radiopharmaka, 8) Strahlenschutz: Wie können der Patient und das Personal vor der ionisierenden Strahlung bildgebender Verfahren geschützt werden? Die Dosisbelastungen der verschiedenen bildgebenden Verfahren werden vorgestellt.
Lehrformen Vorlesung
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik
Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. Dr. A. Lühr, Dekane der beteiligten Fakultäten
Lehrende Dr. Block, Dr. Flühs, Dr. Levegrün, Dr. Lüdemann
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Veranstaltungsort ist Dortmund.

Detektoren / Grundlagen der Sensorik					
KM03	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Detektoren / Grundlagen der Sensorik*			**Kontaktzeit** mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden. **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls die die Grundlagen der Signalerzeugung und der Konzepte des Teilchen- und Strahlungsnachweises verstehen und einordnen. Damit sind sie in der Lage, Detektoren und Sensoren für spezifische Anwendungsfälle in Teilchennachweis oder Dosimetrie zu identifizieren. Sie sind vertraut mit den Grundlagen der Dosimetrie und dem Konzept komplexer Detektorsysteme, wie sie auch in der Teilchenphysik Anwendung finden.					
Inhalt Wechselwirkungen von geladenen, neutralen Teilchen und von Photonen mit Materie, Überblick über Gesamtdetektorsysteme, gasgefüllte Ionisationsdetektoren (Typen und Betriebsarten, Ionisation und Ladungsverlust, Bewegung im elektr. und magn. Feld, Proportionalkammern, Driftkammern), Halbleiterdetektoren (Grundlagen, pn-Übergang und Grenzflächen, Bautypen, Pixeldetektoren, Anwendungen), Szintillationsdetektoren (Funktion, Anwendungen), Kalorimetrie, Triggersysteme, Datennahmesysteme (DAQ), Grundlagen der Dosimetrie, Anwendungen der Sensoren in der Dosimetrie.					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik					
Modulbeauftragte/r Dekan der Fakultät Physik (TUDo),					
Lehrende Albrecht, Block, Kröninger, Weingarten					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Die Vorlesung findet in Dortmund statt.					

Medizinische Physik und Technik der Partikeltherapie					
KM04	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Medizinische Physik und Technik der Partikeltherapie*			**Kontaktzeit** mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können die Grundlagen und Anwendungen der Partikeltherapie verstehen und einordnen. Sie kennen den Unterschied der lateralen und Tiefendosisprofilen aufgrund der vollkommen anderen Natur der Wechselwirkungen in Gewebe zwischen Photonen und Partikeln (Protonen). Sie sind mit den verschiedenen Techniken der Strahlerzeugung vertraut. Darüber hinaus verstehen sie die Methoden zur Strahlaufweitung und Tiefenmodulation. Sie können die wesentlichen Elemente der komplexen Bestrahlungsanlagen benennen und deren Funktion erläutern. Die Prinzipien der entsprechenden biologischen und physikalischen Bestrahlungsplanung können sie anwenden.

Inhalt
Strahlenwirkung von höherenergetischen Protonen und anderen Kernen, radiobiologische Wirkung, Strahlerzeugung durch Zyklotron oder Synchrotron , Bragg-Peak, Reichweitenberechnung, Spread Out Bragg Peak, Funktionsprinzip und Auslegung der Anlagen mit Gantrys und Strahlerkopf, verschiedene Strahlarten und entsprechende Strahlerköpfe für die Protonentherapie, Bestrahlungsplanung: Konzepte und klinische Fallbeispiele

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik

Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. Dr. A. Lühr, Dekane der beteiligten Fakultäten

Lehrende Dr. C. Bäumer (WPE)

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Die Vorlesung findet in Dortmund statt. Eine Exkursion zum WPE wird im Rahmen der Vorlesung durchgeführt.

Detektorsystem in der Teilchen- und Medizinphysik					
PHY826	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Detektorsystem in der Teilchen- und Medizinphysik*			**Kontaktzeit** je mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Mit Abschluss des Moduls haben die Studierende vertiefte die Kenntnisse der verschiedenen Detektorbauarten, die in der Teilchenphysik und in der Medizinphysik zum Einsatz kommen, erlangt. Sie können die grundliegende Sensorik auch in komplexen Detektorsystemen identifizieren und verstehen deren Zusammenspiel.
Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Gebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte verständlich zu präsentieren. Dabei verfügen Sie über Kenntnisse moderner Präsentationstechnicken und können diese einsetzen.
Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion ihren Standpunkt verteidigen.

Inhalt
Verschiedene Detektortypen, welche in der Teilchen- und/oder Medizinphysik zur Anwendung kommen, z.B. Halbleiter- und Szintillationsdetektoren, Röntgennachweissysteme. Aus verschiedenen Typen zusammengesetzte Detektorsysteme und -komponenten, z.B. Kalorimeter, moderne Teilchenphysikexperimente, PET, CT, SPECT. Anwendungen der Dosimetrie.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik

Modulbeauftragte/r Dekan der Fakultät Physik (TUDo)

Lehrende Albrecht, Block, Kröninger, Weingarten

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.

TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung					
KM05	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** 1./2. Sem.	**Turnus** WiSe/SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum *TPS – Praktikum zur Bestrahlungsplanung*			**Kontaktzeit** mind. 60 h	**Selbststudium** mind.120 h	**Gruppengröße** max. 15 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Medizinische Strahlungsphysik I, Ringvorlesung Medizinphysik und medizinphysikalisches Klinikpraktikum“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden. **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden sind mit den Modulen eines Bestrahlungsplanungssystems und verschiedenen Dosisberechnungsverfahren vertraut. Sie kennen das Volumenkonzept in der Strahlentherapie, den Einsatz der wichtigsten bildgebenden Verfahren mit multimodaler Bildregistrierung und -fusionierung, sowie die wesentlichen Prinzipien der Planoptimierung (Schutz von Risikoorganen, homogene Bestrahlung des Zielvolumens). Sie können ein modernes 3D/4D-Bestrahlungsplanungssystem bedienen, Isodosenverläufe bewerten und Dosis-Volumen-Histogramme interpretieren.					
Inhalt Einführung in die Grundlagen der Bestrahlungsplanung, Durchführung von Konturierungen und Bestrahlungsplanungen an einfachen Phantomen, aber auch interaktiver oder inverser Erstellung individueller Bestrahlungspläne für Patienten anhand anonymisierter Patientendaten.					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Anwesenheit; Anfertigen von Protokollen zu den Praktikumsversuchen; abschließende mündliche Leistungsüberprüfung (10-15min)					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik					
Modulbeauftragte/r Dekan der Fakultät Physik (TUDo), Jun.-Prof. Dr. A. Lühr					
Lehrende: Christian Mehrens und Dr. Andreas Block (Klinikum Dortmund), Dr. Christian Fillafer (TuDo)					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Veranstaltungsort ist Dortmund.					

Angewandte Dosimetrie					
PH629	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Angewandte Dosimetrie*			**Kontaktzeit** je mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Strahlungsphysik bzw. Wechselwirkung von Strahlung und Materie werden vorausgesetzt.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden haben durch Selbststudium zu ihrem eigenen Vortrag und durch die weiteren Vorträge ein vertieftes Wissen auf dem Fachgebiet der Dosimetrie und der Recherche erworben.
Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Gebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte verständlich zu präsentieren. Dabei verfügen Sie über Kenntnisse moderner Präsentationstechnicken und können diese einsetzen.
Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion ihren Standpunkt verteidigen.

Inhalt

Der Kurs deckt die Grundlagen der Dosimetrie und deren Anwendungen ab. Der Schwerpunkt des Kurses liegt insbesondere auf dem Aspekt der Personendosimetrie und ihrer Bedeutung im Strahlenschutz beruflich strahlenexponierter Personen. In dem Seminar werden sowohl detektorphysikalischen Grundlagen behandelt als auch technologische Aspekte der Anwendung wie z.B. die Anforderungen an Dosimeter sowie die Umsetzung in der Normung.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. K. Kröninger

Lehrende: Kröninger, Weingarten, externe Lehrende (z.B. Walbersloh)

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.

Strahlenschutzkurs					
KM06	**Credits** 1 CP	**Workload** 30 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Strahlenschutzkurs* b) Praktikum *Strahlenschutzkurs*			**Kontaktzeit** mind. 20 h mind. 4 h	**Selbststudium** mind.6 h	**Gruppengröße** Max. 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Mathematisch physikalische Grundkenntnisse aus dem Bachelor-Studiengang **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden haben die Kenntnisse erworben, wie sie von einem Strahlenschutzgrundkurs gemäß rechtlichen Vorschriften vermittelt werden.					
Inhalt Grundlagen: Strahlungsphysik, Radioaktivität, Strahlenbiologie, Dosimetrie, Bestrahlungsplanung. Dosisabschätzungen, Personendosimetrie. Strahlenanwendung am Menschen: rechtfertigende Indikation Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition. Strahlschutz: Grundlagen, baulicher und apparativer Strahlenschutz, Anwendungen (z.B. in der Nuklearmedizin), Gesetzliche Grundlagen.					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls: Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Armin Lühr					
Lehrende: Lühr, Block, sowie externes Lehrpersonal					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Die Veranstaltung findet in deutscher Sprache und als Blockkurs statt.					

Strahlenanwendungen in der Klinik					
KM07	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Strahlenanwendungen in der Klinik*			**Kontaktzeit** mind. 30 h	**Selbststudium** mind.60 h	**Gruppengröße** Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Medizinphysik bzw. Strahlungsphysik werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme am Modul „Medizinphysik II“ oder „Strahlungsphysik I“ des Bachelorstudiengangs Medizinphysik an der TU Dortmund erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Mit Abschluss des Moduls haben die Studierende vertiefte Kenntnisse von klinischen Aspekten der Medizinphysik erlangt, die in den Bereichen Strahlentherapie, Nuklearmedizin, Radiologie und medizinischer Strahlenschutz zum Einsatz kommen.
Sie können die grundlegenden physikalischen Prinzipien diagnostischer und therapeutischer Methoden identifizieren und verstehen deren Zusammenspiel sowie praktische Limitationen bei der Anwendung der Prinzipien durch die komplexe Patientensituation.
Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Themengebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte verständlich und überzeugend zu präsentieren. Dabei verfügen Sie über Kenntnisse moderner Präsentationstechniken und können diese einsetzen.
Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion ihren Standpunkt verteidigen.

Inhalt
Grundlagen, klinische Anwendungen und aktuelle Entwicklungen in der Forschung aus den Bereichen Strahlentherapie, Nuklearmedizin, Radiologie und medizinischer Strahlenschutz. Für jede Seminarreihe wird ein übergeordnetes Schwerpunktthema festgelegt. Mögliche Themen sind z.B. die biologische Strahlenwirkung, physikalische Messmethoden im klinischen Umfeld oder aktuelle Behandlungs- und Diagnoseoptionen und deren Limitationen. Neben technischen Aspekten der Methoden sollen auch deren Relevanz und Anforderungen im klinischen Umfeld diskutiert werden.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.

Prüfungsformen (falls das Modul im Pflicht- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik

Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. Dr. A. Lühr, Dekan der Fakultät Physik (TUDo)

Lehrende Block, Lühr

Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.

Ringvorlesung Protonentherapie					
KM08	**Credits** 2 CP	**Workload** 60 h	**Semester** 1.-4. Sem.	**Turnus** SoSe/WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Ringvorlesung Protonentherapie			**Kontaktzeit** mind. 20 h	**Selbststudium** mind. 40 h	**Gruppengröße** Studierende 20
Teilnahmevoraussetzungen **Fomal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden haben durch die Vorlesung Grundkenntnisse in verschiedenen Disziplinen erworben, welche im Zusammenhang mit der Protonentherapie stehen. Sie sind in der Lage, sich in ein komplexes Gebiet selbständig einzuarbeiten und die wesentlichen Inhalte zu begreifen. Sie können das Gelernte mit der Protonentherapie verbinden.					
Inhalt Grundlagen der Protonentherapie sowie wechselnde Themen aus der Chemie, der Physik und der Medizin, welche in Zusammenhang mit der Protonentherapie stehen.					
Lehrformen Ringvorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Klinische Medizinphysik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Kevin Kröninger, Jun.-Prof. Dr. A. Lühr					
Lehrende Dozenten/innen des MERCUR-GKs „Präzisionsprotonentherapie“					
Sonstige Informationen Die Veranstaltung richtet sich primär an Promovierende im MERCUR-GK „Präzisionsprotonentherapie“. Die Teilnahme von Masterstudierenden der Medizinphysik ist möglich. Bei inhaltlicher Passung kann das Seminar in eine der Schwerpunktprüfungen eingebracht werden. Das Seminar findet an der TU Dortmund, der Universität Duisburg-Essen und der Klinik für Partikeltherapie am WPE Essen statt. Weitere Informationen sind auf der Webseite der GKs zu finden: http://ppt.physik.tu-dortmund.de/cms/de/home/					

Schwerpunkt

Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren

BV01	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	15 – 25 CP	450 - 750 h	ab 1. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung c) Praktikum d) Seminar	a) mind. 45 h b) +c) +d) zusammen mind. 45 h	mind. 360 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 15

Teilnahmevoraussetzungen

Formal: keine

Inhaltlich: Grundkenntnisse physikalischer Zusammenhänge im Bereich Wellen und Felder, sicherer Umgang mit mathematischen Zusammenhängen im Frequenzbereich (Fourier-Transformation).

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die bildgebenden Verfahren der Medizintechnik (Ultraschallbildgebung, Magnetresonanztomographie und Röntgen-Computertomographie) und sind in der Lage, diese in Bezug auf ihre Techniken, Kontraste und Auflösung zu beschreiben und zu vergleichen.
- sind die Studierenden in der Lage zumindest für ein bildgebendes Verfahren die grundlegenden physikalischen Effekte, Rekonstruktionsverfahren und Signalverarbeitungsmethoden, d.h. den Weg vom Objekt zum Bild zu erläutern
- vorbereitet, weiterführende Forschung und Entwicklung in diesem Bereich im Rahmen der Forschungsphase zu leisten.
- sind Studierende in der Lage, Verfahren der digitalen Bildverarbeitung und/oder der Datenvisualisierung zu erläutern und auf einfache Problemstellungen anzuwenden.
- analysieren und bewerten Studierende fachwissenschaftliche Inhalte und kommunizieren diese differenziert mündlich und schriftlich
- kennen und begründen Studierende die Bedeutung der bildgebenden Verfahren für die medizinische Versorgung.

Inhalt

In diesem Modul werden alle klinisch relevanten bildgebenden Verfahren, die zur Diagnostik dieser Organsysteme eingesetzt werden, in ihren physikalischen und mathematischen Grundlagen sowie den Besonderheiten ihrer technischen Realisierung und ihrer Anwendung behandelt. Hierbei werden alle Schritte von der Datenaufnahme bis zum Bild und seiner Weiterverarbeitung und automatischen Analyse (computerunterstützte Diagnose) vermittelt. Die behandelten bildgebenden Verfahren sind in vielen Fällen tomographische Verfahren (Magnetresonanztomographie (MRT), Computertomographie (CT), optische Kohärenztomographie (OCT), Positronenemissionstomographie (PET), Single Positron Emissions-Computertomographie (SPECT), Ultraschallbeugungstomographie (USCT)), bei denen aus der Messung integraler Beziehungen physikalischer Parameter durch Rekonstruktion Schnittbilder erzeugt werden. Weiterhin werden Methoden zur Verarbeitung und Visualisierung der gewonnenen Bilddaten vermittelt.

Lehrformen Vorlesung, ggf. Übung, Seminar, Praktikum

Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 Minuten

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestehen der mündlichen Prüfung.

Das Schwerpunktmodul muss u. a. enthalten: Eine Vorlesung zu mindestens einem bildgebenden Verfahren (mindestes 5 CP), Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls Schwerpunktmodul	
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP	
Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz	

Sonstige Informationen

Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten.

Empfohlene Zusammenstellung von Lehrveranstaltungen:

Mit einem Schwerpunkt der Veranstaltungen in Bochum

Veranstaltung	Anbieter	SWS	CP
Tomographische Abbildungsverfahren	Schmitz ETIT/RUB	4	5
Ultraschall in der Medizin	Schmitz ETIT/RUB	4	5
Bildverarbeitung in der Medizin	Dencks ETIT/RUB	4	5
Master-Seminar Medizintechnik	Schmitz ETIT/RUB	3	3
Master-Praktikum Medizintechnik	Schmitz ETIT/RUB	3	3

Mit einem Schwerpunkt der Veranstaltungen in Dortmund

Veranstaltung	Anbieter	SWS	CP
Tomographische Abbildungsverfahren	Schmitz ETIT/RUB	4	5
Medizinische Bildverarbeitung	Weichert IT/TUDo	6	9
Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker	Weichert IT/TUDo	6	9

Folgende Lehrveranstaltungen werden im Schwerpunkt angeboten:

Veranstaltung	Anbieter	SWS	CP
Tomographische Abbildungsverfahren	Schmitz ETIT/RUB	4	5
Ultraschall in der Medizin	Schmitz ETIT/RUB	4	5
Bildverarbeitung in der Medizin	Dencks ETIT/RUB	4	5
Biomedical Optics	Hofmann ETIT/RUB	2	3
Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker	Weichert IT/TUDo	6	9
Medizinische Bildverarbeitung	Weichert IT/TUDo	6	9
Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung	Weichert IT/TUDo	2	4
Magnetische Resonanz	Suter/Böhmer TUDo	3	5
Master-Seminar Medizintechnik	Schmitz ETIT/RUB	3	3
Master-Praktikum Medizintechnik	Schmitz ETIT/RUB	3	3

Tomographische Abbildungsverfahren

BV02	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Tomographische Abbildungsverfahren* b) Übung *Tomographische Abbildungsverfahren*	a) 30 h b) 30 h	90 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Sicherer Umgang mit Fouriertransformation und Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich (Zeitfrequenzen / Ortsfrequenzen)
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die grundlegenden tomographischen Rekonstruktionsverfahren für Röntgencomputertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) und akustische Beugungstomographie.
- Können die Studierenden die tomographischen bildgebenden Verfahren miteinander vergleichen und ihre Abbildungseigenschaften (Kontrastmechanismus, Orts- und Zeitauflösung) erläutern. Insbesondere können sie die Abbildungseigenschaften im Ortsfrequenzraum beschreiben.
- kennen die Studierenden den grundsätzlichen technischen Aufbau der Systeme für CT und MRT.
- können die Studierenden einfache Rekonstruktionsalgorithmen praktisch umsetzen.
- sind die Studierenden vorbereitet, in der Forschungsphase weitergehende Fragestellungen für bildgebende Systeme zu bearbeiten.

Inhalt
Erzeugung und Detektion von Röntgenstrahlung, Wechselwirkungen von Röntgenstrahlen mit Materie, CT-Rekonstruktionsverfahren (Fourier-Slice-Theorem, gefilterte Rückprojektion), praktische Aspekte der Bildrekonstruktion, Kernspinresonanzeffekt, FID/Spin-Echos/Gradientenechos, Ortskodierung in der MRT, k-Raum Beschreibung der MRT, einfache Grundsequenzen (Spin-Echo, TSE, EPI, GRASE, BOLD), Akustische Wellengleichung und Fourier-Diffraction Theorem.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Ultraschall in der Medizin					
BV03	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Ultraschall in der Medizin b) Übung Ultraschall in der Medizin			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Sicherer Umgang mit Fouriertransformation und Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich (Zeitfrequenzen / Ortsfrequenzen)
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen Studierende die linearen akustischen Grundgleichungen und können die angewendeten Linearisierungen erläutern sowie die lineare Wellengleichung in inhomogenen Medien herleiten.
- kennen die Studierenden die grundsätzlichen Größen und Zusammenhänge für die Ausbreitung von Ultraschallwellen in Festkörpern.
- können die Studierenden die akustischen Eigenschaften biologischer Gewebe (Streuung, Dämpfung) modellieren.
- Kennen die Studierenden die Funktionsweise herkömmlicher klinischer Ultraschallgeräte, können den Aufbau von Ultraschallwandlern beschreiben und sind in die Lage versetzt, einfache Rekonstruktionsverfahren (Delay-and-Sum) umzusetzen.
- sind die Studierenden vorbereitet, in der Forschungsphase weitergehende Fragestellungen für bildgebende und therapeutische Ultraschallysteme zu bearbeiten.

Inhalt
Linearisierte akustische Feldgleichungen in fluiden Medien und elastischen Festkörpern, Streuung und Dämpfung in biologischen Geweben, der piezoelektrische Effekt, Ultraschallwandler (Aufbau, Ersatzschaltbilder), Bildgebende Verfahren mit Ultraschallwandlerarrays, Flussmessung und Dopplerverfahren, Ultraschallkontrastmittel, ausgewählte Sondergebiete (Elastographie, Photoakustik, Harmonic Imaging, HIFU-Therapie, Superresolution Imaging)

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Bildverarbeitung in der Medizin

BV04	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Bildverarbeitung in der Medizin* b) Übung *Bildverarbeitung in der Medizin*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Sicherer Umgang mit Fouriertransformation und Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich (Zeitfrequenzen / Ortsfrequenzen)
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- Können die Studierenden die Grundlagen der zwei- und mehrdimensionalen Signalverarbeitung sicher anwenden.
- beherrschen die Studierenden Techniken und Strategien, um typische Aufgabenstellungen in der Bildverarbeitung selbständig lösen zu können.
- haben die Studierenden durch Übungen vertiefte Programmierkenntnisse in MATLAB.
- sind die Studierenden durch das Anwendungsgebiet der medizinischen Bildverarbeitung zur Analyse fachübergreifender interdisziplinäre Fragestellungen qualifiziert.
- sind die Studierenden vorbereitet, in der Forschungsphase weitergehende Fragestellungen der medizinischen Bildverarbeitung zu bearbeiten.

Inhalt
Rezeption durch das menschliche visuelle System, Definition und Grundlagen der Bildverarbeitung (z.B. Diskretisierung, Abtasttheorem, globale Kenngrößen von Bildern), Operationen im Ortsbereich (Histogrammmodulation, Filterung, morphologische Operationen, geometrische
Bildoperationen, Distanztransformation), Methoden der Informationsextraktion (Segmentierung, Texturanalyse, Formbeschreibung), Klassifikation und Machine Learning (Support Vector Machines, Deep Learning), Bildrestauration, Bildregistrierung, Visualisierung.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz / Dozentin Dr. Stefanie Dencks

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Masterpraktikum Medizintechnik

BV05	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Praktikum *Medizintechnik*	35	55 h	Studierende 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Sicherer Umgang mit Fouriertransformation und Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich (Zeitfrequenzen / Ortsfrequenzen)
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden beispielhafte Fragestellungen bildgebender Systeme praktisch lösen.
- haben die Studierenden vertiefte Kenntnisse der Programmierung mit Matlab erworben.
- haben die Studierenden an einem Beispiel die Vorgehensweise bei der technischen Optimierung eines Systems auf der Basis von Finite-Elemente-Methoden erlernt.
- können die Studierenden ein Versuchsergebnis in Form eines technischen Berichts inhaltlich und formal korrekt darstellen.
- haben die Studierenden geübt, komplexe Tätigkeiten in kleinen Teams sinnvoll aufzuteilen.

Inhalt
Das Praktikum umfasst vier Versuche, die jeweils an mehreren Terminen durchgeführt werden. Neben der Aufnahme von Messdaten ist häufig eine Auswertung über Algorithmen notwendig, die im Rahmen des Praktikums zu programmieren sind. Die vier Versuche haben die Themen:

- Grundlagen der Ultraschall Puls-Echo-Bildgebung
- Optimierung von Ultraschallwandlern mit der Finite Elemente Methode (FEM) mit einem professionellen kommerziellen FEM-Programm, das u.a. bei den wichtigsten Herstellern medizinischer Ultraschallgeräte eingesetzt wird.
- Entwurf und Optimierung von Arraysystemen für die Bildgebung, Vollständige Simulation bildgebender Ultraschallgeräte von der Datenaufnahme zum Bild.
- Registrierung medizinischer Bilddaten am Beispiel der computerunterstützten Chirurgie.

Lehrformen Praktikum

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Vor der Versuchsdurchführung wird das für den Versuch notwendige Wissen abgefragt (10 min) und muss in ausreichendem Umfang vorhanden sein.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erbringung einer Studienleistung. Versuchstestate nach erfolgreicher Durchführung des Versuchs und Abgabe des Versuchsberichtes. Vor der Versuchsdurchführung wird das für den Versuch notwendige Wissen abgefragt (10 min) und muss in ausreichendem Umfang vorhanden sein.

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten. Die Anmeldung erfolgt über das E-Learning Portal der Ruhr-Universität Bochum. Weitere notwendige Informationen werden in der Vorbesprechung bekanntgegeben.

Masterseminar Medizintechnik

BV06	Credits 3 CP	Workload 90 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Medizintechnik*			**Kontaktzeit** 35 h	**Selbststudium** 55 h	**Gruppengröße** Studierende 15

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden selbständig Literatur zu einem gegebenen Thema sichten und die wesentlichen Inhalte erfassen und wiedergeben.
- beherrschen die Studierenden Schlüsselqualifikationen zur Präsentation ihrer Ergebnisse wie die schriftliche Zusammenfassung des Rechercheergebnisses (Literaturstudium), sowie die Präsentation der Ergebnisse.
- werden die Studierenden befähigt, konstruktive Kritik an der Arbeit von Kollegen (Peer Review) zu äußern sowie inhaltliche Fragen zu formulieren.

Inhalt
Das Seminar behandelt inhaltlich grundsätzlich Themen aus dem Bereich der Bildgebung und Bildverarbeitung medizinischer Bilddaten. Das Schwerpunktthema wird in jedem Semester neu gewählt und über die Webseite des Lehrstuhls für Medizintechnik zu Semesterbeginn bzw. in der Vorbesprechung der Veranstaltung bekanntgegeben.

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten. Die Anmeldung erfolgt über das E-Learning Portal der Ruhr-Universität Bochum. Weitere notwendige Informationen werden in der Vorbesprechung bekanntgegeben.

Biomedical Optics					
BV07	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Biomedical Optics*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben die Studierenden erlernt, einer Vorlesung in englischer Sprache zu folgen • kennen die Studierenden die wesentlichen Wechselwirkungsmechanismen zwischen Licht und biologischem Gewebe. • verstehen die Studierenden verschiedene Verfahren der optischen Bildgebung biologischer Gewebe und der Behandlung von Erkrankungen mit Licht.					
Inhalt Grundlagen der Wechselwirkung von Licht und biologischen Geweben, Instrumentierung für die biomedizinische optische Bildgebung, Mikroskopie, optische Kohärenztomographie (OCT), weitere tomographische optische Verfahren, Behandlung von Erkrankungen mit Licht (z.B. Laserchirurgie).					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Bildgebende Verfahren					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. rer. nat. Martin Hofmann					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten. Die Vorlesung wird in englischer Sprache gehalten.					

Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker

BV08/NI10	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker* b) Übung zu *Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker*	a) 60 h b) 30 h	180 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- verfügen Studierende über ein methodisches Wissen verfügen, das sie in die Lage versetzt, komplexe Visualisierungs- und Analyseaufgaben auf Daten zu lösen, die z. B. im Zusammenhang mit medizinphysikalischen Anforderungen resultieren
- haben Studierende sowohl Methoden, die in existierenden Systemen verfügbar sind und auf Originalliteratur beruhen, in gegebener Form angewendet, diese aber auch auf neue eventuell erweiterte Fragestellungen angepasst sowie Einsatzgrenzen und spezifische Besonderheiten identifiziert

Inhalt
Mit der in praktisch allen Bereichen steigenden Größe von Datenmengen sowie deren Komplexität und Wandelbarkeit, gewinnt die Visualisierung zunehmend an Bedeutung. Dabei dient sie sowohl zur intuitiven Darstellung aber auch als Mittel zur Analyse. Entsprechende Visualisierungen werden häufig durch Abbildung auf graphische Szenen erreicht, die dann mittels Verfahren der graphischen Datenverarbeitung effizient dargestellt werden. Gegenstand des ersten Teils des Moduls sind grundlegende Konzepte zur Visualisierung und Analyse von Daten unterschiedlichen Typs. Betrachtete Datentypen sind insbesondere ein- und zweidimensionale Funktionen, mehrdimensionale Funktionen, Graphen und gestreute Punktmengen. Es werden Methoden der graphischen Datenverarbeitung, der statistischen Datenanalyse, der effizienten diskreten Algorithmen und Datenstrukturen sowie der angewandten Mathematik präsentiert, auf denen die Konzepte und ihre Realisierungen beruhen. Ferner wird auf existierende Visualisierungs- /Analysesysteme eingegangen, die entsprechende Konzepte bereitstellen. Der zweite Teil des Moduls präsentiert fortgeschrittene Visualisierungskonzepte, die speziell für die Medizinphysik bedeutungsvoll sind. Diese betreffen Volumendaten, wie sie bei diversen bildgebenden Verfahren auftreten, sowie Vektor- und Tensorfelder. Ferner soll auf den Einsatz von Visualisierungstechniken bei der Analyse und Prognose biomedizinischer Signale unter Beachtung existierender Systeme der Computer-assistierten Diagnose eingegangen werden.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil der Schwerpunkte *Bildgebende Verfahren* oder *Neuroinformatik*

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Dr. F. Weichert

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Medizinische Bildverarbeitung

BV09/NI11	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	ab 1. Sem.	SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Medizinische Bildverarbeitung* b) Übung zu *Medizinische Bildverarbeitung*	a) 60 h b) 30 h	180 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- verfügen Studierende über ein Grundwissen, das sie in die Lage versetzt, Aufgaben, die einer Lösung mit den Methoden der digitalen Bildanalyse zugänglich sind, zu erkennen und zu bewältigen.
- finden sich Studierende auf dem Gebiet so zurecht, dass Sie in der Lage sind, verwandte Methoden und Verfahren, die über diejenigen der Vorlesung hinausgehen, aufgabenabhängig ausfindig zu machen, zu verstehen und anzuwenden

Inhalt
Die Erfassung und die Verarbeitung von Bildern (allgemein Sensordaten) mit Rechnern und mobilen Endgeräten verbreiten sich aufgrund der kostengünstigen Verfügbarkeit der gerätetechnischen Ausstattung rasant. Gegenstand der Lehrveranstaltung sind Methoden der digitalen Bildanalyse. Ein Schwerpunkt ist die klassische Verarbeitungskette der Bildanalyse, die sich in die Teile Diskretisierung, Bildrestauration, Bildverbesserung und Segmentierung gliedert. Dabei werden grundlegende Konzepte wie das Abtasttheorem, die Fourier-Transformation und andere Transformationen sowie Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen präsentiert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Einführung in Maschinelle Lernverfahren (Deep Learning), in die Bildkompression und das 3D-Computersehen, die Grundlage für wichtige Anwendungen der digitalen Bildverarbeitung sind.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil der Schwerpunkte *Bildgebende Verfahren* oder *Neuroinformatik*

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Dr. F. Weichert

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung

BV10	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Seminar *Medizinische Bild- und Signalverarbeitung*	30 h	90 h	Studierende 15

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden selbständig Literatur zu einem gegebenen Thema sichten und die wesentlichen Inhalte erfassen und wiedergeben.
- beherrschen die Studierenden Schlüsselqualifikationen zur Präsentation ihrer Ergebnisse wie die schriftliche Zusammenfassung des Rechercheergebnisses (Literaturstudium), sowie die Präsentation der Ergebnisse.
- werden die Studierenden befähigt, konstruktive Kritik an der Arbeit von Kollegen (Peer Review) zu äußern sowie inhaltliche Fragen zu formulieren.

Inhalt
Die medizinische Bild- und Signalverarbeitung entwickelt sich sowohl durch komplexere und effizientere Algorithmen als auch durch neue bildgebende und verarbeitende Hardware zu einer Schlüsseltechnologie in der Diagnostik und Therapie unterschiedlicher Krankheitsbilder. Im Rahmen des Seminars sollen hierzu relevante Konzepte und Techniken betrachtet werden. Behandelt werden in den Vorträgen u.a. aktuelle Verfahren der Bildanalyse und Mustererkennung für die computergestützte Diagnostik und Therapie, zur zwei- und dreidimensionalen Rekonstruktion und Visualisierung sowie numerische und analytische Methoden zur Simulation und Beschreibung der relevanten Prozesse im Kontext der Diagnostik und Therapie. Zudem werden auch Arbeiten zu experimentellen und bildgebenden Verfahren (z.B. MRT) thematisiert. Innerhalb des Seminars sollen

- Maschinelle Lernverfahren (z.B. CNNs) zur Klassifikation relevanter Strukturen oder zur Vorhersage von Prozessen,
- Visualisierungsmethoden zur Darstellung statischer und dynamischer Vorgänge,
- Techniken zur Simulation medizinischer und biologischer Vorgänge,
- Konzepte zur Generierung von realitätskonformen Modellen über Synthese oder additive Fertigungsverfahren,
- Algorithmen zur fotorealistischen räumlichen Darstellung von anatomischen Strukturen,
- Messtechniken (z.B. CT, MRT) zur Ermittlung von Prozessen (z.B. Strömungsvorgängen) und anatomischen Strukturen

als Vortragsthemen behandelt werden

Lehrformen Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil der Schwerpunkte Bildgebende Verfahren, Neuroinformatik oder Biophysik

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Dr. F. Weichert

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Magnetische Resonanz					
PH623	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Magnetische Resonanz*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben die Studierenden einen Überblick über verschiedene Gebiete der Magnetresonanz gewonnen und die wichtigsten Methoden und die Bandbreite der grundlegenden Anwendungen kennengelernt
- sind die Studierenden in der Lage, die Originalliteratur mit Gewinn zu lesen und sie können einfache Rechnungen zur Spindynamik selbstständig durchführen

Inhalt
Grundlagen und Anwendungen der magnetischen Resonanz, d.h.:
Klassische und quantenmechanische Beschreibung der wichtigsten Wechselwirkungen; Manipulation und zeitliche Entwicklung von Spinsystemen; bildgebende Verfahren; experimentelle Implementierung: Spektrometer, Messtechnik; Anwendungen mit Bezug zur Untersuchung von Struktur und Dynamik harter sowie weicher Materie; insbesondere die Anwendungen aus dem materialwissenschaftlichen und medizinphysikalischen Bereich sollen an die Zuhörer angepasst werden

Lehrformen Vorlesung (fakultativ Übung, Möglichkeit der praktischen Ergänzung durch Laborexperimente)

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: fakultativ Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min):

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt *Bildgebende Verfahren*

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. R. Böhmer und Prof. Dr. D. Suter

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Technischen Universität Dortmund angeboten.

Schwerpunkt

Neuroinformatik

Modul: Neuroinformatik

NI01	**Workload/Credits** 450h-750h / 15CP-25CP	**Semester:** 1.+2. Semester	**Häufigkeit des Angebots:** WS+SS	**Dauer:** 2 Semester
Lehrveranstaltungsart: a) Vorlesung + Übung b) Praktika c) Seminare	**Präsenzzeit:** a) 39h-300h b) 39h-100h c) 0h-26h	**Selbststudium:** 155h-325h	**Veranstaltungen:** Ein vollständiger Überblick über die Veranstaltungen ist dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen. Ein aktuelles Beispiel befindet sich am Ende dieses Modulbogens unter sonstige Informationen. Beschreibungen der Veranstaltungen befinden sich am Ende des Modulhandbuchs.	

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Sprache: Deutsch oder Englisch

Lernergebnisse:
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

- beherrschen die Teilnehmer Methoden und grundlegende Modelle der Neuroinformatik,
- kennen die Teilnehmer Anwendungen der Neuroinformatik auf Probleme der medizinischen Physik,
- beherrschen die Teilnehmer Methoden der numerischen Simulation von neuronalen Modellen sowie Methoden des maschinellen Lernens,
- sind die Teilnehmer dazu in de Lage, die erlernten Methoden zur Bildinterpretation, Klassifikation und Schätzung von Informationen anzuwenden.

Inhalte:
Fortgeschrittene computationale Methoden aus dem Bereich der theoretischen Medizin, insbesondere der Theorie des Gehirns, der Kognition, der Sensorik-Motorik, sowie neuronal inspirierte Methoden der Bilderkennung und des maschinellen Lernens.

Lehrformen: Vorlesung, Übung, Seminar

Prüfungsformen: Das Modul wird mit einer übergreifenden mündlichen Prüfung abgeschlossen.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP). Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls: Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote: Gewichtung mit CP

Modulbeauftragter und hauptamtlich Lehrende: Glasmachers (Modulbeauftragter, RUB), Wiskott, Schöner, Grauer, Jancke, Houben, Dreher (von der RUB) und
Löw, Kierfeld, Uhrig, Bünemann, Rudolph, Fink, Buchholz, Krumm, Müller (von der TU Do)

Sonstige Informationen:
Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. In diesem Modul kann aus einer Vielzahl an Veranstaltungen ein individueller Schwerpunkt in engem Gespräch mit den Modulbeauftragten zusammengestellt werden. Ein Beispiel für einen solchen Schwerpunkt ist:

- **Schwerpunkt maschinelles Lernen (18 CP):**
  - Machine Learning - Unsupervised Methods (6 CP)
  - Machine Learning - Supervised Methods (6 CP)
  - Machine Learning - Evolutionary Algorithms (6 CP) oder
- **Schwerpunkt Optimierung (17 CP):**
  - Computational Physics (9 CP)

- Praktische Optimierung (8 CP)

Aktuell stehen folgende Lehrveranstaltungen im Modul zur Verfügung:

Veranstaltung	Anbieter	SWS	CP
Machine Learning - Supervised Methods	Glasmachers (INI, RUB)	4	6
Machine Learning - Evolutionary Algorithms	Glasmachers (INI, RUB)	4	6
Machine Learning - Unsupervised Methods	Wiskott (INI, RUB)	4	6
Machine Learning: Vision and Memory	Wiskott (INI, RUB)	4	6
Computational Neuroscience: Neural Dynamics	Schöner (INI, RUB)	4	6
Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition	Schöner (INI, RUB)	4	6
Praktische Optimierung	Rudolph (IT, TuDo)	6	8
Medizinische Bildverarbeitung (Modulbeschreibung: siehe Schwerpunkt Bildgebende Verfahren)	Weichert (IT, TuDo)	6	9
Angewandte Datenvisualisierung für Medizinphysiker (Modulbeschreibung: siehe Schwerpunkt Bildgebende Verfahren)	Weichert (IT, TuDo)	5	9
Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung: Deep Learning, Simulation und Visualisierung (Modulbeschreibung: siehe Schwerpunkt Bildgebende Verfahren)	Weichert (IT, TuDo)	2	4
Modellbildung, Simulation und Analyse	Buchholz (IT, TuDo)	4	6
Computational Physics	Löw, Kierfeld, Uhrig, Bünemann (TuDo)	6	9

Machine Learning - Supervised Methods					
NI02	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Semester	**Turnus** nur SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Machine Learning - Supervised Methods* (mit integrierter Übung, flipped classroom)			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls 1. verstehen die Teilnehmer die Grundlagen der statistischen Lerntheorie, 2. kennen die Teilnehmer die wichtigsten Algorithmen des überwachten statistischen Lernens und können diese auf Lernprobleme anwenden, 3. kennen die Teilnehmer Stärken und Beschränkungen verschiedenen Lernverfahren, 4. können die Teilnehmer Standardsoftware zum maschinellen Lernen zur Lösung neuer Probleme einsetzen.					
Inhalt Grundlagen der statistischen Lerntheorie, Querschnitt der wichtigsten Algorithmen des maschinellen Lernens, konkrete Problemlösung mit Standardsoftware					
Lehrformen flipped classroom					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls: Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Glasmachers					
Sonstige Informationen: Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten.					

Machine Learning - Evolutionary Algorithms					
NI03	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Semester	**Turnus** nur WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Machine Learning - Evolutionary Algorithms* (mit integrierter Übung, flipped classroom)			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls a) kennen die Teilnehmer die wichtigsten Klassen direkter Optimierungsverfahren und ihre algorithmischen Komponenten, b) haben die Teilnehmer ein tiefes Verständnis evolutionärer Algorithmen, insbesondere für kontinuierliche Probleme, c) kennen die Teilnehmer eine Reihe spezifischer Problemschwierigkeiten und die zugehörigen algorithmischen Komponenten, welche diese adressieren, d) können die Teilnehmer elementare Laufzeitanalysen durchführen und verstehen die wichtigsten Konvergenzklassen e) können die Teilnehmer Optimierungsverfahren selbst implementieren und zur Lösung neuer Probleme anwenden.					
Inhalt Breiter Überblick über Optimierungsverfahren. Evolutionäre Optimierungsverfahren für black-box Optimierungsverfahren Algorithmische Komponenten für schlechte Konditionierung, Multimodalität, Rauschen, Nebenbedingungen und Mehrzieloptimierung. Konvergenz- und Laufzeitanalyse.					
Lehrformen: Vorlesung + Übung (flipped classroom)					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung der Veranstaltung: Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. Glasmachers					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Machine Learning: Unsupervised Methods					
NI04	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** any semester Master	**Turnus** each WS	**Dauer** 1 semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Machine Learning: Unsupervised Methods* (Flipped/inverted classroom)			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** max 60
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** none **Inhaltlich:** The mathematical level of the course is mixed but generally high. The tutorial is almost entirely mathematical. Mathematics required include calculus (functions, derivatives, integrals, differential equations, ...), linear algebra (vectors, matrices, inner product, orthogonal vectors, basis systems, ...), and a bit of probability theory (probabilities, probability densities, Bayes' theorem, ...). **Vorbereitung:** none					
Lernziele (learning outcomes) After the successful completion of this course the students a) know a number of important unsupervised learning methods, b) can discuss and decide which of the methods are appropriate for a given data set, c) understand the mathematics of these methods, d) can communicate about all this in English.					
Inhalt This course covers a variety of unsupervised methods from machine learning such as principal component analysis, independent component analysis, vector quantization, clustering, Bayesian theory and graphical models. We also briefly discuss reinforcement learning.					
Lehrformen Flipped/inverted classroom					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Laurenz Wiskott					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Computational Neuroscience: Neural Dynamics

NI05	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	any semester	each WS	1 semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Computational Neuroscience: Neural Dynamics	45 h	135 h	max 60

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: none
Vorbereitung: none

Lernziele (learning outcomes)

- Learning fundamental principles of the neural grounding of perception, action, and cognition. This includes basic notions of coding, population code, forward and recurrent neural networks, neural dynamics, and attractor dynamics.
- Through exposure to knowledge from neuroscience, psychology, cognitive science, and theoretical neuroscience, students experience interdisciplinary discourse and appreciate the need for disciplinary grounding of concepts.
- Through the exercises, students learn to read and write scientific texts in a variety of disciplines. They learn to describe and illustrate mathematical models and their properties.
- Students learn how dynamical systems are used to model neural systems.

Inhalt

This course lays the foundations for a neurally grounded understanding of the fundamental processes in perception, in cognition, and in motor control, that enable intelligent action in the world. The theoretical perspective is aligned with ideas from embodied and situated cognition, but embraces concepts of neural representation and aims to reach higher cognition. Neural grounding is provided at the level of populations of neurons in the brain that form strongly recurrent neural networks and are ultimately linked to the sensory and motor surfaces.

The theoretical concepts on which the course is based come from dynamical systems theory. These concepts are used to characterize neural processes in strongly recurrent neural networks as neural dynamic systems, in which stable activation states emerge from the connectivity patterns within neural populations. These connectivity patterns imply that neural populations represent low-dimensional features spaces. This leads to neural dynamic fields of activation as the building blocks of neural neiroscience architectures. Dynamic instabilities induce change of attractor states from which cognitive functions such as detection, change, or selection decisions, working memory, and sequences of processing stages emerge.

Exercises will focus on hands-on simulation experiments, but also involve readings and the writing of short essays on interdisciplinary research topics. Tutorials on mathematical concepts are provided, so that training in calculus and differential equations is useful, but not a prerequisite for the course.

Lehrformen

Lectures and exercises with readings and written hand-ins.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Modulprüfung: Passed oral exam

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

Prof. Gregor Schöner

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Machine Learning: Vision and Memory					
NI06	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** any semester Master	**Turnus** each SS	**Dauer** 1 semester
Lehrveranstaltungen Computational Neuroscience: Vision and Memory			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** max 60

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: none
Inhaltlich: The mathematical level of the course is mixed but generally high. The tutorial is almost entirely mathematical. Mathematics required include calculus (functions, derivatives, integrals, differential equations, ...), linear algebra (vectors, matrices, inner product, orthogonal vectors, basis systems, ...), and a bit of probability theory (probabilities, probability densities, Bayes' theorem, ...).
Vorbereitung: none

Lernziele (learning outcomes)
After the successful completion of this course the students
- know basic neurobiological facts about the visual system and the hippocampus,
- know a number of related models and methods in computational neuroscience,
- understand the mathematics of these methods,
- can communicate about all this in English.

Inhalt
This lecture covers basic neurobiology and models of selforganization in neural systems, in particular addressing vision (receptive fields, neural maps), and hippocampus (navigation and associative memory).

Lehrformen
Flipped/inverted classroom

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Prof. Laurenz Wiskott

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition					
NI07	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** any semester Master	**Turnus** each SS	**Dauer** 1 semester
Lehrveranstaltungen Lecture *Autonomous Robotics: Action, Perception and Cognition*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 135 h	**Gruppengröße** max 60

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: none
Vorbereitung: none

Lernziele (learning outcomes)

- Students understand the component problems of autonomous robotics and appreciate the multi-disciplinary nature of the field.
- By learning about neural principles of perception, action, and cognition, and relating these to functionalities of artificial cognitive systems, students experience interdisciplinary discourse and appreciate the need for disciplinary grounding of concepts.
- Through the exercises, students learn to read and write technical texts that describe mathematical models and their implementation in numerical simulation.
- Students learn how dynamical systems are used to behavioral systems. They link dynamical systems to established methods in motion planning and control.

Inhalt

Neural computation is concerned with the discovery of new solutions to technical problems of information processing. These solutions are sought based on analogies with nervous systems and the behaviour of organisms. This course focuses on three exemplary problems to illustrate this approach:

- Artificial action (autonomous robotics);
- Artificial perception (robot vision);
- Artificial cognition (simplest cognitive capabilities of autonomous robots such as decision making, scene representation, working memory, sequence generation, behavioral organization).

The main method is nonlinear dynamical systems applied to neural networks, leading to Dynamic Field Theory and neural dynamics.

Lehrformen

Lectures and exercises with readings and written hand-ins.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Prof. Gregor Schöner

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Modellbildung, Simulation und Analyse					
NI08	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe (alle 2 Jahre)	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Modellbildung, Simulation und Analyse* b) Übung zu *Modellbildung, Simulation und Analyse*			**Kontaktzeit** a) 45 h b) 15 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind Studierende an die aktuelle Forschung im Bereich der Simulation herangeführt worden • sind Studierende mit den grundsätzlichen Problemstellungen und den zurzeit vorhandenen Lösungstechniken vertraut gemacht worden • sind Studierende in der Lage, die vorhandenen Methoden der simulativen Modellanalyse und Optimierung einordnen und für konkrete Anwendungen einsetzen, mit Schwerpunkt auf die diskrete und hybride Simulation technischer Systeme • kennen Studierende auch die der Grenzen stochastischer Modelle • haben Studierende einen Überblick über die Einsatzgebiete und mathematischen Probleme der kontinuierlichen Simulation					
Die Lehrveranstaltung behandelt Methoden zur Modellierung und Simulation technischer Systeme. Im ersten Teil der Vorlesung werden allgemeine Konzepte der Modellierung und Simulation vorgestellt, es werden typische Anwendungsszenarien besprochen und die erreichbaren Ergebnisse herausgearbeitet. Daran anschließend werden Techniken vermittelt, um mit Hilfe von Simulationsmodellen Systeme zu bewerten und zu verbessern. Dieser Teil umfasst die Vorstellung von Methoden zum Systemvergleich, zur Experimentplanung und zur Optimierung von Simulationsmodellen. Danach werden kontinuierliche und hybride Simulationsmodelle eingeführt. Den Abschluss der Vorlesung bilden Methoden zur Effizienzsteigerung der Simulation durch Varianzreduktionstechniken und parallele Simulation.					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktes Neuroinformatik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. P. Buchholz					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Computational Physics

PHY632	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Computational Physics* b) Übung zu *Computational Physics*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 30 h	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können Studierende die modernen Methoden der computerunterstützten theoretischen Physik und der Computersimulation auf Beispiele aus der Physik der Elementarteilchen und der kondensierten Materie anwenden.
- sind Studierende in der Lage, ein numerisches Problem zu erkennen, einen geeigneten Algorithmus zu wählen und diesen in einem Programm anzuwenden.
- durch die Bearbeitung der Projekte im Team wurde bei den Studierenden die Teamfähigkeit und das Projektmanagement gefördert
- haben Studierende die graphische Aufbereitung und Präsentation numerischer Ergebnisse eingeübt

Inhalt
Grundlegende numerische Techniken, z.B.:
Numerische Differentiation, Integration, Lösung von Differentialgleichungen. Grundaufgaben der numerischen linearen Algebra: lineare Gleichungssysteme und Eigenwertprobleme.
Spezifische numerische Techniken der Physik, z.B.:
Nichtlineare Optimierung in vielen Variablen, Bestimmung dominanter Eigenwerte in hochdimensionalen Räumen, Variationsverfahren, Lösung gekoppelter gewöhnlicher Differentialgleichungen, Molekulardynamik-Simulationen, Lösung partieller Differentialgleichungen, Monte-Carlo-Simulationen und -Integrationen, Lösung stochastischer Differentialgleichungen.
Physikalische Anwendungsfelder, z.B.:
Nichtlineare Dynamik (Poincaréschnitte, Ljapunow-Exponenten, Attraktoren, Bifurkationen). Elektrodynamik (Potentialgleichung). Optik (Beugung). Quantenmechanik (Stationäre Zustände, Variationsverfahren, Grundzustandsberechnungen, Zeitentwicklung, Streuprobleme, Hartree-Fock-Methode). Quantenfeldtheorie (Gitter-QFT, Funktionalintegrale). Statistische Physik (Transfermatrixmethoden, kritische Punkte und kritische Exponenten, Simulationen von Vielteilchensystemen mit Molekulardynamik und klassischen und quantenmechanischen Monte-Carlo-Methoden, stochastische Dynamik). Festkörperphysik (Dichtefunktionalmethoden, Bandstrukturberechnung). Teilchenphysik.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: Präsentation der Übungsprojekte, Modulprüfung: schriftlich oder mündlich (wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Praktische Optimierung

NI09	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Praktische Optimierung*			**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 150 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende Einsicht in die Problematik und analytische Struktur der jeweiligen Problemklasse erworben und methodisches Spezialwissen zur praktischen Lösung solcher Probleme erlernt
- kennen und beherrschen Studierende praxisorientierte Lösungsansätze und besitzen die Fähigkeit, selbständig praxisrelevante Probleme bearbeiten zu können
- haben Studierende gelernt, die Ergebnisse auch kritisch zu beurteilen

Inhalt
Bei der Optimierung komplexer Systeme speziell in den Ingenieurwissenschaften stellt sich meist schnell heraus, dass die Reichweite analytischer und exakter Lösungsmethoden wegen idealisieren- der Voraussetzungen für die Praxis zu eingeschränkt ist. Die „Praktische Optimierung“ behandelt deshalb solche Lösungsansätze, die sich für praxisrelevante Problemklassen wie die nichtkonvexe Optimierung unter dem Black-Box-Szenario, die Optimierung bei Unsicherheit sowie zeitvarianter Probleme, die mehrkriterielle und schließlich die symbolische Optimierung bewährt haben. Methodisch kommen hier direkte deterministische Suchverfahren als auch etwa evolutionäre Algorithmen zum Einsatz. Besonderes Augenmerk gilt der Hybridisierung der Optimierverfahren mit statistischen Methoden: Bei zeitinvarianten Problemen werden Prognosemodelle, bei der Optimierung unter Unsicherheit statistische Testverfahren, zur Funktionsapproximation etwa Krigingverfahren oder Neuronale Netze benutzt. Weitere Themen berühren softwaretechnische Fragen zur Kopplung von Optimier- verfahren und (kommerziellen) Simulatoren sowie die sinnvolle Nutzung paralleler Hardware. In den Übungen soll sich mit den Lösungsansätzen aktiv auseinandergesetzt werden, wobei existierende Schnittstellen zu Simulatoren softwaretechnisch bedient werden müssen

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Neuroinformatik

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Günter Rudolph

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Schwerpunkt

Biophysik

Biophysik

BP01	Credits 15 CP- 25 CP	Workload 450 h- 750 h	Semester ab 1. Sem.	Turnus WiSe und SoSe,	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen (Kernbereich, 15 CP) a) Vorlesung b) Übung c) Praktikum			**Kontaktzeit** a) 90 h b) 60 h c) 25,5 h	**Selbststu-dium** mind. 275 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 15 c) 15

Teilnamevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse des Aufbaus von Biomolekülen (Bachelor-Niveau Medizinische Physik)

Lernziele (learning outcomes)
Nach der erfolgreichen Teilnahme des Moduls Biophysik

- haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis über die wesentlichen Konzepte der modernen Biophysik, vor allem basierend auf den Kerndisziplinen der Thermodynamik, Kinetik, Spektroskopie, Makromolekulare Strukturaufklärung und Molekulardynamik-Simulation
- haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der Physik der Zelle und Zellkommunikation. Vor allem die Anwendung der Prinzipien der Mechanik, Statistischer Physik &Thermodynamik und Elektrodynamik auf die Zelle ist den Studierenden bekannt.
- sind sich die Studierenden bewusst, welche grundlegenden Prinzipien für die differenzielle Auswahl und Anwendung praktischer Methoden und für die Erforschung biophysikalischer Problemstellungen in Frage kommen
- sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Instrumente zur Erforschung biophysikalischer Probleme zu bedienen.
- können die Studierenden moderne Datenverarbeitungsgeräte und Softwaretools sinnvoll für die Bearbeitung biophysikalischer Fragestellungen nutzen
- kennen die Studierenden biophysikalisch relevante Makromoleküle und Makromolekül-Komplexe bis zur detaillierten Struktur und zum molekularen Funktionsmechanismus
- haben die Studenten systemische Kompetenzen erworben, um ein komplexes molekularbiologisches System in seiner Gesamtheit zu begreifen und systematisch zu analysieren, wie seine Einzelkomponenten miteinander netzwerkartig interagieren

Inhalt

- In der Biophysik werden physikalische Prinzipien und Methoden auf biologische Systeme auf sämtlichen Skalen angewandt. Es werden makroskopische Phänomene wie die Physik des Blutflusses oder die Propagation von Nervenimpulsen, über die physikalischen Eigenschaften von Zellen, Zellmembranen und Zellverbänden (Zellmechanik, Elektrondynamik, Thermodynamik), bis hin zur molekularen Biophysik, in der einzelne Proteine und deren Struktur und Interaktionen im Fokus stehen, erforscht.
- In der molekularen Biophysik werden in einem breiten, interdisziplinären Ansatz neue biophysikalische Methoden entwickelt, mit denen die Struktur, die Funktion und die Interaktion von Proteinen auf verschiedenen Ebenen untersucht werden. Erforscht werden Proteine in der lebenden Zelle, an Biomembranen gebundene Proteine und isolierte Proteine. Dazu werden in einem interdisziplinären Ansatz physikalische, biochemische und biologische Methoden kombiniert. Grundlegendes Wissen und

grundlegende experimentelle und theoretische Techniken aus allen diesen Bereichen werden in der Biophysik vermittelt.

- Auf der makro- und mesoskopischen Skala der biophysikalischen Forschung werden vor die klassischen Konzepte der Hydrodynamik (Blut), Elastizitätstheorie (Membranbiophysik, Zellmechanik), Elektrodynamik (Elektrophysiologie) und der statistischen Thermodynamik auf biologische Fragestellungen angewandt. Es wird erforscht wie sich weiche Materie (z.B. Rote und weiße Blutkörperchen) unter Fluss- oder Deformationsbedingungen (Zelladhesion) verhalten und wie elektrische Eigenschaften dieses beeinflussen. Dynamik und Ordnung von Biopolymeren stehen im Zentrum der Erforschung des Zytoskellets. Für sämtliche Phänomene wird die Rolle von Phasenumwandlungen und kritischen Phänomenen als Regulation biologische Prozesse erforscht.
- Insbesondere werden darüber hinaus spektroskopische Techniken, Röntgenstrukturanalyse und biomolekulare Simulationen eingesetzt und miteinander kombiniert. Im Fokus sind dabei die Entwicklung und der Einsatz innovativer spektroskopischer, insbesondere vibrationsspektroskopischer Methoden, der Infrarot- und Raman-Spektroskopie. Zum einen werden zeitauflösende Techniken eingesetzt, um die Dynamik der Proteine zu analysieren. Damit wird ein detaillierter Einblick in die Funktion bzw. Fehlfunktion von Proteinen mit höchster räumlicher und zeitlicher Auflösung erhalten.
- Zum anderen werden neue vibrationsspektroskopische Imaging-Methoden entwickelt, mit denen Tumore in Geweben („spektrale Histopathologie“), und Tumorzellen („spektrale Zytopathologie“) automatisiert, nicht-invasiv und Marker-frei identifiziert werden können. Dazu werden mit Hilfe von IR- und Raman-Mikroskopen ortsaufgelöste Bilder von Geweben und lebenden Zellen aufgenommen.

Lehrformen
In den Lehrveranstaltungen werden im Wesentlichen klassische Lehrformate, wie Vorlesungen und praktische und theoretische Übungen sowie Seminarvorträge eingesetzt. Daneben gibt es auch Elemente, bei denen Computer-gestützte Untersuchungs- und Auswertemethoden genutzt werden.

Prüfungsformen
Der Lernerfolg wird durch 2-stündige Klausuren sowie durch Einreichung von ca 10-15 seitigen schriftlichen Übungsprotokollen zu allen Versuchen oder mündlichen Kolloquien (30 min) nachgewiesen. Hier wird überwiegend Veranstaltungs-spezifisches Wissen und Verständnis überprüft.
Die abschließende mündliche Modulabschlussprüfung (2 CP) umfasst 30-45 min; hier werden auch übergeordnete Fragestellungen behandelt, die über das Wissen der einzelnen Veranstaltungen hinausgehen und über das Verständnis integrierter Zusammenhänge Auskunft geben.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung. Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte Prof. Dr K. Gerwert, PD Dr. M. Lübben, Prof. Dr. M. F. Schneider

Sonstige Informationen Das Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum und der TU Dortmund abgehalten

Folgende Lehrveranstaltungen werden im Schwerpunkt Biophysik angeboten

An der RUB:

Veranstaltung	SWS	Typ	CP
Biophysik I (Kernveranstaltung)	6	VL, Ü	6
Biophysik II	4	VL, Ü	4

(Kernveranstaltung)			
F-Praktikum Biophysik (Kernveranstaltung)	1,7	P	5
Molekulare Biologie der Proteine, A-Modul I	10,7	VL, Ü, P, S	10
Biophotonik und diagnostisches Imaging, Vorlesung, A-Modul II	10,7	VL, Ü, P, S	10
Introduction to Bioinformatics	3	VL, Ü	5
Methoden der Bioinformatik	2,7	VL, Ü	5
Forschungspraktikum Biophysik, S-Modul	10,7	P, S	10
Strahlenschutz im RUBION- Zentrale Einrichtung für Ionenstrahlen	3	VL, P	5
Biochemie des Stoffwechsels	2	VL, S	3-4

An der TU Dortmund:

Veranstaltung	**SWS**	**Typ**	**CP**
Physik des Lebens	3 + 1	VL, Ü	6
Theorie weicher und biologischer Materie	3 + 1	VL, Ü	6
Theorie weicher und biologischer Materie II	2	VL, Ü	4
Soft Matter und Biophysik: Experiment und Theorie	2	SE	3
Physik weicher Materie; Theorien und Messmethoden	2	VL	3
Strukturanalyse mit Röntgenstrahlung	2 + 1	VL, Ü	5
Seminar - Medizinische Bild- und Signalverarbeitung: Deep Learning, Simulation und Visualisierung (Modulbeschreibung: siehe Schwerpunkt Bildgebende Verfahren)	Weichert (IT, TuDo)	2	4

Biophysik I (Grundlagen)					
BP02	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** WS	**Dauer** 1 Semester
a) Vorlesung *Biophysik I* b) Übung zu *Biophysik I*			**Kontaktzeit** 90 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppen-größe** Studierende a) Unbegrenzt b) 30

Lernziele (learning outcomes)
Vermittlung der grundlegenden Kenntnisse (Strukturwissen), die für ein allgemeines Verstehen der Biophysik und der wichtigsten hierbei eingesetzten Techniken notwendig sind. Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Messgeräte zu bedienen und sinnvoll einzusetzen. Sie sollen ferner die theoretischen Konzepte sowie die Nutzung experimenteller Methoden angemessen zu erläutern.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls kennen die Studierenden das Grundgerüst der zentralen Inhalte der Biophysik, wie Thermodynamik, Kinetik, Spektroskopie, Computermodellierung der Proteindynamik, und sie verstehen die wesentlichen Grundlagenkonzepte der Biophysik.

Inhalt
Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf den in Bochum zentral eingesetzten Arbeitsmethoden der molekularen Biophysik, anhand derer beispielhaft die Basiskonzepte vorgestellt werden. Die einzelnen Themen umfassen die Grundlagen der Gebiete
- Proteinaufbau
- Membranaufbau
- Transportprozesse
- biologische Energieformen
- biochemische Reaktionen
- Strukturaufklärung
- Molekularsimulationen
- Spektroskopische Methoden
- Zentrifugationsmethoden
- Rastersondentechniken
- Strahlen- und Umweltbiophysik

Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Wo es sinnvoll ist, wird die Anwendung von Computersoftware zur Berechnung von typischen Versuchsergebnissen demonstriert und insbesondere bei der Computer-gestützten Molekulardynamik eingesetzt.

Lehrformen
Vorlesung (4 h/Woche), Bearbeiten und Lösen von Vorlesungs-bezogenen Übungsaufgaben (2h/Woche)

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
Zur Vorlesung muss eine 2-stündige Prüfungsklausur über den gesamten Vorlesungs- und Übungsinhalt bestanden werden. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben ist verpflichtend. Erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben ermöglicht den Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, A. Mosig, T. Rudack

Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum

Biophysik II (Biomolekulare Struktur und Dynamik)					
BP03	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** SoS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Biophysik II* b) Experimentelle und Computer-gestützte Übung zu *Biophysik II*			**Kontaktzeit** 45	**Selbststudium** 75 h	**Gruppengröße** Studierende a) Unbegrenzt b) 15

Lernziele (learning outcomes)
Vermittlung von fortgeschrittenen Kenntnissen (Strukturwissen), die für eine erfolgreiche eigenständige experimentelle Arbeit im Bereich Biophysik notwendig sind.

Hierbei liegt der Schwerpunkt auf den in Bochum zentral eingesetzten Techniken der molekularen Biophysik, repräsentiert durch die Dozenten des LS Biophysik.
Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Messgeräte zu bedienen und sinnvoll einzusetzen. Sie sollen ferner die theoretischen Konzepte sowie die Nutzung experimenteller Methoden angemessen zu erläutern.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben die Studierenden vertiefte Einblicke in die zentralen Hauptgebiete der Biophysik, wie Thermodynamik, Kinetik, Spektroskopie, Computermodellierung der Proteindynamik. Darüber hinaus verstehen sie die Verknüpfung der wesentlichen biophysikalischen Grundlagenkonzepte.

Inhalt
Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf den in Bochum zentral eingesetzten Arbeitsmethoden der molekularen Biophysik. Besonderes Augenmerk wird auf die Fall-bezogene Anwendung von Arbeitstechniken gelegt, damit die Studierenden den Bezug der Nutzung experimenteller Methoden und ihrer Ergebnisse zur Bildung von Hypothesen und Theorien nachvollziehen können. Nach diesem Prinzip werden folgende Themen behandelt:

1. Block Klaus Gerwert/Carsten Kötting: Spektroskopie (4 Wochen, 2h Vorlesung, 4 h Übung, ggfs. als Block)
2. Block Till Rudack: Molekulare Simulationen (4 Wochen, 2h Vorlesung, 4 h Übung, ggfs. als Block)
3. Block Eckhard Hofmann: Strukturbestimmungsmethoden (4 Wochen, 2h Vorlesung, 4 h Übung, ggfs. als Block)
4. Block Mathias Lübben: Kinetische und thermodynamische Methoden (4 Wochen, 2h Vorlesung, 4 h Übung, ggfs. als Block)

Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Wo es sinnvoll ist, wird die Anwendung von Computersoftware zur Auswertung von erzielten Versuchsergebnissen demonstriert und insbesondere bei Rechnungen zur Computer-gestützten Molekulardynamik eingesetzt.

Lehrformen
Vorlesung (2 h/Woche) in offenem, seminaristischem Format. Die praktischen Übungen werden nach Vereinbarung und individueller Anmeldung bevorzugt als Block durchgeführt (am Computer-Cluster oder im Labor)

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
Zur Vorlesung wird keine Prüfungsklausur verlangt; die Teilnahme an den praktischen Übungen ist jedoch verpflichtend. Für die praktischen und theoretischen Übungen muss für jeden

Block ein benotetes Protokoll abgegeben und/oder ein mündlicher Seminarvortrag abgehalten werden.
Voraussetzungen für die Vergabe von Bestehen der Prüfungsleistungen
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, T. Rudack
Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum

F-Praktikum Biophysik

BP04	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. -2. Sem.	Turnus WS + SoS	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltungen Experimentalpraktische oder Computer-gestützte Übung, 5 Teilversuche (1 CP pro Versuch)			**Kontaktzeit** 1,7 SWS	**Selbststudium** 125 h	**Gruppengröße** 15 Studierende

Lernziele (learning outcomes)
Vermittlung von praktischen Kenntnissen, die für eine erfolgreiche eigenständige experimentelle Arbeit im Bereich Biophysik notwendig sind.

Hierbei liegt der Schwerpunkt auf den in Bochum zentral eingesetzten Techniken der molekularen Biophysik, repräsentiert durch die Dozenten des LS Biophysik.
Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Messgeräte zu bedienen und sinnvoll einzusetzen. Sie sollen ferner die theoretischen Konzepte sowie die Nutzung experimenteller Methoden angemessen zu erläutern.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben die Studierenden vertiefte Einblicke in die in der Biophysik genutzten Techniken erhalten. Sie verstehen darüber hinaus, experimentelle Methoden mit den theoretischen Konzepten der molekularen Biophysik zu verknüpfen.

Inhalt
Es können wahlweise a) alle 5 Versuche aus dem F-Praktikums- Angebot des LS Biophysik gewählt werden oder b) 3 Versuche aus dem Praktikumsangebot der Biophysik und 2 nicht-biophysikalische Versuche aus dem F-Praktikumsangebot der Physik der RUB Bochum oder äquivalente Versuche der Physik der TU Dortmund. Der Schwerpunkt der in der Biophysik in Bochum angebotenen Versuche basiert auf den zentral in der Forschung eingesetzten biophysikalischen Arbeitsmethoden.
Wahlmöglichkeiten der Biophysik (Bochum), die Inhalte umfassen Strukturauflösende Methoden, Röntgenkristallographie, Protein-Modellierung, Kraftfelder, Molekulardynamik-Simulation, FT-IR und Raman-Streuung; Spektroskopie in Anwendung auf aktuelle Fragestellungen, Bioinformatik

Die F-Praktikums-Versuche aus dem Angebot der Biophysik umfassen:

1) Zeitaufgelöste FT-IR – Spektroskopie
2) Molekulardynamik-Simulation
3) Proteinmodellierung
4) UV/VIS-Spektroskopie
5) Röntgenstrukturanalyse
6) Raman-Imaging
7) FT-IR-Imaging

Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Die Anwendung von modernster Computersoftware wird zur Auswertung von erzielten Versuchsergebnissen genutzt. Insbesondere wird diese bei Rechnungen zur Computer-gestützten Molekulardynamik eingesetzt.

Lehrformen
Selbststudium des Versuchsskripts, Durchführung des praktischen Versuchs unter Aufsicht eines qualifizierten Tutors. Die praktischen Übungen werden nach Vereinbarung und individueller Anmeldung bevorzugt als Block durchgeführt (am Computer-Cluster oder im Labor)

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Anwesenheit; Anfertigen von Protokollen zu den Praktikumsversuchen; abschließende mündliche Leistungsüberprüfung (10-15min)

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Ein benotetes Protokoll für jeden Versuch
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, A. Mosig, T. Rudack
Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum

Molekulare Biologie der Proteine

BP05	Credits 10 CP	Workload 300 h	Semester 1. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester (1. Semesterdrittel)
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Molekulare Biologie der Proteine* b) Experimentelle und Computer-gestützte Übung zu *Molekulare Biologie der Proteine* c) Seminarvortrag zu *Molekulare Biologie der Proteine*			**Kontaktzeit** 160 h	**Selbststudium** 140 h	**Gruppengröße** 10 Studierende

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden entwickeln Verständnis und praktische Fähigkeiten für die moderne Biophysik, sowohl in praktischen Experimenten, als auch vor allem bei der computergestützten Auswertung. Nach Ende des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die verschiedenen biophysikalischen und auch bioinformatischen Methoden erlangt, die von den beteiligten Gruppen bei der molekularen Analyse von Proteinen eingesetzt werden. Dies beinhaltet das Verständnis sowohl der theoretischen und experimentellen Grundlagen (Klausur), als auch die experimentelle Umsetzung und Auswertung am Computer (Protokoll). Exemplarisch werden die Studierenden ausgewählte Enzyme, Onkogene und Transportproteine strukturell und funktionell verstehen (Klausur). Die Studierenden lernen, diese Informationen komprimiert darzustellen und in einem Kurzvortrag zu kommunizieren (Vortrag).

Inhalt
Die moderne Biophysik bedient sich aller geeigneten Techniken aus Physik und physikalischer Chemie, um die Strukturen und Prozesse lebender Systeme bis hinunter zur atomaren Ebene darzustellen und zu verstehen. Computer haben sich als wichtige Hilfsmittel erwiesen einerseits zur Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten aller Art, anderseits auch als Grundlage der Bioinformatik. Es ist zu erwarten, dass diese Aspekte im Berufsleben eines Medizinphysikers einen erheblichen Raum einnehmen. Daher führt dieses Blockpraktikum die Studenten in die computerbasierte Arbeit mit verschiedenen Techniken moderner Biologie und Biophysik ein. Der Schwerpunkt liegt auf diesem Gebiet, es werden aber auch nasschemische und biophysikalische Experimente durchgeführt.

1. Woche Bioinformatik: Biologische Sequenzdatenbanken (DNA und Proteine). Virtuelles Klonieren. Lokale und Globale Sequenzalignments. Protein-Strukturvorhersage. Homologiemodelling.
2. Woche Kristallographie: Vollständige Strukturaufklärung von Lysozym aus Hühnereiweiß. Dies beinhaltet: Praktische Proteinkristallisation, Kristallmontage, Datensammlung, Strukturlösung mit Hilfe des molekularen Ersatzes, Modellbau, Strukturverfeinerung, Analyse des Strukturmodells.
3. Woche Modellierung und Simulation von Proteinen: Sequenz- und Strukturdatenbanken im Internet. Programme und Methoden der Molekülgrafik. Simulation von Bewegungen. Erstellen von eigenen Videos.
4. Woche Spektroskopie: Messung des Photozyklus von Bakteriorhodopsin mit Vis- und FTIR-Spektroskopie. Einfluss von Punktmutationen auf die Proteinfunktion. Sekundärstrukturanalyse mittels FTIR-Spektroskopie.

Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Wo es sinnvoll ist, wird die Anwendung von Computersoftware zur Auswertung von erzielten Versuchsergebnissen demonstriert und insbesondere bei Rechnungen zur Computer-gestützten Molekulardynamik eingesetzt.

Lehrformen Die Veranstaltung besteht aus 4 einwöchigen Blöcken und beinhalten Vorlesungen (2-4 h/Woche). Die praktischen Übungen nehmen den Hauptteil der Veranstaltungszeit ein und werden im Labor oder am Computer-Cluster durchgeführt.
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Es wird eine zweistündige benotete Prüfungsklausur verlangt; die regelmäßige Teilnahme an den Block-gebundenen Vorlesungen und praktischen Übungen ist verpflichtend. Für die praktischen und theoretischen Übungen muss für jeden Block ein benotetes Protokoll abgegeben, hierzu gibt es eine Nachbesserungsmöglichkeit. Mindestens ein mündlicher Vortrag muss gehalten werden.
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, T. Rudack
Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum

<table>
<tr><th colspan="6">Biophotonik und diagnostisches Imaging</th></tr>
<tr><td>BP06</td><td>Credits
10 CP</td><td>Workload
300 h</td><td>Semester
1. Sem.</td><td>Turnus
WS</td><td>Dauer
1 Semester (3. Semesterdrittel)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lehrveranstaltungen
a) Vorlesung Biophotonik und diagnostisches Imaging
b) Experimentelle und Computer-gestützte Übung zu Biophotonik und diagnostisches Imaging
c) Seminarvortrag zu Biophotonik und diagnostisches Imaging</td><td>Kontakt-zeit
160 h</td><td>Selbst-studium
140 h</td><td>Gruppengröße
12 Studierende</td></tr>
<tr><td colspan="6">Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden erlernen den Umgang mit biophysikalischen Forschungsgeräten im Umfeld von aktuellen Forschungsthemen. Sie vertiefen ihr Verständnis von moderner Biophysik und entwickeln Fähigkeiten, die zur Durchführung und schriftlichen Darstellung aktueller Forschungsarbeiten not-wendig sind (Protokoll). Den Studierenden werden interdisziplinäre Denk- und Arbeitsweisen vermittelt, indem die im experimentellen Teil gesammelten Spektral- und Strukturdaten mit Werkzeugen der Bioinformatik analysiert und die Ergebnisse anschließend präsentiert werden (Vortrag).</td></tr>
</table>

Inhalt
Dieser Kurs für Fortgeschrittene geht über den Grundkurs Biophysik 4 (Molekulare Biologie der Proteine) hinaus: Die bereits dort erlernten Techniken werden nun eingesetzt, um Moleküle zu untersuchen, die im aktuellen Interesse der Forschung des Lehrstuhls sind, insbesondere auf den beiden Gebieten der Protein-Strukturanalyse sowie der Spektroskopie. Diese Themen werden ergänzt durch bioinformatorische Bild- und Signalverarbeitung zur Analyse mikroskopischer und spektroskopischer Daten.
Anhand der am Lehrstuhl etablierten Techniken werden Proteine der Signaltransduktion (GTPasen, GPCR, Rhodopsin), Ionentranslokation (bR, Cytochromoxidase, ATPase) und photosynthetische Reaktionszentren (bakterielles RC, PSII) untersucht. Die ganze am Lehrstuhl vertretene Methodenvielfalt (Molekularbiologie, Spektroskopie, Röntgenstrukturaufklärung, Molekulardynamik-Simulation) wird dazu in sinnvoller Weise eingesetzt, um die individuellen Aufgabenstellungen zu bearbeiten.

1. Woche Molekulardynamik-Simulation: Modellierung und Simulation von Proteinen: Sequenz- und Strukturdatenbanken im Internet. Programme und Methoden der Molekülgrafik. Simulation von Bewegungen. Erstellen von eigenen Videos.
2. Woche Röntgenstrukturanalyse: Praktische Proteinkristallisation, Kristallmontage, Datensammlung, Strukturlösung mit Hilfe des molekularen Ersatzes, Modellbau, Strukturverfeinerung, Analyse des Strukturmodells.
3. Woche Spektroskopie: Vermittelt werden Grundlagen und Praxis der am Lehrstuhl etablierten bildgebenden Mikrospektroskopie, insbesondere der FTIR-, Raman-, und CARS-Mikroskopie sowie der Fluoreszenz-Mikropskopie. Darüber hinaus wird das spektrale Vermessen von flüssigem Probenmaterial und die Analyse der anfallenden Spektraldaten vermittelt.
4. Woche Bioinformatik: Zur Analyse der im Rahmen des Moduls experimentell gemessenen Daten werden die entsprechenden Techniken und Werkzeuge der Bioinformatik vermittelt. Hierzu gehören insbesondere die quantitative Bildanalyse, Co- Lokalisations-Studien, die Analyse morphologischer Strukturen sowie die Klassifikation von Spektraldaten, ebenso wie Methoden des maschinellen Lernens. In diesem Rahmen werden auch notwendige Programmierkenntnisse vermittelt.

Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Wo es sinnvoll ist, wird die Anwendung von Computersoftware zur Auswertung von erzielten Versuchsergebnissen demonstriert und insbesondere bei Rechnungen zur Computer-gestützten Molekulardynamik eingesetzt.

Lehrformen
Die Veranstaltung besteht aus 4 einwöchigen Blöcken und beinhalten Vorlesungen (2-4 h/Woche). Die praktischen Übungen nehmen den Hauptteil der Veranstaltungszeit ein und werden im Labor oder am Computer-Cluster durchgeführt.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
Die regelmäßige Teilnahme an den Block-gebundenen Vorlesungen und praktischen Übungen ist verpflichtend. Für die praktischen und theoretischen Übungen muss für jeden Block ein benotetes Protokoll abgegeben, hierzu gibt es eine Nachbesserungsmöglichkeit. Mindestens ein mündlicher Vortrag muss gehalten werden.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, T. Rudack

Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum

Introduction to Bioinformatics					
BP07	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Lecture *Introduction to Bioinformatics* b) Computer exercise on *Introduction to Bioinformatics*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppen-größe** Studierende a) Unbegrenzt b) 5

Lernziele (learning outcomes)
The students should become acquainted with the potential of bioinformatics for molecular and systemic life sciences. Not only basic theoretical concepts will be covered, a major focus is also on the direct application of knowledge. Concrete problems are discussed and their practical solution is practiced in computer assignments. The goal of this course is to enable students to address standard tasks in molecular and structural biology by means of computer methods.

Inhalt
Introduction to bioinformatics: role of computer and internet for biology and medicine as a scientific gateway to obtain biological information.
Structure of biological information: Genes, genomes, proteins, proteomes. Analysis of their composition by use of open source and proprietary software.
DNA sequencing, next-generation sequencing techniques for the analysis of large genomes and transcriptomes. Structure and use of DNA- und protein-related data banks.
Binary sequence comparison, dot plots, local and global sequence comparison. Homology search.
Motif and profile analysis.
Distance matrix and parsimony analysis, construction of phylogenetic trees.
Structure determination methods, structure data bases, data file formats, use of graphical molecular viewers.
Validation of molecular structures.
Introduction to structure prediction of proteins and ribonucleic acids.
Potentials and force fields of proteins. Application of Newtons equations to describe molecular dynamics; restrainsts, constraints. Simulation of molecular dynamics

The MOODLE learning platform will be used. In the computer exercises, application of various customized as well as publicly available programs and use of databanks as provided by the Biophysics or by the internet is crucial for this course.

Lehrformen
Lecture (2 h/week). The computer exercises are organized in 4 distinct blocks.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
A 2 hour exam will be written at the end of the semester.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: M. Lübben, A. Mosig, T. Rudack, R. Stoll

Sonstige Informationen: Venue Bochum, course held in English

Methoden der Bioinformatik					
BP08	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** SoS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Methoden der Bioinformatik* b) Übung *Methoden der Bioinformatik*			**Kontaktzeit** 40 h	**Selbststudium** 110 h	**Gruppengröße** Studierende a) Unbegrenzt b) 30
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden erlernen die grundlegenden Konzepte sowie die Denk- und Arbeitsweisen, welche algorithmischen und statistischen Ansätzen der Bioinformatik zugrunde liegen. Es wird die Fähigkeit vermittelt, die Algorithmen für elementare Probleme der Bioinformatik zu verstehen und die Zusammenhänge zwischen Biologischer Fragestellung und algorithmischer Herangehensweise nachzuvollziehen. Des Weiteren lernen die Studierende, Biologische Fragestellungen eigenständig in algorithmische Ansätze zu übertragen („algorithmisches Modellieren“).					
Inhalt Reguläre Ausdrücke und endliche Automaten; Grundlegende Konzepte der Berechenbarkeit und Komplexität; Algorithmen zum Vergleich von Sequenzen; Algorithmen und Modelle zur Vorhersage von RNA-Sekundärstrukturen; Distanzbasierte Rekonstruktion phylogenetischer Bäume und Netzwerke; Maximum Parsimony Phylogenie; Maximum Likelihood Statistik; Hidden Markov Modelle; Maximum Likelihood Phylogenie; Statistische Signifikanz lokaler Alignments. Für die Veranstaltung wird die Moodle-Plattform genutzt. Intensive Nutzung von Rechnern und verschiedenen Anwenderprogrammen. Besonderer Wert wird auf die Einübung des Shell-Scriptings gelegt.					
Lehrformen Vorlesung (2 h/Woche), Theoretische oder Computer-Übung (1h/Woche)					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Die Prüfungsleistung kann wahlweise (festgelegt im Vorfeld für den gesamten Kurs) in Form eines schriftlichen Tests oder als Kolloquium mit der lehrenden Person					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrender: A. Mosig					
Sonstige Informationen Veranstaltungsort Bochum					

Forschungspraktikum Biophysik					
BP09	**Credits** 10 CP	**Workload** 300 h	**Semester** 1. – 2- Sem.	**Turnus** WiSe + SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Experimentelle Übung *Biophysik*			**Kontaktzeit** 160 h	**Selbststudium** 140 h	**Gruppengröße** 2-3 Studie-rende

Lernziele (learning outcomes)
Kenntnis experimenteller und theoretischer Methoden der modernen Biophysik, Einführung in aktuelle, forschungsnahe Problemstellungen; Erlernen experimentell-praktischer Lösungsstrategien

Inhalt
In dem Praktikum werden, abhängig von der Verfügbarkeit von Plätzen, forschungsnahe Themen unter Anleitung eines Wissenschaftlers innerhalb der Arbeitsgruppen des LS Biophysik bearbeitet. Die Inhalte werden nach Vereinbarung von den durchführenden Dozenten festgelegt.

Die in Frage kommenden Themen werden vorzugsweise aus den folgenden Bereichen ausgewählt:

Zeitaufgelöste FT-IR – Spektroskopie
Molekulardynamik-Simulation
Proteinmodellierung
UV/VIS-Spektroskopie
Röntgenstrukturanalyse

Die Auswertung der Versuchsdaten wird mittels Computer-gestützter Datenverarbeitung durchgeführt.

Lehrformen
Vierwöchiges Praktikum an einem aktuellen Thema aus der Forschung in der Biophysik, betreut durch einen an dem Projekt arbeitenden Wissenschaftler.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Abgabe eines Arbeitsprotokolls (eine Nachbesserungsmöglichkeit) und nach Absprache mit dem Betreuer aus einem Seminarvortrag zum Versuch.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
Die Prüfungsleistung(en) bestehen aus der Abgabe eines Arbeitsprotokolls (eine Nachbesserungsmöglichkeit) und nach Absprache mit dem Betreuer aus einem Seminarvortrag zum Versuch.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, T. Rudack

Sonstige Informationen: Nach Vereinbarung kann das Praktikum auch auf die Dauer von insgesamt 6 Wochen ausgedehnt werden (15 CP). Veranstaltungsort Bochum.

Strahlenschutz im RUBION - Zentrale Einrichtung für Ionenstrahlen und Radionuklide					
BP10	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** 1. – 2- Sem.	**Turnus** WS + SoS	**Dauer** 1 Woche Kompaktkurs
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Strahlenschutz im RUBION* b) Experimentelle Übung zu *Strahlenschutz im RUBION*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** 5 Studierende
Lernziele (learning outcomes) Im Kurs wird der theoretische Hintergrund für den Umgang mit ionisierender Strahlung im Forschungslabor vermittelt. Der Student wird somit für den Erwerb des offiziellen Zertifikats der „Fachkunde im Strahlenschutz“ vorbereitet. Das Zertifikat ist eine der Voraussetzungen, die für die Ausübung des Amts eines „Strahlenschutzbeauftragten“ nötig sind.					
Inhalt In der Vorlesung werden folgende Themen behandelt: Strahlenphysik (Art, Herkunft, Erzeugung von radioaktiver Strahlung, radioaktiver Zerfall, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie) Grundlagen der Strahlenchemie und Strahlenbiologie (gesetzliche Grenzwerte, Exposition des Menschen im Alltag und am Arbeitsplatz, biologische Effekte und Risiken der ionisierenden Strahlung) Strahlungsmessung (Dosimetrie), Strahlenschutzmesstechnik Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen, Strahlenschutztechnik Gesetzliche Grundlagen und Voraussetzungen (Strahlenschutz, Erlaubnisse, Richtlinien, Normen) Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten In praktischen Übungen werden die Studenten mit den Prinzipien des Umgangs mit radioaktiven Strahlern vertraut gemacht. Die Auswertung der Versuchsdaten wird mittels Computer-gestützter Datenverarbeitung durchgeführt.					
Lehrformen Insgesamt 30 Vorlesungen und 8 h praktische Übungen					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Eine 2-stündige Klausur muss bestanden werden.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrende: H.-W. Becker, V. Foteinou, A. Gesper, P. Hagemann, P. Happel, M. Lübben, D. Meyer, D. Rogalla, B. Schalwat					
Sonstige Informationen: Veranstaltungsort Bochum					

Biochemie des Stoffwechsels					
BP11	**Credits** 3 oder 4 CP	**Workload** 90 oder 120 h	**Semester** 2. Sem.	**Turnus** SoS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Biochemie des Stoffwechsels* b) Seminarvortrag zu *Biochemie des Stoffwechsels*			**Kontaktzeit** 30h	**Selbststudium** 60 oder 90 h	**Gruppengröße** 5 Studierende

Lernziele (learning outcomes)
Die Studenten sollen am Beispiel von wichtigen katabolen und anabolen Stoffwechselwegen biophysikalische Grundlagen der Thermodynamik die Energetik und Kinetik von Stoffwechselprozessen erlernen die und Prinzipien der Strukturbiologie von Proteinen und Membranen sowie enzymkinetische Grundlagen verstehen. Ferner sollen die Studenten in der Lage sein, die Integration verschiedener Stoffwechselwege zu erkennen.

Inhalt
In der Vorlesung werden folgende Themen behandelt:
Kurzwiederholung der Basics: Biologische Monomere (Aminosäuren, Kohlenhydrate, Lipide, Nukleotide, Co-enzyme (Vitamine), Polymere (Makromoleküle) (Proteine, Kohlenhydrate)
Grundlagen des Stoffwechsels, Energetik, Kinetik und Enzymkinetik, Übersicht verschiedene Formen – Aerob (Gärungen Bakterien), Anaerober Elektronentransport, Lichtenergiewandlung – Integration
Prinzip der Aktivierung – Energiereiche Bindungen – Konzept der SubstratkettenphosphorylierungEnergiegewinnung durch Kohlenhydrate: Abbau durch Glykolyse (Embden-Meyerhof, Entner-Doudoroff-Pathways, bakterielle Gärung mit ausgewählten Beispielen)
Gluconeogenese, Glykogen-, Stärke-Biosynthese; Regulation durch Hormone; Pentosephosphat-Pathway
Katabolismus der Fettsäuren, Beta-Oxidation, Ketonkörperbildung
Zusammenfassung und Integration des katabolen Stoffwechsels; Krankeiten: Diabetes mellitus (Hormonregulation u. metabolische Entgleisung)
Oxidative Phosphorylierung und Photophosphosphorylierung
Photosynthese, Calvin-Cyclus, Rubisco, Photorespiration (C2-Pathway), C4-Pflanzen, CAM

Lehrformen
Neben der Vorlesung (2 h / Woche) kann optional von jedem Studenten ein 15-20minütiger Seminarvortrag übernommen werden.

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)
Die Semesterabschlussprüfung besteht aus einem 20-30minütigen Kolloquium (3 CP).

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragte: K. Gerwert, M. Lübben, Lehrender: M. Lübben

Sonstige Informationen: Veranstaltungsort Bochum

Physik des Lebens

BP12	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	ab 1. Sem.	WiSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung *Physik des Lebens* b) Übung zu *Physik des Lebens*	a) 45 h b) 15 h	120 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können Studierende physikalische Konzepte der Hydrodynamik, Elastizitätstheorie, Thermodynamik/Statistik und Elektrodynamik interdisziplinär auf Fragestellung der Biologischen und Medizinischen Physik (v.a.) auf mesoskopischer und makroskopischen Skala anwenden.
- haben Studierende in den Übungen gelernt, Probleme aus dem interdisziplinären Themenbereich biologische Physik und Physiologie eigenständig als physikalisches Problem zu erfassen, zu lösen und in der Gruppe zu diskutieren.

Inhalt
i) Thermodynamik, Phasenumwandlungen und kritische Phänomene in der Biologie. Rolle der Fluktuationen, Landau-Ginzburg, Verbindung zu allen anderen Gebieten
ii) Mechanik der Zelle: Elastizität von Schalen, Helfrich-Theorie, Benetzung, Zelladhesion nach Sackmann, Abknospung Linienspannung.
iii) Elektrostatik an Biopolymeren und Membranen: Poisson-Boltzmann, Gouy Chapmann, Kopplung zu Phasenumwandlungen
iv) Polymertheorie: Gauss und Flory Kette, Dynamik (Rousse und Zimm), De Gennes, Reptation, Semiflexible Polymer
v) Viskoeleastizitätstheorie von Biopolymernetzwerken/Zytoskelet. Affine Netze, Skalenargumente, Rubber-Plateau, Dynamik und Elastizität
vi) Leben bei kleinen Reynoldszahlen. Mikroswimmer, Reversibilität, Slender Body Theorie (Spermien, Bakterien, Pantoffeltierchen, Lunge,...)
vii) Nicht-lineare Phänomene. (gekoppelte) Nichtlineare Oszillatoren (Hören), Solitonen, Anwendung Nerven, Herz...
viii) Evolutionstheorie

Lehrformen: Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: Übungsaufgaben, Modulprüfung: Benotete Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik oder Wahlbereich

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Matthias Schneider

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Theorie weicher und biologischer Materie					
PHY633	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Theorie weicher und biologischer Materie* b) Übung zu *Theorie weicher und biologischer Materie*			**Kontaktzeit** c) 45 h d) 15 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine **Inhaltlich:** Thermodynamik und Statistik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende die modernen Methoden der theoretischen Physik (aus den Bereichen statistische Physik, Mechanik, Elektrodynamik) interdisziplinär auf Systeme der weichen Materie und der biologischen Physik anwenden • haben Studierende in den Übungen gelernt, Probleme aus dem interdisziplinären Themenbereich weiche Materie eigenständig als theoretisch-physikalisches Problem zu erfassen, zu lösen und in der Gruppe zu diskutieren.					
Inhalt Wichtige Systeme weicher und biologischer Materie: kolloidale Systeme, Flüssigkristalle, Polymere, flüssige Grenzflächen, fluide Membranen; Zellmembran, DNA, Zellskelett, Proteine, Motorproteine, Proteinfilamente. **Statistische Physik:** Virialentwicklung, Phasenübergänge (MeanField, Skalengesetze). **Molekulare Wechselwirkungen:** Debye-Hückel Theorie, van-der-Waals Wechselwirkung, DLVO-Theorie, hydrophober Effekt, Wasserstoffbrücken, sterische Wechselwirkungen. **Polymere:** Kettenmodelle, Selbstvermeidung, Polymerlösungen, Adsorption, Gummielastizität. **Flüssige Grenzflächen:** Oberflächenspannung, Differentialgeometrie, Flächen konstater Krümmung, Kapillarwellen, Benetzung, Schäume. **Membranen:** Biegeenergie, Formen flüssiger Vesikeln, thermische Fluktuationen. **Stochastische Dynamik:** Brownsche Bewegung, Diffusionsprobleme, Random Walk, Markov-Prozesse, Langevin-Gleichung und Fokker-Planck-Gleichung. **Physikalische und Chemische Kinetik:** thermisch aktivierte Prozesse, chemisches Gleichgewicht, chemische Kinetik, Michaelis-Menten. **Biologische Physik:** Molekulare Motoren, Filamente, ATP-getriebene Prozesse					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: Übungsaufgaben, Modulprüfung: Benotete Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. J. Kierfeld					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Theorie weicher und biologischer Materie II					
PHY838	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen c) Vorlesung *Theorie weicher und biologischer Materie II* d) Übung zu *Theorie weicher und biologischer Materie II*			**Kontaktzeit** c) 15 h d) 15 h	**Selbststudium** 90 h	**Gruppengröße** Studierende c) unbegrenzt d) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine **Inhaltlich:** *Thermodynamik und Statistik* und *Theorie weicher und biologischer Materie* **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende die modernen Methoden der theoretischen Physik (aus den Bereichen statistische Physik, Mechanik, Elektrodynamik) interdisziplinär auf Systeme der weichen Materie und biologischen Physik anwenden • haben Studierende in den Übungen gelernt, Probleme aus dem interdisziplinären Themenbereich weiche Materie eigenständig als theoretisch-physikalisches Problem zu erfassen, zu lösen und in der Gruppe zu diskutieren.					
Inhalt Fortgeschrittene Themen weicher und biologischer Materie: insbesondere theoretische Modelle für Membranen, Zellskelett, Proteine, Motorproteine, Proteinfilamente. **Membranen:** Biegeenergie, Formen flüssiger Vesikeln, thermische Fluktuationen. **Stochastische Dynamik:** Brownsche Bewegung, Diffusionsprobleme, Random Walk, Markov-Prozesse, Langevin-Gleichung und Fokker-Planck-Gleichung. **Physikalische und Chemische Kinetik:** thermisch aktivierte Prozesse, chemisches Gleichgewicht, chemische Kinetik, Michaelis-Menten. **Biologische Physik:** Molekulare Motoren, Filamente, ATP-getriebene Prozesse **Nichtlineare Dynamik:** Nichtlineare mathematische Modelle biologische Prozesse, Reaktions-Diffusions-Prozesse, Musterbildung, Turing-Instabilitäten					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: Übungsaufgaben, Modulprüfung: Benotete Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. J. Kierfeld					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Soft Matter und Biophysik: Experiment und Theorie					
PHY713	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Soft Matter und Biophysik: Experiment und Theorie*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende 15
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine **Inhaltlich:** Thermodynamik und Statistik (ggf.) **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende die verschiedensten experimentellen Methoden und theoretischen Konzepte kennengelernt, die in dem interdisziplinären Feld der Forschung an Weicher Materie und Biophysik zum Einsatz kommen • haben sich Studierende Präsentationstechniken zur Wissensvermittlung und Diskussionstechniken angeeignet					
Inhalt Das Seminar besteht aus Präsentationen der Studierenden zu Themen aus den Bereichen Soft Matter und Biophysik: Experimentelle Methoden und theoretische Konzepte aus den Bereichen Soft Matter und Biophysik, z.B.: **Soft Matter:** Experimentelle Techniken wie Röntgenkleinwinkelstreuung und Röntgenreflektivität, Theorie von Kolloiden (harte Kugeln), Flüssigkristallen, Membranen und Vesikeln, Polymeren (DNA), etc. **Biophysik:** Experimentelle Methoden wie Röntgenstrukturanalyse und Proteinkristallisation, hochauflösende Mikroskopie, Theorie und Simulation von Proteinen und Proteinfaltung, molekulare Motoren, Viren, etc.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an die Vorträge, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag (30min + 15min Diskussion)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r Prof. J. Kierfeld, Prof. M. Tolan					
Sonstige Informationen Bzgl. Beratung und Koordination der Veranstaltungen wenden Sie sich bitte an den Modulbeauftragten. Das Seminar findet in Dortmund statt.					

Physik weicher Materie; Theorien und Messmethoden					
PHY5215	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** nach Bedarf (SoSe oder WS)	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Physik weicher Materie; Theorien und Messmethoden*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus der Festkörperphysik und Thermodynamik und Statistik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende strukturelle und dynamische Eigenschaften von Molekülen, Makromolekülen und Kolloide, sowie von Mischungen, Lösungen und Schmelzen kennengelernt
- haben Studierende Einblicke in mikroskopische Theorien und phänomenologische Modelle zur Beschreibung von Flüssigkeiten, Polymeren, und kolloidale Systeme erhalten
- verstehen Studierende moderne experimentelle Techniken, die zur Erforschung von ungeordneter Materie eingesetzt werden

Inhalt
Theoretische Beschreibung der mikroskopischen Dynamik in Flüssigkeiten, Zeitabhängige Streuung und Langevin-Gleichung, Debye Modell für Rotationsdiffusion, Glasübergang, Konformation von Einzelketten, Experimentelle Bestimmung von Polymerstrukturen, Entropieelastizität, Rouse- und Zimm-Modell, Reptationsmodell, assoziierte Flüssigkeiten, Flüssigkristalle, kolloidale Systeme, Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung der Dynamik und Test von Theorien mittels dielektrischer Relaxation, Rheologie, Kalorimetrie, Kernspinresonanz und Licht- und Neutronen-Streuung

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik

Modulbeauftragte/r Priv.-Doz. Dr. C. Gainaru

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Strukturanalyse mit Röntgenstrahlung					
PHY829	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 2 Wochen (Blockveranstaltung)
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Strukturanalyse mit Röntgenstrahlung* b) Übung zu *Strukturanalyse mit Röntgenstrahlung*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 15 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine **Inhaltlich:** *Festköperphysik / Struktur der Materie* **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende die grundlegende Beschreibung von Kristallstrukturen, die Grundlagen der Strukturaufklärung mit Röntgenstrahlung und verschiedene Anwendungen der entsprechenden experimentellen Verfahren erlernt • haben Studierende einen Überblick über die unterschiedlichen Röntgen-Methoden gewonnen, die man zur Strukturaufklärung kristalliner und nicht-kristalliner Systeme heranziehen kann					
Inhalt **Struktur idealer Kristalle:** Beschreibung periodischer Strukturen, fundamentale Gitterarten, Netzebenen, Beispiele für einfache Kristallstrukturen. **Röntgenstrukturanalyse:** Beugung von Wellen am Kristall, Laue-Interferenzfunktion, reziprokes Gitter, Verfahren der Röntgenstrukturanalyse, Strukturfaktor, Phasenproblem, nicht-ideale Kristallstrukturen, amorphe Systeme, Streuung an der Oberfläche. **Spezielle Röntgentechniken:** Röntgenreflektometrie, Röntgenkleinwinkelstreuung, Absorptionsspektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Röntgen-Raman-Streuung **Moderne Röntgenquellen:** Röntgenröhre, Synchrotronstrahlungsquellen, Röntgenlaser					
Lehrformen Vorlesung, Übung (Blockkurs)					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung; wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Teil des Schwerpunktmoduls Biophysik					
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. M. Tolan, Dr. C. Sternemann, Dr. M. Paulus					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Schwerpunkt

Angewandte Physik in der Medizin

Angewandte Physik in der Medizin

APM01	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	15-25 CP	450-750 h	1.-2. Sem.	WiSe & SoSe	2 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung c) Seminar d) Praktikum	je mind. a) 30 h b) 30 h c) 30 h d) 35 h	mind. 327 h	Studierende a) unbegrenzt b) 30 c) 30 d) 15

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich der Spezialisierung innerhalb des Moduls. Diese können beispielsweise durch eine erfolgreiche Teilnahme an den Modulen „Einführung die Plasmaphysik“ bzw. „Einführung in die Kern- und Teilchenphysik“ erworben werden.
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Die Lernziele hängen von der Spezialisierung innerhalb des Moduls ab.
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls mit der Spezialisierung **Plasmaphysik**

- haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Merkmale eines Plasmas und ihre Wechselwirkung mit biologischen Systemen;
- sind sich Studierende über die unterschiedlichen Plasmakonzepte, die sich für die medizinischen Anwendungen eignen, bewusst;
- kennen Studierende die grundlegenden Konzepte der Plasmagleichgewichte sowie deren Dynamik als auch die Diagnostik von Plasmen.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls mit der Spezialisierung **Kernphysik**

- haben Studierende ein vertieftes Verständnis der Wechselwirkung von Strahlung mit biologischen Systemen;
- sind sich Studierende über die Entstehung von Strahlung und deren Detektion bewusst haben Studierende ein Grundverständnis der Analyse der Daten insbesondere zur Bildgebung.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls mit der Spezialisierung **Instrumentierung**

- haben Studierende einen Überblick über die Physik und Technologie von Teilchenbeschleunigern gewonnen;
- haben die Studierenden ein vertieftes Verständnis für den Teilchennachweis, Detektoren und der benötigten Elektronik erworben;
- kennen die Studierenden aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Beschleunigerphysik.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls mit der Spezialisierung **Laserphysik**

- haben die Studierenden ein vertieftes Verständnis für die Laserphysik erworben;
- haben die Studierenden Kompetenzen in der nichtlinearen Optik erworben;
- kennen die Studierenden Anwendungen von Lasern in anderen Bereichen der Wissenschaft

Inhalt
In diesem Modul werden verschiedene Aspekte der angewandten Physik gelehrt, welche einen direkten oder indirekten Bezug zur klinischen Medizinphysik haben. Die Studierenden spezialisieren sich dabei auf einen der folgenden Bereiche: „Plasmaphysik“, „Kernphysik“, „Instrumentierung“, „Laserphysik“.

Lehrformen Vorlesung, ggf. Übung, Seminar, Praktika

Prüfungsformen mündliche Modulprüfung von 45 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der mündlichen Prüfung. Inklusive der mündlichen Modulabschlussprüfung (2 CP) können 15-25 CP erreicht werden. Nach der Modulabschlussprüfung erbrachte Leistungen fließen nicht mehr in das Modul ein.

Verwendung des Moduls Wahlpflichtmodul	
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP	
Modulbeauftragte/r Prof. Dr. A. von Keudell (Plasmaphysik), Prof.'in Dr. M. Fritsch (Kernphysik), Prof. Dr. K. Kröninger (Beschleunigerphysik, Laserphysik)	
Prüfer/in Lehrende der entsprechenden Veranstaltungen	

Sonstige Informationen

In diesem Modul kann aus einer Vielzahl von Veranstaltungen ein individueller Schwerpunkt in enger Zusammenarbeit mit dem Modulbeauftragten zusammengestellt werden. Nachfolgend sind die empfohlenen Lehrveranstaltungen zu diesem Modul aufgeführt, ausgeteilt auf die verschiedenen Spezialisierungen. Die Veranstaltungen der Hauptspezialisierungsrichtung können in geringem Umfang auch mit Veranstaltungen aus anderen Spezialisierungen ergänzt werden soweit diese in sinnvollem Zusammenhang zueinanderstehen. Bitte kontaktieren sie bzgl. solcher Kombinationen den Modulbeauftragten.

Spezialisierung Plasmaphysik:

Veranstaltung	Anbieter	Typ	CP
Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik	RUB	V	5
Plasma Diagnostik	RUB	V	4
Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik	RUB	V	4
Seminar zur Angewandten Plasmaphysik	RUB	S	2
Fortgeschrittenenpraktikum im Bereich der Plasmaphysik	RUB	P	2-4

Spezialisierung Kernphysik:

Veranstaltung	Anbieter	Typ	CP
Kern- und Teilchenphysik II	RUB	V	6
F-Praktikum Kern- und Teilchenphysik	RUB	P	5
Digitalelektronik	RUB	V	4
Analogelektronik	RUB	V	4

Spezialisierung Instrumentierung:

Veranstaltung	Anbieter	Typ	CP
Beschleunigerphysik I	TU Dortmund	V	6
Beschleunigerphysik II	TU Dortmund	V	6
Grundlagen der Detektorphysik	TU Dortmund	V	3
Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik	TU Dortmund	S	3
Fortgeschrittenenpraktikum II für Masterstudierende: Elektronik	TU Dortmund	P	6

Spezialisierung **Laserphysik:**

Veranstaltung	Anbieter	Typ	CP
Laserphysik	TU Dortmund	V	5
Laser – Arten und Anwendungen	TU Dortmund	S	3
Physikalisch-Chemische Analytik 3a, Angewandte Spektrometrie	TU Dortmund	V	3
Quantenoptik	TU Dortmund	V	3
Moderne Optik	TU Dortmund	S	3
Fortgeschrittene nichtlineare spektroskopische Methoden in der Festkörperphysik	TU Dortmund	V	3
Literaturseminar zur Kurzpuls-Röntgenphysik	TU Dortmund	S	3

Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik					
APM02	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** 2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik* b) Übung *Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Gruppengröße** 20 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich der Plasmen, z.B. durch die Vorlesung Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik“
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Die Studierenden haben Interesse an plasmatechnischen Verfahren und Technologien gewonnen. Sie haben die wichtigsten biologischen und medizinischen Grundbegriffe, sowie die derzeit wesentlichen biomedizinischen Anwendungen der Plasmatechnik kennen gelernt.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls
- kennen Studierende die medizinischen Anwendungen von Plasmen,
- verstehen Studierende die optimale Kombination von Plasmamethode und biologischen Target

Inhalt
Erst seit wenigen Jahren erfreut sich die Plasmatechnik einer stark zunehmenden Anwendung in der Medizintechnik. Dabei spielt die Wechselwirkung zwischen dem Plasma und dem biologischen Material eine entscheidende Rolle. Die Vorlesung nimmt diese neue Forschungsrichtung auf und erläutert die wichtigsten biologischen und medizinischen Grundbegriffe, sowie die derzeit wesentlichen biomedizinischen Anwendungen. Folgende Gliederung liegt der Vorlesung zugrunde:
- Grundlagen Plasma
- Atmosphärendruckplasmen und Niederdruckplasmen
- Bestandteile des Plasmas, Wirkmechanismen
- Grundlagen und Anwendung der Plasmasterilisation
- Beschichtung für biomedizinische Anwendungen
- Grundbegriffe der Mikrobiologie
- Einfluss von Plasma auf Pro- und Eukaryonten
- Zellkomponenten und der Einfluss von Plasma

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: mündliche Prüfung 30 min

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. P. Awakowicz, Jun.-Prof. A. Gibson

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik (Plasma II)					
APM03	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1~~-2~~ Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik* b) Übung zu *Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** a) unbegrenzt b) unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** Grundkenntnisse im Bereich der Plasmaphysik z.B. durch die Vorlesung „Einführung in die Plasmaphysik I“					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ein Grundverständnis über die wesentlichen Merkmale eines Niedertemperaturplasmas • kennen Studierende die Heizmethoden und Zündphänomene eines Plasmas • können Studierende die wesentlichen Anwendungsfelder von Niedertemperaturplasmen einschätzen					
Inhalt 1. Einführung: Überblick Niederdruckplasmen, Plasmen und seine Randschichten, Beschreibungsformen von Plasmen, Elektrotechnische Beschreibung 2. Erzeugung eines Plasmas: Ionisation, Schwarmexperimente, Zündung eines Plasmas Volumen vs. Oberflächenmechanismen, Zündphänomene, Sprites 3. Aufrechterhalten eines Plasmas: Ohm‘sche Heizung, Stochastische Heizung, Wellenheizungen, Globale Modell zur Beschreibung von Plasmen, elektronegative Plasmen 4. Niederdruckplasmen: DC, RF, ECR, Magnetron, HPPMS 5. Atmosphärendruck: Korona, DBD, Mikroplasmen					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Zu Beginn der Veranstaltung legt der Dozent/die Dozentin die Prüfungsform fest					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls: Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Dr. V. Schulz-von der Gathen, Prof. Dr. A. von Keudell					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Plasma Diagnostik					
APM04	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** 2. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Plasma Diagnostik* b) Übung zu *Plasma Diagnostik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Gruppengröße** 20 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:
Formal: keine
Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich der Plasmen, z.B. durch die Vorlesung „Einführung in die Niedertemperaturplasmaphysik“
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls
- kennen Studierende die wichtigsten Diagnostikmethoden,
- verstehen Studierende die richtige Auswahl einer Diagnostikmethode zu treffen für die Bestimmung von definierten Kenngrößen eines Plasmas

Inhalt
Die Vorlesung führt in die Grundlagen der optischen Plasmadiagnostik ein. Es werden die wesentlichen plasma- und atomphysikalischen Konzepte vorgestellt. Die Vorlesung beginnt mit der Darstellung von Messung und Analyse elektrischer Parameter z.B. aus einer Sondenmessung. Die spektroskopischen Methoden werden im Detail erläutert, die daraus unmittelbar und mittelbar ableitbaren Parameter wie z.B. Elektronendichte- und Temperatur diskutiert, und der jeweilige Anwendungsbereich, sowie die Grenzen der Methoden aufgezeigt. Besonderer Wert wird auch auf die Vermittlung der experimentellen Methodik gelegt, d.h. Funktionsweise und Einsatz optischer Komponenten und Geräte. In Ergänzung zu den optischen Methoden wird schließlich auch auf die energieaufgelöste Massenspektroskopie zum Nachweis von Atomen, Molekülen und Ionen eingegangen.

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. V. Schulz-von der Gathen

Sonstige Informationen

Seminar Angewandte Plasmaphysik					
APM05	**Credits** 2 CP	**Workload** 60 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Angewandte Plasmaphysik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 30 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus der Einführung in die Plasmaphysik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ihre Kenntnisse in der Plasmaphysik vertieft, insbesondere mit Bezug zur Plasmamedizin • haben Studierende sich durch ihren eigenen Vortrag intensiv mit einem speziellen Thema beschäftigt und auch Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche und Präsentationstechniken geschult					
Inhalt Themen der Plasmadiagnostik, der Plasmamethoden, der biomedizinischen Anwendung von Plasmen.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an Vorträgen, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten. Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Dozenten der Plasmaphysik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

Fortgeschrittenenpraktikum im Bereich der Plasmaphysik					
APM06	**Credits** 2 - 4 CP	**Workload** 60 – 120 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Fortgeschrittenenpraktikum *Plasmaphysik*			**Kontaktzeit** 20-40 h	**Selbststudium** 40 - 80 h	**Gruppengröße** 2 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus der Einführung in die Plasmaphysik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- Haben Studierende den praktischen Umgang mit Experimentiertechniken aus der Plasmaphysik erlernt. Dazu gehören sorgfältige Protokollführung, Übertragung von theoretischem Wissen, Auswertung und Fehlerrechnung der Ergebnisse.
- haben Studierende sich durch die Erstellung eines Praktikumsberichtes sich intensiv mit einem speziellen Thema beschäftigt und auch Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche geschult.
- haben Studierende durch eine flexible Versuchsausführung Einblick in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten gewonnen. Eine große Rolle spielen neben Justier-, Mess- und Kalibrieraufgaben das Erfassen und Abschätzen von Messfehlern.

Inhalt
Im Fortgeschrittenen-Praktikum werden Experimente zur Plasmaphysik aus einem breiten Anwendungsgebiet vorgestellt. Die Versuche sind:

- Anregungstemperaturen in Plasmen
- Gepulste Magnetisierte Hochleistungsplasmen
- Mikrowellendiagnostik
- Massenspektrometrie
- Mikroplasmen und ihre Anwendungen

Diese Liste an Versuchen kann sich ändern, aktuelle Angebote und Details unter:
https://fpraktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de/

Lehrformen Praktikum

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Anwesenheit; Anfertigen von Protokollen zu den Praktikumsversuchen;

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Vorbesprechung des Versuchs; weitgehende Selbstständigkeit bei der Durchführung. Das Protokoll wird nach folgenden Gesichtspunkten kommentiert beurteilt:

1. Äußere Form (wie gut lesbar, strukturiert, Grafiken vollständig beschriftet)
2. Wissenschaftliche Darstellung (wie Skizze zum Versuchsaufbau, Angabe aller gewonnenen Daten in übersichtlicher und nachvollziehbarer Form, Zusammenfassung in Tabellen, Grafische Darstellung, Verweise auf verwendete Literatur)
3. Korrekte Bearbeitung einzelner Aufgaben
4. Fehlerrechnung und Diskussion

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Dozenten der Plasmaphysik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Kern- und Teilchenphysik II					
APM07	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1-2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Kern- und Teilchenphysik II* b) Übung zu *Kern- und Teilchenphysik II*			**Kontaktzeit** a) 60 h b) 60 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus der *Struktur der Materie* (TUDo) oder *Einführung in die Kern- und Teilchenphysik* (RUB) **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • Haben Studierende ein Grundverständnis der teilchenphysikalischen Prozesse sowie Arbeits- und Analysiermethoden der Teilchenphysik. • Haben Studierende Methoden zur mathematischen Beschreibung und zur Lösung der damit verbundenen Fragestellungen und Probleme erlernt					
Inhalt Historie Teilchenphysik/Beschleuniger, Kinematik, Klassifikation von Teilchen, Wechselwirkungen und Felder, Symmetrien, Erhaltungssätze, Strangeness, Isospin, Parität und Ladungskonjugation, Struktur der Materie, Physik des Standardmodells, Physik jenseits des Standardmodells					
Lehrformen Vorlesung, Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: praktische Übung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende: Prof. Dr. U. Wiedner, PD Dr. Heinsius					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten					

F-Praktikum Kern- und Teilchenphysik					
APM08	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 2 Semester
Lehrveranstaltungen F-*Praktikum Kern- und Teilchenphysik*: Experimentalpraktische Übung, 5 Teilversuche (1 CP pro Versuch)			**Kontaktzeit** 25 h	**Selbststudium** 125 h	**Gruppengröße** 2 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus der *Struktur der Materie* (TUDo) oder *Einführung in die Kern- und Teilchenphysik (RUB)*
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben Studierende erlernt:

- Selbstständige Planung der Messausführung
- flexible Versuchsausführung
- selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten
- sorgfältige Protokollführung
- Umsetzung theoretischer Kenntnisse in der praktischen Arbeit
- Auswertung der Versuche mit Fehlerrechnung und Diskussion der Ergebnisse

Inhalt
Im Fortgeschrittenen-Praktikum werden Experimente zur höheren Experimentalphysik aus einem breiten Anwendungsgebiet vorgestellt. Viele dieser Versuche wurden einst mit dem Nobelpreis ausgezeichnet oder führen in die moderne Arbeitsweise der Physik ein, die durch elektronische Maß-,
Registrier- und Auswerteverfahren gekennzeichnet ist. Im Unterschied zum Anfängerpraktikum soll eine flexible Versuchsausführung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten hinführen. Eine große Rolle spielen neben Justier-, Mess- und Kalibrieraufgaben die selbstständige Planung der
Messausführung und das Erfassen und Abschätzen von Messfehlern.

Lehrformen Selbststudium des Versuchsskripts, Durchführung des praktischen Versuchs

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Anwesenheit; Anfertigen von Protokollen zu den Praktikumsversuchen;

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: benotetes Protokoll zu jedem Versuch

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistung

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Prof. Dr. M. Fritsch, Dr. G. Reicherz

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der Ruhr-Universität Bochum angeboten

Digitalelektronik					
APM09	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** ab 4. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Digitalelektronik* b) Übung zur *Digitalelektronik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung und die Verschaltung von digitalen Bauelementen wie Gatter, Flipflops, Register, Decoder, Zähler, Multiplexer und Addierer • können Studierende einfache kombinatorische, sequentielle Schaltungen entwerfen, aufbauen und analysieren • Kennen Studierende die grundlegenden Konzepte simpler Automaten					
Inhalt Schaltfunktionen, Schaltalgebra, Bipolar- und Feldeffekttransistoren, integrierte digitale Schaltungen, (De-)Kodierung, Rechenschaltungen, Flipflops, Automaten, Zahlensysteme usw.					
Lehrformen Vorlesung, praktische Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: praktische Übung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende PD Dr. Heinsius, Dr. Reicherz					
Sonstige Informationen http://epraktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de					

Analogelektronik					
APM10	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Analogelektronik* b) Übung zur *Analogelektronik*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - haben Studierende ein Grundverständnis über die Anwendung und die Verschaltung von passiven (R, L C) und aktiven (Diode, Transistor) Bauelementen - kennen Studierenden die Funktionsweise von Operationsverstärkern und deren Anwendungen - können Studierende einfache analoge Schaltungen entwerfen, aufbauen und analysieren					
Inhalt Bauelemente: Widerstand, Kondensator, Spule, Diode, Bipolar- und Feldeffekttransistor, Schaltungen mit Kombinationen aus diesen Bauelementen, Operationsverstärker, Verfahren zur Analog-Digital-Umsetzer, Rauschen, Aktive Filter und Lineare Netzwerke					
Lehrformen Vorlesung, praktische Übung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: praktische Übung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende PD Dr. Heinsius, Dr. Reicherz					
Sonstige Informationen http://epraktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de					

Beschleunigerphysik I					
PHY712	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Beschleunigerphysik I* b) Übung zur *Beschleunigerphysik I*			**Kontaktzeit** a) 45 h b) 15 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende einen Überblick über die Physik und Technologie von Teilchenbeschleunigern gewonnen, der nicht nur für eine Karriere in der Beschleunigerphysik, sondern auch für zukünftige Experimentatoren an einem Beschleuniger gewinnbringend ist
- haben Studierende die wesentlichen Schritte bei der Auslegung eines Beschleunigers oder Speicherrings kennengelernt
- haben Studierende im Rahmen von Übungen Berechnungen zur Strahldynamik ausgeführt, wobei auch der Umgang mit einer Skriptsprache wie z.B. Matlab geübt wurde

Inhalt
Einführung: Physikalische Grundlagen, Geschichte, Beschleunigertypen
Transversale Strahldynamik: Magnete, Teilchenoptik, transversaler Phasenraum
Longitudinale Strahldynamik: Hochfrequenzsysteme, longitudinaler Phasenraum
Synchrotronstrahlung: Eigenschaften von Synchrotronstrahlung, Strahlungsdämpfung, Wiggler und Undulatoren, Synchrotronstrahlungsquellen

Lehrformen Vorlesung, Übung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: Hausaufgaben, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Beschleunigerphysik II					
PHY812	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung *Beschleunigerphysik II* b) Übung + Seminar zur *Beschleunigerphysik II*			**Kontaktzeit** a) 30 h b) 30 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** Studierende a) unbegrenzt b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: Teilnahme am Modul Beschleunigerphysik I
Inhaltlich: Teilnahme am Modul Beschleunigerphysik I
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende mehrere aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Beschleunigerphysik kennengelernt, mit einer ausgewogenen Mischung aus Theorie, experimenteller Physik und Beschleunigertechnologie
- haben Studierende im Rahmen von Übungen Berechnungen zur Strahldynamik ausgeführt, wobei auch der Umgang mit einer Skriptsprache wie z.B. Matlab geübt wurde
- haben Studierende geübt, sich selbständig in ein Spezialthema einzuarbeiten und dieses verständlich darzustellen

Inhalt
Kurze Wiederholung der Grundlagen:
Longitudinale und transversale Strahldynamik, Synchrotronstrahlung
Eine mit den Studierenden abgestimmte Auswahl aus folgenden Spezialthemen:
Supraleitende Magnete und Hochfrequenzstrukturen, Strahldiagnose, Erzeugung ultrakurzer Strahlungspulse, Theorie der Freie-Elektronen-Laser, kollektive Phänomene in Speicherringen, Strahlkühlung, Hamiltonsche Strahldynamik, besondere Beschleunigeranlagen (z.B. energy-recovery-Linearbeschleuniger, Spallationsquellen, Neutrino-Fabriken), neue Konzepte (z.B. Laser-Plasma-Beschleuniger)
Exkursion zu einem auswärtigen Beschleunigerlabor

Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden. Zusätzlich ist ein Seminarvortrag zu halten.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: Hausaufgaben, Seminarvortrag, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Grundlagen der Detektorphysik					
PHY825	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Grundlagen der Detektorphysik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Kenntnisse aus der Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- haben Studierende einen Überblick über die verschiedenen Detektorbauarten gewonnen, die in der Teilchenphysik, der Medizinphysik und in anderen Bereichen zum Einsatz kommen
- haben Studierende den Zusammenhang zwischen den jeweiligen primären Wechselwirkungen der zu detektierenden Teilchen mit der gesamten durchquerten Materie und den von der jeweiligen Detektorbauart ausgenutzten Anteilen verstanden
- haben Studierende Verständnis der jeweiligen Vor- und Nachteile der Bautypen für verschiedene Anwendungszwecke gewonnen
- wurden Studierende in die Lage versetzt, mit Originalliteratur besser arbeiten zu können

Inhalt
Wechselwirkungen von geladenen, neutralen Teilchen und von Photonen mit Materie, Überblick über Gesamtdetektorsysteme, gasgefüllte Ionisationsdetektoren (Typen und Betriebsarten, Ionisation und Ladungsverlust, Bewegung im elektr. und magn. Feld, Proportionalkammern, Driftkammern), Halbleiterdetektoren (Grundlagen, pn-Übergang und Grenzflächen, Bautypen, Pixeldetektoren), Szintillationsdetektoren (Funktion, Anwendungen), Kalorimetrie (elektromagnetisch und hadronisch, homogen und sampling), Teilchenidentifikation,Triggersysteme, Datennahmesysteme (DAQ)

Lehrformen Vorlesung

Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.

Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: keine, Modulprüfung: Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung, wird vor der Veranstaltung bekannt gegeben

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen

Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)

Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik

Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten

Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik					
PHY826	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Detektorsysteme in der Teilchen- und Medizinphysik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus der Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik und Grundlagen der Detektorphysik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende ihre Kenntnisse der verschiedenen Detektorbauarten vertieft, die in der Teilchenphysik und in der Medizinphysik zum Einsatz kommen • haben Studierende durch Vorträge über Gesamtsysteme und Triggersysteme ein besseres Verständnis des Zusammenspiels der verschiedenen Detektorbauarten • haben Studierende sich durch ihren eigenen Vortrag intensiv mit einem speziellen Thema beschäftigt und auch Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche und Präsentationstechniken geschult					
Inhalt Verschiedene Detektortype, welche in der Teilchen- und/oder Medizinphysik zur Anwendung kommen, z.B. Halbleiter- und Szintillationsdetektoren, Röntgennachweissysteme. Aus verschiedenen Typen zusammengesetzte Detektorsysteme und -komponenten, z.B. Kalorimeter, moderne Teilchenphysikexperimente, PET, CT.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an Vorträgen, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Fortgeschrittenenpraktikum II für Masterstudierende: Elektronik					
PHY845	**Credits** 6 CP	**Workload** 180 h	**Semester** 2. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Fortgeschrittenenpraktikum II für Masterstudierende: Elektronik			**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 120 h	**Gruppengröße** 2 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus der Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende sich sowohl mit Grundschaltungen als auch mit komplexeren Aufbauten in der Elektronik auseinandergesetzt • haben Studierende alle Schaltungen von Grund auf selbst gesteckt bzw. gelötet • haben Studierende Messungen mit Geräten durchgeführt, welche zur typischen Grundausstattung von Labors gehören					
Inhalt Die Studierenden vertiefen grundlegende Konzepte der Elektronik und wenden diese in praktischen Übungen an. Thematisch orientiert sich das Praktikum an der begleitenden Vorlesung mit Übungen und deckt die Bereiche der analogen sowie der digitalen Elektronik ab					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung: Anwesenheit; Anfertigen von Protokollen zu den Praktikumsversuchen; abschließende mündliche Leistungsüberprüfung (10-15min)					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: Vorbereitung, Versuchsdurchführung und testierte Versuchsprotokolle, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Laserphysik					
PHY526a	**Credits** 5 CP	**Workload** 150 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Laserphysik*			**Kontaktzeit** 45 h	**Selbststudium** 105 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben Studierende Einblicke in die physikalischen Grundlagen der Erzeugung von Laserstrahlung und der linearen und nichtlinearen Wechselwirkungsprozesse von Licht mit Materie erhalten					
Inhalt Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung: Eigenschaften von Laserstrahlung, klassische und quantenmechanische Beschreibung der Licht-Materie-Wechselwirkung, Ratengleichungen für optische Absorption und Emission. Laserphysik: Lichtverstärkung und Schwellenbedingung, Lasermedien und Pumpmechanismen, Laser-Resonatoren, Erzeugung kurzer und ultrakurzer Lichtimpulse Nichtlineare Optik: theoretische Grundlagen, optische Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, optisch parametrische Prozesse, Nichtlinearitäten dritter Ordnung: Zweiphotonen-Absorption, Selbstfokussierung					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Laser – Arten und Anwendungen					
PHY729	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Laser – Arten und Anwendungen*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Vorkenntnisse aus Festkörperphysik oder Festkörperspektroskopie **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende aktuelle Probleme bei der Erzeugung und Nutzung von Lasern kennengelernt • haben Studierende durch den vorgeschriebenen eigenen Vortrag Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche- und Präsentationstechniken geschult					
Inhalt Das Seminar besteht aus Teilgebieten zu Grundlagen von Laserprozessen und zur aktiven Forschung mit Lasern: Laserprozesse, Lasertypen (Festkörper-, Gas-, Halbleiter-, Elektronenlaser etc.), Erzeugung und Anwendung ultrakurzer Laserpulse, Erzeugung und Anwendung extrem schmalbandiger Laser, Hochleistungslaser, Laser für Kommunikation und Nachrichtenübertragung, Laser in der Medizin					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an Vorträgen, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag zu einem Thema aus der aktuellen Forschung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Physikalisch-Chemische Analytik 1a, Angewandte Spektrometrie					
PHY7219a	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Physikalisch-Chemische Analytik 1a, Angewandte Spektrometrie*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende einen Überblick über die physikalischen Grundlagen der modernen Analytik gewonnen und sind in der Lage für unterschiedliche analytische Probleme selbständig Strategien zu deren Lösung zu entwickeln • haben Studierende die wichtigsten Methoden, deren Leistungsgrenzen und Einsatzbereiche kennengelernt • haben Studierende die Fähigkeit erworben, in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen die geeignetsten Methoden auszuwählen und deren Ergebnisse kritisch zu bewerten					
Inhalt Methoden der modernen Analytik (mit Vertiefung der spektroskopischen Methoden): Elementanalyse: Atomabsorptionspektrometrie; Atomemissionanalyse; Röntgenfluoreszenzanalyse; Elementmassenspektroskopie. Molekülanalyse: Infrarot und Ramanspektroskopie; NMR Spektroskopie; Molekülmassenspektrometrie, Festkörper und Oberflächenanalyse: Mikrostrahlanalyse mit Photonen, Elektronen und Ionen; Strukturanalyse					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Priv.-Doz. Dr. J. Franzke					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Quantenoptik					
PHY7214	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Quantenoptik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Kenntnisse aus Höhere Quantenmechanik oder Quantenmechanik II **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende grundlegende Effekte der Quantenoptik und den adäquaten theoretischen Formalismus zu ihrer Beschreibung kennengelernt • wurden Studierende dazu befähigt, Originalarbeiten selbständig zu verstehen • wurde Studierenden die nötige Kompetenz vermittelt, um Abschlussarbeiten sowohl im Bereich der experimentellen Quantenoptik als auch im Bereich der Theorie der Licht-Materie-Wechselwirkung erfolgreich anfertigen zu können					
Inhalt Quantisierung des Lichtfelds, diskrete Variablen, Photonenstatistik, Korrelationsfunktionen und Fockzustände, kontinuierliche Variablen, Wignerfunktionen und Squeezed Light, Licht-Materie-Wechselwirkung, Rotating-Wave-Approximation, Cavity-Quantenelektrodynamik, Jaynes-Cummings-Modell und Rabioszillationen, Mollowtriplett und Resonanzfluoreszenz, schwache Messungen, Verschränkung, Kausalität und der Delayed Choice Quantum Eraser					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Moderne Optik					
PHY7213	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Moderne Optik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Vorkenntnisse aus Festkörperphysik **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende aktuelle optische Verfahren und Anwendungen kennengelernt • haben Studierende sich anhand der Originalliteratur ein abgegrenztes Forschungsthema erarbeitet und arbeiten es für eine Präsentation auf • haben Studierende durch den vorgeschriebenen eigenen Vortrag Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche- und Präsentationstechniken geschult					
Inhalt Neuartige methodische Entwicklungen zur Kontrolle des Lichtfelds und moderne optische Verfahren zur Spektroskopie und Bildgebung und ihre Anwendung in der Grundlagenforschung, der Materialwissenschaft und der Medizinphysik.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form eines Vortrages und Teilnahme an der Diskussion zu anderen Vorträgen erbracht.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an Vorträgen, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag zu einem Thema aus der aktuellen Forschung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten. Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Studiendekan/in der Fakultät Physik					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Fortgeschrittene nichtlineare spektroskopische Methoden in der Festkörperphysik					
PHY628	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Vorlesung *Fortgeschrittene nichtlineare spektroskopische Methoden in der Festkörperphysik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • haben Studierende Einblicke in die physikalischen Grundlagen der optischen Eigenschaften von unterschiedlichen Materialienklassen erhalten • wurde das Verständnis der Studierenden von traditionellen und modernen spektroskopischen Methoden durch direkte Beispiele ergänzt					
Inhalt Lineare Licht-Materie Wechselwirkung: elektrische Polarisation, dielektrischer Tensor, lineare Optik, lineare Magneto-Optik in magnetischen Materialien (Metalle und Isolatoren), Drude Modell, Lorentz Modell Optik der Metalle: freie- Elektronen Modell, Plasmonen Optik der Isolatoren und Halbleiter: direkte und indirekte Übergänge, Exzitonen, Nichtlineare Optik: nichtlineare elektrische Polarisation, Harmonische Erzeugung, magnetische Erzeugung von Harmonischen, Erzeugung von harmonischen aus Exzitonen. Raman Spektroskopie: Spontane und Induzierte Raman-Streuung an Phononen und Magnonen. Zeit-aufgelöst Methoden: Pump-probe Methode, zeitaufgelöste SHG und THG, zeitaufgelöste Raman-Spektroskopie					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen (falls das Modul in einem Schwerpunktbereich gewählt wird) Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung kann in Form eines schriftlichen Tests oder eines Gesprächs mit der/dem Lesenden erbracht werden.					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistung: keine, Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfungsleistungen					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Dr. Davide Bossini, Dr. Dima Yakovlev					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Literaturseminar zur Kurzpuls-Röntgenphysik					
PHY5214	**Credits** 3 CP	**Workload** 90 h	**Semester** ab 1. Sem.	**Turnus** SoSe oder WiSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Seminar *Literaturseminar zur Kurzpuls-Röntgen-physik*			**Kontaktzeit** 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Gruppengröße** 15 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Grundkenntnisse in Optik und Laserphysik **Vorbereitung:** Lesen der jeweiligen Veröffentlichung, die im kommenden Seminar diskutiert wird					
Lernziele (learning outcomes) Ein Student stellt am Anfang des Seminars den jeweiligen Artikel kurz vor (mit Folien, an der Tafel, mit Tischvorlage, …), anschließend wird darüber in der gesamten Runde diskutiert. Ziel ist die Entwicklung eines tiefergehenden Verständnisses der beschriebenen Zusammenhänge und das Herausbilden einer selbständigen Herangehensweise ans Fachliteraturstudium. Auch wissenschaftliche Fragen, die nicht in direkten Zusammenhang mit dem Artikel stehen, können jederzeit behandelt werden. Für eine ergiebige Diskussion sollten auch die nicht vortragenden Teilnehmer den Artikel schon vor dem Seminar studiert haben.					
Inhalt Wir besprechen zusammen jede Woche eine grundlegende oder aktuelle Veröffentlichung eines bekannten wissenschaftlichen Journals wie *Science* und *Nature* aus dem Gebiet der **Attosekunden- oder Röntgenphysik**. Auch wenn diese Artikel durchweg interessant sind, sind sie doch auch typischerweise sehr kompakt gehalten und dadurch oft nicht leicht zu verstehen. Unsere gemeinsame Diskussion im Journal-Club verspricht einen angenehmeren (ersten?) Zugang zur Fachliteratur als das einsame Studium daheim.					
Lehrformen Seminar					
Prüfungsformen (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird) Studienleistungen: Literaturstudium, aktive Beteiligung an der Diskussion und Vortrag, Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erbringung einer Studienleistung. Die Studienleistung wird in Form der regelmäßige Teilnahem am Seminar und der eigenen Vorstellung einer Veröffentlichung erbracht.					
Verwendung des Moduls Schwerpunkt Angewandte Physik in der Medizin					
Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP (falls das Modul im Grundlagen- und Wahlbereich gewählt wird)					
Modulbeauftragte/r Jun.-Prof. Wolfram Helml, Prof. Shaukat Khan					
Sonstige Informationen Dieses Modul wird an der TU Dortmund angeboten					

Module in der Forschungsphase

Methodenkenntnis und Projektplanung

FP01	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	15 CP	450 h	3. Sem.	WiSe & SoSe	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) praktische Übung b) Seminar	a) 320 h b) 30 h	100 h	Studierende a) 30 b) 30

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: erfolgreicher Abschluss der Wahlpflichtmodule und beider Schwerpunktmodule sowie die Erfüllung etwaiger Auflagen
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind die Studieren mit den Experimentiergeräten, theoretischen Modelle bzw. Computercodes aus ihrem Fachgebiet umgehend vertraut
- haben Studierende ein vertieftes Verständnis über die wissenschaftlichen Fragestellungen in dem gewählten Schwerpunkt
- sind Studierende mit den wichtigsten Konzepten des Zeitmanagements und der Projektarbeit vertraut
- können die Studierenden die anstehende Masterarbeit zeitlich und inhaltlich planen

Inhalt

a) Das Modul Methodenkenntnis und Projektplanung dient der Einarbeitung in das Fachgebiet der Masterarbeit. Es erstreckt sich über sechs Monate und schließt mit der Einreichung eines Themenvorschlags für die Masterarbeit ab.
b) In den praktischen Übungen werden die benötigten konkreten Arbeitsmethoden der Gruppe erlernt. Nach einer intensiven Einarbeitungsphase haben die Studierenden die Möglichkeit, sich an der Konkretisierung ihres Themas für die Masterarbeit einzubringen. Zusätzlich wird ein Zeitplan für die Durchführung der Masterarbeit erstellt und die Umsetzbarkeit überprüft.
c) Das Seminar dient der Erarbeitung eines konkreten Themas für die Masterarbeit. Zu Beginn des Seminars werden verschiedene Themen von den Betreuern/-innen ausgegeben. Innerhalb der Seminarreihe werden einzelne Themen erarbeitet.

Lehrformen praktische Übung, Seminar

Prüfungsformen Vortrag

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten aktive Teilnahme an den praktischen Übungen, Einzelvortrag

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie an der Ruhr-Universität Bochum und der Fakultät Physik an der TU Dortmund. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.

Sonstige Informationen Das Modul gehört inhaltlich und fachlich zu den Modulen „Forschungspraktikum“ und „Masterarbeit“. Das Modul wird zeitgleich mit dem Modul „Forschungspraktikum“ begonnen. Alle drei Module werden innerhalb eines Jahres bei dem gleichen Lehrenden absolviert.

Forschungspraktikum zur Masterarbeit					
FP02	**Credits** 15 CP	**Workload** 450 h	**Semester** 3. & 4. Sem.	**Turnus** WiSe & SoSe	**Dauer** 2 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum: Forschungspraktikum			**Kontaktzeit** 50 h	**Selbststudium** 400 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: erfolgreicher Abschluss der Wahlpflichtmodule und beider Schwerpunktmodule sowie die Erfüllung etwaiger Auflagen
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- können die Studierenden sich selbständig in einen aktuellen Forschungsbereich mit den zugehörigen experimentellen oder theoretischen Methoden einarbeiten
- können Studierende ihre Arbeiten in einem Bericht zusammenfassen
- haben die Studierenden neben der fachlichen Vertiefung auch ihre schriftliche Präsentationskompetenz sowie ihre Medienkompetenz und Kommunikationskompetenz weiterentwickelt

Inhalt
Literaturrecherche
Einarbeitung in theoretische Verfahren bzw. experimentelle Verfahren
Diskussion von Problemstellungen aktueller Forschung
Erstellung eines kurzen (ca. 5 S.) Berichts
Das Modul „Forschungspraktikum zur Masterarbeit“ dient dem Aufbau, der Durchführung und der Analyse der Experimente bzw. Simulationen oder Modellrechnungen im Rahmen der Masterarbeit.

Lehrformen Praktikum

Prüfungsformen Kurzbericht

Verwendung des Moduls Pflichtmodul

Stellenwert der Note für die Endnote Gewichtung mit CP

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Professorinnen und Professoren sowie Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultät für Physik und Astronomie an der Ruhr-Universität Bochum und der Fakultät Physik an der TU Dortmund. Auf Antrag können ggf. weitere Prüfer zugelassen werden.

Sonstige Informationen Das Modul gehört inhaltlich und fachlich zu den Modulen „Methodenkenntnis und Projektplanung“ und „Masterarbeit“. Es erstreckt sich über zwölf Monate und wird zeitgleich mit dem Modul „Methodenkenntnis und Projektplanung“ begonnen. Alle drei Module werden bei dem gleichen Lehrenden innerhalb eines Jahres absolviert.

Masterarbeit					
FP03	**Credits** 30 CP	**Workload** 900 h	**Semester** 1.-2. Sem.	**Turnus** WiSe+SoSe	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen Abschlussarbeit			**Kontaktzeit** 720 h	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Studierende unbegrenzt
Teilnahmevoraussetzungen Formal: Erfolgreicher Abschluss des Moduls „Methodenkenntnis und Projektplanung“ **Inhaltlich:** Die notwenigen Kenntnisse Fähigkeiten zur Durchführung der Masterarbeiten sollten im Rahmen eines der beiden Schwerpunkte sowie im Rahmen der Module „Methodenkenntnis und Projektplanung“ und „Forschungspraktikum“ erworben worden sein. **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die Studierenden haben die Fähigkeit erworben, ein definiertes medizinphysikalisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist mit anspruchsvollen wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen.					
Inhalt Selbstständiger Aufbau eines Experiments bzw. eines theoretischen Modells, eigenständige Planung und Durchführung der Experimente bzw. der Rechnungen/Simulationen, Analyse der Ergebnisse, Optimierung der Prozesse, Dokumentation der Verfahrensschritte Thema und Aufgabe sind so zu formulieren, dass sie innerhalb von 6 Monaten mit einem Arbeitsaufwand im Umfang von 30 CP bearbeitet werden können.					
Lehrformen: Abschlussarbeit					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Verfassen einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit.					
Verwendung des Moduls Abschlussarbeit					
Modulbeauftragte/r: Dekan/in der Fakultäten für Physik und Astronomie der Ruhr-Universität, der Fakultät Physik der Technischen Universität Dortmund					
Lehrende Professorinnen und Professoren, Privatdozentinnen und Privatdozenten der Fakultäten für Physik und Astronomie der Ruhr-Universität, der Fakultät für Physik der Technischen Universität Dortmund oder auf Antrag anderer Fakultäten oder Universitäten					
Sonstige Informationen: Das Modul gehört inhaltlich und fachlich zu den Modulen „Methodenkenntnis und Projektplanung“ und „Forschungspraktikum“. Alle drei Module werden bei dem gleichen Lehrenden innerhalb eines Jahres absolviert.					