

**Masterstudiengang  
Elektrotechnik und Informations-  
technik**

**PO 13**

**Modulhandbuch**

**Studienschwerpunkt Plasmatechnik**



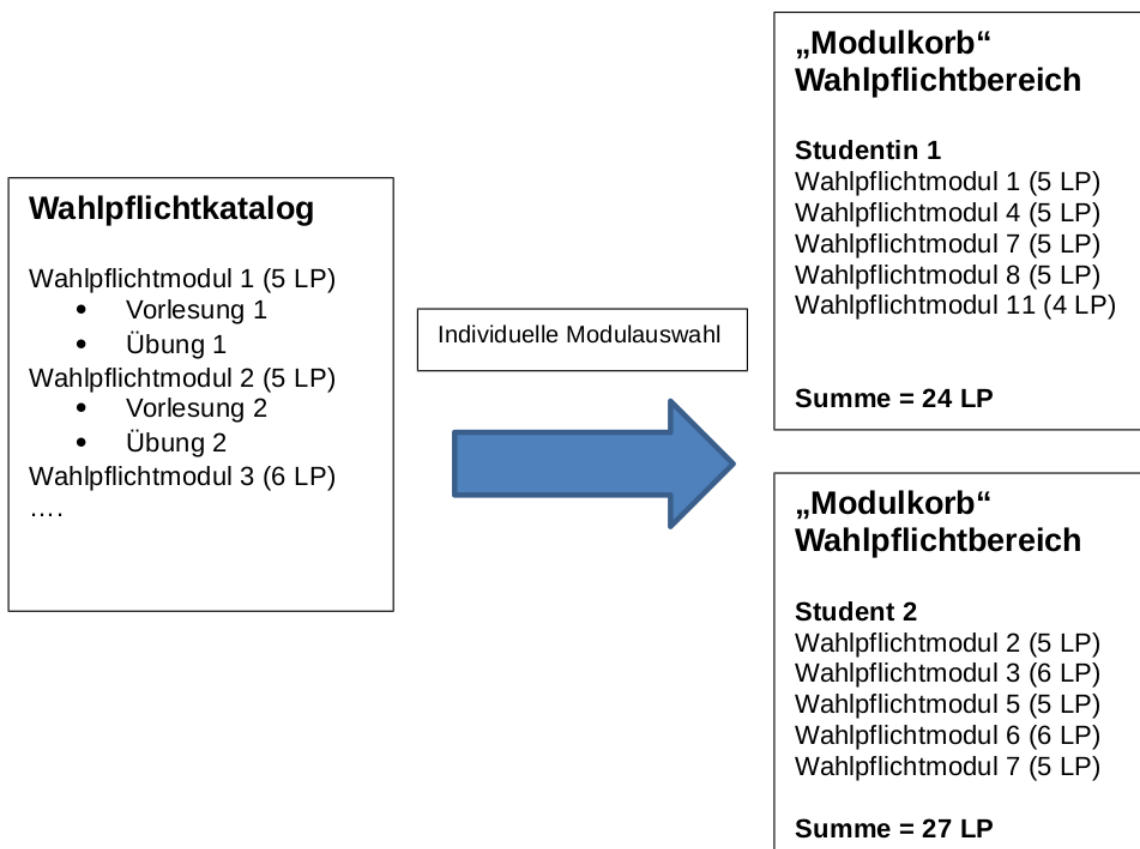
## Erläuterung zum Wahlpflichtbereich des Studiengangs

Bei dem Wahlpflichtbereich handelt es sich jeweils um einen „Modulkorb“, der sich aus verschiedenen Modulen zusammensetzt. Die wählbaren Module sind im Wahlpflichtkatalog zusammengestellt. Die Studierenden können mit ihrer konkreten Auswahl eigene Schwerpunkte setzen.

Die Leistungspunkte (LP) jedes einzelnen Moduls werden den Studierenden nach der bestandenen Modulprüfung gutgeschrieben. Jedes einzelne Modul kann dabei innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden.

Der Wahlpflichtbereich, also der Modulkorb, ist abgeschlossen, wenn die Studierenden Module aus dem zugehörigen Wahlpflichtkatalog im angegebenen Umfang abgeschlossen haben.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht diese Zusammenhänge:





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Module</b>	<b>3</b>
1.1	Master-Praktikum PT	4
1.2	Master-Seminar PT	5
1.3	Master-Startup ETIT	6
1.4	Masterarbeit ETIT	7
1.5	Nichttechnische Wahlfächer	8
1.6	Pflichtfach 1 PT	9
1.7	Pflichtfach 2 PT	11
1.8	Pflichtfach 3 PT	12
1.9	Pflichtfach 4 PT	13
1.10	Pflichtfach 5 PT	14
1.11	Pflichtfach 6 PT	16
1.12	Wahlfächer	17
1.13	Wahlpflichtfächer PT	18
<b>2</b>	<b>Veranstaltungen</b>	<b>20</b>
2.1	141276: Angewandte Elektrodynamik	21
2.2	141280: Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik	23
2.3	141377: Computational Engineering 1: Fluidynamics in electrical-engineering	25
2.4	141378: Computational Engineering 2: Electrodynamics	27
2.5	141375: Computational Methods on GPU	29
2.6	141369: Crash Course on Plasma Simulation	30
2.7	160228: Einführung in die Biophysik	32
2.8	141367: Electromagnetic Fields	33
2.9	141372: Elektromagnetische Wellen	35
2.10	148206: Exakte Methoden und Näherungsverfahren I	37
2.11	148185: Exakte Methoden und Näherungsverfahren II	39
2.12	141361: Felder, Wellen und Teilchen	41
2.13	141106: freie Veranstaltungswahl	42
2.14	141374: Fundamentals of GPU Programming	43
2.15	141368: Hochfrequenztechnik und elektrostatische Substratklemmung für technische Plasmen	45
2.16	142360: International Summer School	46
2.17	141274: LabView Programming	48
2.18	141275: Licht und Materie	50
2.19	202620: Master-Praktikum Biomedizinische Messtechnik	51
2.20	142101: Master-Projekt Plasmatechnik	53
2.21	143283: Master-Seminar Biomedizinische Anwendungen der Plasmatechnik	54

## INHALTSVERZEICHNIS

2.22	143264: Master-Seminar Photonics . . . . .	55
2.23	143282: Master-Seminar Plasma-Simulation . . . . .	56
2.24	143280: Master-Seminar Plasmatechnik . . . . .	57
2.25	143265: Master-Seminar Terahertz Technology . . . . .	58
2.26	140003: Master-Startup ETIT . . . . .	59
2.27	144101: Masterarbeit ETIT . . . . .	60
2.28	141362: Modellierung technischer Plasmen . . . . .	61
2.29	141105: Nichttechnische Veranstaltungen . . . . .	62
2.30	141370: Numerical Plasma Simulation . . . . .	64
2.31	150118: Numerische Mathematik für Elektrotechniker . . . . .	65
2.32	141279: Numerische Methoden in der Elektrodynamik . . . . .	67
2.33	148230: Physik und Technik von Lichtquellen . . . . .	69
2.34	141277: Physikalische Elektronik . . . . .	71
2.35	141373: Plasma Chemistry . . . . .	73
2.36	141281: Plasmamedizin . . . . .	75
2.37	141363: Plasmarandschichten . . . . .	77
2.38	141290: Plasmaspektroskopie . . . . .	78
2.39	141283: Plasmatechnik 1 . . . . .	80
2.40	141284: Plasmatechnik 2 . . . . .	82
2.41	141364: Plasmatechnik in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik . . . . .	84
2.42	141285: Programmierung kinetischer Simulation: Von einzelnen Elektronen zu Radiofrequenz-Plasmen . . . . .	86
2.43	141131: Systeme der Hochfrequenztechnik . . . . .	87
2.44	141366: Technische Hochfrequenzplasmen . . . . .	89
2.45	141371: Theoretische Methoden der Elektrotechnik . . . . .	91

# Kapitel 1

## Module

## 1.1 Master-Praktikum PT

<b>Nummer:</b>	149379
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	$\geq 3$
<b>Semester:</b>	1.-3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

202620: Master-Praktikum Biomedizinische Messtechnik	3 SWS (S.51)
142101: Master-Projekt Plasmatechnik	3 SWS (S.53)

**Ziele:** Die Studierenden sind befähigt, in einem kleinen Team Aufgaben aus dem Bereich des Studienschwerpunkts zu lösen und die Ergebnisse in ingenieurwissenschaftlicher Weise zu dokumentieren. Sie können gezielt Methoden der strukturierten Analyse anwenden und deren Wirkung analysieren.

**Inhalt:** Das Modul besteht aus einem Praktikum oder einem Projekt.

In einem Praktikum werden fortgeschrittene Themen des Studienschwerpunkts in einzelnen praktischen Versuchen behandelt. In einem Projekt werden komplexe Themen eigenständig im Verlauf eines Semesters bearbeitet.

**Prüfungsform:** Praktikum oder Projektarbeit

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84



## 1.2 Master-Seminar PT

<b>Nummer:</b>	149520
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	$\geq 3$
<b>Semester:</b>	1.-3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

143283: Master-Seminar Biomedizinische Anwendungen der Plas- matechnik	3 SWS	(S.54)
143264: Master-Seminar Photonics	3 SWS	(S.55)
143282: Master-Seminar Plasma-Simulation	3 SWS	(S.56)
143280: Master-Seminar Plasmatechnik	3 SWS	(S.57)
143265: Master-Seminar Terahertz Technology	3 SWS	(S.58)

**Ziele:** Die Studierenden sind befähigt, selbständig Literatur zu einem gegebenen Thema zu sichten, die wesentlichen Inhalte zu erfassen und diese wiederzugeben. Sie haben die Schlüsselqualifikationen zur Präsentation ihrer Ergebnisse: sowohl die schriftliche Ausarbeitung eines Themas, als auch Präsentationstechniken und rhetorische Techniken.

**Inhalt:** Einzelthemen aus dem gewählten Seminarthema werden in Vorträgen dargestellt. Die Studierenden halten jeweils einen Vortrag, hören die Vorträge der anderen Studierenden und diskutieren die Inhalte miteinander. Dabei geht es nicht um die reine Wissensvermittlung, sondern das Erlernen des wissenschaftlichen Diskurses. Daraus resultiert eine Anwesenheitspflicht an der zu Beginn des Seminars festgelegten Anzahl von Einzelterminen.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.3 Master-Startup ETIT

**Nummer:** 149876  
**Verantwortlicher:** Studiendekan ETIT  
**Arbeitsaufwand:** Keine Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)  
**Leistungspunkte:** 1  
**Semester:** 1., 2. oder 3. Semester

### Veranstaltungen:

140003: Master-Startup ETIT 2 SWS (S.59)

**Ziele:** Erleichterung des Einstiegs in das Studium; Vernetzung der Studierenden untereinander; Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

**Inhalt:** Studienbegleitende Informationen, Exkursionen, Vorträge etc.

**Prüfungsform:** Es handelt sich um eine freiwillige Zusatzveranstaltung.

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.4 Masterarbeit ETIT

<b>Nummer:</b>	149826
<b>Verantwortlicher:</b>	Studiendekan ETIT
<b>Arbeitsaufwand:</b>	900 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	30
<b>Semester:</b>	4. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	6 Monate

### Veranstaltungen:

144101: Masterarbeit ETIT (S.60)

**Ziele:** Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

**Inhalt:** Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Teilnahme an 5 Kolloquiumsvorträgen über die Ergebnisse von Masterarbeiten in der Fakultät ET & IT. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit im Kolloquium.

**Prüfungsform:** Abschlussarbeit

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Abschlussarbeit.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 30 / 84

## 1.5 Nichttechnische Wahlfächer

<b>Nummer:</b>	149827
<b>Verantwortlicher:</b>	Studiendekan ETIT
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Mindestens 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	$\geq 5$
<b>Semester:</b>	1.-3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141105: Nichttechnische Veranstaltungen (S.62)

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Die nichttechnischen Wahlfächer erweitern die Soft Skills. Z.B. wird die englische Fachsprache verbessert, in die Grundlagen der Rechtswissenschaften eingeführt oder Grundkenntnisse der Betriebswirtschaft vermittelt. Bei der Auswahl haben die Studierenden die Möglichkeit eine Auswahl entsprechend der eigenen Interessen zu treffen.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.6 Pflichtfach 1 PT

<b>Nummer:</b>	149372
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141283: Plasmatechnik 1 4 SWS (S.80)

**Ziele:** Die Studierenden haben Interesse an plasmatechnischen Verfahren und Technologien. Sie sind in der Lage grundsätzliche physikalische Überlegungen in Anwendung auf technologische Probleme aufzeigen, sowie die Quantifizierbarkeit einfacher technologischer Aufgabenstellungen zu erörtern.

**Inhalt:** Betrachtet werden die physikalischen Grundlagen, die als Einstieg in die Plasmatechnik unerlässlich sind. Es werden die wesentlichen Begriffe der Plasmaphysik diskutiert, sowie die dazu nötigen mathematischen Grundlagen kurz umrissen. Eine der wichtigsten Technologien der modernen Plasmatechnik, das reaktive Ätzen zur Mikrostrukturierung von Bauelementen wird vorgestellt.

Der Inhalt kann in drei Bereiche unterteilt werden. Zunächst wird eine reichhaltig bebilderte Einführung vorausgeschickt, um an die wesentlichen Begriffe der Plasmaphysik und Plasmatechnik anschaulich heranzuführen. Neben dem Plasmabegriff an sich werden zahlreiche Anwendungen im Hoch- und Niederdruckplasmabereich vorgestellt. Die wichtigsten physikalischen Konstanten leiten dann zu der Einordnung der Plasmatechnik in die Prozessabfolge am Beispiel eines MOSFET über.

Im zweiten Teil werden grundsätzliche Fragen zum Stoß zwischen Teilchen erörtert und die Gleichgewichtsverteilungen der verschiedenen Teilchensorten (Elektronen, Photonen, Schwer- teilchen und inneratomare Zustände) diskutiert. Abweichungen von diesen Gleichgewichtsverteilungen in typischen Niederdruckplasmen werden anschließend diskutiert. Weitere Kapitel im Grundlagenbereich sind der Plasmadynamik, der Diffusion und ambipolaren Diffusion sowie der Randschicht gewidmet. Auch werden zwei wichtige Maschinen der Plasmatechnik, die kapazitiv und induktiv gekoppelten Hochfrequenzentladungen erörtert.

Der dritte und letzte Teil ist auf das Plasmaätzen konzentriert. Hier werden die verschiedenen Ätztechnologien und die Mechanismen des Plasmaätzens besprochen. So grundsätzliche Fragen wie Selektivität, Uniformität und Anisotropie bilden einen wesentlichen Bestandteil dieses Kapitels. Abschließend werden einige technologische Probleme aufgezeigt.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.7 Pflichtfach 2 PT

<b>Nummer:</b>	149373
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141284: Plasmatechnik 2

4 SWS (S.82)

**Ziele:** Die Studierenden haben Verständnis für die mathematische Beschreibung plasmaphysikalischer Abscheideprozesse und sind dadurch in der Lage, reale Prozesse grundsätzlich zu verstehen, die Abhängigkeit von den wesentlichen Parametern zu erkennen und Überlegungen zur sinnvollen Auslegung weiterer Prozesse anzustellen.

**Inhalt:** Das Modul beschäftigt sich mit grundsätzlichen Fragen der Wechselwirkung von Plasmen mit Oberflächen, der Anwendbarkeit dieser Wechselwirkung und konkreten physikalisch-technischen Prozessen und Apparaturen.

Im ersten Teil der Vorlesung spielen die Gasphasen und Oberflächenprozesse in modernen plasmatechnischen Prozessen eine wichtige Rolle. Anhand anschaulicher Bilder werden die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Oberflächenprozesse aufgezeigt. Das Zusammenspiel von Gasphasen und Oberflächenkinetik wird am Beispiel der Oxidation eines Kohlestofffilms aufgezeigt.

Der zweite Teil ist der Schichtabscheidung durch Sputterverfahren gewidmet. Hierbei wird insbesondere auf die am weitesten verbreitete Methode der Magnetron-Entladung eingegangen. Sowohl das rein physikalische, als auch das reaktive Sputtering von metallischen, aber auch dielektrischen Schichten wird aufgezeigt. Grundsätzliche Fragestellungen zur Schichtabscheidung und Schichtmorphologie werden in Abhängigkeit wichtiger Parameter erörtert.

Die plasmaunterstützte chemische Abscheidung aus der Gasphase (PECVD) bildet den dritten Teil der Vorlesung. Hier wird mit einfachen Modellen die Deposition von für die Mikroelektronik so wichtigen Filmen wie Siliziumdioxid und amorphes wasserstoffdotiertes Silizium besprochen.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.8 Pflichtfach 3 PT

<b>Nummer:</b>	149374
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141361: Felder, Wellen und Teilchen 4 SWS (S.41)

**Ziele:** Die Studierenden verstehen die Grundlagen der mathematischen Modellierung technischer Plasmen und erkennen, dass das anschauliche Verstehen und die theoretische Beschreibung plasmatechnischer Systeme einander ergänzt.

**Inhalt:** Die zur Beschreibung von Plasmen (und anderer Materie) gebildeten Begriffe Felder, Wellen, und Teilchen werden erläutert und in einen gegenseitigen Zusammenhang gestellt.

1. Felder als Strukturen in Raum und Zeit
2. Wichtige Feldgleichungen
3. Erhaltungsgleichungen
4. Dispersionsrelation

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84



## 1.9 Pflichtfach 4 PT

<b>Nummer:</b>	149375
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141362: Modellierung technischer Plasmen 4 SWS (S.61)

**Ziele:** Die Studierenden haben Einblick in die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Plasma-Modelle und sind in der Lage, das für ihren Zweck jeweils geeignete auszuwählen und anzuwenden.

**Inhalt:** Ein Plasma ist ein System von vielen (10<sup>20</sup>) mit einander elektromagnetisch und quantenmechanisch wechselwirkenden Teilchen (Elektronen, Ionen, Neutrale) weitab vom thermischen Gleichgewicht. In der Vorlesung werden physikalische Begriffe und mathematische Modelle diskutiert, mit denen man derartige Systeme beschreiben und ihre Eigenschaften verstehen und berechnen kann.

- Bewegung von Ladungen in elektromagnetischen Feldern: Beschleunigung, Gyration, Drift
- Stoßprozesse: Elastische und inelastische Stöße
- Kinetische Theorie.
- Reduzierte kinetische Theorie.
- Fluiddynamische Modelle.
- Globale Modelle.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.10 Pflichtfach 5 PT

<b>Nummer:</b>	149376
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141372: Elektromagnetische Wellen 4 SWS (S.35)

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen die Theorie elektromagnetischer Wellen und können Probleme aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik, Photonik oder Plasmatechnik lösen.

### Inhalt: *A. Elektrostatik*

- Wiederholung des Coulomb-Gesetzes, der Poisson-Gleichung und des Gauss-Gesetzes; Interpretation mittels Helmholtz-Zerlegungssatz für Vektorfelder
- Satz von Green, Lösung der Poisson-Gleichung mit Hilfe der Green-Funktion
- Laplace-Gleichung in kartesischen und sphärischen Koordinaten und Kugelächenfunktionen; Green-Funktion in sphärischen Koordinaten, Multipol-Entwicklung

### *B. Magnetostatik*

- Wiederholung des Biot-Savart-Gesetzes und des Durchflutungsgesetzes; Kontinuitätsgleichung, Vektorpotential und Eichtransformation
- Wiederholung des Induktionsgesetzes, Zeitableitung des Flussintegrals

### *C. Elektrodynamik (Grundlagen)*

- Wiederholung der Maxwell-Gleichungen: Verschiebungsstrom, Kontinuitätsgleichung; Elektrodynamische Potentiale, Eichtransformation mittels skalarer Eichfunktion
- Coulomb und Lorenz-Eichung, skalare Wellengleichung
- Green-Funktion der Wellengleichung, retardierte Potentiale
- d'Alembert-Lösungen der Wellengleichung
- Erhaltungsgleichungen: Ladungs-, Impuls- und Drehimpulserhaltung, Poynting-Theorem
- Wiederholung: Übergangsbedingungen an Medien und ebene Wellen in nichtleitenden Medien; Leitfähige Medien und inhomogene ebene Wellen

### *D. Elektrodynamik*

- Polarisation elektromagnetischer Wellen, Stokes-Parameter

- Wiederholung des Superpositionsprinzips für EM-Wellen, Phasen-/Gruppengeschwindigkeit; Wellenpakete und Ausbreitung in dispersiven Medien
- Wiederholung der Schwingungstypen in Wellenleitern; Zylindrische Hohl-/Wellenleiter
- Strahlung lokalisierter oszillierender Quellen, Nah- und Fernfeldnäherung

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.11 Pflichtfach 6 PT

<b>Nummer:</b>	149377
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Arbeitsaufwand:</b>	150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Semester:</b>	1., 2. oder 3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141366: Technische Hochfrequenzplasmen 4 SWS (S.89)

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung von Transport, Randschicht, Heizungsmechanismen und Gleichgewichtskonzepten in technischen Hochfrequenzplasmen. Sie kennen verschiedene Typen technischer HF Plasmen (Kapazitive und Induktive Radio-Frequenz Plasmen) und verstehen deren Funktionsweisen und industrielle Anwendungen. Die Studierenden können aktuelle internationale Publikationen auf dem Gebiet der technischen Hochfrequenz-Plasmatechnik lesen, verstehen und in Form eines Kurzvortrags zusammenfassen.

### Inhalt:

- Einführung
- Grundlagen
- Transport
- Randschichtmodelle
- Heizungsmechanismen
- Gleichgewichtskonzepte
- Kapazitive Radio-Frequenz Plasmen
- Induktive Radio-Frequenz Plasmen
- Anwendungen

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.12 Wahlfächer

**Nummer:** 149864  
**Verantwortlicher:** Studiendekan ETIT  
**Arbeitsaufwand:** Mindestens 750 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)  
**Leistungspunkte:**  $\geq 25$

### Veranstaltungen:

141106: freie Veranstaltungswahl (S.42)

**Ziele:** Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in technischen oder nichttechnischen Gebieten entsprechend ihrer Wahl. Dies beinhaltet sowohl die fachliche Vertiefung als auch den Erwerb von Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Master-, Bachelor- oder Diplomstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der [nichttechnischen Veranstaltungen](#). Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund ist auch die Wahl dort angebotener Veranstaltungen möglich.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 25 / 84

## 1.13 Wahlpflichtfächer PT

<b>Nummer:</b>	149378
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Mindestens 720 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)
<b>Leistungspunkte:</b>	$\geq 24$
<b>Semester:</b>	1.-3. Semester (MaET)
<b>Dauer:</b>	1 Semester

### Veranstaltungen:

141276: Angewandte Elektrodynamik	3 SWS	(S.21)
141280: Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik	3 SWS	(S.23)
141377: Computational Engineering 1: Fluidynamics in electrical-engineering	2 SWS	(S.25)
141378: Computational Engineering 2: Electrodynamics	2 SWS	(S.27)
141375: Computational Methods on GPU	3 SWS	(S.29)
141369: Crash Course on Plasma Simulation	2 SWS	(S.30)
160228: Einführung in die Biophysik	6 SWS	(S.32)
141367: Electromagnetic Fields	3 SWS	(S.33)
148206: Exakte Methoden und Näherungsverfahren I	3 SWS	(S.37)
148185: Exakte Methoden und Näherungsverfahren II	3 SWS	(S.39)
141374: Fundamentals of GPU Programming	4 SWS	(S.43)
141368: Hochfrequenztechnik und elektrostatische Substratklemmung für technische Plasmen	2 SWS	(S.45)
142360: International Summer School	3 SWS	(S.46)
141274: LabView Programming	3 SWS	(S.48)
141275: Licht und Materie	3 SWS	(S.50)
141370: Numerical Plasma Simulation	3 SWS	(S.64)
150118: Numerische Mathematik für Elektrotechniker	3 SWS	(S.65)
141279: Numerische Methoden in der Elektrodynamik	3 SWS	(S.67)
148230: Physik und Technik von Lichtquellen	3 SWS	(S.69)
141277: Physikalische Elektronik	3 SWS	(S.71)
141373: Plasma Chemistry	3 SWS	(S.73)
141281: Plasmamedizin	3 SWS	(S.75)
141363: Plasmarandschichten	3 SWS	(S.77)
141290: Plasmaspektroskopie	4 SWS	(S.78)
141364: Plasmatechnik in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik	3 SWS	(S.84)
141285: Programmierung kinetischer Simulation: Von einzelnen Elektronen zu Radiofrequenz-Plasmen	3 SWS	(S.86)
141131: Systeme der Hochfrequenztechnik	4 SWS	(S.87)
141371: Theoretische Methoden der Elektrotechnik	3 SWS	(S.91)

**Ziele:** Die Studierenden haben fachspezifische Kenntnisse auf dem Gebiet des Studienschwerpunktes, können diese anwenden und entsprechende Fragestellungen analysieren und lösen.

**Inhalt:** Es sind Module aus dem Wahlpflichtkatalog des Studienschwerpunktes auszuwählen. Jedes Modul besteht aus je einer Lehrveranstaltung mit eigener Modulabschlussprüfung.

Zur Vermeidung von Mehrfachbeschreibungen jeweils identischer Module und Lehrveranstaltungen, wird direkt auf die Lehrveranstaltungsbeschreibung verwiesen, die auch die jeweils zugehörigen LP enthält.

Insgesamt sind im Wahlpflichtbereich Module im Gesamtumfang von mindestens 24 Leistungspunkten zu wählen.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 24 / 84

# Kapitel 2

## Veranstaltungen



## 2.1 141276: Angewandte Elektrodynamik

<b>Nummer:</b>	141276
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Handouts Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden kennen die Natur elektromagnetischer Felder und ihre mathematische Beschreibung. Sie sind in der Lage, aus komplizierten Materiemodellen einfachere Materialgleichungen abzuleiten. Sie sind in Lage, die Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Feldern und einfachen Materialien zu beschreiben. Sie kennen allgemeine mathematische Prinzipien zur Lösung der Modellgleichungen und könne diese auf spezielle Fälle anwenden.

### Inhalt:

- Maxwell-Gleichungen
- Erhaltungsgleichungen
- Mikroskopische und makroskopische Elektrodynamik
- Modelle für Materialgleichungen
- Lagrange- und Hamilton-Formalismus in der Elektrodynamik
- Spezielle Kapitel der angewandten Elektrodynamik (nach Interesse der Hörer\*innen)

**Voraussetzungen:** Keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

- Mathematik 1, 2 and 3
- Experimentalphysik
- Elektrotechnik 1,2 und 4
- Electrophysics

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.2 141280: Biomedizinische Anwendungen in der Plasmatechnik

<b>Nummer:</b>	141280
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Moodle
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozent:</b>	Jun. Prof. Dr. Andrew R. Gibson
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 15 Studierende
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studenten haben Interesse an der Plasmatechnik und Verständnis für die technischen Abläufe bei der Untersuchung von Plasmen für biomedizinische Anwendungen gewonnen. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der physikalischen und biologischen Konzepte für aktuelle und potenzielle Anwendungen der Plasmatechnologie in der Biomedizin gewonnen.

**Inhalt:** Biomedizinische Anwendungen der Plasmatechnik sind ein vergleichsweise neues Anwendungsgebiet für Niedertemperaturplasmen. Die Anwendungen der Plasmatechnologie können dabei von der Entfernung biologischer Verunreinigungen von Oberflächen bis hin zur Modifizierung von Oberflächen für den Einsatz in der Biomedizin, z.B. als medizinische Implantate, reichen. Die Vorlesung gibt einen Einblick in dieses aktuelle Forschungsgebiet, indem sie die technischen Grundlagen für Plasmaanwendungen in der Biomedizin und wichtige Aspekte in Bezug auf deren Wechselwirkungen mit biologischen Systemen behandelt. Die Vorlesungen sind wie folgt organisiert:

1. Grundlagen des Plasmas
2. Atmosphärendruck- und Niederdruck-Plasmen
3. Plasmakomponenten und Wirkungsweisen
4. Grundlagen der Mikrobiologie
5. Einfluss von Plasmen auf prokaryotische und eukaryotische Zellen
6. Einfluss von Plasmen auf Zellkomponenten
7. Grundlagen und Anwendungen von Plasmen zur Oberflächendesinfektion
8. Plasmaerzeugte Beschichtungen für biomedizinische Zwecke.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalt aus der Vorlesung *Plasmatechnik 1*

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Modulprüfung

## 2.3 141377: Computational Engineering 1: Fluidynamics in electrical-engineering

<b>Nummer:</b>	141377
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Priv.-Doz. Dr. Jürgen Geiser
<b>Dozent:</b>	Priv.-Doz. Dr. Jürgen Geiser
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	2
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 20-30 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse im Bereich der Modellgleichungen von fluid- und elektrodynamischen Problemstellungen, der numerischen Lösungsverfahren von partiellen Differentialgleichungen, der Raumdiskretisierung mit finite Differenzen- und finite Element-Verfahren, der Zeitdiskretisierung mit steifen Lösungsverfahren, der Einführung in Multiskalenlösern und der Anwendung im der Verfahren mit MATLAB-Programmen. Sie können entscheiden, welche Modellgleichungen man mit welchen numerischen Verfahren diskretisiert. Ferner unter welchen Bedingungen man in der Praxis bestimmte gitterabhängige Verfahren einsetzt und wie die Zeit- und Raumparameter für steife Problemstellungen zu wählen sind. Zum Anderen erreichen die Studierenden durch die Einführung in spezielle Multiskalenlöser ein tieferes algorithmisches und technisches Verständnis für die Abhängigkeit von Zeit- und Raumskalen bei partiellen Differentialgleichungen. Dadurch sind sie in der Lage, argumentativ eine bestimmte numerische Lösungsstrategie zu bewerten. Weiter können Sie den Einsatz von numerischen Verfahren im Bereich der Transportprobleme in kommerzielle und akademische Simulationsprogramme beurteilen. Im Bereich der praktischen Übungen am Rechner können Sie das Wissen mit vorgegebenen MATLAB-Programmen anwenden. Sie erhalten zusätzlich ein zweisprachiges eLearning-Angebot in Moodle (hier sind alle Lerninhalten und Übungen in Deutsch und Englisch verfügbar) und sie können ihre Sprachkompetenzen in der Wissenschaftssprache Englisch verbessern.

**Inhalt:** Das Modul bietet eine Grundlage in der Modellierung von elektromagnetischen und Transport-Problemstellungen, dabei werden die Maxwell- und die Transport-Reaktionsgleichung betrachtet. Es werden die Grundlagen zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen besprochen. Für die Lösung der partiellen Differentialgleichungen werden numerische Diskretisierungsverfahren erläutert und die Effizienz und Stabilität besprochen. Für die Auflösung von verschiedenen Raum- und Zeitskalen in den Modellgleichungen werden Multiskalenlösern besprochen. Die Vorlesung lässt sich in vier Teile gliedern: Im ersten Teil werden die Grundlagen der Modellierung von elektromagnetischen Problemen und Transportproblemen besprochen. Dabei werden Transport- und elektrodynamische Problemstellungen eingeführt, die im Bereich der parabolischen partiellen Differentialgleichungen sind. Im zweiten Teil werden die numerischen Verfahren zur Lösung der parabolischen Gleichungen besprochen. Dabei ist der Schwerpunkt bei den finite Differenzenverfahren besprochen, die für die Raum- und Zeitdiskretisierung verwendet werden. Im dritten Teil der Vorlesung werden Grundlagen

von Multiskalenverfahren gelegt. Es werden fortgeschrittene numerische Verfahren, z.B. HMM-Löser (Heterogeneous Multiscale Methods), besprochen, mit denen die Ergebnisse der mikroskopischen (feine Skala) und makroskopischen (grobe Skala) Modelle gekoppelt wird und als ein Gesamtmodell gelöst wird. Im vierten Teil werden dann Anwendungen und die Umsetzung von Multiskalenproblem in kommerziellen und akademischen Software-Programmen präsentiert.

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Module Mathematik 1-3

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 13 Wochen zu je 2 SWS entsprechen in Summe 28 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 2 Stunden pro Woche, in Summe 28 Stunden, erforderlich. Etwa 34 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 60 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme an den Vorlesungen, Übungen und bestandene Modulklausur (Anwesenheit in mindestens 3 von 4 Vorlesungstagen in der Blockvorlesungswoche).

## 2.4 141378: Computational Engineering 2: Electrodynamics

<b>Nummer:</b>	141378
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Priv.-Doz. Dr. Jürgen Geiser
<b>Dozent:</b>	Priv.-Doz. Dr. Jürgen Geiser
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	2
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 20-30 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über Kenntnisse der Modellierung von elektromagnetischen Feldern mittels der Maxwellgleichung, der Grundlagen zur numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen, die mit gitterabhängigen numerischen Verfahren gelöst werden, der gekoppelten Zeit- und Raumdiskretisierungsverfahren (sogenannte FDTD-Verfahren (Finite-Difference Time-Domain methods)) für Maxwellgleichungen, der Umsetzung von robusten und effizienten numerischen Lösungsverfahren und der Anwendung paralleler Algorithmen im Bereich der Raum- und Zeiterlegungsverfahren. Sie können entscheiden, unter welchen Bedingungen man in der Praxis bestimmte gitterabhängige Verfahren einsetzt und wie die Parameter für die Schrittweite in Zeit und Raum zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen verwendet werden. Zum Anderen erreichen die Studierenden durch die Einführung in Zerlegungs- und Parallelisierungsverfahren ein weiteres algorithmisches und technisches Verständnis von effizienten und schnellen Lösern, die die Rechenzeiten bei umfangreichen und mehrdimensionalen Modellgleichungen verkürzen. Dadurch sind sie in der Lage, argumentativ eine bestimmte numerische Lösungsverfahren zu bewerten. Weiter können Sie den Einsatz von kommerzielle und akademische Simulationsprogramme für die numerische Lösung von elektromagnetischen Feldern beurteilen. Im Bereich der praktischen Übungen am Rechner können Sie das Wissen mit teilweise vorgegebenen MATLAB-Programmen, die zur numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen verwendet werden, anwenden und weiterentwickeln. Sie erhalten zusätzlich ein zweisprachiges eLearning-Angebot in Moodle (hier sind alle Lerninhalten und Übungen in Deutsch und Englisch verfügbar) und können ihre Sprachkompetenzen in der Wissenschaftssprache Englisch verbessern.

**Inhalt:** Das Modul bietet einen allgemeinen Einstieg in die Modellierung und numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen, die in der Elektrodynamik verwendet werden. Es werden die grundlegenden Begriffe im Bereich der hierarchischen Modellgleichungen für die Elektrodynamik, d.h. der Liouville-, Boltzmann-/Fokker-Planck- und Maxwellgleichungen, erläutert. Weiter werden die mathematischen Grundlagen von den numerischen Methoden für die Maxwellgleichung, d.h. der Gitterverfahren im Bereich der Finite Differenzen und der FDTD Methoden, konsolidiert und wiederholt. Umfangreiche Algorithmen im Bereich der Raum- und Zeiterlegungsverfahren werden aufgezeigt und die mathematischen Grundlagen dazu erläutert. Die Parallelisierung von Raum- und Zeiterlegungsverfahren wird anhand von den Schwarz-Waveform-Relaxations- und Parareal-Methoden gezeigt und mit an praxisrelevanten Beispielen

erläutert. Die Vorlesung lässt sich in vier Teile gliedern: Im ersten Teil wird die Modellierung der elektromagnetischen Prozesse mittels der Maxwellgleichung einschliesslich der verschiedenen hierarchischen Modellebenen, die skalenabhängig sind, d.h. mikro-, meso- und makroskopische Bereiche haben, besprochen. Der zweite Teil beginnt mit den numerischen Verfahren für die Modellgleichungen, die hier im Bereich der hyperbolischen partiellen Differentialgleichungen sind und spezielle Diskretisierungs- und Lösungsverfahren benötigen. Dabei wird die Einführung in gitterabhängige Verfahren für hyperbolische PDGL gegeben, die besonders auf die Kopplung der Raum- und Zeitschrittweiten aufbaut um robuste und effiziente Verfahren zu erhalten. Im dritten Teil der Vorlesung werden Grundlagen von Zerlegungs- und Parallelisierungsverfahren besprochen, die zur Beschleunigung der Lösungsverfahren beitragen. Hierzu werden die Grundlagen im Bereich der Operator-Splitting- und der Gebietszerlegungsverfahren erläutert. Im letzten Teil der Vorlesung wird ein Schwerpunkt auf die Anwendung im Bereich der elektromagnetischen Wellen, der Dipolantenne und der Fluid-Partikel-Anwendung in elektromagnetischen Feldern besprochen. Hier wird die praktische Umsetzung der Algorithmen besprochen und deren Umsetzung in kommerzielle oder akademische Softwarepakete.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Inhalte der Module Mathematik 1-3
- Computational Engineering I (wünschenswert, aber nicht obligatorisch)

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 13 Wochen zu je 2 SWS entsprechen in Summe 28 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 2 Stunden pro Woche, in Summe 28 Stunden, erforderlich. Etwa 34 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 60 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme an den Vorlesungen, Übungen und der bestandenen Modulklausur (Anwesenheit in mindestens 3 von 4 Vorlesungstagen und aktive Mitarbeit bei den Übungen am Rechner).



## 2.5 141375: Computational Methods on GPU

**Nummer:** 141375  
**Lehrform:** Vorlesungen und Übungen  
**Verantwortlicher:** Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann  
**Dozent:** Dr. Denis Eremin  
**Sprache:** Englisch  
**SWS:** 3  
**Leistungspunkte:** 4  
**Angeboten im:**

**Ziele:** The students know selected computational methods, their massively parallel analogs and basic programming techniques on graphics processing units (GPU).

**Inhalt:**

- GPU as a modern means for general-purpose massively parallel computations
- General GPU architecture and CUDA operational model
- Basic CUDA syntax
- Optimization strategies in GPU programming
- General guidelines for the algorithm parallelization
- Prefix Scan
- **Massively parallel** matrix algebra algorithms, sorting algorithms, random number generation algorithms, Monte-Carlo algorithms, Fast Fourier Transform algorithms, etc...

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Basic programming skills with C/C++/Fortran programming languages

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.6 141369: Crash Course on Plasma Simulation

<b>Nummer:</b>	141369
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Jan van Dijk
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	2
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	10, max. 20
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** In diesem Kompaktkurs machen Sie sich mit den wichtigsten Aspekten der kontinuumsbasierten Plasmamodellierung vertraut. Sie entwickeln ein gitterbasiertes Tool zur Simulation von Plasmen, die aus einem Hintergrundgas, Ionen und Elektronen bestehen. Zu diesem Zweck lernen Sie die Feinheiten kennen, die bei der Darstellung der Poisson-Gleichung für das elektrostatische Feld und der Drift-Diffusions-Gleichungen für den Elektronen- und Ionen transport auf einem diskreten Satz von Maschenpunkten auftreten. Sie implementieren und testen einen C++- oder MATLAB-Code für ein orts aufgelöstes und zeitabhängiges Reaktorplasma.

Der praktische Kurs bietet eine Mischung aus physikalischer Modellierung sowie mathematischen und rechnerischen Methoden und ist eine hervorragende Einführung für Personen, die sich für rechnerische Methoden interessieren.

### Inhalt:

- Plasma Modelling Overview
- Fluid Modelling Quick Start: Fick-diffusion.
- Fluid Modelling in Depth
- Putting it all together: a parallel-plate reactor model

**Voraussetzungen:** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** keine

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand setzt sich wie folgt zusammen: Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung an 5 Tage je 6,5 Stunden statt. In Summe ergibt das 32,5 Stunden Anwesenheit. Für die Vor- und Nachbereitung der Vorlesung sind 30 Stunden vorgesehen. Etwa 27,5 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Exam: Oral exam (approx. 30 min).

## 2.7 160228: Einführung in die Biophysik

<b>Nummer:</b>	160228
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Eckhard Hofmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Eckhard Hofmann
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	6
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben einen Überblick über molekulare Strukturen lebender Materie, sowie die Kenntnis experimenteller Methoden der Biophysik gewonnen. Sie haben die Beschreibung von Gleichgewichten und Reaktionen gelernt, und die Anwendung und Nutzung von Datenbanken und Servern.

**Inhalt:** Struktur biologischer Materie: Vom Atom zum Protein:

- Spektroskopische Methoden
- Röntgenkristallographie
- Thermodynamik von Gleichgewichten und Reaktionen
- Reaktionskinetik und Elektrochemie
- Bioinformatik

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundkenntnisse Physik

**Arbeitsaufwand:** 180 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 70 Stunden, erforderlich. Etwa 54 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

## 2.8 141367: Electromagnetic Fields

<b>Nummer:</b>	141367
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Moodle rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Denis Eremin
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 5 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden erlernen die Theorie elektromagnetischer Felder und Wellen und können die Techniken auf verwandte Probleme in Technik und Physik anwenden.

### Inhalt:

1. Helmholtz-Theorem
2. Allgemeiner Überblick über die Maxwell'schen Gleichungen. Verschiedene Näherungen: Elektrostatik, Magnetostatik, Darwin
3. Elektrostatik: Coulombsches Gesetz, Gauß'sches Gesetz
4. Greensche Funktion in der Elektrostatik
5. Magnetostatik: Bio-Savart'sches Gesetz, Ampere'sches Gesetz
6. Faradaysches Gesetz
7. Verschiebungsstrom, Maxwell'sche Gleichungen, Vektor- und Skalarpotential
8. Eichtransformationen, Eichinvarianz, Lorenz-Eichung, Coulomb-Eichung
9. Energieerhaltung, Poynting-Theorem
10. Erhaltung des linearen Impulses
11. Ebene elektromagnetische Wellen in nichtleitenden Medien
12. Eigenschaften elektromagnetischer Wellen, Polarisation
13. Ausbreitung eines Wellenpackets, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit
14. Zylinderwellenleiter und Hohlräume
15. TM-, TE- und TEM-Wellen
16. Wellenleitermodi

17. Resonanzhohlräume
18. Greensche Funktion für ein zeitabhängiges Problem im freien Raum
19. Felder und Strahlung lokalisierter oszillierender Quellen

**Voraussetzungen:** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundkenntnisse über Elektromagnetik, partielle Differentialgleichungen und Vektorrechnung wären hilfreich.

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

The workload is accumulated as follows. 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. For preparation of exercises and further reading after the lectures 5 hours per week are required, accumulating to 70 hours. About 38 hours are required for the preparation for the examination.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Abschlussprüfung

**Literatur:**

- [1] Jackson, John David "Classical Electrodynamics", Wiley & Sons, 1998
- [2] Griffiths, D.J. "Introduction to Electrodynamics", Prentice Hall, 1999
- [3] Zangwill, A. "Modern Electrodynamics", Cambridge University Press, 2013
- [4] Kendall, P.C. "Vector Analysis and Cartesian Tensors", CRC Press, 1992

## 2.9 141372: Elektromagnetische Wellen

<b>Nummer:</b>	141372
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Videoübertragung Moodle
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Dr. Denis Eremin M. Sc. Michael Klute
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 10 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen die Theorie elektromagnetischer Wellen und können Probleme aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik, Photonik oder Plasmatechnik lösen.

**Inhalt:** *A. Elektrostatik*

- Wiederholung des Coulomb-Gesetzes, der Poisson-Gleichung und des Gauss-Gesetzes; Interpretation mittels Helmholtz-Zerlegungssatz für Vektorfelder
- Satz von Green, Lösung der Poisson-Gleichung mit Hilfe der Green-Funktion
- Laplace-Gleichung in kartesischen und sphärischen Koordinaten und Kugelächenfunktionen; Green-Funktion in sphärischen Koordinaten, Multipol-Entwicklung

*B. Magnetostatik*

- Wiederholung des Biot-Savart-Gesetzes und des Durchflutungsgesetzes; Kontinuitätsgleichung, Vektorpotential und Eichtransformation
- Wiederholung des Induktionsgesetzes, Zeitableitung des Flussintegrals

*C. Elektrodynamik (Grundlagen)*

- Wiederholung der Maxwell-Gleichungen: Verschiebungsstrom, Kontinuitätsgleichung; Elektrodynamische Potentiale, Eichtransformation mittels skalarer Eichfunktion
- Coulomb und Lorenz-Eichung, skalare Wellengleichung
- Green-Funktion der Wellengleichung, retardierte Potentiale
- d'Alembert-Lösungen der Wellengleichung
- Erhaltungsgleichungen: Ladungs-, Impuls- und Drehimpulserhaltung, Poynting-Theorem
- Wiederholung: Übergangsbedingungen an Medien und ebene Wellen in nichtleitenden Medien; Leitfähige Medien und inhomogene ebene Wellen

*D. Elektrodynamik*

- Polarisation elektromagnetischer Wellen, Stokes-Parameter
- Wiederholung des Superpositionsprinzips für EM-Wellen, Phasen-/Gruppengeschwindigkeit; Wellenpakete und Ausbreitung in dispersiven Medien
- Wiederholung der Schwingungstypen in Wellenleitern; Zylindrische Hohl-/Wellenleiter
- Strahlung lokalisierter oszillierender Quellen, Nah- und Fernfeldnäherung

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Contents of the Bachelor Lectures (PO 13) Mathematics 1, 2 and 3 as well as General Electrical Engineering 1, 2, 3 and 4

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Abschlussprüfung

**Literatur:**

- [1] Panofsky, Wolfgang K. H., Phillips, Melba "Classical Electricity and Magnetism", Dover Publications Inc., 2005
- [2] Heald, Mark A., Marion, Jerry B. "Classical Electromagnetic Radiation", Dover Publications Inc., 1995
- [3] Griffiths, D.J. "Introduction to Electrodynamics", Prentice Hall, 1999
- [4] Jackson, John David "Klassische Elektrodynamik", Gruyter, Walter de GmbH, 1988
- [5] Zangwill, A. "Modern Electrodynamics", Cambridge University Press, 2013



## 2.10 148206: Exakte Methoden und Näherungsverfahren I

<b>Nummer:</b>	148206
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	

**Ziele:** Für die mathematische Beschreibung von Plasmen, Halbleitern und vielen anderen elektrotechnischen und physikalischen Systemen stehen höchst komplexe Differentialgleichungssysteme zur Verfügung. Um diese Gleichungen handhabbar zu machen und an konkrete physikalische Situationen und technische Anwendungen anzupassen, ist die Kenntnis spezieller mathematischer Methoden nötig, die über den Inhalt der Mathematikvorlesungen des Grundstudiums hinausgehen. Die Studierenden haben verschiedene mathematische Grundkonzepte zur Lösung typischer Probleme und ihre Anwendungen in der täglichen Arbeit des Ingenieurs kennengelernt - ohne Anspruch auf (übertriebene) Exaktheit und Vollständigkeit, aber mit Anspruch auf "Praxistauglichkeit".

### Inhalt:

- Dimensionsanalyse, Skalierung und Differentialgleichungen
- Störungsmethoden
- Variationsrechnung
- Eigenwertprobleme, Integralgleichungen und Green-Funktionen
- Partielle Differentialgleichungen
- Wellenphänomene
- Mathematische Modelle kontinuierlicher Medien

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Vorlesungen Mathematik 1-4

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.11 148185: Exakte Methoden und Näherungsverfahren II

<b>Nummer:</b>	148185
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	

**Ziele:** Die Studierenden haben wichtige numerische (und auch analytische) Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder, sowie ihre Implementierung und Anwendung kennen gelernt.

### **Inhalt:**

- Grundlagen der elektromagnetischen Feldtheorie
- Analytische Methoden und Orthogonale Funktionen
- Green-Funktionen
- Konforme Abbildungen
- Fourier-Transformationsmethoden
- Explizite und implizite Finite-Differenzen-Methoden
- Finite-Elemente-Methoden
- Momentenmethoden
- Spektral- und Pseudospektral-Methoden

**Voraussetzungen:** keine

### **Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Inhalt der Vorlesungen Mathematik 1-4
- Inhalt der Vorlesung Elektrische und magnetische Felder
- Grundkenntnisse der Programmierung

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.12 141361: Felder, Wellen und Teilchen

<b>Nummer:</b>	141361
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden verstehen die Grundlagen der mathematischen Modellierung technischer Plasmen und erkennen, dass das anschauliche Verstehen und die theoretische Beschreibung plasmatechnischer Systeme einander ergänzt.

**Inhalt:** Die zur Beschreibung von Plasmen (und anderer Materie) gebildeten Begriffe Felder, Wellen, und Teilchen werden erläutert und in einen gegenseitigen Zusammenhang gestellt.

1. Felder als Strukturen in Raum und Zeit
2. Maxwell-Gleichungen und fluiddynamische Modelle
3. Modelle für schnelle und langsame Phänomene
4. Dispersionsrelation

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Hochfrequenztechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 108 Stunden zur Vor- und Nachbereitung und zur Prüfungsvorbereitung.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Schulz, Hermann "Physik mit Bleistift. Einführung in die Rechenmethoden der Naturwissenschaften", Springer, 1993
- [2] Lichtenberg, Allan J., Lieberman, Michael A. "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley-Interscience, 1994

## 2.13 141106: freie Veranstaltungswahl

<b>Nummer:</b>	141106
<b>Lehrform:</b>	Beliebig
<b>Verantwortlicher:</b>	Dekan
<b>Dozent:</b>	Dozenten der RUB
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Bachelor- oder Masterstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der nichttechnischen Veranstaltungen.

Zu beachten ist allerdings, dass bei Masterstudierenden in allen Fällen eine Anerkennung von Fächern aus dem zugehörigen Bachelorstudiengang nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Weiterhin ist auch der Besuch von Lehrveranstaltungen anderer Univeristäten möglich - z.B. im Rahmen der Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund.

In der Fakultät wird speziell in diesem Bereich die Veranstaltung Methodik des wissenschaftlichen Publizierens angeboten. Im Rahmen der Kooperation mit der TU Dortmund wird folgende Veranstaltung angeboten: Musikdatenanalyse.

- nichttechnische Veranstaltungen:  
<http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/392/>
- Methodik des wissenschaftlichen Publizierens: <https://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/747>
- Musikdatenanalyse: <http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/785/>,

**Voraussetzungen:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Empfohlene Vorkenntnisse:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Beschreibung der Prüfungsleistung:** Die Prüfungsform und das Anmeldeverfahren kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

## 2.14 141374: Fundamentals of GPU Programming

<b>Nummer:</b>	141374
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Medienform:</b>	Videoübertragung Moodle
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Denis Eremin
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 35 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden erlernen das Programmieren auf Grafikprozessoren (GPUs)

**Inhalt:** Zu einem bestimmten Zeitpunkt um 2003 stieg die Rechenleistung nicht auf Kosten der Taktfrequenz des Prozessors, sondern durch Erhöhung der Anzahl der auf dem Prozessorchip zugewiesenen Rechenkerne. Grafikprozessoren (GPUs) sind die Meister dieser Computer-Hardware-Entwicklung und bieten bis zu Zehntausende einzelner Kerneinheiten. Gleichzeitig wird das GPU-Speichersystem nicht so sehr durch die Kompatibilitätsanforderungen mit älteren Generationen eingeschränkt wie CPU-Speichersysteme. Deswegen zeigen GPUs im Vergleich zu ihren älteren “Bruder” -Zentraleinheiten (CPUs) eine deutlich bessere Rohleistung der Recheneinheiten und des Speichersystems. Ursprünglich für Videobearbeitungsaufgaben entwickelt, wird die enorme Rechenleistung moderner GPUs üblicherweise zur Unterstützung von CPUs oder zur Lösung einer Vielzahl von Rechenproblemen mit (massiv) parallelisierbaren Teilen verwendet, wodurch Teraflops-hohe Rechenleistung kann schon auf Laptop- / Desktop-Computers erzielt werden. Der vorliegende Kurs zeigt, wie CUDA C (Erweiterung der C-Sprache für die GPU-Programmierung) und das entsprechende (sehr flexible!) CUDA-Laufzeit-API-Framework verwendet werden kann, um die Ausführung einiger typischer Programmiermuster um einen Faktor von 10 oder mehr zu beschleunigen das der CPU. Ausgehend vom CUDA-Programmiermodell geht man zum CUDA-Ausführungsmodell über und betrachtet grundlegende konzeptionelle, Software- und Hardwareprobleme, die zum Verständnis der Funktionsweise von GPUs beitragen. Fallstudien zu mehreren Problemen mit massiv parallelen Algorithmen, die in GPUs implementiert sind, werden ebenfalls weiter ausgeführt. Das theoretische Wissen, das in den Vorlesungen vermittelt wird, wird durch eine Vielzahl von praktischen Beispielen untermauert, an denen die Schüler zu Hause arbeiten können.

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** C (Programmiersprache)

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 2 SWS entsprechen in Summe 30 Stunden Anwesenheit. Für die Hausaufgaben sind 15 Wochen zu je 2 SWS angesetzt, das entsprechen 30 Stunden. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung

der Hausaufgaben sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 60 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** Projektarbeit, studienbegleitend



## 2.15 141368: Hochfrequenztechnik und elektrostatische Substratklemmung für technische Plasmen

<b>Nummer:</b>	141368
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Handouts rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Michael Klick
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	2
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Vorlesung findet als Blockveranstaltung vom 19.-23.10.2020 in Raum ID 04/401 statt.

**Inhalt:** Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Das Skript der Vorlesung ist in Englisch und wird als Ausdruck verteilt. Notwendig: Grundlagen der E-Technik, Elektrisches und magnetische Felder. Empfohlen: “Plasmatechnik I”, Prof. Awakowicz & “Einführung in die Plasmaphysik”, Prof. von Keudell Ergänzend: “Technische Hochfrequenzplasmen”, Dr. Schulze

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: Blockseminar 3\*7 Stunden + 1\*6 Stunden, ergeben in Summe 27 Stunden Anwesenheit. 63 Stunden sind für die Vor- und Nachbereitung sowie für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.16 142360: International Summer School

<b>Nummer:</b>	142360
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz Professoren der Physik
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden sind mit der Niedertemperaturplasmaphysik vertraut und haben einen Überblick auf neuestem Stand über das Gebiet.

**Inhalt:** Der Grundkurs wird folgende Themen behandeln:

- Grundlagen der Gasentladungsphysik, Ähnlichkeitsgesetze, Arten von Plasmen
- Debye-Länge, Stoßraten, Ionisationsquerschnitte, freie Weglängen, magnetischer Einschluß
- Plasmaquellen, RF-Entladungen
- Thermische Plasmen
- Plasmadiagnostik
- Strahlung, Stoß-Strahlungsmodelle
- Elektronenkinetik
- Hydrodynamische Modelle
- Kinetik in reaktiven Plasmen
- Oberflächenprozesse
- staubige Plasmen

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Die Studierenden sollten mehrere Pflichtvorlesungen des Schwerpunkts Plasmatechnik gehört und die zugehörigen Prüfungen bestanden haben.

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung an fünf Tagen statt. Fünf Tage zu je 8 Stunden ergeben 40 Stunden Anwesenheit. Zur Vor- und Nachbereitung werden ebenfalls 40 Stunden angesetzt. Weitere 40 Stunden sind für die Vorbereitung einer Präsentation und für die Vorbereitung auf die Prüfung vorgesehen.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.17 141274: LabView Programming

<b>Nummer:</b>	141274
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Handouts Moodle Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Dr. Ihor Korolov
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** The students know the core aspects of the LabVIEW programming language. Moreover, they are familiar with programming structures, functions, creating graphs, data acquisition, laboratory equipment communication, etc. The students are able to create their own programs required for data collection processing and evaluation. The knowledge obtained by students also provides a basis to get started in the realm of LabVIEW programming in any lab.

**Inhalt:** The course covers the following topics:

- Data flowing programming. Variables, functions.
- Property and invoke nodes, sound, dialog and user interface, etc.
- Programming structures (formula, case structures, etc.)
- Creating and using subVIs, DLLs, executables
- Graphing with LabVIEW
- Data acquisition using LabVIEW
- Data analysis (e.g, statistics, fitting)
- Debugging techniques

**Voraussetzungen:** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** none

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.18 141275: Licht und Materie

<b>Nummer:</b>	141275
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Handouts Moodle Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden kennen die fundamentalen Phänomene der Wechselwirkung elektromagnetischer Felder und Wellen mit Materie. Sie können die theoretischen Methoden zu deren Beschreibung anwenden.

**Inhalt:**

- Elektromagnetische Theorie des Lichts
- Geometrische Optik
- Welleneigenschaften des Lichts
- Quantenphänomene: Wellen und Teilchen

**Voraussetzungen:** Keine

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.19 202620: Master-Praktikum Biomedizinische Messtechnik

<b>Nummer:</b>	202620
<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortlicher:</b>	Priv.-Doz. Dr. Martin Hexamer
<b>Dozent:</b>	Priv.-Doz. Dr. Martin Hexamer
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	max. 6 Teilnehmer
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Das Praktikum deckt ein weites Methodenspektrum ab, auf dessen Basis die Studierenden viele Kompetenzen entwickeln können, die in der beruflichen Praxis, branchenübergreifend, nützlich sind. Die Lösungen werden in kleinen Teams (2-3) erarbeitet. Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und praktischen Erfahrungen vertieft bzgl.:

- Schaltungstechnik von Biopotenzialverstärkern.
- Sensortechnik (Druck, Volumenstrom).
- Aktoren (Pumpen, Magnetventile, Staumanschette).
- Umgang mit Matlab/Simulink auch in der Real-Time Version.
- Signalverarbeitung an Hand linearer und adaptiver Filterung.

**Inhalt:** Das Praktikum vertieft in 3 Versuchen, die jeweils an 4 aufeinander folgenden Terminen durchgeführt und ausgewertet werden, die Vorlesung Biomedizinische Funktionssysteme I + II:

- Biopotenzialverstärker: Die Studierenden dimensionieren einen EKG-Verstärker und bauen ihn auf einer vorgefertigten Platine auf. Wesentliche Schaltungsbestandteile sind der Differenzverstärker, der Instrumentenverstärker und Standardschaltungen mit Operationsverstärkern. Des Weiteren werden eine Spannungsreferenz und verschiedene analoge Filterschaltungen realisiert. Weiterhin werden eine aktive Abschirmung und ein Active-Leg-Schaltung verwirklicht – also Maßnahmen zur Störungsunterdrückung. Alle Schaltungsbestandteile werden messtechnisch charakterisiert. Schließlich wird mit dieser Schaltung ein reales EKG aufgezeichnet.
- Signalverarbeitung mit Matlab/Simulink am Beispiel des EKG: Im ersten Teil dieses Blockes entwickeln die Studierenden auf der Basis einer vorliegenden, ungestörten EKG-Aufzeichnung einen Algorithmus zur Bestimmung der Herzfrequenz und charakteristischer Zeitintervalle, die von diagnostischer Relevanz sind. Sie untersuchen die Herzfrequenzvariabilität im Zeit- und Frequenzbereich. Im zweiten Teil wird das EKG-Signal mit verschiedenen Signalen gestört: Netzbrumm, Rauschen, oder rhythmische Bewegungsartefakte. Diese Störsignale sollen durch Filterung eliminiert werden. Dazu wird exemplarisch eine klassische lineare Filterroutine händisch entworfen um die einzelnen Entwurfsschritte bis zum rekursiven Filteralgorithmus zu verdeutlichen. Weitere lineare Filterroutinen

werden dann auf Basis der Matlab Toolbox realisiert. Des Weiteren lernen die Teilnehmer den Entwurf und die Implementierung von adaptiven Filtern (LMS-Filter). Sie erkennen Probleme, aber auch die Leistungsfähigkeit dieser Strukturen.

- Automatische Blutdruckmessung: Mit einer elektrischen Luftpumpe, einer Blutdruckmanschette mit integriertem Mikrophon, einem Drucksensor, elektromagnetischen Pneumatikventilen sowie der notwendigen Mess- und Steuerelektronik soll eine Matlab/Simulink basierte automatische Blutdruckmessung nach Riva-Rocci-Korotkoff entwickelt werden. Die Studierenden erhalten keine weiteren Vorgaben. Die Leistungsfähigkeit ihrer Entwicklung soll mit einem kommerziellen Gerät verglichen werden.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlagenvorlesungen der ETIT, Inhalte der Vorlesung Biomedizinische Funktionssysteme I + II

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 8 Termine zu je 3 SWS entsprechen in Summe 24 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung werden 32 Stunden benötigt (8 Termine zu 4 Stunden). Die Ausarbeitung jedes Termins benötigt 4 Stunden zusammen 32 Stunden. Die Nachbesprechung zu jedem Versuch mit dem Versuchsprotokoll erfordert insgesamt 2 Stunden.

**Prüfungsform:** Praktikum, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Regelmäßige Teilnahme (keine Fehlzeiten), Vorbereitung der Versuche, Verfassung von Ergebnisprotokollen.

**Literatur:**

- [1] Gamm, Eberhard, Schenk, Christoph, Tietze, Ulrich "Halbleiter-Schaltungstechnik", Springer Verlag, 2016
- [2] Webster, John G. "Medical Instrumentation Application and Design", Wiley & Sons, 2009



## 2.20 142101: Master-Projekt Plasmatechnik

<b>Nummer:</b>	142101
<b>Lehrform:</b>	Projekt
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann Dr. Denis Eremin
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	In der Regel 1 Studierender, nach Absprache ist aber auch Gruppenarbeit von 2 od
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben spezielle Kompetenzen in der Plasmatechnik.

**Inhalt:** Individuell gestaltete praktische Arbeit auf dem Gebiet der Plasmatechnik. Beispiel: Aufbau eines Praktikumsversuchs

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundkenntnisse in der Plasmaphysik und Plasmatechnik, wie sie in den Pflichtvorlesungen des Studienschwerpunktes vermittelt werden.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 48 Stunden zur Vor- und Nachbereitung.

**Prüfungsform:** Projektarbeit, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** erfolgreicher Abschluss der Projektarbeit

## 2.21 143283: Master-Seminar Biomedizinische Anwendungen der Plasmatechnik

**Nummer:** 143283  
**Lehrform:** Seminar  
**Medienform:** rechnerbasierte Präsentation  
**Verantwortlicher:** Prof. Dr.-Ing. Katharina Stapelmann  
**Dozent:** Prof. Dr.-Ing. Katharina Stapelmann  
**Sprache:** Deutsch  
**SWS:** 3  
**Leistungspunkte:** 3  
**Angeboten im:**

**Ziele:** Die Studierenden haben den Umgang mit technischer und wissenschaftlicher Literatur, Vortragsgestaltung und den sinnvollen Einsatz von Medien erlernt. Weiterhin haben sie erlernt wissenschaftliche Inhalte zu vermitteln und zu diskutieren.

**Inhalt:** Ausgewählte Themen der aktuellen Forschung zur biomedizinischen Anwendung technischer Plasmen werden von Studierenden eigenständig erarbeitet und in Vorträgen dargelegt. Die Themenfelder umfassen die Plasmasterilisation, die Beschichtung für biomedizinische Zwecke und die Plasma-Medizin mit den Schwerpunkten Behandlung von Hautkrankheiten, Wundheilung und den Einsatz von technischen Plasmen gegen Krebs.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Die Studierenden sollten mindestens eine der Pflichtvorlesungen des Studienschwerpunkts "Plasmatechnik" gehört und die zugehörige Prüfung bestanden haben.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 48 Stunden zur Vor- und Nachbereitung.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.22 143264: Master-Seminar Photonics

<b>Nummer:</b>	143264
<b>Lehrform:</b>	Seminar
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

### Ziele:

- The students have learned how to investigate and deal with scientific information while acquiring presentation techniques.
- They have gained knowledge of current research activities of photonic systems and techniques.

### Inhalt: Exemplary topics are:

- Laser systems
- Optical communication
- Photonic systems
- etc.

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Fundamental knowledge of optics.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

The workload is accumulated as follows: 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. 48 hours are required in preparation for the own oral presentation.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.23 143282: Master-Seminar Plasma-Simulation

<b>Nummer:</b>	143282
<b>Lehrform:</b>	Seminar
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann Dr. Denis Eremin
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben den akademischen Umgang mit technischer und wissenschaftlicher Literatur, sowie modernen Software-Werkzeugen und deren Anwendung erlernt.

**Inhalt:** Aktuelle Themen der numerischen Simulation von Plasmen mit Graphics Processing Units (GPUs) und der parallele Programmierung mit CUDA und C/C++ sollen von den Teilnehmern eigenständig (unter Anleitung) erarbeitet und präsentiert werden. Das Seminar eignet sich gleichermaßen für Interessenten mit Spaß am Programmieren ohne plasmatechnischem/plasmaphysikalischem Hintergrund als auch für Studierende der Plasmatechnik/Plasmatechnik.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlegende Kenntnisse in der Programmiersprache C/C++.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 20 Stunden Pflichtteilnahme an festgelegten Terminen. Für die Bearbeitung des Seminarthemas sind 50 Stunden erforderlich. 20 Stunden sind für die Vorbereitung der Präsentation und Ausarbeitung des Berichtes vorgesehen.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.24 143280: Master-Seminar Plasmatechnik

<b>Nummer:</b>	143280
<b>Lehrform:</b>	Seminar
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Gruppengröße:</b>	15 Students
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben erlernt: \* den Umgang mit technischer und wissenschaftlicher Literatur \* Vortragsgestaltung \* sinnvollen Einsatz von Medien \* Vermittlung und Diskussion wissenschaftlicher Inhalte

**Inhalt:** Ausgewählte Themen der Plasmatechnik und Plasmaphysik werden von den Studierenden eigenständig erarbeitet und in Vorträgen dargelegt. Die Themen werden in Anlehnung an aktuelle Forschungsarbeiten gewählt.

Die Studierenden nehmen an Vorträgen anderer Seminarteilnehmer und Wissenschaftler teil. Dies kann auch im Rahmen des in der Regel wöchentlich stattfindenden internationalen Online-Plasmaseminars geschehen, welches vom Lehrstuhl AEPT organisiert wird. Dabei stellen führende Wissenschaftler aus der ganzen Welt im Rahmen einer Videokonferenz Ihre Forschungsarbeiten vor.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Die Studierenden sollten mindestens eine der Pflichtvorlesungen des Studiengangs "Plasmatechnik" gehört und die zugehörige Prüfung bestanden haben.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 48 Stunden zur Vor- und Nachbereitung.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Vorbereiten, halten und diskutieren eines Vortrags über ein ausgewähltes Thema der Plasmatechnik sowie Teilnahme an mindestens 10 Vortragsveranstaltungen.

## 2.25 143265: Master-Seminar Terahertz Technology

<b>Nummer:</b>	143265
<b>Lehrform:</b>	Seminar
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Martin R. Hofmann
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

### Ziele:

- The students have learned how to investigate and deal with scientific information while acquiring presentation techniques.
- They have gained knowledge of current research activities of THz technology.

### Inhalt: Exemplary topics are:

- THz sources
- THz systems
- THz spectroscopy
- etc.

**Voraussetzungen:** none

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

The workload is accumulated as follows: 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. 48 hours are required in preparation for the own oral presentation.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.26 140003: Master-Startup ETIT

<b>Nummer:</b>	140003
<b>Lehrform:</b>	Beliebig
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch
<b>Dozenten:</b>	Dr.-Ing. Christoph Baer M. Sc. Birk Hattenhorst
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	2
<b>Leistungspunkte:</b>	1
<b>Gruppengröße:</b>	maximal 70
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben eine Erleichterung des Einstiegs in das Studium; die Studierenden sind untereinander vernetzt und haben Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

**Inhalt:** Programm WiSe 21/22

20.10.21 Einführung

27.10.21 RUB Wie geht das?

03.11.21 Vorstellung VDE/ Electronic Workshop

10.11.21 Vorstellung IEEE SIGHT

17.11.21 Vorstellung Fachschaftsrat ETIT / RUB Motorsport

24.11.21 Lehrstuhlführung

01.12.21 Auslandsinfoveranstaltung (16 uhr)

08.12.21 Bergbaumuseum (unter Vorbehalt)

15.12.21 Weihnachtsmarkt Bochum

12.01.22 Planetarium Bochum (unter Vorbehalt)

19.01.22 Dos and don'ts in mündlichen Prüfungen

Moodle Kurs: "Master Start UP ETIT" <https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/course/view.php?id=1495>

Passwort: RUBETIT

**Arbeitsaufwand:** 30 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich aus der Präsenzzeit bei den einzelnen Veranstaltungsterminen.

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme an 10 von 12 Terminen

## 2.27 144101: Masterarbeit ETIT

<b>Nummer:</b>	144101
<b>Lehrform:</b>	Masterarbeit
<b>Verantwortlicher:</b>	Studiendekan ETIT
<b>Dozent:</b>	Hochschullehrer der Fakultät ET/IT
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>Leistungspunkte:</b>	30
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

**Inhalt:** Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit.

**Voraussetzungen:** siehe Prüfungsordnung

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Vorkenntnisse entsprechend dem gewählten Thema erforderlich

**Arbeitsaufwand:** 900 Stunden

6 Monate Vollzeittätigkeit

**Prüfungsform:** Abschlussarbeit, studienbegleitend



## 2.28 141362: Modellierung technischer Plasmen

<b>Nummer:</b>	141362
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben Einblick in die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Plasma-Modelle und sind in der Lage, das für ihren Zweck jeweils geeignete auszuwählen und anzuwenden.

**Inhalt:** Ein Plasma ist ein System von vielen ( $10^{20}$ ) mit einander elektromagnetisch und quantenmechanisch wechselwirkenden Teilchen (Elektronen, Ionen, Neutrale) weitab vom thermischen Gleichgewicht. In der Vorlesung werden physikalische Begriffe und mathematische Modelle diskutiert, mit denen man derartige Systeme beschreiben und ihre Eigenschaften verstehen und berechnen kann.

- Bewegung von Ladungen in elektromagnetischen Feldern: Beschleunigung, Gyration, Drift
- Stoßprozesse: Elastische und inelastische Stöße
- Kinetische Theorie.
- Reduzierte kinetische Theorie.
- Fluiddynamische Modelle.
- Globale Modelle.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Grundlagen der Plasmatechnik
- Vorlesung: 'Felder, Wellen, Teilchen

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.29 141105: Nichttechnische Veranstaltungen

<b>Nummer:</b>	141105
<b>Lehrform:</b>	Beliebig
<b>Verantwortlicher:</b>	Dekan
<b>Dozent:</b>	Dozenten der RUB
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester und Sommersemester

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Neben den in der Studiengangsübersicht angegebenen Lehrveranstaltungen können die Studierenden aus dem Angebot der Ruhr-Universität weitere Veranstaltungen auswählen. Es muss sich dabei um nichttechnische Fächer handeln. Ausgenommen sind somit die Fächer der Ingenieurwissenschaften sowie der Physik und Mathematik. Möglich Inhalte sind dagegen Sprachen, BWL, Jura, Chemie etc.

Beispielsweise gibt es verschiedene spezielle **Englischkurse**: Es wird ein Kurs **Technisches Englisch** für Bachelorstudierende der Fakultät angeboten. Außerdem wird ein weiterführender Englischkurs **Projects and management in technical contexts** für Masterstudierende angeboten. Schließlich richtet sich der allgemeine Kurs **Engineer your careers** an Bachelor- und Masterstudierende.

Aus anderen Bereichen gibt es folgende Kurse:

[Der Ingenieur als Manager](#)

[Methods and Instruments of Technology Management](#)

[Projektmanagement für Ingenieure](#)

Im Zusammenhang mit dem Thema “Existenzgründung” gibt es folgenden Kurs:

[Coaching für Existenzgründer](#)

[Unsicherheitserfahrung und Bewältigungsstrategien im unternehmerischen Kontext  
– Simulationsbasierte Lernansätze](#)

Bei der Auswahl kann außerdem das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden, eine Beispiele sind:

Oem

BWL: <https://www.wiwi.ruhr-uni-bochum.de/zfoeb>

Sprachen: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/zfa/>

Recht: <https://zrsweb.zrs.rub.de/institut/qzr/>

Schreibzentrum: <https://www.zfw.rub.de/sz/> (z.B. [Vorbereitung auf die Abschlussarbeit](#) )

Bitte beachten Sie, dass die Vorlesungen “BWL für Ingenieure” und “BWL für Nichtökonom” identischen Inhalt haben und deshalb nur eine von beiden Veranstaltungen anerkannt werden kann. Gleiches gilt für die Veranstaltungen “Kostenrechnung” und “Einführung in das Rechnungswesen/Controlling”.

**Voraussetzungen:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Empfohlene Vorkenntnisse:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Beschreibung der Prüfungsleistung:** Die Prüfung kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

## 2.30 141370: Numerical Plasma Simulation

<b>Nummer:</b>	141370
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Efe Kemaneci
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** This course discusses a number of key concepts in the numerical simulation of plasmas and gas discharges. The theories behind fluid and kinetic plasma modelling will be briefly discussed. The participants have developed and modified various C++ and MATLAB simulation programs to familiarise themselves with the numerical and computational aspects of the subject matter.

**Inhalt:** In order to understand and improve plasma sources, numerical simulation has become an invaluable addition to experiments in the past decades. At present, time-dependent three-dimensional codes in which all relevant plasma features are dealt with self-consistently are starting to appear.

The course is provided as a one week block course. The new date will be announced later (see below “Sonstiges”).

As it will be a face-to-face event registration is required!

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Basic knowledge of C/C++ or MATLAB and plasma physics.

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 15 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 45 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 3 Stunden pro Woche, in Summe 45 Stunden, erforderlich. Etwa 30 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.31 150118: Numerische Mathematik für Elektrotechniker

<b>Nummer:</b>	150118
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung mit integrierten Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Dr. rer. nat. Mario Lipinski
<b>Dozent:</b>	Dr. rer. nat. Mario Lipinski
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	

**Ziele:** The students have got an introduction to numerical methods and their implementation in MatLab/Octave

**Inhalt:** The following problems and methods will be discussed in the lecture:

- systems of linear and non-linear equations (matrix decompositions, iterative solvers, Newton's method)
- interpolation (Lagrange, Hermite, cubic splines)
- numerical integration (composite rules, Romberg's method, multi-dimensional integration)
- ordinary differential equations (Runge-Kutta methods, multistep methods)
- ordinary boundary value problems (difference method, variational method)
- partial differential equations (difference method, finite element method)
- eigenvalues and eigenvectors of matrices (power iteration, Rayleigh quotient, QR method)

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematik für Studierende der Elektrotechnik und der Informationstechnik I-III

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Dahmen, Wolfgang, Reusken, Arnold "Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler", Springer Verlag, 2008
- [2] Köckler, Norbert, Schwarz, Hans R. "Numerische Mathematik", Teubner Verlag, 2006

## 2.32 141279: Numerische Methoden in der Elektrodynamik

<b>Nummer:</b>	141279
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Dr.-Ing. Sebastian Wilczek
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden erlernen Grundlagen von numerischen Methoden, welche speziell im Bereich der Elektrodynamik von großer Bedeutung sind. Der Fokus liegt darauf Felder und Teilchenbewegungen numerisch zu berechnen sowie Fehlerentwicklung zu analysieren. Die Studierenden werden mithilfe von Python und den passenden wissenschaftlichen Bibliotheken numerische Berechnungen eigenständig durchführen.

### Inhalt:

- Review Elektrodynamik
- Einführung Python (Matplotlib, NumPy, SciPy)
- Numerische Lösung von Gleichungssystemen
- Finite Differenzen
- Interpolationsverfahren
- Einzelteilchenbewegung in elektrischen und magnetischen Feldern
- Monte-Carlo Simulation

**Voraussetzungen:** Keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

- Mathematik 1, 2 und 3
- Elektrotechnik 1, 2, 3 und 4

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten



## 2.33 148230: Physik und Technik von Lichtquellen

<b>Nummer:</b>	148230
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Klaus Günther
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	

**Ziele:** Die Studierenden haben Interesse an plasmatechnischen Verfahren und Technologien und die wichtigsten physikalischen und technologischen Aspekte moderner Gasentladungslampen kennen gelernt.

**Inhalt:** Die Vorlesung behandelt das Gebiet der modernen Gasentladungslampen und geht auch auf physikalische Grundlagen und technische Aspekte ein. Sie besitzt die folgende Gliederung:

1. Einleitung: Anforderungen an die Beleuchtung, Lichtausbeute und Wirkungsgrad, Farbwiedergabe, Farbtemperatur.
2. Elektromagnetische Strahlung: Planck-Gesetz, Schwarzkörperstrahlung, Kirchhoffsches Gesetz, Radiometrie, Oberflächenstrahlung.
3. Temperaturstrahler als Lichtquellen: Glühlampen, Halogen-Glühlampen.
4. Plasma: Erzeugung, Beschreibung, Wechselbeziehungen, Elementarprozesse.
5. Gleichgewichte: Ionisationsgleichgewicht, Energieverteilungen (Boltzmann, Maxwell).
6. Strahlung: Linienstrahlung, Rekombinationsstrahlung, Bremsstrahlung als Funktionen der Dichten und der Temperatur.
7. Transportprozesse: Elektrische Leitfähigkeit, Leistungsbilanz.
8. Elektroden: Kathoden- und Anodenmodelle, Richardson-Emission, Ladungsträger-Leistungsbilanz.
9. Elektrischer Durchschlag und Zündung: Townsend-Mechanismus, Paschen-Gesetz, Zwischenstufen zu einer thermischen Entladung.
10. Niederdruck-Entladungen: Leuchtstofflampen, kompakte Leuchtstofflampen.
11. HID Lampen: Hochdruck-Quecksilber-Lampen, Metall-Halogen-Lampen, Hochdruck-Natriumdampf-Lampen.
12. HID Lampen: Spezielle Anwendungen: Auto-Scheinwerfer.
13. Entladung und elektrische Versorgung: Charakteristische Kennlinien, Elektronische Vorschaltgeräte

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlagen der Plasmatechnik

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.34 141277: Physikalische Elektronik

<b>Nummer:</b>	141277
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Handouts Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr.-Ing. Thomas Mussenbrock
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden kennen die physikalische Natur wichtiger mikroskopischer und makroskopischer Transportphänomene in festkörper- und gaselektronischen Systemen. Sie sind in der Lage, Modelle zur Beschreibung dieser Systeme zu formulieren und für einfache Fälle zu lösen.

### Inhalt:

- Dynamik klassischer Systeme
- Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik
- Einfache quantenmechanische Systeme
- Komplexe quantenmechanische Systeme
- Statistische Beschreibung von Mikrosystemen
- Festkörper, Flüssigkeiten, Gase und Plasmen
- Transport von Elektronen, Molekülen, Phononen und Photonen

**Voraussetzungen:** Keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

- Mathematik 1, 2 and 3
- Experimentalphysik
- Elektrotechnik 1,2 und 4
- Electrophysics

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.35 141373: Plasma Chemistry

<b>Nummer:</b>	141373
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Efe Kemaneci
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** An introduction to the plasma chemistry is the main objective of the course within the following aspects:

- (1) Understanding of the plasma and the chemical interaction within
- (2) Modelling and simulations of the plasma with a focus on the chemical description

**Inhalt:**

- (1) Basic concepts of plasma and plasma chemistry
- (2) Chemical Kinetics and Thermodynamics
- (3) Elementary chemical processes in plasma
- (4) Kinetic plasma description
- (5) Plasma-surface reactions
- (6) Modelling approaches and numerical methods for plasma and plasma chemistry

**Voraussetzungen:** none

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Fundamentals of plasma physics
- Working knowlegde of Matlab (or C, C++, Fortran and Octave)

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

The workload is accumulated as follows. 14 weeks with 3 HWS each correspond to a total of 42 hours of physical presence. For preparation of exercises and further reading after the lectures 5 hours per week are required, accumulating to 70 hours. About 38 hours are required for the preparation for the examination.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Smirnov, Boris M. "Physics of Ionized Gases", Wiley & Sons, 2001
- [2] Lichtenberg, Allan J., Lieberman, Michael A. "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley-Interscience, 1994

## 2.36 141281: Plasmamedizin

<b>Nummer:</b>	141281
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozent:</b>	Jun. Prof. Dr. Andrew R. Gibson
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Gruppengröße:</b>	15 Studierende
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studenten haben Interesse an der Plasmatechnik und Verständnis für die technischen Abläufe bei der Untersuchung von Plasmen für medizinische Anwendungen gewonnen. Außerdem haben sie ein grundlegendes Verständnis der biologischen und medizinischen Konzepte im Zusammenhang mit aktuellen und potenziellen Anwendungen der Plasmatechnik in der Medizin gewonnen.

**Inhalt:** Plasmamedizin ist ein relativ neues und sich schnell entwickelndes Forschungsgebiet. International wird eine Reihe von Anwendungen von Plasmen für medizinische Zwecke untersucht, z.B. in der Wundheilung, der Krebstherapie und der Zahnmedizin. Die Wechselwirkung von Plasmen mit biologischen Systemen ist ein entscheidender Aspekt bei der Entwicklung von Plasmatechnologie für den Einsatz in diesen Anwendungen. Die Lehrveranstaltung gibt einen Einblick in dieses sehr anschauliche und aktuelle Forschungsgebiet. Die Themen zielen darauf ab, die für die Plasmamedizin relevanten biologischen und medizinischen Grundlagen zu vermitteln und einige der wichtigsten medizinischen Anwendungen der Plasmatechnologie, die sich in der Entwicklung befinden, zu behandeln. Die Vorlesungen sind wie folgt organisiert:

1. Plasma-Grundlagen mit dem Schwerpunkt Atmosphärendruckplasmen
2. Plasmaquellen für die Plasmamedizin
3. Plasmakomponenten und Wirkungsweisen
4. Einfluss von Plasmen auf eukaryotische Zellen
5. Sicherheitsaspekte und klinische Studien
6. Plasmen für die Dermatologie und Wundheilung
7. Plasmen für die Krebstherapie
8. Plasmen für die Zahnmedizin
9. Einschränkungen

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** keine

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Modulprüfung



## 2.37 141363: Plasmarandschichten

<b>Nummer:</b>	141363
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben physikalisches Verständnis des Phänomens der Plasmarandschicht vermittelt bekommen, sowie einen Überblick über die technische Bedeutung.

**Inhalt:** Plasmarandschichten stellen ein universelles Plasmaphänomen dar. Sie treten überall dort auf, wo ein Plasma durch eine materielle Oberfläche (Wand, Elektrode, Substrat) begrenzt ist. Die Randschichten bestimmen in einem hohen Maße die physikalischen und technischen Eigenschaften des Plasmas und seine energetische Kommunikation mit der Außenwelt. Der Veranstaltung liegt folgende Gliederung zu Grunde:

1. Ausbildung einer Randschicht
2. Stationäre Randschichten
3. Hochfrequenzgetriebene Randschichten
4. Randschichtmodelle
5. Technische Aspekte

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlagen der Plasmatechnik, Vorlesung "Felder, Wellen, Teilchen"

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand errechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 78 Stunden zur Vor- und Nachbereitung, sowie zur Prüfungsvorbereitung.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.38 141290: Plasmaspektroskopie

<b>Nummer:</b>	141290
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz M. Sc. Marcel Fiebrandt
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	15 Studierende
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben Interesse an der Plasmadiagnostik mittels optischer Emissionsspektroskopie. Sie sind in der Lage beschreibende Parameter des Plasmas mittels optischer Spektren zu bestimmen, sowie die Grenzen und Genauigkeiten der verwendeten Modelle und Messgeräte aufzuzeigen.

**Inhalt:** Die Vorlesung bietet einen anwendungsorientierten Einstieg in die Plasmaspektroskopie und lässt sich in drei Bereiche unterteilen. Zunächst werden die theoretischen Grundlagen der Atomenphysik, ausgehend vom Bohr-Modell hin zur Schrödinger-Gleichung, behandelt, um die Zustände und Elektronenübergänge in einem Atom beschreiben zu können. Anschließend werden die komplexeren zweiatomigen Moleküle behandelt. Mit Hilfe anschaulicher Modelle wird beschrieben, wie und warum sich die Spektren von Atomen und Molekülen unterscheiden und welche Eigenschaften sich aus den Spektren ableiten lassen. Im zweiten Teil werden die verschiedenen Bauteile und Bauarten von Spektrometern erörtert. Neben den grundsätzlichen Konzepten der Wellenlängenaufspaltung soll darauf eingegangen werden, wie sich die Auflösung von Spektrometern durch verschiedene Bauweisen beeinflussen lässt. Weiterhin wird die Wellenlängen-, sowie die relative und absolute Kalibrierung der Spektrometer behandelt und welche Probleme dabei auftreten können. Im letzten Teil wird anhand von Beispielen aus Niederdruckplasmareaktoren gezeigt, wie Plasmaeigenschaften aus Spektren abgeleitet werden können. Es werden die Gastemperatur, Elektronentemperatur, Elektronendichte, Neutral- und Radikaldichten bestimmt.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Grundlagen der Physik
- Grundlagen der Mathematik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Modulprüfung

## 2.39 141283: Plasmatechnik 1

<b>Nummer:</b>	141283
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz M. Sc. Katharina Nösges
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	15 Studierende
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben Interesse an plasmatechnischen Verfahren und Technologien. Sie sind in der Lage grundsätzliche physikalische Überlegungen in Anwendung auf technologische Probleme aufzeigen, sowie die Quantifizierbarkeit einfacher technologischer Aufgabenstellungen zu erörtern.

**Inhalt:** Die Vorlesung bietet die physikalischen Grundlagen, die als Einstieg in die Plasmatechnik unerlässlich sind. Es werden die wesentlichen Begriffe der Plasmaphysik diskutiert, sowie die dazu nötigen mathematischen Grundlagen kurz umrissen. Eine der wichtigsten Technologien der modernen Plasmatechnik, das reaktive Ätzen zur Mikrostrukturierung von Bauelementen wird vorgestellt.

Die Vorlesung kann in drei Bereiche unterteilt werden. Zunächst wird eine reichhaltig gebildete Einführung vorausgeschickt, um an die wesentlichen Begriffe der Plasmaphysik und Plasmatechnik anschaulich heranzuführen. Neben dem Plasmabegriff an sich werden zahlreiche Anwendungen im Hoch- und Niederdruckplasmabereich vorgestellt. Die wichtigsten physikalischen Konstanten leiten dann zu der Einordnung der Plasmatechnik in die Prozessabfolge am Beispiel eines MOSFET über.

Im zweiten Teil erörtert die Vorlesung grundsätzliche Fragen zum Stoß zwischen Teilchen, und diskutiert die Gleichgewichtsverteilungen der verschiedenen Teilchensorten (Elektronen, Photonen, Schwerteilchen und inneratomare Zustände). Abweichungen von diesen Gleichgewichtsverteilungen in typischen Niederdruckplasmen werden anschließend diskutiert. Weitere Kapitel im Grundlagenbereich sind der Plasmadynamik, der Diffusion und ambipolaren Diffusion sowie der Randschicht gewidmet. Auch werden zwei wichtige Maschinen der Plasmatechnik, die kapazitiv und induktiv gekoppelten Hochfrequenzentladungen erörtert.

Der dritte und letzte Teil ist auf das Plasmaätzen konzentriert. Hier werden die verschiedenen Ätztechnologien und die Mechanismen des Plasmaätzens besprochen. So grundsätzliche Fragen wie Selektivität, Uniformität und Anisotropie bilden einen wesentlichen Bestandteil dieses Kapitels. Abschließend werden einige technologische Probleme aufgezeigt.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Grundlagen der Physik

- Schulchemie
- Grundlagen der Mathematik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Modulprüfung

## 2.40 141284: Plasmatechnik 2

<b>Nummer:</b>	141284
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz M. Sc. Alexander Böddecker
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	15 Studierende
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben Verständnis für die mathematische Beschreibung plasmaphysikalischer Abscheideprozesse und sind dadurch in der Lage, reale Prozesse grundsätzlich zu verstehen, die Abhängigkeit von den wesentlichen Parametern zu erkennen und Überlegungen zur sinnvollen Auslegung weiterer Prozesse anzustellen.

**Inhalt:** Die 'Plasmatechnik 2' beschäftigt sich mit grundsätzlichen Fragen der Wechselwirkung von Plasmen mit Oberflächen, der Anwendbarkeit dieser Wechselwirkung und konkreten physikalisch-technischen Prozessen und Apparaturen.

Im ersten Teil der Vorlesung spielen die Gasphasen und Oberflächenprozesse in modernen plasmatechnischen Prozessen eine wichtige Rolle. Anhand anschaulicher Bilder werden die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Oberflächenprozesse aufgezeigt. Das Zusammenspiel von Gasphasen und Oberflächenkinetik wird am Beispiel der Oxidation eines Kohlestofffilms aufgezeigt.

Der zweite Teil ist der Schichtabscheidung durch Sputterverfahren gewidmet. Hierbei wird insbesondere auf die am weitesten verbreitete Methode der Magnetron-Entladung eingegangen. Sowohl das rein physikalische, als auch das reaktive Sputtering von metallischen, aber auch dielektrischen Schichten wird aufgezeigt. Grundsätzliche Fragestellungen zur Schichtabscheidung und Schichtmorphologie werden in Abhängigkeit wichtiger Parameter erörtert.

Die plasmaunterstützte chemische Abscheidung aus der Gasphase (PECVD) bildet den dritten Teil der Vorlesung. Hier wird mit einfachen Modellen die Deposition von für die Mikroelektronik so wichtigen Filmen wie Siliziumdioxid und amorphes wasserstoffdotiertes Silizium besprochen.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Plasmatechnik 1
- Plasmaoberflächenwechselwirkung (Prof. v. Keudell / Physik)
- Grundlagen der Chemie

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Modulprüfung

## 2.41 141364: Plasmatechnik in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

<b>Nummer:</b>	141364
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozent:</b>	Dr. Michael Klick
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

**Ziele:** Die Studierenden haben die theoretischen und die praktischen Aspekte der Anwendung der Plasmatechnik in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik kennen gelernt.

### **Inhalt:**

#### 1. Allgemeine Einführung

- Halbleitermarkt
- Die Top-Plasma-Ausrüster
- Analyse und Kontrolle der Herstellungskosten
- Anforderungen und Schlussfolgerungen für zukünftige Plasmaanlagen

#### 2. Grundlagen der Plasmaphysik

- Plasma - Der vierte Zustand der Materie
- Plasma und externes Magnetfeld
- Kurze Charakterisierung von nicht-thermischem Plasma
- Die Mechanismen in der DC-Entladung
- RF-Entladung
- CCP-kapazitiv gekoppeltes Plasma
- Induktiv gekoppeltes Plasma
- Remote und gepulste Plasmen
- HF-Leistung im Plasma
- Plasmaprozesskontrolle in der Fab
- Methoden der Plasmadiagnostik

#### 3. Plasmaätzwerkzeuge

- Der Plasmaprozess Überblick - Reaktortypen, Klassischer Parallelplattenreaktor
- Kapazitiv gekoppelter Plasmareaktortyp (RIE)



- Typische Parameter für RIE, Kontrolle von Schüttgut und Hülle durch Verlustleistung
- Grundätzen im MERIE-Reaktortyp
- Ansatz für Zweifrequenzreaktoren
- Ansatz und Prinzip von ICP / TCP®
- Vergleich des Kammertyps; Prozessanforderungen und -ausrüstung, gemeinsame Materialien und entsprechendes Ätzgas
- Etch-Chemie
- Sputtern

#### 4. Prinzip der Dünnschichtabscheidung, PVD & CVD: Sputterdeposition

- Die plasmaunterstützte Abscheidung
- Nitridierung

#### 5. Prozess

- Grundmechanismen: Plasmaprozesse
- Die Komplexität der Plasmabearbeitung
- Mechanismus von Plasmaprozessen
- Einschränkungen von Plasmaprozessen
- Gasheizung
- PECVD: Oberflächen- und Volumenreaktionen
- Konditionierung
- Chamber Design
- Bogen und Partikel
- Kostenkontrolle durch Qualitäts- und Prozessmanagement

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Notwendig: Grundlagen der E-Technik, Elektrische und magnetische Felder

Hilfreich ist der Besuch folgender Vorlesungen: Plasmatechnik und Felder, Wellen, Teilchen

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.42 141285: Programmierung kinetischer Simulation: Von einzelnen Elektronen zu Radiofrequenz-Plasmen

<b>Nummer:</b>	141285
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozenten:</b>	Priv.-Doz. Dr. Julian Schulze Dr. Zoltán Donkó
<b>Sprache:</b>	Englisch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	Wintersemester

### Ziele:

- Die Studierenden haben die einzelnen Bestandteile eines kinetischen Simulationscodes für RF-Plasmen verstanden.
- Die Studierenden haben einen eigenen Code zur Simulation der Bewegung geladener Teilchen in einem RF-angeregten Plasma entwickelt.

**Inhalt:** Das Ziel der Vorlesung ist eine Einführung in die Grundlagen und die Programmierung von Simulationen von Niedertemperaturplasmen, die auf der Nachverfolgung der Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen Feldern basieren. Die Teilnehmer werden ihren eigenen Code entwickeln. Die Aktivitäten beginnen mit der numerischen Nachverfolgung von Teilchentrajektorien in homogenen elektrischen Feldern und der Beschreibung von Stoßprozessen zwischen Ladungsträgern und Hintergrundatomen des Neutralgases. Die Berechnung von Transportkoeffizienten und Geschwindigkeitsverteilungsfunktionen wird adressiert. Danach entwickeln die Teilnehmer Schritt für Schritt ihren eigenen selbstkonsistenten Simulationscode, der Elektronen und Ionen vor einem Neutralgas-Hintergrund und in einem Radio-Frequenz elektrischen Feld nachverfolgt. Dieser Code erlaubt den Teilnehmern die Berechnung grundlegender Plasmaparameter wie orts- und zeitaufgelöste Teilchendichten und Verteilungsfunktionen.

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Programmierkenntnisse in C. Zur Überprüfung, ob ausreichende Kenntnisse vorhanden sind, müssen die Teilnehmer vorab eigenständig eine Testaufgabe gelöst haben. Weitere Informationen dazu finden Sie im Bereich **Sonstiges**.

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: Blockveranstaltung 10 Tage á 8 Stunden, ergibt in Summe 80 Stunden. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 15 Stunden erforderlich. Etwa 25 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** Projektarbeit, studienbegleitend

## 2.43 141131: Systeme der Hochfrequenztechnik

<b>Nummer:</b>	141131
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Folien Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr.-Ing. Ilona Rolfes Dr.-Ing. Christoph Dahl M. Sc. Jochen Jebramcik
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	ca. 20-30
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse zur Beschreibung und Analyse hochfrequenter Phänomene und Komponenten sowie komplexer hochfrequenter Systeme. Sie haben erweiterte Kenntnisse über Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik. Die Studierenden beherrschen Methoden zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme und können diese in praxisrelevanten Beispielen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik anwenden. Die Studierenden können entscheiden, unter welchen Bedingungen bestimmte Verfahren und Konzepte in der Praxis eingesetzt werden und wie wichtige Systemparameter zu wählen sind.

**Inhalt:** Die Vorlesung bietet einen umfassenden und vertieften Überblick zu hochfrequenten Systemen. In der Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:

- Passive und aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik
- Verfahren zur Analyse und zum Entwurf hochfrequenter Systeme
- Vorstellung hochfrequenter Systeme aus den Bereichen der Kommunikationstechnik, der Radar-, Mess- und Sensortechnik sowie der Medizintechnik und Erläuterung der Anwendung an praxisrelevanten Beispielen.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Vorlesung “Grundlagen der Hochfrequenztechnik”

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Detlefsen, Jürgen, Siart, Uwe "Grundlagen der Hochfrequenztechnik", Oldenbourg, 2006
- [2] Schiek, Burkhard "Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik", Springer, 2007
- [3] Pozar, David "Microwave Engineering", Wiley & Sons, 1998

## 2.44 141366: Technische Hochfrequenzplasmen

<b>Nummer:</b>	141366
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	rechnerbasierte Präsentation Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz
<b>Dozenten:</b>	Priv.-Doz. Dr. Julian Schulze M. Sc. Birk-Sören Berger M. Sc. Moritz Oberberg M. Sc. Stefan Ries
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	4
<b>Leistungspunkte:</b>	5
<b>Gruppengröße:</b>	10 - 15
<b>Angeboten im:</b>	Sommersemester

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung von Transport, Randschicht, Heizungsmechanismen und Gleichgewichtskonzepten in technischen Hochfrequenzplasmen. Sie kennen verschiedene Typen technischer HF Plasmen (Kapazitive und Induktive Radio-Frequenz Plasmen) und verstehen deren Funktionsweisen und industrielle Anwendungen. Die Studierenden können aktuelle internationale Publikationen auf dem Gebiet der technischen Hochfrequenz-Plasmatechnik lesen, verstehen und in Form eines Kurzvortrags zusammenfassen.

### Inhalt:

- Einführung
- Grundlagen
- Transport
- Randschichtmodelle
- Heizungsmechanismen
- Gleichgewichtskonzepte
- Kapazitive Radio-Frequenz Plasmen
- Induktive Radio-Frequenz Plasmen
- Anwendungen

Alle Inhalte stehen in digitalisierter Form auf der Vorlesungswebseite zum Download bereit. In die Vorlesung und die Übung werden aktuelle internationale Forschungsergebnisse eingebunden.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Bachelor-Vorlesungen Mathematik 1, 2, 3, Elektrotechnik 1, 2, 3, 4, Elektrophysik, sowie der Master-Vorlesung Plasmtechnik 1

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand errechnet sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS ergeben 42 Stunden Anwesenheit. Es verbleiben 108 Stunden zur Vor- und Nachbereitung, sowie zur Prüfungsvorbereitung.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

**Literatur:**

- [1] Braithwaite, Nick, Chabert, Pascal "Physics of Radio-Frequency Plasmas", Cambridge University Press, 2011
- [2] Lichtenberg, Allan J., Lieberman, Michael A. "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley-Interscience, 1994

## 2.45 141371: Theoretische Methoden der Elektrotechnik

<b>Nummer:</b>	141371
<b>Lehrform:</b>	Vorlesungen und Übungen
<b>Medienform:</b>	Tafelanschrieb
<b>Verantwortlicher:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. Ralf Peter Brinkmann Dr. Denis Eremin
<b>Sprache:</b>	Deutsch
<b>SWS:</b>	3
<b>Leistungspunkte:</b>	4
<b>Angeboten im:</b>	

**Ziele:** Die Studierenden kennen die wichtigen Konzepte der Theoretische Physik, die der Beschreibung technisch-physikalischer Systeme zugrunde liegen und können diese auf konkrete Problemstellungen anwenden.

### Inhalt:

- Vektorräume, Kronecker-Symbol, Levi-Civita-Symbol, Bewegung eines Massenpunktes, Newtonsche Gesetze, Galilei-Transformation, Arbeit und Energie
- Systeme von mehreren Massenpunkten
- Prinzip der stationären Wirkung, Hamiltonsches Prinzip, Zwangsbedingungen, generalisierte Koordinaten, Variationen, Lagrange-Gleichungen
- Forminvarianz der Lagrange-Gleichungen, Einfache Anwendungen
- Lagrange-Gleichungen, allgemeine Zwangsbedingungen, Lagrange-Multiplikatoren, Symmetrien, Erhaltungssätze
- Noether-Theorem, Erhaltungssätze, Hamilton-Funktion
- Legendre-Transformation, Hamiltonsche Gleichungen, Prinzip der stationären Wirkung im Phasenraum
- Beispiele
- Dimensionsanalyse, Pi-Theorem, Beispiele
- Skalenanalyse, Beispiele

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Bachelor-Module Mathematik 1, 2, 3 und 4, Allgemeine Elektrotechnik 1, 2, 3 und 4, sowie Physik

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Logan, J. David "Applied Mathematics", Wiley-VCH, 2013
- [2] Kuypers, F "Klassische Mechanik", Wiley-VCH, 1997
- [3] Landau, L.D. "Mechanik", Harry Deutsch, 1997
- [4] Rebhan, Eckhard "Theoretische Physik 1", Spektrum Akademischer Verlag, 1999
- [5] Dreizler, Reiner M., Lüdde, Cora S. "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik", Springer, 2008
- [6] Schilcher, Karl "Theoretische Physik kompakt", De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2015
- [7] Schilcher, Karl "Theoretische Physik kompakt für das Lehramt", Oldenbourg, 2010
- [8] Rebhan, Eckhard "Theoretische Physik: Mechanik", Springer, 2006