

Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.) im Fach Mikrosystemtechnik -
Hauptfach
(Prüfungsordnungsversion 2018)



Inhaltsverzeichnis

Prolog.....	4
Pflichtbereich B.Sc. Mikrosystemtechnik PO-Version 2018.....	24
Bachelormodul.....	25
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften.....	27
Einführung in die Programmierung.....	32
Mechanik.....	36
Mikrosystemtechnik: Prozesse und Bauelemente.....	40
System-Design-Projekt.....	44
Einführung in die Elektrotechnik.....	48
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften.....	55
Elektrodynamik und Optik.....	59
Reinraumlaborkurs.....	64
Differentialgleichungen.....	68
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen.....	72
Festkörperphysik.....	77
Physikalische Chemie.....	82
Allgemeine und Anorganische Chemie.....	87
Elektronik - Digitale Schaltungen.....	92
Halbleiterphysik.....	97
Messtechnik.....	102
Systemtheorie und Regelungstechnik.....	107
Technische Mechanik - Statik.....	112
Werkstoffwissenschaft.....	117
Konstruktionsmethodik.....	124
Simulationstechniken.....	129
Sensoren und Aktoren.....	133
Seminar der Mikrosystemtechnik.....	137
Wahlpflichtbereich B.Sc. Mikrosystemtechnik PO-Version 2018.....	141
Bereich Mikrosystemtechnik PO-Version 2018.....	142
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik.....	143
Betriebssysteme.....	149
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure.....	154
Biomaterialien.....	160
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems.....	165
Fortgeschrittene Programmierung.....	170
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python.....	175
Mikrocomputertechnik.....	183
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics.....	189
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers.....	194
Optimierung.....	199
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker.....	204
Produktionstechniken.....	209
Praktikum Eingebettete Sensortechnik für das Umweltmonitoring.....	212
Quantencomputer / Quantum Computing.....	216
Reinraum-Laborkurs II.....	221
Signal processing.....	225
Signale und Systeme.....	230
State Space Control Systems.....	235
Technische Thermodynamik.....	240
Technische Informatik.....	246

Wellenoptik / Wave Optics.....	251
Studienprojekt Mikrosystemtechnik.....	261
Berufsfeldorientierte Kompetenzen des ZfS.....	264
Epilog.....	265

Prolog

Das vorliegende Modulhandbuch orientiert sich an dem aktuellen Stand der Prüfungsordnung für den Studiengang Bachelor of Science in der Version von 2018, fachspezifische Bestimmungen für das Fach Mikrosystemtechnik. Diese Bestimmungen definieren die in den Modulen strukturierten Studieninhalte und den in Semestern und Bereichen strukturierten Studienplan.

Module bestehen aus verschiedenen Elementen: Aus Veranstaltungen (z.B. Vorlesungen, Übungen, Seminaren o.ä.) und Studien- oder Prüfungsleistungen. In den Modulbeschreibungen werden sowohl die Veranstaltungselemente als auch die geforderten Studien- und Prüfungsleistungen zum Nachweis des Kompetenzerwerbs näher erläutert. Hierbei sind jeweils die regulären Studien- und Prüfungsleistungen beschrieben; sollte es aufgrund unvorhergesehener Umstände kurzfristig notwendig werden, von den beschriebenen Leistungen abzuweichen, werden die Ersatzleistungen spätestens in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt gegeben.

Für erfolgreich absolvierte Module werden Leistungspunkte vergeben, die so genannten ECTS-Punkten gemäß dem „European Credit Transfer and Accumulation System“. Diese weisen durch ihre Höhe die Gewichtung einer Lehrveranstaltung in einem Modul sowie den mit der Veranstaltung verbundenen Arbeitsaufwand aus. Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Aufwand von ca. 30 Arbeitsstunden pro Semester für einen durchschnittlichen Studierenden. Pro Semester sollte ein Studierender ca. 30 ECTS-Punkte gesammelt haben.

Die Regelstudienzeit verläuft über sechs Semester. Insgesamt müssen im Studiengang Bachelor of Science Mikrosystemtechnik 180 ECTS-Punkte erworben werden.

Anwesenheitsregelungen: In Vorlesungen besteht keine Anwesenheitspflicht. In (Pro)Seminaren und Praktika wird die regelmäßige Teilnahme als Teil der Studienleistung gefordert, da dies zum Erreichen der Lernziele bei diesen Veranstaltungen erforderlich ist; auch in Übungen kann dies der Fall sein und ist dann in der spezifischen Modulbeschreibung aufgeführt. Die offiziellen Regelungen zur regelmäßigen Teilnahme finden sich in der Rahmenprüfungsordnung in §13 (2).

Während es generell keine Zulassungsvoraussetzungen für Prüfungsleistungen innerhalb eines Moduls gibt, kommt es bei Wahlpflichtmodulen in sehr seltenen Fällen vor, dass zwei Module inhaltlich direkt aufeinander aufbauen und das entsprechende fortgeschrittene Modul daher nur absolviert werden kann, wenn zuvor das einführende Modul erfolgreich absolviert wurde. Dies wird in den Modulbeschreibungen entsprechend angezeigt.

Weitere Informationen zum Studiengang (z.B. die Prüfungsordnung, den Modellstudienplan, Zugangsvoraussetzungen etc.) finden Sie unter <https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/mikrosystemtechnik/b-sc-mikrosystemtechnik>

B. Kurzbeschreibung Studiengang und Lehreinheit

Fach	Mikrosystemtechnik
Abschluss	Bachelor of Science
Studiendauer	6 Semester Regelstudienzeit
Studienform	Vollzeitstudium
Art des Studiengangs	Grundständig
Regelstudienzeit	6 Semester
Hochschule	Universität Freiburg
Fakultät	Technische Fakultät
Institut	Institut für Mikrosystemtechnik

Homepage	http://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/mikrosystemtechnik/b-sc-mikrosystemtechnik
Kurzprofil des Studiengangs	Der Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik vermittelt Kenntnisse in den Technologien und Anwendungen der Mikrosystemtechnik. Aufbauend auf den Grundlagen der Mathematik, der Physik, der Chemie und der Ingenieurwissenschaften führt der Studiengang in die für die Mikrosystemtechnik relevanten Prozesse, Materialien und Bauelemente ein und bringt die Studierenden in Kontakt mit aktuellen Entwicklungen in der Forschung. Neben dem Fachwissen werden den Studierenden Schlüsselqualifikationen vermittelt, die anschließend auch in der beruflichen Praxis eingesetzt werden können.
Ausbildungsziele/ Qualifikationsziele des Studiengangs	Die Studierenden erwerben grundlegende naturwissenschaftlich-technische Kenntnisse und lernen die für die Mikrosystemtechnik relevanten Prozesse, Materialien und Bauelemente kennen. Sie lernen weiterhin die wichtigsten Methoden und Konzepte der Ingenieurwissenschaften kennen und erwerben die Fähigkeit, diese auf praktische Fragestellungen der Mikrosystemtechnik anzuwenden.
Sprache(n)	Deutsch
Zugangsvoraussetzungen	■ Allgemeine Hochschulreife oder einschlägige fachgebundene Hochschulreife bzw. ausländische Hochschulzugangsberechtigung, die von der zuständigen staatlichen Stelle als gleichwertig anerkannt worden ist. ■ Deutsche Sprachkenntnisse vom Niveau C1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen ■ Teilnahme an einem Orientierungstest
Einschreibung zum Sommer- und / oder Wintersemester	Nur zum Wintersemester
Datum/Version	13.04.2021

C. Profil des Studiengangs mit fachlichen und überfachlichen Qualifikationszielen

Im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik sind insgesamt 180 ECTS-Punkte zu erwerben. Das Hauptfach Mikrosystemtechnik hat einen Leistungsumfang von 172 ECTS-Punkten. Auf den Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK) entfallen 20 ECTS-Punkte; hiervon werden 12

ECTS-Punkte im Hauptfach Mikrosystemtechnik erworben (interne Berufsfeldorientierte Kompetenzen) und 8 ECTS-Punkte am Zentrum für Schlüsselqualifikationen (BOK-Bereich).

Der Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik vermittelt Kenntnisse in den Technologien und Anwendungen der Mikrosystemtechnik. Aufbauend auf den Grundlagen der Mathematik, Physik, Chemie und der Ingenieurwissenschaften führt der Studiengang in die für die Mikrosystemtechnik relevanten Prozesse, Materialien und Bauelemente ein und bringt die Studierenden in Kontakt mit aktuellen Entwicklungen in der Forschung. Neben dem Fachwissen werden den Studierenden Schlüsselqualifikationen vermittelt, die anschließend auch in der beruflichen Praxis eingesetzt werden können. Der nach erfolgreichem Studium verliehene akademische Grad "Bachelor of Science" (B.Sc.) bildet den ersten berufsqualifizierenden Abschluss und eröffnet neben einem Wechsel in die Berufstätigkeit die Möglichkeit der wissenschaftlichen Weiterqualifikation im konsekutiven Master-Studiengang M. Sc. Mikrosystemtechnik oder alternativ im Studiengang M. Sc. Embedded Systems Engineering.

Nach Meinung von IndustrievertreterInnen soll der Schwerpunkt an Universitäten dabei auf Theorie und Forschungsnähe liegen. Bei unterschiedlichen Umfragen in Fachverbänden ergaben sich als konsistente Anforderungen, dass das Studium im Wesentlichen wissenschaftlich-technisches Grundlagenwissen, Problemlösungskompetenz sowie ergänzend Anwendungswissen und soziale Kompetenz vermitteln sollte.

Einige konkrete Vorstellungen und Wünsche beinhalteten:

- Simulationstechnik für mechanische und elektronische Systeme sowie Regelkreise
- Konstruktion, Herstellungsverfahren und Fertigungstechnik
- Solides Grundlagenwissen (Kenntnisse und insbesondere Methodenwissen), um aufbauend darauf das spezifisch erforderliche Spezialwissen erwerben zu können
- Strukturiertes Vorgehen, insbesondere methodische Lösungsansätze und Fertigkeiten zum Erstellen von Spezifikationen (Lasten- und Pflichtenheft)
- Technisches Englisch

Als besondere Anforderungen an Charakter und persönliche Eigenschaften wurden Teamfähigkeit, wissenschaftliche Tiefe, soziale Intelligenz, Kommunikationsfähigkeit sowie Fleiß und Ausdauer genannt.

C.1 Qualifikationsziele von AbsolventInnen des B. Sc. Mikrosystemtechnik

Qualifikationsziele für den Studiengang wurden von den ProfessorInnen des IMTEK in einer dafür gebildeten Arbeitsgruppe entwickelt. Dabei wurden sowohl Aussagen von kooperierenden Industrieunternehmen und Forschungsinstitutionen als auch die Empfehlungen des Fakultätentags Elektrotechnik und Informationstechnik mit einbezogen. Weiterhin werden Empfehlungen für universitäre Studiengängen im Bereich Mikrosystemtechnik, Messtechnik und Sensorik von Verbänden wie VDI, ZVEI oder VDMA berücksichtigt. Durch turnusmäßige Lehreklausuren werden die folgenden Qualifikationsziele einem modernen Bachelorstudiengang der Ingenieurwissenschaften aktuell gehalten.

- Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen
- Technische Grundlagen
- Anwendungsbezogenes Basiswissen
- Ingenieurmäßige Problemlösungsmethodik
- Übergreifende Qualifikationen, soziale Kompetenz

C.2 Fachliche Qualifikationsziele

Die Qualifikations- und Studienziele bei einem Abschluss als Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik gehen vom Berufsbild eines Mitarbeiters oder einer Mitarbeiterin in der Industrie oder einer Forschungsinstitution aus, der/die mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden selbständig und reflektiert arbeitet. Nach seinem bzw. ihrem Studienabschluss soll er/sie zur zielgerichteten, systematischen Untersuchung und Problemlösung innerhalb vorgegebener Rahmenbedingungen (fachlicher Art sowie in Bezug auf Termine und Ressourcen) und mit den gängigen Methoden eines Ingenieurs/einer Ingenieurin fähig sein.

Dabei muss er/sie in einer strukturierten Weise an die verschiedenen Aufgaben im Umfeld der Mikrosystemtechnik herangehen können und in der Lage sein, seine/ihre Arbeit und Resultate durch geeignete Berichte und Präsentationen technisch-wissenschaftlich korrekt und überzeugend darzustellen. Er/sie sollte über bloße Teamfähigkeit hinaus in begrenztem Rahmen auch bereits größere Aufgaben strukturieren und koordinieren können.

Erstes wesentliches Ziel im Bachelorstudiengang ist die Vermittlung der theoretischen Grundlagen, die von einem Ingenieur / einer Ingenieurin der Mikrosystemtechnik in typischen heutigen Berufsbildern erwartet werden. Die Basis dafür bilden die für die Realisierung von Mikrosystemen relevanten Naturwissenschaften. Ein wesentliches Ausbildungsziel ist die Heranbildung einer naturwissenschaftlichen Methodik und Denkweise, die wiederum vertiefte Kenntnisse von Mathematik, Physik und Chemie auf Universitätsniveau erfordert. Diesem Konzept folgend ist das Studiengesamtziel nicht primär die Kenntnis der Mikrosysteme und ihrer Herstellprozesse in zahlreichen Details, sondern vielmehr das Verständnis der naturwissenschaftlichen Grundlagen der Funktion von Mikrosystemen sowie das ingenieurwissenschaftliche Verständnis der Technologien zu ihrer Erzeugung im Sinne von Methodenwissen. Ein weiteres wesentliches Ziel ist das Verständnis des industriellen und gesellschaftlichen Kontexts bei der Herstellung und Anwendung von Mikrosystemen.

Da die Mikrosystemtechnik viele Disziplinen in sich vereint, muss eine entsprechende Kompetenz in einer Reihe von Fachrichtungen erworben werden; als wichtigste Fachrichtungen sind dabei die Mechanik, die Elektrotechnik und Elektronik, die Materialwissenschaften und die Herstellungstechnologien (Prozesstechnologien) zu nennen. Dabei werden folgende Themenbereiche als Studienrelevant angesehen:

- Erwerb grundlegender naturwissenschaftlich-technischer Kenntnisse
- Kennenlernen der für die Mikrosystemtechnik relevanten Prozesse, Materialien und Bauelemente
- Kennenlernen moderner Methoden und Konzepte der Ingenieurwissenschaften und deren Anwendung auf praktische Fragestellungen der Mikrosystemtechnik
- Umsetzung der erworbenen Fachkenntnisse in praktische Fertigkeiten

Ein weiteres wesentliches Teilziel ist die Fähigkeit der Bachelor-AbsolventInnen zum anwendungsbezogenen Einsatz des theoretischen, methodenbasierten Fachwissens bei ingenieurwissenschaftlichen Fragen. Hierzu ist eine Vertiefung theoretischer wissenschaftlicher Konzepte und Kenntnisse durch Praktizieren notwendig. Diese Aufgabe wird im Studienprogramm durch Übungen, praktische Übungen und Praktika sowie Projektarbeiten erfüllt. Dieser umfangreiche praktische Studienanteil trägt dabei zu einer signifikanten Erhöhung der Berufsqualifikation bei. Er wird an Geräten und Prozessanlagen durchgeführt, die dem industriellen Stand der Technik entsprechen. Da diese eigenständige Bedienung zeitintensive Einweisungen erfordert, werden diese schon früh im Bachelorprogramm durchgeführt. Eine solch intensive Beschäftigung mit der Prozesstechnologie von Mikrosystemen ist ein Kernbereich der Bachelorausbildung im zweiten Semester. In Tiefe und Breite geht diese Reinraumerfahrung weit über Erfahrungen hinaus, die in einem Industriepraktikum von einigen Wochen gesammelt werden könnten.

C.3 Überfachliche Qualifikationsziele

Nach Meinung der Lehrenden der Lehrereinheit und der beratenden IndustrievertreterInnen soll der Schwerpunkt unserer Universitätsausbildung auf Theorie und Forschungsnähe liegen. Es ergab sich als konsistente Anforderung, dass das Studium über wissenschaftlich-technisches Grundlagenwissen hinaus Problemlösungskompetenz sowie ergänzend Anwendungswissen und soziale Kompetenz vermitteln sollte. Als besondere Anforderungen an den schulbaren Charakter und an persönliche Eigenschaften wurden Teamfähigkeit, wissenschaftliche Tiefe, soziale Intelligenz, Kommunikationsfähigkeit sowie Fleiß und Ausdauer genannt. Insgesamt sieht unser überfachliches Idealbild vor:

- Erwerb von Verständnis und Lösungskompetenz für interdisziplinäre Fragestellungen
- Strukturiertes Vorgehen, insbesondere methodische Lösungsansätze und Fertigkeiten zum Erstellen von Spezifikationen (Lasten- und Pflichtenheft)
- Fähigkeit zur Planung und Durchführung eines Projekts im Team
- Fähigkeit zu eigenständigem und kritischem Denken sowie zur Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung
- Zumindest gutes technisches Englisch
- Kennenlernen der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und Erlernen der Anwendung derselben
- Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung eines wissenschaftlichen Projekts unter Anleitung

D. Aufführung von Besonderheiten wie (internationale Kooperationen, verpflichtende Auslandsaufenthalte / Praktika o.ä.)

Zusätzlich zu den Erasmus-Partnerschaften der Universität, verfügt das Institut für Mikrosystemtechnik über internationale Kooperationsabkommen mit den folgenden Hochschulen bzw. Instituten:

- ESIEE – Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Electronique et Electrotechnique, Noisy-le-Grand, Frankreich
- Technical University of Denmark (DTU), Lyngby, Dänemark
- College of Engineering, University of Michigan, USA
- Tohoku University, Graduate School of Engineering, Sendai, Japan
- University of Tokyo, Graduate School of Engineering, Tokyo, Japan
- Ritsumeikan University, Kusatsu, Japan
- Kyoto University, Graduate School of Engineering, Kyoto, Japan

Die Studierenden haben die Möglichkeit, hier ein Auslandssemester zu absolvieren.

[E. Darstellung aller Module und des Musterstudienverlaufs](#)

[E.1 Struktur des Studiengangs - grundsätzliche Überlegungen](#)

Der Bachelorstudiengang hat eine Regelstudienzeit von sechs Semestern und umfasst Leistungen im Umfang von insgesamt 180 ECTS-Punkten. Details zum Studienplan, der eine kompakte Information über den semesterweisen Aufbau, die Module und die zugehörigen ECTS-Punkte gibt, befinden sich in der Tabelle auf Seite 14.

Mit der Einführung der neuen Bachelor-Prüfungsordnungen 2018 wurden alle Bachelor-Studiengänge der Technischen Fakultät auf Modulgrößen von 3, 6 oder 9 ECTS umgestellt. Ziel war es, einen Fachwechsel zwischen den Bachelorstudiengängen zu erleichtern und die Integration fachfremder Wahlmodule innerhalb des Studienangebots der Fakultät zu vereinfachen. Auch das Pflichtprogramm des ersten Studienjahrs wurde weitgehend vereinheitlicht, denn unsere Erfahrung

hat gezeigt, dass viele SchulabgängerInnen sich bei der Wahl ihres Studienfachs zunehmend unsicher sind und die inhaltlichen Unterschiede zwischen den von uns angebotenen Studiengängen nicht einschätzen können. Durch die Vereinheitlichung des Pflichtprogramms können die Studierenden nun ihr Studium in dem Wissen beginnen, dass sie nach dem ersten oder zweiten Semester das Studienfach wechseln und dabei die erworbenen Leistungen weitestgehend mitnehmen können.

Bei der Konzeption des Studiengangs Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik wurde der Schwerpunkt auf eine ingenieurwissenschaftliche Grundausbildung und zugleich auf die Berufsqualifizierung im Bereich Mikrosystemtechnik im Rahmen des Studiums gelegt. Zu einer Grundausbildung für IngenieurInnen zählen insbesondere die Fächer Mathematik, Physik und Chemie, für die jeweils Bereiche gebildet wurden. Entsprechend der von der Programmkommission eingeschätzten Bedeutung für das Gesamtstudium wurden sie mit 24, 18 und 12 ECTS bewertet.

Frühere Erfahrungen mit dem Studiengang und Rückmeldungen von Evaluationen haben dazu geführt, dass das eigentliche Studienfach Mikrosystemtechnik aus Motivationsgründen bereits ab dem Beginn des Studiums belegt werden kann, wobei insgesamt 28 ECTS zu erlangen sind. Neben der Vermittlung theoretischer Kenntnisse erlangen die Studierenden schon im 1. Semester Methodenwissen zur Projektarbeit im „System Design Projekt“, in dem sie mit Hilfe von Lego Mindstorm in Kleingruppen einen Roboter aufbauen und programmieren. Prozesstechnische Kenntnisse und Fertigkeiten erlernen sie in einem Reinraumlaborkurs (2. Semester). Da die Funktion von Mikrosystemen im Wesentlichen über Elektronik definiert wird, war es notwendig und wünschenswert, einen Bereich Elektrotechnik mit einem hohen Studienanteil von 24 ECTS zu definieren. Die Kenntnis von Materialien über Silizium hinaus und von werkstoffwissenschaftlichen Prinzipien und Methoden wird als unabdingbar im Rahmen einer interdisziplinären Grundlagenausbildung angesehen und daher mit 12 ECTS angesetzt.

Der Bereich der Wahlmodule soll einer zu starken Reglementierung des Studiums entgegenwirken und Interessen und Eigeninitiative der Studierenden fördern. Das hier dargestellte Angebot an Wahlpflichtmodulen spiegelt bereits die im späteren Master-Programm vorgesehenen Vertiefungen wieder. Zusätzlich besteht die Möglichkeit ein fachfremdes Wahlmodul aus den Bereichen Biologie, Umweltwissenschaften oder Wirtschaftswissenschaften zu belegen. In Folge der Begrenzung des Studenumfangs auf 180 ECTS im Bachelorbereich war eine Erhöhung über 18 ECTS hinausgehend leider nicht möglich.

Der interne Bereich der berufsfeldorientierten Kompetenzen (BOK) gliedert sich zum einen in interne, d.h. am IMTEK angebotene Module, welche MST-spezifisch berufsqualifizierend ausgerichtet sind. Zum anderen sollen die externen BOK-Module die im Berufsleben allgemein erwarteten Schlüsselqualifikationen wie Projektmanagement, Kommunikation und Personalführung herausbilden.

Das Modul Abschlussarbeit gliedert sich in die obligatorische Bachelor-Arbeit und ihre Präsentation, mit einem Gesamtaufwand von 13 ECTS. Im Rahmen der genannten Restriktionen (maximale Arbeitsbelastung von 180 ECTS) war es leider nicht möglich, alle wünschenswerten Elemente eines Ingenieurstudiums mit aufzunehmen. Im Zuge der Konzeption wurde insbesondere die Frage eines Industriepraktikums intensiv diskutiert; die Priorisierung musste aber letztlich zu Gunsten der übrigen Elemente vorgenommen werden.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick, wie die einzelnen Studienbereiche über die sechs Semester der Regelstudienzeit verteilt sind:

Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	Semester 5	Semester 6
------------	------------	------------	------------	------------	------------

Mathematik (Grundlagen Analysis und Algebra, DGL)		Materialwissenschaften (Werkstoffe, Materialien, Halbleiter etc.)	
Physik (Experimentalphysik, Festkörperphysik)		MST Vertiefung (Technische Mechanik, Konstruktion, Simulation, Anwendungen)	
Chemie (Allg. und anorganisch, organisch, physikal.)			
Grundlagen MST (Technologien, Prozesse, Bauelemente)		Wahlbereich MST (Schaltungen, Produktion, Anwendungsbereich Biologie, fachfremdes Modul etc.)	Bachelor-Arbeit
	Elektrotechnik (E-Technik, Elektronik, Mess-, Regelungstechnik, Systemtheorie)		
Praxis (System Design Projekt, Reinraumlaborkurs)			
Berufsfeld orientierte Kompetenzen (BOK) Kurse in fächerübergreifenden Soft-skills am Zentrum für Schlüsselqualifikationen der Universität Freiburg			

Die Beiträge der Qualifikationsziele der Module in den einzelnen Bereichen zur Gesamtkompetenz der Absolventen sind im Folgenden dargestellt:

Bereich Mathematik und Informatik (30 ECTS)

Ziel der mathematischen Module ist es, die mathematischen Begriffe, Konzepte und Methoden zur Lösung praktischer Probleme der Ingenieurwissenschaften bereitzustellen. Diese Fähigkeiten sind unabdingbar für die theoretische Beherrschung und erfolgreiche Bearbeitung der relevanten Fragestellungen in der Mikrosystemtechnik in allen behandelten physikalischen Domänen wie Mechanik, Elektrodynamik, Optik oder Mikrofluidik. Über die reinen Lösungsrezepte hinaus müssen jedoch auch mathematische Argumentationsmuster und Beweistechniken vermittelt werden, so dass Studierende zur selbständigen Herleitungen neuer Lösungen und begrenzt mathematischer Beweise in der Lage sind. Ein Lernziel mit besonderer Bedeutung ist dabei der Erwerb grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten in der Behandlung und Anwendung der **Differentialgleichungen** (6 ECTS) als Voraussetzung für die Lösung vieler ingenieurtechnischer Probleme in der MST. Die Technische Fakultät ist kontinuierlich in enger Diskussion mit dem Institut für Mathematik der Fakultät für Mathematik und Physik, welche die Module **Mathematik I und II** (9+9 ECTS) durchführt. Neben dem Abstimmen von Inhalten werden Anwendungen und Beispiele diskutiert, die mathematische Theorien mit MST-spezifischen Anwendungen illustrieren und die Brücke zur Relevanz des vermittelten Wissens herstellen können.

Die **Einführung in die Programmierung** (6 ECTS) wird von einer Lehrperson vom Institut für Informatik angeboten. Sie ist für Studierende aller Bachelorstudiengänge der TF verpflichtend. Das Verständnis und eine erste eigene Erfahrung mit der Computerprogrammierung werden als elementare Ingenieursfähigkeiten angesehen, da die Funktionalität praktisch alle technischen Systeme auf Algorithmen und Software beruht. Programmierung ist sowohl im Hinblick auf die spätere Berufstätigkeit als auch für die Anfertigung von wissenschaftlichen Arbeiten höchst relevant.

Bereich Physik (18 ECTS)

Das Ziel der Vorlesungen zur Physik ist die Beherrschung der experimentellen Grundlagen der Mechanik, insbesondere der Kinematik, der Dynamik, und des mechanischen Verhaltens der Stoffe in den verschiedenen Aggregatzuständen zu vermitteln. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Grundlagen der Elektrodynamik kennen und sich eine physikalische Arbeitsweise aneignen, einschließlich der mathematische Beschreibung und Modellierung physikalischer Probleme. Diese Fähigkeiten bilden die Grundlage für das spätere Verständnis der Elektrotechnik und die Entwicklung elektrisch-mechanischer Mikrosysteme sowie für Simulation. Darüber hinaus sollen die Studierenden sich ein grundlegendes Verständnis der wichtigsten Phänomene der festen Materie erarbeiten und damit eine solide Basis für das spätere Verständnis der Werkstoffe der Mikrosystemtechnik und ihrer relevanten Eigenschaften insbesondere im Hinblick auf die spätere Entwicklung von MEMS und Festkörpersensoren erhalten. Die Module zur Physik **Mechanik** sowie **Elektrodynamik und Optik** (6+6 ECTS) werden von Lehrenden der Technischen Fakultät gehalten, um die Veranstaltungen zur Experimentalphysik inhaltlich an die Bedürfnisse des MST Studiums anzupassen. Das Modul **Festkörperphysik** (6 ECTS) wird speziell von einem Physiker der Technischen Fakultät gehalten, der einen ausgeprägten Hintergrund der Mikrosystemtechnik und Halbleitertechnik besitzt. So sollen die MST-spezifischen Aspekte berücksichtigt werden.

Bereich Chemie (12 ECTS)

Eine Ausbildung in Mikrosystemtechnik erfordert zwingend auch eine Grundausbildung in den Kernfächern der Chemie. Die Grundzüge der **Allgemeinen und Anorganischen Chemie** (6 ECTS) sind für viele Bereiche der Mikrosystemtechnik hochgradig relevant und das Modul zur **Physikalischen Chemie** (6 ECTS) vermittelt die Grundlagen der Thermodynamik, der Reaktionskinetik und der Elektrochemie. Beide bilden zusammen die Grundlage für Pflichtmodule in Materialwissenschaften sowie Wahlpflichtmodule in Organischer Chemie oder den Lebenswissenschaften. Die Prinzipien, welche den chemischen und elektrochemischen Gleichgewichten, Prozessen, Reaktionen und Phasenumwandlungen zu Grunde liegen, haben bei der Herstellung und Funktion von Mikromaschinen, Mikroreaktoren, chemischen Sensoren oder beim Energy Harvesting große Bedeutung. Chemisches Verständnis ist speziell für Photo-Lithographie, Biosensorik, bei Polymerwerkstoffen sowie bei biomedizinischen Anwendungen von Mikrosystemen unabdingbar. Die Lehre zur Chemie wird unter maßgeblicher Mitwirkung von am Institut für Mikrosystemtechnik angesiedelten Chemikern koordiniert.

Bereich Mikrosystemtechnik (24 ECTS)

Der Bereich Mikrosystemtechnik bildet den Kern des Bachelor-Studiums in Bezug auf die fachspezifischen Inhalte ab. Bei der Konzeption waren neben inhaltlichen Aspekten auch Motivationsfaktoren ausschlaggebend. Auch auf Wunsch von Studierenden hin wurde bei der Konzeption des Bachelor-Studiengangs die frühzeitige Beschäftigung mit Mikrosystemtechnik bereits im ersten und zweiten Semester im Rahmen der Module **MST Prozesse und Bauelemente** (6 ECTS) und **Reinraum Laborkurs** (3 ECTS im internen BOK-Bereich) vorgesehen und eingeführt. Die Vorlesung nimmt programmatisch wesentliche Aspekte des Gesamtcurriculums vorweg und motiviert dieses. Ziel der Lehrveranstaltung ist es, die technologischen und physikalischen Grundlagen der Mikrosystemtechnik zu vermitteln, mikrosystemtechnische Basisstrukturen und Elemente und Methoden und Prozesse zu deren Herstellung darzustellen. Sie bildet damit die ingenieurwissenschaftliche Basis zum Verständnis der Funktion von Mikrosystemen sowie zur Wirkungsweise von deren Herstellungsprozessen. Zugleich wurde diesem Modul die Orientierungsprüfung zugeordnet. Damit sollen Studierende frühzeitig ihre Neigung für das gewählte Studienfach verifizieren. Der Reinraum-Laborkurs ist die zugehörige zentrale Praxisveranstaltung für Studierende der Mikrosystemtechnik. Hier werden die wesentlichen Basis-Technologien für das Fach im Rahmen von Laborversuchen vermittelt, wie etwa Photolithographie, Dünnschichttechnik, und physikalische und chemische Abscheidung, spezifische Metrologie sowie Aufbau- und Verbindungstechnik. Im 5. Fach-

semester vermittelt das Modul **Sensoren und Aktoren** (3 ECTS) die physikalischen, chemischen und elektrischen Funktionsweisen der grundlegenden Bauelemente der MST. Dabei werden typische Sensoren, Aktoren und Mikrosysteme sowie deren Prozessierung und Anwendung vorgestellt. Die Studierenden sollen damit auch den Zusammenhang zwischen den Fertigungsprozessen und den daraus resultierenden Funktionen eines Bauteils kennen und verstehen lernen.

Die Module **Technische Mechanik - Statik, Konstruktionsmethodik** (6+6 ECTS) und **Simulationstechniken** (6 ECTS im internen BOK-Bereich) sollen den Studierenden die unabdingbaren Fähigkeiten zu Konzeption, Entwurf und Auslegung von elektrisch-mechanischen Mikrosystemen von den theoretischen Grundlagen bis zur praktischen Umsetzung vermitteln. Schwerpunkt des ersten Moduls sind die ingenieurtechnischen Grundlagen der Technischen Mechanik in Statik und Elastomechanik. Mit den erarbeiteten Methoden der Ingenieurmathematik können Belastungen, Spannungszustände und Verformungen elementarer makro- und mikromechanischer Aufbauten bestimmt werden. Die Lehrveranstaltung vermittelt somit die Grundlagen der Auslegung mikromechanischer Funktionselemente. Das Modul "Konstruktionsmethodik" besteht aus einer Vorlesung und begleitender praktischer Übung. Es ist als Einführung in die Praxis des Konstruierens auch mit Schwerpunkt in Richtung Mikrosystemtechnik gedacht. Wesentliche Lernziele sind die Erfassung aller relevanten Aspekte des Konstruierens (z.B. Lasten- und Pflichtenhefterstellung, technische Zeichnungen), und die Praktizierung einer geeigneten methodischen Vorgehensweise bei Kenntnis der relevanten Werkzeuge und ihres korrekten Einsatzes. Somit soll die Fähigkeit zur systematischen, ingenieurmäßigen Konstruktion unter Nutzung zeitgemäßer Methodik durch Vorlesungen und Anwendung in praktischen Übungen gewonnen werden. Wegen der Notwendigkeit zur physikalisch basierten Modellbildung bei gleichzeitiger hoher Komplexität kommt Methoden zur Simulation von Mikrosystemen überragende Bedeutung zu. Wesentliches Ziel ist das Verständnis, wie mathematische Beschreibungen der in der Mikrosystemtechnik behandelten Phänomene mit Hilfe von Simulation quantifiziert werden können. Hierbei ist das zentrale Lernziel das Verständnis der Methoden der finiten Elemente und finiten Differenzen für partielle Differentialgleichungen und der numerischen Lösungsmethoden für lineare Gleichungssysteme und gewöhnliche Differentialgleichungen. Diese Lehrveranstaltung bildet somit die Basis für eine spätere wissenschaftliche Höherqualifikation und ist nicht primär eine Handlungsanweisung für die Verwendung kommerziell erhältlicher Simulationspakete.

Im sechsten Fachsemester absolvieren die Studierenden das Modul **Seminar Mikrosystemtechnik**. Hier lernen sie ein vorgegebenes Thema zu bearbeiten und die Ergebnisse in einem Vortrag und mittels eines Posters zu präsentieren. Die Inhalte des Seminars ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen des Institutes für Mikrosystemtechnik (IMTEK), d.h. sie werden aus allen Professuren vorgeschlagen.

Bereich Elektrotechnik (33 ECTS)

Die Module **Einführung in die Elektrotechnik, Elektronik – Bauelemente und analoge Schaltungen** und **Elektronik – Digitale Schaltungen** (12+6+3 ECTS) bilden, auf der „Elektrodynamik und Optik“ (Experimentalphysik II) aufbauend die elektrotechnischen und elektronischen Grundlagen des Studiums der MST. Die wesentlichen Qualifikationsziele im Rahmen des Studiums sind die Kenntnis der elektromagnetischen Phänomene, der relevanten Bauelemente der Elektrotechnik und Elektronik, die Beherrschung der wichtigsten Analysemethoden der Elektrotechnik, und weiterhin die Fähigkeit, Bauelemente und einfache Schaltungen zu analysieren, entwerfen und aufzubauen. Die Bedeutung beider Fächer erschließt sich beim Entwurf mikroelektronischer Bauelemente und bei ihrer schaltungstechnischen Integration in komplexe Systeme in der gesamten Bandbreite der Ingenieurwissenschaften. Weitere elektrotechnische Kernfächer sind die **Systemtheorie und Regelungstechnik** (6 ECTS) sowie die **Messtechnik** (6 ECTS), denn moderne mikrosystemtechnische Sensoren arbeiten an der Grenze des messtechnisch Machbaren unter Nutzung aufwändiger regelungstechnischer Stützsysteme. Durch diese Module sollen die Studierenden in die Lage versetzt zu werden, eigenständig messtechnische und regelnde Systeme und Ver-

fahren zu verstehen, zu bewerten, zu konzipieren, analysieren und grundlegend zu dimensionieren. Ein wesentlicher Aspekt ist auch die Beherrschung des praktischen Umgangs mit messtechnischer Hardware, wie Sensoren und Messgeräten sowie mit Instrumentierungs-Software. Über diese Aspekte hinaus müssen generell in der MST komplexe dynamische Systeme unter Berücksichtigung elektrischer, mechanischer, optischer, chemischer oder thermischer Vorgänge modelliert, analysiert und geregelt werden. Speziell das Modul Systemtheorie vermittelt das Rüstzeug, um dynamische Systeme in einheitlicher Weise zu beschreiben, zu analysieren und zu beeinflussen.

Bereich Materialwissenschaften (12 ECTS)

Die Kenntnis der wichtigsten Materialien der Mikrosystemtechnik, der Technik und des täglichen Lebens wird für interdisziplinäre und im Team arbeitende IngenieurInnen als unabdingbar betrachtet. Das Modul **Werkstoffwissenschaft** (6 ECTS) vermittelt eine Grundausbildung in Keramiken, Metallen und Polymeren. Das Verständnis der Grundlagen ist eine wichtige Voraussetzung für die Behandlung der Eigenschaften und der Verarbeitungstechnologien. AbsolventInnen müssen daher werkstoffwissenschaftliche, physikalisch-chemische und metallurgische Prinzipien kennen, um diese auf ihre Anwendung zu übertragen. Somit verstehen sie die Einflüsse von atomarem Aufbau, Mikrostruktur und Zusammensetzung auf Werkstoffe. Daneben ist Faktenwissen über die wichtigsten Werkstoffe der Technik und ihre relevanten Eigenschaften zwingend erforderlich, insbesondere Festigkeit, elektrische und thermische Leitfähigkeit und elektromagnetische Eigenschaften. Nach erfolgreichem Besuch der Module sollen die Studierenden in der Lage sein, die grundlegenden physikalischen und chemischen Zusammenhänge der wichtigsten Werkstoffe der Mikrosystemtechnik einschließlich ausgewählter Prozesstechnologien zu beschreiben und zu beurteilen. Sie kennen die wichtigsten Methoden und Techniken, die zum Einsatz der drei Werkstoffklassen in Mikrosysteme nötig sind.

Halbleiter sind die wesentlichen Funktionsträger der Mikrosystemtechnik. Daher ist die Kenntnis der wichtigsten Halbleiterbauelemente sowie ihrer Physik und Technologie unabdingbar. Wesentliche Aspekte des Moduls **Halbleiterphysik** (6 ECTS) sind beispielsweise die Bandstruktur und Elektronenverteilungen sowie die festkörperphysikalischen Grundlagen von Hall-Effekt, Diffusion, Stromdichte-Gleichung, Injektion, Ladungsträger-Generation, Rekombination und Effekten bei hohen Feldstärken. Das theoretisch recht anspruchsvolle Modul wurde aus dem 6. Semester in das 4. Semester gelegt, um sie zeitlich nahe an die Festkörperphysik zu binden. Beide Module werden vom selben Dozenten gehalten und sind daher gut aufeinander abgestimmt.

Bereich Wahlmodule (18 ECTS)

Der Wahlpflichtbereich soll einer zu starken Reglementierung des Bachelorstudiums entgegenwirken, und so die Eigenverantwortlichkeit der Studierenden stärken und die Interessenbildung fördern. Das hier dargestellte Angebot an Wahlpflichtmodulen spiegelt im Ansatz die in späteren Master-Programmen vorgesehenen Vertiefungen wieder. Bis zu 6 der 18 ECTS-Punkte können durch ein fachfremdes Modul abgedeckt werden. Hier stehen Module aus den Bereichen Biologie, Umwelt- und Wirtschaftswissenschaften zur Auswahl. Auf Antrag von Studierenden können weitere Module aus dem Lehrangebot anderer grundständiger Studiengänge der Universität hinzugefügt werden. In Folge der Restriktionen durch die Begrenzung des Studenumfangs war eine Erhöhung über 18 ECTS hinausgehend leider nicht möglich.

BOK-Bereich (8 ECTS)

Die Veranstaltungen aus dem sogenannten Bereich Berufsfeld orientierter Kompetenzen werden am Zentrum für Schlüsselqualifikation (ZfS) der Albert-Ludwigs-Universität angeboten. Bei der Planung eines neuen Semesters wird die freigegebene Teilmenge der Lehrveranstaltung zwischen den Studiendekanen und IMTEK-Runde sowie dem ZfS abgestimmt. Kurse können aus allen angebotenen Bereichen des ZfS ausgewählt werden: EDV, Medien, Kommunikation, Spra-

chen und Management. Es wird empfohlen die Kurse so zu wählen, dass ein starker Bezug zur Praxis einer ingenieurmäßigen Tätigkeit gegeben ist.

E.2 Musterstudienverlauf

Die Reihenfolge der Module ergab sich primär aus den voranstehend geschilderten sukzessiven Qualifikationszielen. Speziell das erste Studienjahr wurde so gestaltet, dass es sich im ersten Semester gar nicht und im zweiten Semester nur bezüglich eines Moduls von den anderen Bachelorstudiengängen der Technischen Fakultät (Embedded Systems Engineering und Sustainable Systems Engineering) unterscheidet. Alle drei Studiengänge haben für die Vermittlung der gleichermaßen benötigten ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen ein identisches erstes Semester und weisen nur ein einziges fachspezifisches Modul von 6 ECTS im zweiten Semester auf. Dies soll einen möglichen Wechsel des Studienfachs innerhalb der Technischen Fakultät ohne erhöhte Studienbelastung erleichtern. Denn Erfahrungen haben gezeigt, dass bei einigen Studienanfänger*innen angesichts teilweise sehr ähnlich anmutender Studienfächer im Ingenieursbereich erst im Verlauf des ersten oder zweiten Semesters ein festes Bewusstsein bezüglich des persönlich am besten geeigneten Studienprofils erwächst.

Sem	Module/ Teilmodule	Modul/ Bereich	PL SL	Pflicht Wahl	Stunden				ECTS	Total ECTS
Semester1					V	Ü	S	Pr		30
1	Mathe- matik I für Stu- die- rende der Infor- ma- tik und der Ingenieur- wissenschaften	Mathe u. Inf.	SL, PL	P	4	2	0	0	9	
1	Ein- füh- rung in die Pro- gram- mie- rung	Mathe u. Inf.	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
1	Mecha- nik	Phy- sik	SL, PL	P	3	1	0	0	6	

1	Mikro-sy-stem-tech-nik – Pro- zesse und Bau-ele- mente	MST	PL	P	4	0	0	0	6	
1	System Design Pro- jekt		SL	P	0	0	0	2	3	
Semester 2										30
2	Mathe- ma- tik II für Stu- die- rende der Inge- nieur- wis- sen- schaf- ten	Mathe u. Inf.	SL, PL	P	4	2	0	0	9	
2	Elek- tro- dy- na- mik und Optik	Phy- sik	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
2	Ein- füh- rung in die Elek- tro- tech- nik	E- Tech	SL, PL	P	4	1	0	3	12	
2	Rein- raum-		SL	P	0	0	0	4	3	

	la- bor- kurs									
Semester 3										33
3	Dif- fe- ren- tial- glei- chun- gen	Mathe u. Inf.	SL, PL	P	2	2	0	0	6	
3	Elek- tro- nik – Bau- ele- mente und ana- loge Schal- tun- gen	E- Tech	SL, PL	P	2	0	0	2	6	
3	Elek- tro- nik – Digi- tale Schal- tun- gen	E- Tech	SL, PL	P	1	0	0	1	3	
3	Fest- kör- per- phy- sik	Phy- sik	SL, PL	P	2	2	0	0	6	
3	All- ge- meine und Anor- gani- sche Che- mie	Che- mie	SL	P	4	2	0	0	6	
3	Phy- si- kali-	Che- mie	SL, PL	P	3	2	0	0	6	

	sche Che- mie									
Semester 4										30
4	Systemtheorie und Regelungstechnik	E-Tech	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
4	Messtechnik	E-Tech	SL, PL	P	2	0	0	2	6	
4	Halbleiterphysik	Materialien	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
4	Technische Mechanik - Statik	MST	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
4	Werkstoffwissenschaft	Materialien	SL, PL	P	3	1	0	0	6	
Semester 5										28
5	Simulationstechniken		SL	P	3	2	0	0	6	
5	Sensoren und Aktoren	MST	PL	P	2	0	0	0	3	

5	Konstruktionsmethodik	MST	SL	P	2	0	0	2	6	
5	Wahlpflicht Mikrosystemtechnik 1		PL	W	3	1	0	0	6	
5	Wahlpflicht Mikrosystemtechnik 2		PL	W	2	1	0	0	3	
5	ZfS-Kurs	BOK	SL	P	x	X	x	x	4	
Semester 6										29
6	Wahlpflicht Mikrosystemtechnik 3		PL	W	2	1	0	0	3	
6	Wahlpflicht Mikrosystemtechnik 4 oder fachfremde Wahlpflichtveranstaltung		PL /SL	W	X	X	X	X	6	
6	Seminar Mikrosystem-	MST	SL, PL	P	0	0	2	0	3	

	tech- nik									
6	ZfS- Kurs	BOK	SL	P	X	X	X	X	4	
6	Bache- lor- mo- dul		PL	P	x	x	X	x	13	

Legende: PL=Prüfungsleistung, SL= Studienleistung, V=Vorlesung, Ü=Übung, S=Seminar, Pr=Praktikum bzw. praktische Übung, P=Pflicht, W=Wahlpflicht, X=unbekannt / abhängig vom Fach

Siehe auch:

https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium_lehre/studienplaene/bsc-mikrosystemtechnik-po-2018-semesterweise

und

<https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/mikrosystemtechnik/b-sc-mikrosystemtechnik>

F. Lehr- und Lernformen

Vorlesungen und die dazugehörigen Übungen stellen den größten Teil der Lehrveranstaltungen des Bachelor-Studiengangs dar. Die Vorlesungen dienen der zusammenhängenden Darstellung und Vermittlung von ingenieurwissenschaftlichem Grund- und Spezialwissen sowie von methodischen Kenntnissen. Die Vorlesung erfüllt eine zentrale Funktion; sie stellt Ereignisse, Strukturen und Wirkungszusammenhänge eines Sachgebiets zusammenfassend dar und vermittelt allgemeines Wissen.

In Übungen werden die erworbenen Sach- und Methodenkenntnisse sowie Arbeitstechniken in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit angewendet und trainiert. In der Regel werden Übungen wie folgt abgehalten: Dafür bearbeiten die Studierenden im ersten Teil fachspezifische Fragestellungen methodisch und eigenständig. Im zweiten Teil der Übungen werden die Arbeitsergebnisse unter Anleitung eines Tutors/einer Tutorin besprochen. Durch qualifiziertes Feedback zu ihrer Eigenleistung und dem Aufdecken von Fehlerquellen verbessern die Studierenden ihre Lösungskompetenzen.

Das Seminar als Lehrveranstaltungsart dient der Einführung in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten und der intensiven Auseinandersetzung – alleine und in Gruppen - mit einem gegebenen Thema. In Seminaren werden vertiefende Inhalte zu einem bestimmten Themengebiet nicht allein von den Lehrenden aufbereitet und dargeboten, sondern die Studierenden erarbeiten sich die Inhalte zum größten Teil selbstständig und präsentieren diese in Form von Referaten. Im Anschluss an die Vorträge findet im Allgemeinen eine Diskussion mit Lehrenden und Teilnehmern statt, die Raum für Reflexion und konstruktive Kritik bietet. Darüber hinaus ist meist die Abgabe einer schriftlichen Fassung der Ergebnisse in Form einer schriftlichen Ausarbeitung, wie z.B. eines wissenschaftlichen Posters oder einer Hausarbeit vorgesehen. Die fächerübergreifenden Kernkompetenzen, die üblicherweise in Seminaren vermittelt werden – z. B. analysieren, reflektieren, diskutieren und präsentieren sollen in der Gruppe und unter Anleitung erreicht werden. Daher wird hier eine gruppenbezogene Anwesenheitspflicht gefordert.

In Projekten lernen Bachelor-Studierende, komplexe Probleme bzw. Herausforderungen in Gruppen oder alleine kritisch zu analysieren und (gemeinsam) Lösungen bzw. Lösungswege zu erarbeiten. Bei dieser Arbeit werden Kenntnisse und Fähigkeiten praktisch angewandt. Als offene und lösungsorientierte Lehrveranstaltungsform baut die Projektarbeit auf einen starken Praxisbezug und die Förderung der Kommunikations- und ggf. Kooperationsfähigkeit durch Teamarbeit auf. Durch die Bearbeitung von Projektaufgaben wird das Lernen an Hochschulen der Arbeitswelt

nähergebracht: Eine authentische, selbstgewählte oder vorgegebene Aufgabenstellung wird alleine oder im Team vollständig bearbeitet. Projekte werden meist auf Basis einer schriftlichen Ausarbeitung, eines erstellten Demonstrators und/oder einer Präsentation bewertet.

Praktika und praktische Übungen dienen dem Erwerb fachbezogener praktischer und methodischer Fertigkeiten. Sie verlangen in erhöhtem Maße eine Eigentätigkeit der Studierenden. Praktika und praktische Übungen werden in den meisten Fällen durch eine schriftliche Ausarbeitung, Protokolle, Übungsblätter, Versuche und/oder durch eine Präsentation absolviert.

Für das die Vorlesungen und Seminare ergänzende Selbststudium hält die Universitätsbibliothek die notwendige Literatur bereit.

Im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik gibt es 25 Pflichtmodule. Die Verteilung der Lehrformen verteilt sich wie folgt auf die Pflichtmodule:

Vorlesung und Übung	14 Module	50 %
Vorlesung	2 Module	5 %
Praktika, praktische Übungen	7 Module	15 %
Seminar	1 Modul	2 %
Abschlussarbeit	1 Modul	7 %

Die unterschiedlichen Lehr- und Lernformen des Bachelor-Studiengangs Mikrosystemtechnik besitzen gemäß Tabelle die folgenden prozentualen Anteile an ECTS bezogen auf die Gesamtzahl von 180 ECTS. Die Anteile können je nach belegten Wahlpflichtmodulen variieren.

Die Gruppengröße bei den Vorlesungen ergibt sich aus der Studierendenzahl pro Jahrgang (2019: 36). Die meisten Vorlesungen des ersten Studienjahrs sind jedoch fächerübergreifend gemeinsam mit den anderen Bachelorstudiengänge der Technischen Fakultät. Hier gibt es bis zu 400 Studierende pro Vorlesung. Dies wird jedoch durch die begleitenden Übungsgruppen aufgefangen, in denen die Studierenden in Kleingruppen von 25 bis 30 Teilnehmenden betreut werden. In den Praktika liegt die Gruppengröße in der Regel ebenfalls bei 20 bis 30 Teilnehmenden.

G. Prüfungsleistungen und Studienleistungen

Das Erreichen der Qualifikationsziele wird studienbegleitend geprüft. Der überwiegende Teil der Pflichtmodule wird durch die Absolvierung von Studienleistungen (SL) und einer Prüfungsleistung (PL) abgeschlossen.

Wahlpflichtmodule schließen ebenfalls meistens mit einer Prüfungsleistung ab; je nach Qualifikationsziel werden zusätzliche Studienleistungen verlangt. Die Details sind in den fachspezifischen Bestimmungen und den einzelnen Modulbeschreibungen im vorliegenden Modulhandbuch nachzulesen. Eine weitere Präzisierung erfolgt durch den/die Lehrende(n) zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung.

Im Wahlpflichtbereich können bis zu 6 ECTS-Punkte auch im Rahmen eines fachfremden Wahlpflichtmoduls durch die erfolgreiche Absolvierung geeigneter Lehrveranstaltungen aus dem Lehrangebot grundständiger Studiengänge anderer Fakultäten der Albert-Ludwigs-Universität erworben werden. In dem fachfremden Wahlpflichtmodul sind nur Studienleistungen zu erbringen.

Der Studiengang wird durch eine schriftliche Arbeit zu den experimentellen und theoretischen, wissenschaftlichen Erkenntnissen der Bachelor-Arbeit (12 ECTS) und eine mündliche Prüfung (Kolloquium inkl. Vortrag; 1 ECTS) abgeschlossen.

G.1 Prüfungsleistungen

Ein Modul wird in der Regel mit einer Prüfung abgeschlossen. Art und Umfang der studienbegleitenden Prüfungsleistungen sind in der fachspezifischen Prüfungsordnung sowie im jeweils geltenden Modulhandbuch festgelegt und werden den Studierenden zusätzlich zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Schriftliche Prüfungsleistungen sind Klausuren (schriftliche Aufsichtsarbeiten) und schriftliche Ausarbeitungen. Mündliche Prüfungsleistungen sind mündliche Prüfungen (Prüfungsgespräche) und mündliche Präsentationen. Praktische Prüfungsleistungen bestehen in der Durchführung von Versuchen oder der Erstellung von Demonstratoren oder Software.

Klausuren haben eine minimale Dauer von 60 Minuten und eine Höchstdauer von 240 Minuten. Mündliche Prüfungen haben eine minimale Dauer von 10 Minuten und eine maximale Dauer von 30 Minuten. Vorträge haben üblicherweise eine Dauer von 10 bis 20 Minuten (je nach Thema und Zweck). Die zulässigen Hilfsmittel und weitere Informationen werden den Studierenden von den Lehrenden rechtzeitig in geeigneter Weise bekanntgegeben. Der Umfang (Seitenzahl) von schriftlichen Ausarbeitungen variiert je nach Themenfeld und Format und wird daher durch die Lehrenden in der Veranstaltung spezifiziert.

Für studienbegleitende Prüfungsleistungen ist eine fristgerechte Prüfungsanmeldung über das Prüfungsverwaltungssystem HISinOne notwendig. Die genauen Termine und Modalitäten finden sich auf der Homepage des Prüfungsamts der Technischen Fakultät. Wichtig: Für fachfremde Wahlmodule gelten jedoch die Regelungen der jeweiligen anbietenden Fakultät!

Sofern nicht anders in der Prüfungsordnung oder im Modulhandbuch definiert, gilt, dass die Note des Moduls sich zu 100% aus der genannten Prüfungsleistung des Moduls errechnet. Diese Note geht in die Abschlussnote des Studiums ein. Die Gesamtnote des Bachelorstudiums errechnet sich als das nach ECTS-Punkten gewichtete arithmetische Mittel der Modulnoten, wobei die Note des Bachelormoduls doppelt und die übrigen Modulnoten jeweils einfach gewichtet werden.

G.2 Studienleistungen

Studienleistungen sind individuelle schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von Studierenden im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen erbracht werden, die aber nur bestanden werden müssen. Studienleistungen können beliebig oft wiederholt werden, bis sie bestanden sind. Sie können benotet werden, müssen aber nicht, und gehen nicht in die jeweilige Abschlussnote (also Abschlussnote des Moduls oder Abschlussnote des Studiums) ein. Umfang und Art der Studienleistungen sind im jeweils geltenden Modulhandbuch festgelegt und werden den Studierenden zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung bekanntgegeben. Studienleistungen können bestehen aus:

- der regelmäßigen Teilnahme (ggf. Anwesenheitspflicht)
- der Bearbeitung von Übungs- und/oder Projektaufgaben
- schriftlichen Ausarbeitungen wie z.B. Projektberichten, Protokollen, Fallstudien, Wikis, Webseiten oder Postern
- Klausuren oder Testat(en) (also schriftliche Aufsichtsarbeiten, ggf. auch online, oder als open-book Prüfung)
- mündlichen Prüfungen (Prüfungsgespräche)
- mündlichen Präsentationen wie z.B. Referaten oder das Vorrechnen
- Erstellung von Demonstratoren oder Software
- Durchführung von bzw. Teilnahme an Versuchen

Werden Studienleistungen in Form von Berichten und Versuchs-Protokollen, Hausarbeiten, mündlichen Vorträgen oder Postern gefordert, so werden den Studierenden Erwartungen und Kriterien der Beurteilung vorab mitgeteilt. Dies betrifft den Umfang sowie formale und inhaltliche Aspekte.

G.3 Erläuterung

Die meisten Module werden durch eine Studienleistung und eine Prüfungsleistung abgeschlossen. Besteht das Modul aus Vorlesung und Übung, ist die Studienleistung in der Regel erfolgreich erbracht, wenn bei der Lösung der Übungsaufgaben über das Semester mindestens 50% der möglichen Punktzahl erreicht werden. Die Prüfungsleistung ist meistens eine Klausur.

In den Praktika gibt es in der Regel nur Studienleistungen. Diese bestehen z.B. aus der Anfertigung von Berichten und (Versuchs-)Protokollen, Prüfungsgesprächen, Hausarbeiten oder mündlichen Vorträgen. Bei Praktika gilt teilweise eine Anwesenheitspflicht von 100%. Hier werden im Krankheitsfall Nachholtermine angeboten.

Im Seminar besteht die Prüfungsleistung aus einem mündlichen Vortrag und der Erstellung eines Posters. Im Bachelormodul müssen die Studierenden zusätzlich zur Abgabe der schriftlichen Arbeit ebenfalls einen Vortrag halten. Das Seminar und das Bachelormodul sind die einzigen Pflichtmodule, in denen zwei Prüfungsleistungen gefordert sind. Hiermit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass es für Wissenschaftler und Ingenieure in der Berufspraxis von Bedeutung ist, dass sie ihre Ergebnisse auch mündlich präsentieren oder in einem Poster darstellen können.

Insgesamt wurde bei der Erarbeitung der neuen Prüfungsordnung 2018 die Prüfungsbelastung für die Studierenden reduziert, indem einige Module, die zuvor durch eine Prüfungsleistung abgeschlossen wurden jetzt nur noch durch eine Studienleistung abschließen (die nicht benotet wird, bzw. deren Note nicht in die Endnote eingeht). Außerdem wurden Prüfungsvorleistungen abgeschafft, da diese studienverlängernd wirken können. Erfordert ein Modul das Erbringen einer Studien- und einer Prüfungsleistung, können diese nun unabhängig voneinander erbracht werden. D.h. das Erbringen der Studienleistung ist keine Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung.

Die Orientierungsprüfung, die in der alten Prüfungsordnung noch aus zwei Prüfungen bestand (Einführung in die Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik: Technologien und Prozesse) wurde auf eine Prüfungsleistung reduziert (Mikrosystemtechnik – Prozesse und Bauelemente). Dieses Modul bietet sich an, weil es inhaltlich einer Einführung in die Mikrosystemtechnik entspricht.

Aufgrund der ausgeprägten Interdisziplinarität des Mikrosystemtechnik-Studiums lässt es sich leider nicht vermeiden, dass manche Module über weniger als die in der Studienakkreditierungsverordnung geforderten 5 ECTS-Punkte verfügen. So gibt es im B.Sc. Mikrosystemtechnik vier Pflichtmodule, die über nur 3 ECTS-Punkte verfügen. Diese Module lassen sich aber weder thematisch noch zeitlich mit anderen Modulen zusammenführen. (Einzige Ausnahme ist hier das Modul „Elektronik – Digitale Schaltungen“. Dies würde eigentlich thematisch sehr gut zum Modul „Elektronik – Bauelemente und analoge Schaltungen“ passen. Da aber für den Bachelorstudiengang Sustainable Systems Engineering nur der Teil „Elektronik – Bauelemente und analoge Schaltungen“ erforderlich ist, musste das Modul in zwei Module geteilt werden.) Um zu verhindern, dass sich die Prüfungsbelastung für die Studierenden durch diese kleinteiligen Module erhöht, schließen diese in den meisten Fällen nur mit einer Studienleistung ab.

Im Wahlpflichtbereich (12 ECTS) verfügt ein Viertel der angebotenen Module über 3 ECTS, drei Viertel über 6 ECTS. Dadurch haben Studierende mit einem breit gefächerten Interesse die Möglichkeit drei bis vier Module aus den unterschiedlichsten Richtungen der Mikrosystemtechnik zu belegen, während andere sich dafür entscheiden nur zwei aber dafür arbeitsaufwändigere Module zu wählen.

Das Pflichtmodul Einführung in die Elektrotechnik bildet mit 12 ECTS-Punkten eine Ausnahme vom 3/6/9-Punktesystem. Dieses Modul, das in der alten Prüfungsordnung noch 9 ECTS-Punkte hatte, wurde aufgewertet, weil zahlreiche Studierende die Rückmeldung gaben, dass der erforderliche Arbeitsaufwand sehr viel höher sei als es 9 ECTS entspreche.

Da abgesehen vom Bachelormodul, dessen Note doppelt zählt, alle Modulnoten einfach nach ECTS-Punkten gewichtet in die Endnote eingehen, wurde darauf verzichtet, dies in jeder einzelnen Modulbeschreibung zu erwähnen. Es wird auf die Prüfungsordnung verwiesen.

Studienleistungen und **Prüfungsleistungen** können auch als Online-Klausur absolviert werden, in Übereinstimmung mit den aktuellen Prüfungsordnungen und Rahmenordnungen der Universität Freiburg.

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Pflichtbereich B.Sc. Mikrosystemtechnik PO-Version 2018	11LE50KT-9991-K1
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Im Pflichtbereich sind alle Module mit einem Leistungsumfang von insgesamt 154ECTS-Punkten zu absolvieren.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bachelormodul	11LE50MO-BScMST-8000
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Bastian Rapp	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	13.0
Arbeitsaufwand	390 Stunden
Präsenzstudium	0
Selbststudium	390 Stunden
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	3 Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Zur Bachelorarbeit kann nur zugelassen werden, wer im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik mindestens 110 ECTS-Punkte erworben hat.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Mit der Bachelorarbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Problemstellung aus dem Bereich der Mikrosystemtechnik selbständig und mit wissenschaftlichen Methoden auf Grundlage der bis dahin im Studiengang erworbenen Qualifikationen zu bearbeiten. Dabei sollen die Studierenden die Fähigkeit gewinnen und nachweisen, sich in eine neue Aufgabe systematisch einzuarbeiten und diese in Form eines ingenieurwissenschaftlichen Projekts zu planen und auszuführen. Bei der Durchführung von Experimenten, Simulationen oder Konstruktionen werden die erworbenen Fähigkeiten im Rahmen einer größeren Aufgabe weitgehend eigenständig, jedoch unter Anleitung, erarbeitet. Wichtige Fähigkeiten, welche im Hinblick auf eine weitere ingenieurwissenschaftliche Berufstätigkeit vertieft werden sind die Beschreibung theoretischer Grundlagen und des Stands der Technik in strukturierter und konsistenter Form. Lernziel ist weiterhin, die Fähigkeit zur korrekten, nachvollziehbaren Darstellung eigener wissenschaftlicher Arbeiten und Ergebnisse. Erste Fähigkeiten zur schriftlichen und mündlichen Diskussion technischer Sachverhalte auf Basis eigener Kompetenz und Arbeitsergebnisse gehören ebenfalls zu den elementaren Lernzielen. Bei der Präsentation zur angefertigten Bachelorarbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, Ergebnisse ihrer Arbeit und Forschung innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer verständlich und wissenschaftlich fundiert vorzutragen. Weiterhin sollen so die Fähigkeiten zur Präsentation, Selbstdarstellung und Diskussion mit überzeugendem Auftritt auch vor Fachpublikum geübt werden.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Schriftliche Ausarbeitung (in zweifacher Ausfertigung) und ein ca. 60-minütiges Kolloquium. Das Kolloquium, wird nach Wahl des/der Studierenden in deutscher oder englischer Sprache durchgeführt. Es besteht aus einem etwa 20-minütigen Vortrag des/der Studierenden über die Ergebnisse der Bachelorarbeit und einer daran anschließenden Diskussion. Voraussetzung für die Durchführung des Kolloquiums ist die Einreichung der Bachelorarbeit. Die schriftliche Ausarbeitung hat einen Umfang von 12 ECTS-Punkten, das Kolloquium von einem ECTS-Punkt.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote setzt sich zu 1/13 aus dem Kolloquium und 12/13 aus der schriftlichen Ausarbeitung zusammen.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-1002
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	9.0
Arbeitsaufwand	270 Stunden
Präsenzstudium	90
Selbststudium	180
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Schulkenntnisse in Mathematik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften - Vorlesung	Vorlesung		9.0	4.0	270 Stunden
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften - Übung	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden lernen grundlegende mathematische Begriffe und Methoden zur Lösung praktischer Probleme anhand der Analysis. Sie lernen mathematische Argumentationsmuster und Beweistechniken und sind in der Lage, kleinere mathematische Beweise selbständig zu führen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn ■ Mindestens 50% der Bewertungspunkte in den zur Bewertung gestellten Übungsaufgaben erreicht wurden Regelmäßige Teilnahme gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science (Anwesenheit min. 80%)
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) (Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-1002
Veranstaltung	
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-9010
Veranstalter	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	9.0
Arbeitsaufwand	270 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung gibt eine Einführung in grundlegende mathematische Begriffe, Aussagen und Methoden. Dabei werden Themen der Analysis behandelt. ■ Grundlagen: Aussagen, Mengen und Abbildungen, Zahlbereiche, natürliche Zahlen, Erweiterungen des Zahlbereichs, komplexe Zahlen ■ Konvergenz: Folgen, Reihen, Grenzwerte von Funktionen, Stetigkeit, Funktionenfolgen und -reihen, Potenzreihen, spezielle Funktionen ■ Differentiation: Grundlagen, Mittelwertsätze und Anwendungen, Taylorentwicklung und Extrema, Anwendungen, Differentialgleichungen, Extremalprobleme ■ Integration: Grundlagen, Integrationsmethoden, Integration von Reihen, uneigentliche Integrale, Anwendungen, Parameterintegrale, Gaußsches Integral, Mittelwerte, Kurvenlänge, Wegintegral
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
■ K. Meyberg, P. Vachenauer: Höhere Mathematik 1, Springer ■ G. Merzinger, T. Wirth: Repetitorium der höheren Mathematik, Binomi Verlag 2010 ■ L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg 2009 ■ E. Kuwert, Skript zur Vorlesung, 2012/13
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Schulkenntnisse in Mathematik
Lehrmethoden
Vorlesung durch Dozent oder Dozentin, live in Präsenz im Hörsaal oder online; ggf. als Aufzeichnung verfügbar

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-1002
Veranstaltung	
Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-9010
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Informatik Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übung reflektiert die Inhalte der Vorlesung und kann sie ggf. um weitere Aspekte ergänzen. Die Lernziele des Moduls werden in der Vorlesung und der Übung vermittelt, daher ist die Teilnahme an der Übung erforderlich.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Lehrmethoden
Lösen von Übungsaufgaben, live in Präsenz oder als Online-Übung; zusätzlich eigenständiges Lösen von Übungen in Form von Hausaufgaben

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Programmierung	11LE50MO-BScMST-1000
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Einführung in die Programmierung (bisher: Informatik I: Einführung in die Programmierung)	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Einführung in die Programmierung	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des systematischen Programmierens und Testens, sowohl in konzeptioneller Sicht als auch in einfachen praktischen Einsatzszenarien. Sie können datengesteuerte Algorithmen entwerfen, sie in einer Programmiersprache formulieren und auf Rechnern testen und ausführen lassen. Sie beherrschen die Grundkonzepte moderner höherer Programmiersprachen und können sie zur Programm-entwicklung auf Rechnern einsetzen. Die Studierenden kennen grundlegende funktionale, prozedurale und objekt-orientierte Strukturen zur Ausführung von Programmen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung

Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.

Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018)
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)
- B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Programmierung	11LE50MO-BScMST-1000
Veranstaltung	
Einführung in die Programmierung (bisher: Informatik I: Einführung in die Programmierung)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-BScINFO-1000
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	45
Selbststudium	120
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Datenmodellierung, Erstellen von Testfällen, systematischer Entwurf von Funktionen Datengetriebener Entwurf und Testen Kontrollstrukturen, Prozeduren, Spezifikation, Verfeinerung Objekte, Vererbung, dynamischer Dispatch, APIs und DSLs Reguläre Ausdrücke, Automaten, Parser, Interpreter, Berechnungsmodelle Informatikgeschichte, Berufsethik
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Programmierung	11LE50MO-BScMST-1000
Veranstaltung	
Einführung in die Programmierung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-BScINFO-1000
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Inhalte der Vorlesung werden anhand von theoretischen und praktischen Aufgaben wiederholt, angewendet und vertieft.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mechanik	11LE50MO-BScMST-3001
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Ambacher	
Veranstalter	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	
Fachbereich / Fakultät	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Physik, Mathematik, Mechanik und Wärmelehre

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mechanik	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Mechanik	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Ziel des Modules ist es, dass nach erfolgreichem Abschluss die Studierenden die experimentellen und theoretischen, physikalischen Grundlagen der Mechanik beherrschen. Sie besitzen die Fähigkeit, experimentelle Befunde auszuwerten und zu interpretieren und beherrschen ihre mathematische Beschreibung. Sie sind in der Lage einfache physikalische Probleme selbständig zu lösen. Sie beherrschen die Grundlagen zur physikalischen Behandlung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen im Bereich der Mechanik. Durch die Vorführung von Experimenten in der Vorlesung und deren Auswertung und Diskussion in den Übungen vertiefen die Studierenden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens. Durch die Vermittlung des Zusammenhangs zwischen den mechanischen Prozessen und der damit verbundenen Energiekonversion, erlernen die Studierenden die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit mechanischer Vorgänge und Systeme einzuschätzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur mit einer Dauer von ca. 120 min. Als Hilfsmittel wird ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn der Teilnehmer bzw. die Teilnehmerin
1. mindestens 50% der Punkte pro Übungsblatt erreicht hat und
2. eine selbst erarbeitete Lösung vor den anderen TeilnehmerInnen vorgerechnet hat.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs
■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018)
■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)
■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)
Wahlmodul für Studierende des Studiengangs
■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich Fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mechanik	11LE50MO-BScMST-3001
Veranstaltung	
Mechanik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3001
Veranstalter	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Physik. Themenschwerpunkte: • Kinematik des Massenpunktes und Newtonsche Mechanik • Mechanik starrer und deformierbarer Körper • Mechanische Schwingungen und Wellen • Gase und Flüssigkeiten
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
• Gerthsen, Physik, Springer-Verlag • Tipler, Physik, Spektrum Verlag • W. Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer-Verlag
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Physik, Mathematik, Mechanik und Wärmelehre



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mechanik	11LE50MO-BScMST-3001
Veranstaltung	
Mechanik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3001
Veranstalter	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Übungen werden die Inhalte der Vorlesung reflektiert und vertieft. Insbesondere wird die Auswertung experimenteller Messreihen trainiert und das wissenschaftliche Arbeiten geübt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mikrosystemtechnik: Prozesse und Bauelemente	11LE50MO-BScMST-4000
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Anwendungsentwicklung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mikrosystemtechnik: Prozesse und Bauelemente	Vorlesung		6.0	4.0	180 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden sind in der Lage mit dem erworbenen Wissen, auf der Basis gegebener, technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen mikrotechnische Produkte zu konzipieren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (180 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
keine

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich Fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mikrosystemtechnik: Prozesse und Bauelemente	11LE50MO-BScMST-4000
Veranstaltung	
Mikrosystemtechnik: Prozesse und Bauelemente	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4000
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Anwendungsentwicklung	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Veranstaltung startet mit einer kurzen Einführung in die historische Entwicklung der Mikrosystemtechnik, in Silizium als das Standard-Material der MST sowie einer Einführung in die Reinraum- und Vakuumtechnik. Darauf aufbauend werden elementare Dünnschichtprozesse wie Oxidation, Dotierung, Physical Vapor Deposition (PVD) und Chemical Vapor Deposition (CVD) behandelt. Diese Standardprozesse der Mikrosystemtechnik werden ergänzt um die ausführliche Diskussion der Lithographie sowie der Ätzverfahren zur Strukturierung von Silizium. Im Anschluss daran wird den Studierenden aufgezeigt, wie sich durch Verkettung dieser elementaren Prozesse komplexe, mikrosystemtechnische Bauelemente herstellen lassen. Als erste Technologiegruppe wird hierzu die Oberflächenmikromechanik (OMM) betrachtet. Anhand der konkreten Herstellung von Beschleunigungs- und Drehratensensoren werden Rahmenbedingungen und Designregeln für die Oberflächenmikromechanik erarbeitet. Dabei werden insbesondere der von der Firma Bosch angebotene OMM Foundry Service sowie der MUMPs Foundry Service im Detail behandelt. Ergänzend zu der Oberflächenmikromechanik werden nun die Technologiegruppen BULK-Mikromechanik mit typischen Sensoren besprochen und die Kostenstrukturen für die Herstellung von Mikrosystemtechnik Bauelementen betrachtet. Ergänzend zu den klassischen Mikrobearbeitungsverfahren von Silizium werden die Themen "Soft Lithographie & PDMS", additive Verfahren (3D-Druck, Zwei-Photonen Laserlithographie) sowie das Umformen (Heißprägen, Mikrothermoformen & Mikrospritzgießen von Polymeren) behandelt. Die Anwendung des theoretisch gelernten erfolgt für Mikrosystemtechnik Studenten im Rahmen des "Reinraumlaborkurs" im 2.ten Semester BSc Studiums
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene

Literatur
Marc Madou; "Fundamentals of Microfabrication"; crcpress; W. Menz, J. Mohr, O. Paul; "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"; Wiley-VCH; S. Globisch; „Lehrbuch Mikrotechnologie“, Hanser ISBN 978-3-446-42560-6 Begleitend zur Vorlesung wird den Studierenden ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
System-Design-Projekt	11LE50MO-BScMST-1003
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Ambacher Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
System Design Projekt	Praktikum		3.0	2.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In diesem Praktikum lernen die Studierenden an einem makroskopischen System die wesentlichen Grundzüge eines Systementwurfs, die darauf aufbauende Realisierung und anschließende Optimierung eines autonomen Systems kennen. Hierzu können alle wesentlichen Komponenten, die sich in einem ingenieurwissenschaftlichen System finden, eingesetzt werden: Sensoren, Aktoren, Mechanik, Informationsverarbeitung, und Regelung. Die angestrebte Funktionalität wird durch interdisziplinäres Ineinandergreifen der individuellen Komponenten erreicht.
Auch fachübergreifende Kompetenzen werden erworben: Teamarbeit, Selbstorganisation und Zeitmanagement im Team, Kommunikationsfähigkeiten, Problemlösekompetenzen
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine

Zu erbringende Studienleistung

■ Bestehen der Meilensteinprüfung:

Hier muss, in Vorbereitung auf den Wettbewerb, ein eigenständig gebauter und programmierter Roboter einen von den Lehrenden definierten Parkour erfolgreich absolvieren. Zu den Grundaufgaben gehören: augenscheinlich erkennbare Linienverfolgung, das Bewältigen von Steigungen sowie Gefälle sowie der Umgang mit verschiedenen Lichtbedingungen.

- Anfertigen eines Zwischenberichtes (min. 3 Seiten, min. 1 Foto/Grafik): Der initiale Prozess der Entwicklung und Konstruktion des Roboters sowie die gruppeninterne Aufgabenverteilung müssen in einem Zwischenbericht dokumentiert werden. Der Zwischenbericht muss außerdem einen Ausblick auf die Schritte geben, die noch notwendig sind, um erfolgreich am Wettbewerb teilzunehmen. Um den Zwischenbericht erfolgreich zu bestehen, muss der Zwischenbericht entsprechend der Anforderungen, die in der zur Verfügung gestellten Vorlage spezifiziert sind, angefertigt werden.
- Erfolgreiche Teilnahme am Abschluss-Wettbewerb: hier muss der eigenständig gebaute und programmierte Roboter ebenfalls einen von den Lehrenden definierten Parkour erfolgreich absolvieren. Die Studierenden werden über das Semester hinweg auf die am Wettbewerb geforderten Aufgaben vorbereitet. Hierzu steht zu Betreuungszeiten über das Semester hinweg eine Testbahn mit vergleichbaren Aufgaben zur Verfügung. Zu den Grundaufgaben gehören: augenscheinlich erkennbare Linienverfolgung, das Bewältigen von Steigungen sowie Gefälle sowie der Umgang mit verschiedenen Lichtbedingungen.
- Rückgabe aller zur Verfügung gestellter Mittel (Kastenrückgabe & Code Abgabe): zum erfolgreichen Bestehen der Veranstaltung müssen alle ausgeliehenen Gegenstände vollständig und in vollem Funktionsumfang zurückgegeben werden. Darüber hinaus ist die Abgabe des eigenständig erstellten Programmiercodes Pflicht.

Das Praktikum gilt als bestanden, wenn der beschriebene Meilenstein, der Zwischenbericht und der Wettbewerb bestanden wurden; und der Legokasten sowie der eigenständig erstellte Programmiercode vollständig abgegeben wurden.

Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018)
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)
- B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)
- Polyvalenter Zwei-Hauptfächer-Bachelorstudiengang in Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
System-Design-Projekt	11LE50MO-BScMST-1003
Veranstaltung	
System Design Projekt	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE13Pr-1003
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	30
Selbststudium	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Studierenden sollen in Gruppen von je 4 Personen im Laufe des Semesters: ■ im Team zusammenarbeiten ■ ein Projekt planen und durchführen ■ ein Fahrzeug entwerfen und aufbauen ■ eine autonome Regelung planen und implementieren ■ die Regelung und eventuell das Fahrzeug optimieren Als Basis steht jeder Gruppe die grundlegende Hardware zur Verfügung. Den Abschluss bildet ein Wettbewerb, bei dem alle Gruppen in entsprechenden Kategorien gegeneinander antreten. Die verbindlichen Wettbewerbsregeln sind im Vorlesungsskript aufgeführt und werden von dem Professor in der Einführungsveranstaltung erläutert.
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In diesem Praktikum lernen die Studierenden an einem makroskopischen System die wesentlichen Grundzüge eines Systementwurfs, die darauf aufbauende Realisierung und anschließende Optimierung eines autonomen Systems kennen. Hierzu können alle wesentlichen Komponenten, die sich in einem ingenieurwissenschaftlichen System finden, eingesetzt werden: Sensoren, Aktoren, Mechanik, Informationsverarbeitung, und Regelung. Die angestrebte Funktionalität wird durch interdisziplinäres Ineinandergreifen der individuellen Komponenten erreicht.
Zu erbringende Prüfungsleistung
sihe Modulebene

Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Webseiten: ■ http://bricxcc.sourceforge.net/nbc ■ http://www.mindstormsforum.de/ ■ http://bricxcc.sourceforge.net/nqc/ ■ http://bricxcc.sourceforge.net/ ■ http://www.debacher.de/wiki/NXC
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Elektrotechnik	11LE50MO-BScMST-4014
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Thomas Stieglitz	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	12.0
Arbeitsaufwand	<p>360 Stunden. Anmerkung zu den SWS: 4+2+3 stimmt, obwohl in der PO 8 SWS steht, denn die Übung und die praktische Übung werden nicht jede Woche angeboten (13 Wochen V + 10 Wochen Ü + 9 Wochen prÜ = 99 UE. 8 SWS x 13 Semesterwochen = 104 UE).
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Physik und Mathematik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Einführung in die Elektrotechnik	Vorlesung		12.0	4.0	360 Stunden
Einführung in die Elektrotechnik	Übung			2.0	
Einführung in die Elektrotechnik - Praktische Übung	Übung			3.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Das Modul "Einführung in die Elektrotechnik" bildet die elektrotechnische Grundlage des Ingenieurstudiums. Nach Absolvieren dieses Moduls: ■ kennen die Studierenden die wichtigsten Bauelemente der Elektrotechnik ■ kennen die Studierenden die wichtigsten Analysemethoden der Elektrotechnik ■ können die Studierenden Bauelemente und einfache Schaltungen analysieren und entwerfen ■ beherrschen die Studierenden den Aufbau und die Vermessung einfacher Schaltungen ■ sind die Studierenden in der Lage, in strukturierter Weise auch komplexere Probleme zu bewältigen und ggf. durch Approximationen zu vereinfachen.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (120 Min.)
Zu erbringende Studienleistung
Studienleistung Übung: es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn 50 % der maximal möglichen Punktzahl aller Übungsblätter erreicht worden sind. Studienleistung praktische Übung: die Studierenden müssen an allen 4 Versuchen in Präsenz teilnehmen. Zum Bestehen der Studienleistung müssen die Studierenden durch Erstellung und Abgabe der Protokolle mindestens 2/3 der zu erreichenden Punkte erzielen. Darüber hinaus muss an der Einführungsveranstaltung teilgenommen werden.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich Fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Elektrotechnik	11LE50MO-BScMST-4014
Veranstaltung	
Einführung in die Elektrotechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4014
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	

ECTS-Punkte	12.0
Arbeitsaufwand	360 Stunden
Präsenzstudium	99 Stunden
Selbststudium	261 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung "Einführung in die Elektrotechnik" beinhaltet folgende Themen:
■ Grundlagen ■ Elektrische Zweipole ■ Magnetische Zweipole ■ Einfache Netzwerke ■ Quellen ■ Netzwerkanalyse ■ Wechselstromrechnung ■ Frequenzgang ■ Schaltvorgänge ■ Digitale Systeme ■ Halbleiter und Dioden ■ Bipolare Transistoren ■ MOSFETs ■ Elektromechanik
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Die Vorlesungsfolien werden als Skript verteilt. Zudem wird folgende Literatur empfohlen:
Deutsche Literatur:
■ Albach et. al.: Grundlagen der Elektrotechnik (3 Bände)

- Paul: Elektrotechnik (2 Bände)
- Weissgerber: Elektrotechnik für Ingenieure
- Hering et.al.: Elektronik für Ingenieure.

Englische Literatur:

- Sarma: Introduction to Electrical Engineering
- Schwarz & Oldham: Electrical Engineering
- Smith & Dorf: Circuits, Devices & Systems

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Grundlagenkenntnisse in Physik und Mathematik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Elektrotechnik	11LE50MO-BScMST-4014
Veranstaltung	
Einführung in die Elektrotechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4014
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übungen vermitteln den Studierenden praktische Fertigkeiten in der Berechnung von Aufgaben zu den Grundlagen der Elektrotechnik. Die Studierenden werden in die Lage gesetzt, elektrotechnische Aufgaben zu lösen und den Lösungsweg mit Hilfe ihrer schriftlichen Ausarbeitung mündlich (an der Tafel) zu präsentieren, d.h. vorzurechnen. Die Übungen vermitteln Fertigkeiten für in der Vorlesung vermittelte Kenntnisse in: ■ physikalische und mathematische Grundlagen ■ Widerstand, Kapazität ■ Kirchhoffsche Gesetze ■ Superposition ■ Ersatzspannungs- und Stromquellen nach Thevenin und Norton ■ einfache Netzwerke ■ Wechselstromrechnung ■ Resonanz und Filter ■ Sprungantworten ■ Analyse komplexer Netzwerke ■ Digitale Systeme ■ Halbleiter, Dioden ■ Bipolare Transistoren Es werden 10 Übungstermine im Semester angeboten.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Physik und Mathematik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Elektrotechnik	11LE50MO-BScMST-4014
Veranstaltung	
Einführung in die Elektrotechnik - Praktische Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50prÜ-BScMST-4014
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die praktischen Übungen zu der Einführung in die Elektrotechnik dienen der Vermittlung praktischer messtechnischer Fertigkeiten auf Grundlage der in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse und dem Einblick in ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweise. Zur Umsetzung der Kenntnisse müssen die Studierenden sich durch Beantwortung von Fragen und Bearbeitung von Online-Aufgaben auf die jeweiligen Versuche vorbereiten. Die Anwesenheit bei den Versuchen ist zwingend notwendig, um sich die praktischen Fertigkeiten aneignen zu können. Die einzelnen Versuche vermitteln Fertigkeiten in den Themenfeldern: ■ Einführung in die elektrische Messtechnik ■ Messung von Gleichstrom und Gleichspannung ■ Messung von Wechselstrom und Wechselspannung ■ Simulation elektrischer Schaltungen ■ Netzwerke mit Widerständen, Kondensatoren und Spulen ■ Dioden
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Physik und Mathematik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-4012
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sebastian Goette	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	9.0
Arbeitsaufwand	270 Stunden
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Vorlesung	Vorlesung		9.0	4.0	270 Stunden
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Übung	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden kennen grundlegende und weiterführende mathematische Begriffe und sie beherrschen weiterführende mathematische Methoden. Sie können mathematische Argumentationsmuster und Beweistechniken anwenden und sind in der Lage, kleinere mathematische Beweise selbständig zu führen. Sie sind fähig, mathematische Methoden im Kontext technischer Systeme anzuwenden.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind. Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science.

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-4012
Veranstaltung	
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-9030
Veranstalter	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	9.0
Arbeitsaufwand	270 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Lineare Algebra und die Theorie von Funktionen mehrerer Variablen.
Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Vektorräume, Determinanten, lineare Abbildungen und Eigenwerte, symmetrische Matrizen
Differentiation und Integration von Funktionen mehrerer Variablen: Kurven, reellwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher, Anwendungen, vektorwertige Funktionen, Parameterintegrale, Integrale auf elementaren Bereichen, Kurven- und Oberflächenintegrale
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
■ E. Kuwert, Skript zur Vorlesung, 2012/13 ■ K. Meyberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 1, Springer, 1999
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften	11LE50MO-BSc-4012
Veranstaltung	
Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-9030
Veranstalter	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übung reflektiert die Inhalte der Vorlesung und kann sie ggf. um weitere Aspekte ergänzen. Die Lernziele des Moduls werden in der Vorlesung und der Übung vermittelt, daher ist die Teilnahme an der Übung erforderlich.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektrodynamik und Optik	11LE50MO-BScMST-3006
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Ambacher	
Fachbereich / Fakultät	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden (60 Stunden Präsenzstudium + 120 Stunden Selbststudium)
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Mechanik; Grundlagenkenntnisse in der Elektrodynamik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Elektrodynamik und Optik	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Elektrodynamik und Optik	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Ziel des Modules ist es, dass nach erfolgreichem Abschluss die Studierenden die experimentellen und theoretischen, physikalischen Grundlagen der Optik und Elektrodynamik beherrschen. Sie haben ein Verständnis der wissenschaftlichen Arbeitsweisen erlangt. Sie besitzen die Fähigkeit, experimentelle Befunde auszuwerten und zu interpretieren und beherrschen ihre mathematische Beschreibung. Sie sind in der Lage einfache physikalische Probleme selbständig zu lösen. Sie beherrschen die Grundlagen zur physikalischen Behandlung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen im Bereich der Optoelektronik. Durch die Vorführung von Experimenten in der Vorlesung und deren Auswertung und Diskussion in den Übungen erlernen die Studierenden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens. Durch die Vermittlung des Zusammenhangs zwischen den elektromagnetischen und optoelektronischen Prozessen und der damit verbundenen Energiekonversion, erlernen die Studierenden die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit optischer und elektrodynamischer Systeme einzuschätzen.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur mit einer Dauer von ca. 120 min.
Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn der Teilnehmer bzw. die Teilnehmerin 1. mindestens 50% der Punkte pro Übungsblatt erreicht hat und 2. eine selbst erarbeitete Lösung vor den anderen TeilnehmerInnen vorgerechnet hat.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektrodynamik und Optik	11LE50MO-BScMST-3006
Veranstaltung	
Elektrodynamik und Optik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3006
Veranstalter	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung vermittelt die experimentellen Grundlagen der Optik und der Elektrodynamik. Folgende Themen werden behandelt: • Elektrische Ladung • Elektrische Felder • Gaußscher Satz und elektrisches Potential • Kapazität • Elektrischer Strom, Widerstand und Stromkreise • Magnetfelder • Induktion und Induktivität • Maxwellgleichungen • Schwingkreise und Wechselstrom • Elektromagnetische Wellen • Geometrische Optik • Reflexion und Brechung elektromagnetischer Wellen • Interferenz und Beugung elektromagnetischer Wellen
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Ziel des Modules ist es, dass nach erfolgreichem Abschluss die Studierenden die experimentellen und theoretischen, physikalischen Grundlagen der Optik und Elektrodynamik beherrschen. Sie haben ein Verständnis der wissenschaftlichen Arbeitsweisen erlangt. Sie besitzen die Fähigkeit, experimentelle Befunde auszuwerten und zu interpretieren und beherrschen ihre mathematische Beschreibung. Sie sind in der Lage einfache physikalische Probleme selbständig zu lösen. Sie beherrschen die Grundlagen zur physikalischen Behandlung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen im Bereich der Optoelektronik. Durch die Vorführung von Experimenten in der Vorlesung und deren Auswertung und Diskussion in den Übungen erlernen die Studierenden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens. Durch die Vermittlung des Zusammenhangs zwischen den elektromagnetischen und optoelektronischen Prozessen und der damit verbundenen Energiekonversion, erlernen die Studierenden die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit optischer und elektrodynamischer Systeme einzuschätzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene

Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
• Tipler/Mosca, Physik (Elsevier) • Demtröder, Experimentalphysik 2 (Springer) • Bergmann/Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 2, Elektromagnetismus (de Gruyter) • Gerthsen, Physik (Springer) • Giancoli, Physik (Pearson)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Mechanik; Grundlagenkenntnisse in der Elektrodynamik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektrodynamik und Optik	11LE50MO-BScMST-3006
Veranstaltung	
Elektrodynamik und Optik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3006
Veranstalter	
Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Übungen werden die Inhalte der Vorlesung reflektiert und vertieft. Insbesondere wird die Auswertung experimenteller Messreihen trainiert und das wissenschaftliche Arbeiten geübt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinraumlaborkurs	11LE50MO-BScMST-4017
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Anwendungsentwicklung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
■ Die bestandene Klausur des Moduls Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente ■ Teilnahme an der Einführungsveranstaltung des Moduls Reinraumlaborkurs ■ Teilnahme an den Sicherheitseinweisungen im Rahmen der Einführungsveranstaltung des Moduls Reinraumlaborkurs Die bestandene Klausur des Moduls Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente dient dem Nachweis notwendiger Fachkenntnis im Umgang mit Reinraumprozessen und -geräten.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vorbereitung im Vorfeld durch Einlesen in die empfohlene Literatur.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Reinraumlaborkurs - praktische Übung (bisher: Reinraumlaborkurs I und II)	Praktikum		3.0	4.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden sind in der Lage, selbständig im Mikrosystemtechnik-Reinraum ohne die Anwesenheit einer Betreuungsperson zu arbeiten, z.B. als wissenschaftliche Hilfskraft oder im Rahmen einer Bachelorarbeit.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Abhängig von der PO endet diese Veranstaltung mit einer Prüfungsleistung; die erforderlichen Leistungen sind in diesem Fall die gleichen wie die der unten aufgeführten Studienleistung. Gültig für: ■ Studierende nach Bachelor Embedded Systems Engineering PO 2018 im Wahlbereich MST
Zu erbringende Studienleistung
Aktive Teilnahme an allen Bestandteilen der praktischen Übung (100% Anwesenheitspflicht). Im entschuldigten Krankheitsfall wird ein Nachholtermin angeboten. Zu jedem Praktikumsmodul ist ein schriftlicher Eingangstest (ca. 15-20 min) zu bestehen. Weiter hat jede/r Studierende im Laufe des Praktikums zwei selbstständig formulierte Protokolle abzugeben. Die Gesamtnote der Studienleistung setzt sich zusammen aus: 50% der 10 Eingangstests (10 mal 5%) und 50% aus den beiden zu erstellenden Protokollen (2 mal 25%).
Literatur
Das Skript zum Reinraumlaborkurs wird in gedruckter, gebundener Form im Rahmen der verpflichtenden Einführungsveranstaltung ausgegeben. Es dient zur Vorbereitung der einzelnen Kursmodule. Empfohlene Sekundärliteratur: ■ Marc Madou; "Fundamentals of Microfabrication" ■ W. Menz, J. Mohr, O. Paul; "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"; Wiley-VCH ■ S. Globisch; „Lehrbuch Mikrotechnologie“ Zusätzlich nützlich ist das Skript zur Vorlesung „MST: Prozesse und Bauelemente“ (wird als PDF zum Download auf ILIAS angeboten).
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinraumlaborkurs	11LE50MO-BScMST-4017
Veranstaltung	
Reinraumlaborkurs - praktische Übung (bisher: Reinraumlaborkurs I und II)	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50prÜ-BScMST-4017
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Anwendungsentwicklung	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	52
Selbststudium	38
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
• Erlernen der Sicherheitsanforderungen und spezifischen Verhaltensregeln in einem Mikrosystemtechnik-Reinraum, um darin sicher und effizient zu arbeiten. • Die Teilnehmenden können darüber hinaus die wichtigsten Prozesse für die Erzeugung und Mikrostrukturierung dünner Schichten in einem Mikrosystemtechnik-Reinraum selbst durchführen (PVD, CVD, Lithografie, Ätztechniken, etc.) und verfügen über praktische Grundkenntnisse in der Aufbau und Verbindungstechnik. • Darüber hinaus werden allgemeine, im Berufsleben gängige Techniken des praktischen und des wissenschaftlichen Arbeitens erworben und angewandt (Versuchsplanung, -durchführung, -auswertung, -interpretation und Protokollierung).
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
Begleitend zur Veranstaltung wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert. Darüber hinaus wird eine Anleitung zum Verfassen von Protokollen bereitgestellt.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
■ Die bestandene Klausur des Moduls Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente ■ Teilnahme an der Einführungsveranstaltung des Moduls Reinraumlaborkurs ■ Teilnahme an den Sicherheitseinweisungen im Rahmen der Einführungsveranstaltung des Moduls Reinraumlaborkurs Die bestandene Klausur des Moduls Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente dient dem Nachweis notwendiger Fachkenntnis im Umgang mit Reinraumprozessen und -geräten.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Differentialgleichungen	11LE50MO-BScMST-4003
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Lars Pastewka	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Differentialgleichungen	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Differentialgleichungen	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden ■ können Differentialgleichungen für Modelle technisch-naturwissenschaftlicher Prozesse formulieren. ■ können die wichtigsten analytischen Lösungsmethoden für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen anwenden. ■ können numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen anwenden. ■ können die numerische Qualität der Lösung und die Grenzen der zu Grunde liegenden Modelle beurteilen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Übungsaufgaben erfolgreich bearbeitet wurden.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Differentialgleichungen	11LE50MO-BScMST-4003
Veranstaltung	
Differentialgleichungen	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4003
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Gewöhnliche lineare Differentialgleichungen erster und höherer Ordnung ■ Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen ■ Integraltransformationen (Laplace- , Fouriertransformation) ■ Nichtlineare Differentialgleichungen ■ Numerische Integration und Analyse der Phasenraumtrajektorien ■ Lineare partielle Differentialgleichungen ■ Lineare Antwortfunktionen - Greensche Funktionen ■ Variationsrechnung
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
R.L. Borrelli, C.S. Coleman, "Differential Equations, A Modeling Perspective" (John Wiley and Sons, 2004) V.I. Arnold, Gewöhnliche Differentialgleichungen (Springer, 2013) K. Mayberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2 – Differentialgleichungen (Springer, 2001)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Differentialgleichungen	11LE50MO-BScMST-4003
Veranstaltung	
Differentialgleichungen	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4003
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Zu jedem der in der Vorlesung behandelten Themen werden Übungsaufgaben mit analytischem und/oder numerischem Zugang zur Lösung bearbeitet. Die graphische Darstellung der Lösung von Differentialgleichungen wird eingesetzt um das Lösungsverhalten zu untersuchen. Die Beispiele werden mit Bezug auf thematisch für die Studiengänge relevante Systeme gewählt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4002
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hans Zappe	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Es wird dringend empfohlen vor der Teilnahme an diesem Modul das Modul Einführung in die Elektrotechnik besucht zu haben.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen (bisher: Elektronik)	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen - Praktische Übung	Praktikum			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Funktion wichtiger elektronischer Baugruppen zu verstehen. Die Relevanz derartiger Grundkenntnisse ergibt sich unmittelbar aus der großen Bedeutung, welche die Elektronik in den Ingenieurwissenschaften besitzt. Das Ziel des Moduls „Elektronik“ ist es, diese Kenntnisse zu vermitteln. Die Studierenden kennen die Funktion von Halbleiterbauelementen und den Entwurf sowie die Entwicklung einfacher analoger und digitaler Schaltungen und verstehen deren Anwendung.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die „Praktische Übung“ ist eine Studienleistung. Sie ist bestanden, wenn ■ bei jedem Protokoll min. 50% der Punkte erreicht wurden ■ im Mittel über alle Protokolle min. 70% der Punkte erreicht wurden
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4002
Veranstaltung	
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen (bisher: Elektronik)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4002
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Nach Einführung und Diskussion diverser Halbleiterbauelemente (u.a. Dioden, Bipolar- und MOS-Transistoren, Operationsverstärker) folgt die Behandlung analoger Grundsaltungen. Folgende Themen werden im Detail behandelt: ■ ET Grundlagen ■ Schaltungsanalyse ■ Dioden ■ Dioden Schaltungen ■ Bipolare Transistoren ■ Bipolare Schaltungsmodelle ■ Bipolare Verstärker ■ Fortgeschrittene bipolare Schaltungen ■ MOSFETs ■ MOSFET Schaltungsmodelle ■ MOSFET-Verstärker ■ Operationsverstärker ■ Op-Amp-Anwendungen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
■ A. Sedra, K. Smith: Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 1997 ■ E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst: Elektronik für Ingenieure, Springer-Verlag, 2001 ■ K. Beuth: Grundsaltungen, Vogel-Verlag, 2003 ■ R. Spencer, M. S. Ghausi: Introduction to Electronic Circuit Design, Prentice Hall, 2003

■ U. Tietze, C. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Verlag, 2002
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Es wird dringend empfohlen vor der Teilnahme an diesem Modul das Modul Einführung in die Elektrotechnik besucht zu haben.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4002
Veranstaltung	
Elektronik - Bauelemente & Analoge Schaltungen - Praktische Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50prÜ-BScMST-4002
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
1. Dioden 2. Bipolare Transistoren 3. MOSFETs 4. Op-Amp-Anwendungen 5. Digital
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Es wird dringend empfohlen vor der Teilnahme an diesem Modul das Modul Einführung in die Elektrotechnik zu besuchen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Festkörperphysik	11LE50MO-BScMST-4006
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Paul	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Mechanik sowie Elektrodynamik und Optik.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Festkörperphysik	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Festkörperphysik	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Teilnehmer verstehen wichtige Phänomene der festen Materie. Sie verstehen die Struktur und Stabilität der Materie genauso wie ihre thermischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften. Die Studierenden können mit den theoretischen Konzepten quantitativ, d.h. rechnerisch, umgehen. Sie haben ein Gefühl für die Anwendung der Eigenschaften der Materie im ingenieurwissenschaftlichen Kontext. Sie sind durch die Lehrveranstaltung auf nachfolgende materialwissenschaftliche Lehrveranstaltungen (z.B. Halbleiter, Werkstoffwissenschaft sowie Keramiken, Metalle, Polymere) vorbereitet.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Bei 20 oder weniger als 20 angemeldeten Teilnehmern mündliche Prüfung, bei mehr als 20 angemeldeten Teilnehmern Klausur (180 Minuten). Details werden rechtzeitig vom Prüfenden bekannt gegeben.

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben (im wöchentlichen oder zweiwöchentlichen Rhythmus), die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn der Teilnehmer bzw. die Teilnehmerin: 1. die Hälfte (50%) der Aufgaben im Laufe des Semesters bearbeitet hat. Die Bearbeitung wird durch Ankreuzlisten und Einsammeln der Übungen festgehalten bzw. überprüft. 2. eine repräsentative Anzahl der von ihm bzw. ihr erarbeiteten Lösungen vor den anderen TeilnehmerInnen vorgerechnet hat. Die repräsentative Anzahl ergibt sich aus dem Quotienten aus der Gesamtanzahl der während des Semesters gestellten Aufgaben und der Anzahl der ÜbungsteilnehmerInnen in der jeweiligen Übungsgruppe. Wird festgestellt, dass eine angekreuzte Aufgabe nicht vorgerechnet werden kann oder in den eingesammelten Übungsblättern nicht bearbeitet wurde, gilt dies als Täuschung. Bei Täuschung gilt die Studienleistung der Lehrveranstaltung als nicht erbracht.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Festkörperphysik	11LE50MO-BScMST-4006
Veranstaltung	
Festkörperphysik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4006
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Kristallgitter: Atomaufbau der Materie, Bravais-Gitter, Basis, Wigner-Seitz-Zelle, primitive Zelle, Kristallsysteme Symmetrien, kubische Gitter, Gitterebenen, Miller-Indizes ■ Strukturaufklärung: Wellen für die Strukturaufklärung, reziprokes Gitter, Beugungsbedingungen, Brillouin-Zonen, experimentelle Methoden: Laue-, Drehkristall- und Pulvermethode ■ Bindungsverhältnisse in Kristallen: Bindungsenergie, Edelgasatomkristalle, Ionenkristalle, kovalente, metallische und Wasserstoff-Bindung, Kompressibilität, Elastizitätsmodul ■ Gitterschwingungen und thermische Eigenschaften der Kristalle: Kristall als Federmodell, longitudinale und transversale Schwingungsmoden in Kristallen, Schallwellen, Phononen, Phononendispersionen, Planck-verteilung, Zustandsdichte, phononische spezifische Wärme, Einstein- und Debye-Modelle, Wärmeleitfähigkeit. ■ Elektronen im Kristall: Schrödingergleichung und Blochzustände phänomenologisch, quasifreie Elektronen, Fermi-Verteilung und -Fläche, Zustandsdichte, Wärmekapazität und elektrische Leitfähigkeit quasifreier Elektronen, spezifischer Widerstand, Matthiessen-Regel, stark gebundene Elektronen, Bänder, Bandlücken, Halbleiter, Donatoren und Akzeptoren, n- und p-Halbleiter, Leitfähigkeit der Halbleiter, optische Eigenschaften von Halbleitern. ■ Magnetismus: Magnetisches Moment, Dia-, Para- und Ferromagnetismus, Larmor-Diamagnetismus, Langevinsche Theorie des Paramagnetismus, Ferromagnetismus wechselwirkender Dipole, Bandferromagnetismus phänomenologisch.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
■ C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, 2005, Oldenbourg ■ H. Ibach / H. Lüth, Einführung in die Festkörperphysik, 2002, Springer ■ K. Kopinsky / P. Herzog, Festkörperphysik - Einführung in die Grundlagen, 2004, Teubner

- Weiterführend: N. W. Ashcroft / N. D. Mermin: Festkörperphysik, 2005, Oldenbourg

Die Studierenden erhalten ein Skript mit dem Präsentationsmaterial zur Verfügung gestellt.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Mechanik sowie Elektrodynamik und Optik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Festkörperphysik	11LE50MO-BScMST-4006
Veranstaltung	
Festkörperphysik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4006
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Übungen werden die vorgelesenen Inhalte wöchentlich und synchron mit den Vorlesungen vertieft. Die Studierenden gewinnen dabei auch einen quantitativen Blick auf die in der Vorlesung dargebotenen, oft theoretischen Betrachtungen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Mechanik sowie Elektrodynamik und Optik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Physikalische Chemie	11LE50MO-BScMST-4019
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Eckhard Bartsch	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Physikalische Chemie	Vorlesung		3.0	3.0	90 Stunden
Physikalische Chemie für Mikrosystemtechniker	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden kennen die Grundlagen der Thermodynamik, der Reaktionskinetik und der Elektrochemie und sind in der Lage diese in der Mikrosystemtechnik anzuwenden. Die Studierenden verstehen die wichtigsten physikalischen Prinzipien, die chemischen Prozessen zugrunde liegen, wie (elektro)chemisches Gleichgewicht, chemische Reaktionen, Phasenumwandlungen. Dieses Verständnis können sie auf Fragestellungen der Werkstoffe, Mikroreaktoren, Chemischen Sensoren und bei der Energiewandlung in Mikromaschinen übertragen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
schriftliche Abschlussprüfung (Klausur) - Dauer 120 Minuten
Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben (im wöchentlichen oder zweiwöchentlichen Rhythmus), die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Physikalische Chemie	11LE50MO-BScMST-4019
Veranstaltung	
Physikalische Chemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	08LE05V-ID030412

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Ideale Gase, kinetische Gastheorie, Stoßzahlen und mittlere freie Weglänge, Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen im Gas, reale Gase ■ Energieerhaltung 1. Hauptsatz, Enthalpieänderung bei Phasenumwandlungen und bei chemischen Reaktionen, Kalorimetrie ■ Die Richtung natürlicher Prozesse, 2. Hauptsatz und die Entropie ■ Freie Enthalpie, chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht ■ Phasengleichgewichte, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunktserniedrigung, osmotischer Druck ■ Reaktionskinetik, Reaktionsordnung und Reaktionsmechanismus ■ Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten, Hin- und Rückreaktion, Parallelreaktionen, Folgereaktionen, Diffusion ■ Ionen in wässriger Lösung, Elektrochemische Gleichgewichte, Nernst'sche Gleichung, elektrochemische Zellen, pH-Elektrode. ■ Grundlagen der Spektroskopie.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Zum selbständigen Vor- und Nachbereiten der Inhalte werden das Skript und folgende Fachliteratur empfohlen: ■ P.W. Atkins, J. de Paula : Physikalische Chemie, Wiley - VCH ■ P.W. Atkins, L. Jones: Chemie, einfach alles, Wiley – VCH ■ Link zum online Kurzlehrbuch Physikalische Chemie : Für Natur- und Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge Peter W. Atkins, Julio de Paula, and Cord Hartmann ■ G. Wedler: Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley - VCH
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Lehrmethoden

Frontalvortrag, Folienhandouts, Tafel (Medium) bzw. Tafelbild (Verwendung)/Whiteboard, Lehrbuch, Power-Point-Präsentationen.

Bemerkung / Empfehlung

Alle weiteren Informationen zur Vorlesung finden Sie im ILIAS-Kurs.

Alle Studierende, die sich in HISinOne anmelden, werden automatisch in den ILIAS-Kurs angemeldet. Mel-
den Sie sich bitte also am besten ab sofort für die Vorlesung an.

Für Studierende der **Mikrosystemtechnik** gibt es eine Übung zur Vorlesung. Sie müssen sich dazu separat
in HISinOne anmelden.

Für Studierende der **Biologie** und der **Molekularen Medizin** gibt es ein freiwilliges Tutorat, das wir sehr
empfehlen. Eine Teilnahme ist nur nach vorheriger Anmeldung in HISinOne möglich.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Physikalische Chemie	11LE50MO-BScMST-4019
Veranstaltung	
Physikalische Chemie für Mikrosystemtechniker	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	08LE05Ü-ID030032
Veranstalter	
Institut für Physikalische Chemie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übung erfolgt parallel zur Vorlesung Physikalische Chemie für Studierende der Biologie, Mikrosystemtechnik und Molekularen Medizin.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Bemerkung / Empfehlung
Alle weiteren Informationen finden Sie im ILIAS-Kurs zur Vorlesung Physikalische Chemie für Studierende der Biologie, Mikrosystemtechnik und Molekularen Medizin. Alle Studierenden, die sich in HISinOne für die Vorlesung anmelden, werden automatisch in den ILIAS-Kurs eingetragen. Sie müssen sich jeweils sowohl für die Vorlesung als auch für die Übung anmelden. Es gibt keinen selbstständigen Beitritt zum ILIAS-Kurs.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Allgemeine und Anorganische Chemie	11LE50MO-BScMST-4012
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Philipp Kurz	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	<p>180 Stunden Präsenz: 60 Stunden Vorlesung (Pflicht) + ggf. 30 Stunden Übung (freiwillig) Selbststudium: 90 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Allgemeine und anorganische Chemie	Vorlesung			4.0	
Allgemeine und anorganische Chemie für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Übung	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden ■ beherrschen die Grundzüge der Allgemeinen und Anorganischen Chemie und sie kennen ihre Relevanz für viele Bereiche der Mikrosystemtechnik und Biologie. ■ kennen die Grundlagen der Chemie als Basis für Lehrveranstaltungen zu den Materialwissenschaften, der Biologie, sowie zur Organischen und Physikalischen Chemie. ■ besitzen die Voraussetzungen, um die im Hauptstudium und in den Vertiefungsrichtungen angebotenen Inhalte speziell in den Bereichen Materialien und Lebenswissenschaften zu erlernen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
Die Teilnahme an den Übungen ist dringend empfohlen aber freiwillig. Die Studienleistung besteht in der Abschlussklausur (Dauer idR 90-180 Minuten)

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Allgemeine und Anorganische Chemie	11LE50MO-BScMST-4012
Veranstaltung	
Allgemeine und anorganische Chemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	08LE05V-ID010511
Veranstalter	
Institut für Anorganische und Analytische Chemie	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	60 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Grundlagen der Allgemeinen Chemie: Atombau, Periodensystem der Elemente, Valenz, Bindungstheorien, Molekülbau, Kristallgitter/Festkörper, Thermodynamik und Kinetik von Reaktionen, Gastheorie, Säure-Base-Reaktionen, Komplexchemie, Redoxreaktionen und Elektrochemie.
Darüber hinaus wird die einfache anorganische Stoffchemie der Haupt- und Nebengruppenelemente behandelt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur, Dauer: 120 Minuten
Zu erbringende Studienleistung
keine
Literatur
Begleitend zur Vorlesung werden verschiedene Materialien im Internet zur Verfügung gestellt. Lehrbuchempfehlung: ■ C.E. Mortimer, U. Müller: Chemie - Das Basiswissen der Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ■ E. Riedel, C. Janiak, Anorganische Chemie, de Gruyter
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Lehrmethoden
Frontalvortrag mit Experimenten: ■ Lehrbuch ■ PowerPoint-Präsentationen ■ Experimente

Bemerkung / Empfehlung

Diese Veranstaltung "Allgemeine und Anorganische Chemie" ist speziell für B.Sc.-Studierende der Umwelt-naturwissenschaften, der Mikrosystemtechnik und der Biologie.
Die gleichnamige Experimentalvorlesung jeweils Dienstag, Mittwoch und Freitag um 8.30 Uhr für andere naturwissenschaftliche Studiengänge muss NICHT besucht werden!



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Allgemeine und Anorganische Chemie	11LE50MO-BScMST-4012
Veranstaltung	
Allgemeine und anorganische Chemie für Studierende der Ingenieurwissenschaften - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	08LE05Ü-ID010510
Veranstalter	
Institut für Anorganische und Analytische Chemie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Tutoraten werden die Inhalte der Vorlesung "Allgemeine und anorganische Chemie für Studierende der Biologie, Ingenieur- und Umweltwissenschaften" anhand von ausgewählten Aufgaben wiederholt und vertieft. Die TutorInnen stellen dabei Hintergründe und Lösungswege vor und gehen auf Fragen der Studierenden ein. Der Besuch der Tutorate ist freiwillig, wird zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte und zur Vorbereitung auf die Abschlussklausur des Moduls aber dringend empfohlen. In den Tutoraten werden vor allem folgende Themen im Detail behandelt: ■ Atombau ■ Stöchiometrie chemischer Reaktionen ■ Periodensystem der Elemente ■ Konzepte der chemischen Bindungen ■ Ionische Verbindungen: Strukturtypen von AB-Verbindungen ■ Metallische Bindung und Konzept der dichtesten Kugelpackung ■ Kovalente Verbindungen: Lewis-Formeln und VSEPR-Modell ■ Grundlagen von Thermodynamik und Kinetik ■ Zwischenmolekulare Kräfte ■ Wasser und wässrige Lösungen ■ Säuren & Basen ■ Redoxreaktionen ■ Stoffchemie der Nichtmetalle und wichtige großtechnische Prozesse ■ Nomenklatur anorganischer Verbindungen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Digitale Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4001
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hans Zappe	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Es wird dringend empfohlen vor der Teilnahme an diesem Modul das Modul Einführung in die Elektrotechnik besucht zu haben.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Elektronik- Digitale Schaltungen (bisher: Elektronik)	Vorlesung		3.0	1.0	90 Stunden
Elektronik- Digitale Schaltungen	Praktikum			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Funktion wichtiger elektronischer Baugruppen zu verstehen. Die Relevanz derartiger Grundkenntnisse ergibt sich unmittelbar aus der großen Bedeutung, welche die Elektronik in den Ingenieurwissenschaften besitzt. Das Ziel des Moduls „Digitale Elektronik“ ist es, diese Kenntnisse zu vermitteln. Die Studierenden beherrschen die Entwicklung einfacher digitaler Schaltungen und verstehen deren Anwendung.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (90 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Die praktische Übung ist eine Studienleistung. Es gibt anzufertigende Protokolle, die abgegeben werden müssen. Die Studienleistung ist bestanden, wenn bei jedem Protokoll mindestens 50% der Gesamtpunkte erreicht sind und im Mittel über alle Protokolle mind. 70% der Gesamtpunkte erreicht wurden.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) Wahlmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Digitale Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4001
Veranstaltung	
Elektronik- Digitale Schaltungen (bisher: Elektronik)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4001
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	60 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Schwerpunkt des Moduls ist der Bereich Digitaltechnik. Hierbei werden kombinatorische und sequentielle Schaltungen auf Transistorebene betrachtet. Folgende Themen werden im Detail behandelt: 1. Digitale Kodierung 2. Digitale Logik 3. Bipolare Logikschaltungen 4. CMOS 5. CMOS-Logikschaltungen 6. Digitaler Speicher
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
■ A. Sedra, K. Smith: Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 1997 ■ E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst: Elektronik für Ingenieure, Springer-Verlag, 2001 ■ K. Beuth: Grundsaltungen, Vogel-Verlag, 2003 ■ R. Spencer, M. S. Ghausi: Introduction to Electronic Circuit Design, Prentice Hall, 2003 ■ K. Urbanski, R. Weitowitz: Digitaltechnik, Springer-Verlag, 2000 ■ K. Beuth: Digitaltechnik, Vogel-Verlag, 2003 ■ U. Tietze, Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Verlag, 2002 ■ J. Borgmeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl Hanser Verlag, 2001

■ L. Borucki: Digitaltechnik B.G. Teubner, 1989
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Es wird dringend empfohlen vor der Teilnahme an diesem Modul das Modul Einführung in die Elektrotechnik besucht zu haben.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elektronik - Digitale Schaltungen	11LE50MO-BScMST-4001
Veranstaltung	
Elektronik- Digitale Schaltungen	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50prÜ-BScMST-4001
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikrooptik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Eigenschaften digitaler Schaltkreise
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Eine empfohlene Voraussetzung für das Modul Elektronik sind die Inhalte des Moduls Einführung in die Elektrotechnik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Halbleiterphysik	11LE50MO-BScMST-4007
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Paul	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Module Mathematik I und II für Studierende der Informatik und Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen, Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Festkörperphysik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Halbleiterphysik (bisher: Halbleiter)	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Halbleiterphysik	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung verstehen die Teilnehmer*innen die physikalischen Grundlagen von halbleiterbasierten, mikroelektronischen und mikrosensorischen Bauteilen. Darunter fallen Metall-Halbleiter-Kontakte, Dioden und Transistoren sowie mechanische, thermische, optische, magnetische und chemische Halbleitersensoren. Die Teilnehmer*innen kennen und beherrschen die relevanten Effekte quantitativ und werden dadurch in die Lage versetzt, den Einsatz von Bauteilen der genannten Art beurteilen und ihre Dimensionierung vornehmen zu können.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Bei 20 oder weniger als 20 angemeldeten Teilnehmern mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten) , bei mehr als 20 angemeldeten Teilnehmern Klausur (180 Minuten). Details werden rechtzeitig vom Prüfenden bekannt gegeben.

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn der Teilnehmer bzw. die Teilnehmerin: 1. die Hälfte (50%) der Aufgaben im Laufe des Semesters bearbeitet hat. Die Bearbeitung wird durch Ankreuzlisten und Einsammeln der Übungen festgehalten bzw. überprüft. 2. eine repräsentative Anzahl der von ihm bzw. ihr erarbeiteten Lösungen vor den anderen TeilnehmerInnen vorgerechnet hat. Die repräsentative Anzahl ergibt sich aus dem Quotienten aus der Gesamtanzahl der während des Semesters gestellten Aufgaben und der Anzahl der ÜbungsteilnehmerInnen in der jeweiligen Übungsgruppe. Wird festgestellt, dass eine angekreuzte Aufgabe nicht vorgerechnet werden kann oder in den eingesammelten Übungsblättern nicht bearbeitet wurde, gilt dies als Täuschung. Bei Täuschung gilt die Studienleistung der Lehrveranstaltung als nicht erbracht.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Halbleiterphysik	11LE50MO-BScMST-4007
Veranstaltung	
Halbleiterphysik (bisher: Halbleiter)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4007
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
1. Ziele und Auffrischung der Festkörperphysik von Halbleitern 2. Mechanische Eigenschaften: Elastische Verformung, Spannungen, Verzerrungen, elastische Koeffizienten, Balken, Membranen, Platten, Piezoresistivität 3. Thermische Eigenschaften: Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt, Onsager-Beziehungen 4. Bandstruktur: Schrödingergleichung, Zustandsdichten, effektive Massen, Löcher 5. Ladungsträgerstatistik: Fermi-Funktion und -Niveau und Bandbesetzung, Ladungsträgerkonzentration, Massenwirkungsgesetz, Dotierung 6. Ladungsträgertransport: Drift, Beweglichkeit, Piezoresistivität, Diffusion, Stromdichtegleichung 7. Generation und Rekombination: direkt, indirekt, Kontinuitätsgleichung, Lösungen, Effekte bei starken elektrischen Feldern 8. Bipolar-Bauteile: Ladungsträgerschichten, pn-Diode, Hall-Sensor, Metall-Halbleiter-Kontakt, Photodiode, Bipolartransistor, Temperatursensoren 9. Feldeffekt-Transistoren: Bänderschema der MIS-Struktur, Raumladungszone im Halbleiter, Schwellenspannungsmodell, 3- und 4-Kontakt-Modell
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Ein gedrucktes, farbiges Skript der Vorlesungsfolien sowie elektronischer Zugang zu den während der Vorlesung annotierten Folien am Ende der Vorlesungszeit. Weitere Lektüre-Vorschläge: ■ S. Sze: Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 1988, ISBN0471874248 ■ S. Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981, ISBN 0-471-09837-X ■ C. Chang u. S. Sze: ULSI Technology, McGrawHill, 1996, ISBN 0-07-063062-3 ■ S. Sze: VLSI Technology, McGrawHill, 1988, ISBN 0-07-100347-9

■ T. Mouthaan: Semiconductor Devices Explained using Active Simulations, Wiley, 1999, ISBN0-471-98854-5

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathematik II für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen, Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Festkörperphysik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Halbleiterphysik	11LE50MO-BScMST-4007
Veranstaltung	
Halbleiterphysik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4007
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Materialien der Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übungen vertiefen den Stoff der Vorlesung synchron mit dieser, um die theoretischen Konzepte mit praxisrelevanten, berechenbaren Beispielen zu unterfüttern. Dabei sind in der Regel textuell ausformulierte Situationen zu verstehen und zu skizzieren sowie in einer Reihe von Unteraufgaben Schritt für Schritt zu erarbeiten. Die Übungen dienen der Vertiefung des Verständnisses der in Halbleiterbauelementen wirksamen, relevanten mikroelektronischen und mikrosensorischen Effekte und der Erarbeitung eines Methodenspektrums für ihre quantitative Beschreibung.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathematik II für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen, Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Festkörperphysik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Messtechnik	11LE50MO-BScMST-4011
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektrodynamik und Optik, Einführung in die Elektrotechnik, Elektronik – Bauelemente und analoge Schaltungen, Elektronik – Digitale Schaltungen.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Messtechnik	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Messtechnik	Praktikum			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Messtechnik und sind in der Lage, eigenständig messtechnische Systeme und Verfahren zu verstehen, zu bewerten/auszuwählen bzw. eigene Lösungen vorzuschlagen und diese grundlegend zu dimensionieren. Die Teilnehmer sind in der Lage, eigene Messungen wissenschaftlich korrekt zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren. Für die Lokalisierung von Fehlerquellen in der Messtechnik ist ein Bewusstsein entstanden und auftretende Messfehler können qualitativ und quantitativ beurteilt werden.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Regelmäßige Teilnahme an allen Praktikumsterminen (100%) gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science; am Ende des Semesters wird bei entschuldigtem Fehlen ein Ersatztermin angeboten. Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Die Studienleistung ist bestanden, wenn ■ das Prüfungsgespräch zu jedem Versuch bestanden wurde ■ die schriftlichen Ausarbeitungen der Versuchsergebnisse (Versuchsprotokolle) alle mit „bestanden“ bewertet wurden
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Messtechnik	11LE50MO-BScMST-4011
Veranstaltung	
Messtechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4011
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung führt in die grundlegenden Sensor-Komponenten, System-Konzepte, Aufnahme- und Auswerteverfahren, Schaltungen und Geräte der Messtechnik ein. Folgende Themen werden in der Vorlesung behandelt: ■ Eigenschaften und Charakterisierung von Sensoren und Messvorgängen: (Quasi-) Statische Eigenschaften, Messabweichung, Dynamische Eigenschaften, sonstige Eigenschaften ■ Signale und Systeme, Signalarten, Signalmerkmale, Fourier-Transformation, Korrelation, Abtasttheoreme, LTI-System, Impulsantwort, Übertragungsfunktion ■ Analoge Messtechnik: Messbrücken, Operationsverstärker, analoge Messfilter- und Rechenschaltungen ■ Sensoren und Messwertumformer: Temperaturmessung, Kraft- und Druckmessung, Durchflussmessung, Positions- Weg- und Geschwindigkeitsmessung ■ Digitale Messtechnik: Grundlagen der Digitaltechnik, Digitale Zehlschaltungen, Inkrementale Dreh- ,Weggeber, Digital-Analog- / Analog-Digital-Umsetzer
Zu erbringende Prüfungsleistung
sieh Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Lehrbücher: • Schröder, Elektrische Messtechnik, Hanser, 2004 • R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, 1996 • R. Patzelt, H. Fürst, Elektrische Messtechnik, Springer, 1993 • K. Bergmann, Elektrische Messtechnik, Vieweg, 1997 • P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics (2nd Ed), Cambridge University Press, 1989

Nachschlagewerke

- H.-R. Tränkler, E. Obermeier (Hrsg.), Sensortechnik, Springer, 1998
- U. Tietze, C. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer, 2002

Fachzeitschriften

- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement und IEEE Sensors Journal
- Sensors and Actuators, A: Physical, B: Chemical (ELSEVIER)
- Sensor Review (Emerald)
- tm - Technisches Messen (R. Oldenbourg)

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektrodynamik und Optik, Einführung in die Elektrotechnik, Elektronik - Bauelemente und analoge Schaltungen, Elektronik - Digitale Schaltungen.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Messtechnik	11LE50MO-BScMST-4011
Veranstaltung	
Messtechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50P-BScMST-4011
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Das Praktikum Messtechnik vermittelt grundlegende Erfahrungen in der elektrischen Messung physikalischer und mechanischer Größen wie Weg, Winkel, Kraft, Dehnung, Temperatur, magnetische Feldstärke, etc. Zum Messen elektrischer Größen wie Spannung, Strom, Widerstand und Impedanz, werden elementare elektronische Messschaltungen erklärt und analysiert sowie im Praktikum aufgebaut und angewendet. Der Umgang mit den für die elektrische Messtechnik typischen Labormessgeräten wie Oszilloskop, Digitalmultimeter und Frequenzgenerator wird vertieft. Das Praktikum beinhaltet sechs Versuche. Alle notwendigen Messgeräte und Versuchsbaugruppen erhalten die Studierenden in einem speziell vorbereiteten Messtechnik-Koffer. Die Versuche werden zum Teil bei Anwesenheitspflicht im Labor des Lehrstuhls Elektrische Mess- und Prüfverfahren und zum Teil zu Hause jeweils in Einzelarbeit durchgeführt. Zu den Versuchen werden Prüfungsgespräche in Einzelabfrage durchgeführt, auf die sich die Studierenden anhand der Versuchsanleitungen vorbereiten. Nach der Durchführung der Versuche werden Versuchsprotokolle von den Studierenden angefertigt, ebenso in Einzelarbeit. Die Abgabe dieser schriftlichen Ausarbeitungen erfolgt online auf einer Lernplattform. Bei den Versuchsprotokollen wird besonderer Wert auf die Erstellung aussagekräftiger und wissenschaftlich korrekter Auswertungen sowie auf die Betrachtung der auftretenden Messfehler gelegt. Die äußere Form der Ausarbeitungen muss dabei einer bestimmten Formatvorgabe entsprechen; Vorlagen werden zu Verfügung gestellt. Organisatorische Änderungen in der Durchführung des Praktikums auf Grund der ungewissen Studierendenzahlen bleiben vorbehalten.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektrodynamik und Optik, Einführung in die Elektrotechnik, Elektronik - Bauelemente und analoge Schaltungen, Elektronik - Digitale Schaltungen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Systemtheorie und Regelungstechnik	11LE50MO-BScMST-4013
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Systemtheorie und Regelungstechnik	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Systemtheorie und Regelungstechnik	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen Studierende die Kernkompetenzen der Systemtheorie und Regelungstechnik in der Ingenieursausbildung, d.h. sie kennen die wichtigsten Grundelemente und Strukturen dynamischer Systeme, ihre Beschreibungsformen und charakteristische Verhaltensweisen, und sie sind mit den fundamentalen Aufgabenstellungen der Regelungstechnik und adäquaten Methoden zu deren Behandlung vertraut. Sie sind in der Lage, vorhandene oder auch neue technische Prozesse mathematisch zu beschreiben, zu analysieren und in gewünschter Weise durch Regelsysteme zu beeinflussen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (Dauer: 120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben (im wöchentlichen oder zweiwöchentlichen Rhythmus), die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Die Studienleistung ist bestanden, wenn ■ 50% der in den wöchentlich abzugebenden Übungsblättern erreichbaren Gesamtpunkte erreicht sind ■ mindestens 50% der Gesamtpunkte der drei besten von vier „Mikroklausuren“ (Testaten) erreicht sind Dabei wird jedes der elf Übungsblätter und jede der vier Mikroklausuren gleich gewichtet.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Systemtheorie und Regelungstechnik	11LE50MO-BScMST-4013
Veranstaltung	
Systemtheorie und Regelungstechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4013
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Technische Systeme sind im Allgemeinen dynamische, also zeitveränderliche Systeme, ganz gleich, ob dabei elektrische, mechanische, optische, chemische oder thermische Vorgänge betrachtet werden. Wie lassen sich dynamische Systeme in einheitlicher Weise beschreiben, analysieren und erforderlichenfalls beeinflussen? Die Vorlesung stellt einheitliche Formen der Beschreibung von dynamischen Systemen vor. Neben den Darstellungen als nichtlineare oder lineare Differenzialgleichung im Zeitbereich, die die Grundlage für die Modellierung und auch für numerische Simulationen bilden, wird für linear zeitinvariante Systeme auch die Übertragungsfunktion im Bildbereich eingeführt, sowie das Blockschaltbild, das eine übersichtliche Beschreibung auch komplexer Systeme ermöglicht. Darüber hinaus werden Methoden zur Systemanalyse, z.B. hinsichtlich der Stabilität, und zur gezielten Systembeeinflussung, d.h. zum Reglerentwurf, behandelt. Eine Regelung erfasst die Messgrößen des Systems, diagnostiziert daraus den aktuellen Systemzustand und führt ggf. geeignete Korrekturen als Stellsignal auf den Systemeingang zurück, um das System in einen gewünschten Zustand zu bringen. Es werden Reglerstrukturen und Entwurfsverfahren im Frequenz und im Zustandsbereich vorgestellt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Diehl, M.: Skript zur Vorlesung "Systemtheorie und Regelungstechnik 1" an der Universität Freiburg, 2017 Lunze, J.: Regelungstechnik 1 – Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems, Pearson (ISBN-13: 978-0-13-601969-5) Föllinger, O.: Regelungstechnik, Hüthig, Heidelberg Unbehauen, H.: Band 1: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Vieweg

Unbehauen, H.: Band 2: Zustandsregelung, digitale und nichtlineare Regelsysteme, Vieweg Norman S. Nise: Control Systems Engineering, Wiley Text Books
--

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Systemtheorie und Regelungstechnik	11LE50MO-BScMST-4013
Veranstaltung	
Systemtheorie und Regelungstechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4013
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übungen vertiefen den Stoff der Vorlesung durch Textaufgaben und Computer Übungen in PYTHON.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Mechanik - Statik	11LE50MO-BScMST-4041
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Woias	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Konstruktion von Mikrosystemen	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lehrmoduls Mechanik. Grundlagenwissen in Vektorrechnung, Trigonometrie, Theorie linearer Differentialgleichungen

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Technische Mechanik - Statik	Vorlesung		6.0	2.0	180 h
Technische Mechanik - Statik	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Mit der Detaillierung „Statik“ grenzt sich die Bezeichnung des Moduls lediglich von dynamischen, d.h. bewegten Systemen der Technischen Mechanik ab. Es beinhaltet Lehrinhalte aus der Statik und der Elastomechanik mechanischer Systeme. Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls kennen die Studierenden die ingenieurtechnischen Grundlagen der Technischen Mechanik in den genannten Bereichen Statik und Elastomechanik. Mit den erarbeiteten Methoden und mathematisch-technischen Verfahren können die Studierenden Belastungen, Spannungszustände und Verformungen elementarer makro- und mikromechanischer Aufbauten bestimmen. Außerdem beherrschen sie die Grundfähigkeiten zur Auslegung mikromechanischer Funktionselemente.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (150 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
Regelmäßige Teilnahme an der Übung gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science (mind. 50%)

Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Mechanik - Statik	11LE50MO-BScMST-4041
Veranstaltung	
Technische Mechanik - Statik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4041
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Konstruktion von Mikrosystemen	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Statik: ■ Definition von Kräften und Momenten ■ Axiome der Statik ■ 2D- und 3D-Kräfteysteme der Statik ■ Freiheitsgrade und Lagerungsarten ■ Gleichgewichtsbedingungen ■ Schnittgrößen und Auflagerreaktionen Elastomechanik: ■ Mechanische Spannung, Grundgesetze der Elastomechanik ■ Der Schwerpunkt ■ Flächenträgheitsmomente ■ Biegung des geraden Balkens
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Gross, Hauger, Schröder, Wall, Technische Mechanik 1: Statik, 13. Auflage, 2017, Springer-Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-49471-4. Gross, Hauger, Schröder, Wall, Technische Mechanik 2: Elastostatik, 13. Auflage, 2017, Springer-Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-53678-0. Romberg, Hinrichs, Keine Panik vor Mechanik!, 8. Auflage, 2011, Vieweg-Verlag, ISBN 978-3-8348-8174-8.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lehrmoduls Mechanik. Grundlagenwissen in Vektorrechnung, Trigonometrie, Theorie linearer Differentialgleichungen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Mechanik - Statik	11LE50MO-BScMST-4041
Veranstaltung	
Technische Mechanik - Statik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4041

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In der Übung werden die Lehrinhalte der Vorlesung durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben vertieft. Dazu wird ein Block von Übungsaufgaben ausgegeben, der von den Studierenden im Selbststudium bearbeitet wird. In der Übung erfolgt die Vorstellung möglicher Lösungen sowie die Diskussion auftretender Fragen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Hauger, Krempaszky, Wall, Werner: Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3, 9. Auflage, 2017, Springer-Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-53344-4. Material auf der Lehrplattform ILIAS, wird jeweils für das aktuelle Semester bereitgestellt.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lehrmoduls Mechanik. Grundlagenwissen in Vektorrechnung, Trigonometrie, Theorie linearer Differentialgleichungen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	11LE50MO-BScMST-4016
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Eberl Prof. Dr. Thomas Hanemann	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Werkstoffprozesstechnik Institut für Mikrosystemtechnik Mikro- und Werkstoffmechanik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Festkörperphysik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Werkstoffwissenschaft	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Werkstoffwissenschaft	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden kennen alle relevanten Werkstoffklassen, d.h. Metalle, Kunststoffe und Keramiken sowie deren Verarbeitungstechnologien. Sie verstehen, dass der atomare bzw. molekulare Aufbau, die Zusammensetzung, und auch die Prozessierung die Eigenschaften der Werkstoffe maßgeblich bestimmen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur, 120 Minuten
Zu erbringende Studienleistung
Die SL besteht aus zwei Kurztests (Bearbeitungsdauer 20-30 Minuten) die jeweils zur Mitte und zum Ende des Vorlesungszyklus durchgeführt werden. Die Kurztests werden jeweils einzeln bepunktet und am Ende aufaddiert. Die SL gilt als bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte erreicht wurden.

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	11LE50MO-BScMST-4016
Veranstaltung	
Werkstoffwissenschaft	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4016
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Werkstoffprozesstechnik Institut für Mikrosystemtechnik Mikro- und Werkstoffmechanik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Ausgehend von der Beschreibung des inneren Aufbaus werden auch die physikalischen, metallurgischen und chemischen Einflüsse hierauf untersucht. Dazu werden die Prinzipien der Thermodynamik und der Reaktionskinetik herangezogen. Die wesentlichen betrachteten Eigenschaften umfassen die Festigkeit, die elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie magnetische Eigenschaften. Darüber hinaus wird noch ein kurzer Einblick in die elektrochemischen Grundlagen, wie Korrosion und galvanische Abscheidung, gegeben. Die grobe Gliederung sieht wie folgt aus: Einführung 1. Der Aufbau der Werkstoffe, vom Atom bis zum Bauteil, incl. Gitterfehler 2. Thermodynamik und Kinetik von Umwandlungen, einschließlich Diffusion 3. Gefüge und Eigenschaften 4. Eisen- und Stahlwerkstoffe Nichteisenmetalle 1. Technische Eigenschaften und Festigkeit 2. Moderne Fertigungsverfahren Kunststoffe: Eigenschaften und Prozessierung Keramiken: Eigenschaften und Prozessierung Metalle: Elektrochemie und magnetische Eigenschaften
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene

Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Begleitend zur Vorlesung wird den Studierenden ein Skriptum über das ILIAS-System zur Verfügung gestellt. Eine gedruckte Version des Skriptums kann bei Bedarf bei den verantwortlichen Dozenten kostenlos angefordert werden. Eine Reihe von werkstoffwissenschaftlichen Lehrbüchern sowie weiterführende Literatur ist im Skript verzeichnet.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Festkörperphysik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	11LE50MO-BScMST-4016
Veranstaltung	
Werkstoffwissenschaft	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4016
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Werkstoffprozesstechnik Institut für Mikrosystemtechnik Mikro- und Werkstoffmechanik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls Festkörperphysik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	11LE50MO-BScMST-4016
Name der Studienleistung	
Leistungsart	Nummer
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	

Prüfungsform	
Benotung	
Teilnahmepflicht	

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	11LE50MO-BScMST-4016
Name der Prüfungsleistung	
Leistungsart	Nummer
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	

Prüfungsform	
Benotung	
Mögliche Fachsemester	5
Teilnahmepflicht	

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Konstruktionsmethodik	11LE50MO-BScMST-4042
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Woias	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Konstruktion von Mikrosystemen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Konstruktionsmethodik	Vorlesung		6.0	2.0	180 h
Konstruktionsmethodik Veranstaltung - Praktische	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Das Modul dient als Einführung in die Praxis des Produktdesigns generell, mit deutlichem Schwerpunkt in Richtung Mikrosystemtechnik. Die Studierenden wissen, was ein Produktdesign umfasst und kennen die geeigneten methodischen Vorgehensweisen. Sie kennen die Werkzeuge, die ihnen zur Verfügung stehen und können diese richtig einsetzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Abhängig von der PO endet diese Veranstaltung mit einer Prüfungsleistung; die erforderlichen Leistungen sind in diesem Fall die gleichen wie die der unten aufgeführten Studienleistung.
Gültig für:
■ Studierende nach Bachelor Embedded Systems Engineering PO 2018 im Wahlbereich MST

Zu erbringende Studienleistung

Verpflichtende Teilnahme (100%) an den praktischen Übungen. Es sind die folgenden Tasks anzufertigen und abzugeben:

- Task 1 und 2: Technisches Zeichnen - 2 Hausarbeiten (HA) in Einzelarbeit
- Task 3 und 4: Produktplanung, Lastenheft, Produktausarbeitung - 2 HA in Gruppenarbeit
- Task 5: Präsentation der Ergebnisse als Kurzvortrag (Gruppenarbeit)

Sowohl die schriftlichen Hausarbeiten als auch der Vortrag werden bewertet.

Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Konstruktionsmethodik	11LE50MO-BScMST-4042
Veranstaltung	
Konstruktionsmethodik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4042
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Konstruktion von Mikrosystemen	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In der Vorlesung wird das Phasenmodell des Konstruktionsprozesses nach Pahl/Beitz behandelt. In den einzelnen Phasen werden entsprechende methodische und technische Werkzeuge erläutert. Die Vorlesung umfasst folgende inhaltliche Schwerpunkte ■ Einführung: Was ist Konstruktion, was ist Produktdesign? ■ Technisches Zeichnen ■ Produktplanung und Situationsanalyse ■ Suchstrategien ■ Lastenheft ■ Abstraktion und Wirkprinzipien ■ Kreativitätstechniken ■ Rapid Prototyping ■ Patentwesen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
G. Pahl, W. Beitz, Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 4. Auflage, 1997 Ute von Reibnitz, Szenario-Technik - Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 1992

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Konstruktionsmethodik	11LE50MO-BScMST-4042
Veranstaltung	
Konstruktionsmethodik Veranstaltung - Praktische	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50prÜ-BScMST-4042
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Konstruktion von Mikrosystemen	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Im Praktikum werden in Einzel- und Gruppenarbeit die virtuelle Entwicklung eines Produktes und die Anwendung methodischer Werkzeuge des Konstruierens durchgeführt. Dies geschieht in Form eines virtuellen Produktdesigns in Gruppenarbeit, mit dem Ziel, eine Produktidee zu erarbeiten, dafür ein Lastenheft zu erstellen, dies zu analysieren, ein Lösungskonzept zu finden und dies technisch auszulegen. Am Ende steht eine Präsentation (Vortrag) des Ergebnisses. Des weiteren wird technisches Zeichnen mit zwei Hausarbeiten geübt. Die Lehrinhalte der Vorlesung werden dadurch exemplarisch und praktisch angewendet.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulationstechniken	11LE50MO-BScMST-4008
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Lars Pastewka	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen sowie Mechanik und Elektrodynamik und Optik.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Simulationstechniken	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Simulationstechniken	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden ■ erweitern die Grundlagen der Modellbildung aus der Veranstaltung Differentialgleichungen auf klassische Felder durch Einsatz partieller Differentialgleichungen und verstehen die theoretischen Grundlagen der gewichteten Residuen. ■ können die Methode der finiten Elemente als Lösungsverfahren für die Erhaltungsgleichungen von Masse, Impuls und Energie einsetzen. ■ verstehen den Prozess der Diskretisierung eines Körpers in einzelne Elemente, verstehen den Unterschied zwischen Flächen- und Volumenelementen und verstehen wie Randbedingungen, z.B. Kraft oder Verschiebung, auf diese Elemente aufgebracht werden. ■ kennen den Unterschied zwischen statischer Analyse und dynamischer Analyse unter Einbezug der Diskretisierung der Zeit. ■ können die numerische Qualität der Lösung und die Grenzen der zu Grunde liegenden Modelle beurteilen.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Abhängig von der PO endet diese Veranstaltung mit einer Prüfungsleistung; die erforderlichen Leistungen sind in diesem Fall die gleichen wie die der unten aufgeführten Studienleistung. Gültig für: ■ Studierende nach Bachelor Embedded Systems Engineering PO 2018 im Wahlbereich MST
Zu erbringende Studienleistung
Die Studierenden bearbeiten im Laufe der Veranstaltung vier Übungsblätter, die zu einer Implementierung einer eigenen einfachen Simulationssoftware führen. Die Studienleistung ist bestanden, wenn die Studierenden auf jedem dieser Übungsblätter mindestens 50% der Punkte erreicht haben.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018) ■ B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulationstechniken	11LE50MO-BScMST-4008
Veranstaltung	
Simulationstechniken	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4008
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Finite-Elemente-Methode: Interpolation und Diskretisierung von Feldern, Darstellung des Problems als lineares Gleichungssystem in Matrix-Vektor-Schreibweise, Lösung des Systems unter Betrachtung der Randbedingungen. ■ Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme ■ Iterative Methoden für große und nichtlineare Gleichungssysteme ■ Dynamische Probleme und explizite Zeitintegrationsverfahren sowie deren Stabilität ■ Analyse und Visualisierung von Lösungen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen, sowie Mechanik und Elektrodynamik und Optik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulationstechniken	11LE50MO-BScMST-4008
Veranstaltung	
Simulationstechniken	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-4008
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Analytische Lösungen partieller Differentialgleichungen ■ Interpolation von Funktionen ■ Beispiele zur Finite Elemente Methode für die Lösung partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung (Laplacegleichung, Diffusionsgleichung, Biegung von Stäben und Balken) ■ Zeitabhängige Probleme mit Finiten Elementen ■ Lösungsverfahren: Iterationsverfahren für große Gleichungssysteme, Methoden für spärlich besetzte Matrizen Zur Finite-Elemente-Methode bearbeiten die Studierenden ein Projekt aus dem Themenkreis Strukturmechanik oder Stofftransport. Das Thema wird den Studierenden zum Anfang der Veranstaltung mitgeteilt und beinhaltet die Implementierung einer eigenen einfachen Simulationssoftware.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften, Differentialgleichungen, sowie Mechanik und Elektrodynamik und Optik.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sensoren und Aktoren	11LE50MO-BScMST-4004
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Wallrabe	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikroaktorik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Gute Grundlagen in Physik, Elektrotechnik, Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente bzw. Mikrosystemtechnik - Technologien & Prozesse

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Sensoren und Aktoren	Vorlesung		3.0	2.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden kennen die physikalischen, chemischen und elektrischen Funktionsweisen der wichtigsten mikrosystemtechnischen Sensoren und Aktoren. Sie kennen außerdem grundlegende wiederkehrende Prinzipien der Mikrosystemtechnik und ihrer Nutzung in Sensoren und Aktoren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (90 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
keine

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018) Wahlmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Embedded Systems Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sensoren und Aktoren	11LE50MO-BScMST-4004
Veranstaltung	
Sensoren und Aktoren	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4004
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikroaktorik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	58 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In der Vorlesung werden Aktorprinzipien, sensorische Messmethoden, optische und fluidische Funktionalitäten, wie sie in der Mikrotechnik vorkommen vermittelt. Neben den Funktionalitäten wird jeweils die Umsetzung konkreter Sensoren und Aktoren vorgestellt sowie Technologie- und Fertigungsbeispiele. Vereinzelt werden in der Vorlesung Übungen vorgerechnet zur Prüfungsvorbereitung. Folgende Funktionalitäten und Bauelemente werden diskutiert: Elektrostatik als Sensor- / Aktorprinzip mit Plattenkondensator, Pull-in, Kammstruktur als Bauelement. Biegebalken als Lagerstruktur, Berechnung der Federkonstanten als Bauelement Anwendung in Inertialsensoren (Beschleunigung, Drehrate), Positionieraktoren, Optical MEMS, hier insbesondere Kippspiegel und 2D-Scanner, Anwendung Biegebalken in Tastspitzen für Rastermikroskope Elastisch verformbare Platte/Membran als Bauelement. Anwendung in Drucksensoren, Pumpen und Ventilen. Licht als Informationsträger für optische Sensoren. Anwendung in diffraktiven Spektrometern, Sauerstoffsensoren, Mikroskopie. Die Grenzen der Mikrosystemtechnik: Magnetische und piezoelektrische Prinzipien. Anwendung in Mikro- und Minimotoren, Stellgliedern, Getrieben und Zahnrädern. Freiburg spezifische Themen aus aktueller Forschung (optional): Energy Harvesting, Neurotechnologie, Lab-on-a-chip
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene

Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
gedrucktes Folienskript, eigene Notizen dazu erforderlich
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Gute Grundlagen in Physik, Elektrotechnik, Mikrosystemtechnik - Prozesse & Bauelemente bzw. Mikrosystemtechnik - Technologien & Prozesse

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar der Mikrosystemtechnik	11LE50MO-BScMST-4005
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Wallrabe Prof. Dr. Jürgen Wöllenstein	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikroaktorik Institut für Mikrosystemtechnik Dünnschicht-Gassensorik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Lernstoff der Module MST Prozesse & Bauelemente (bzw. MST Technologien und Prozesse) sowie Sensoren und Aktoren.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Seminar der Mikrosystemtechnik	Seminar		3.0	2.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach Abschluss des Seminars können die Studierenden, einen wissenschaftlichen Vortrag in einem wissenschaftlichen Umfeld halten. Sie sind gut vorbereitet, ihren Abschlussvortrag zur Bachelor-Arbeit strukturiert und innerhalb der Zeitvorgaben zu halten, oder später ihre Ergebnisse auf Konferenzen zu vertreten. Sie sind mit Vortragstechniken vertraut. Weiterhin können sie, ihre Ergebnisse auch in selbsterklärenden Kurztexten und ansprechend graphisch als Poster zusammenfassen. Um diese Qualifikationsziele zu erreichen und um den Studierenden eine größere Vielfalt an Lernformen zu bieten, sind zum Bestehen dieses Moduls ausnahmsweise zwei Modulteilprüfungen (mündliche Präsentation und Erstellung eines Posters) erforderlich. Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über aktuelle Forschungsthemen der Mikrosystemtechnik, was sie für die Auswahl der Vertiefungsrichtungen im folgenden Masterstudium exzellent vorbereitet.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Zwei Modulteilprüfungen: eine mündliche Präsentation (Referat, Vortrag) und die Erstellung eines Posters im pdf-Format. Die Modulnote setzt sich zu 2/3 aus der mündlichen Präsentation und zu 1/3 aus dem Poster zusammen.
Zu erbringende Studienleistung
Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar der Mikrosystemtechnik	11LE50MO-BScMST-4005
Veranstaltung	
Seminar der Mikrosystemtechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Seminar	11LE50S-BScMST-4005
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Mikroaktorik Institut für Mikrosystemtechnik Dünnschicht-Gassensorik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	26 Stunden
Selbststudium	64 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	6
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Inhalte des Seminars ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen des Institutes für Mikrosystemtechnik (IMTEK), d.h. sie werden aus allen Professuren vorgeschlagen.
Jede/r Studierende erhält eine Betreuungsperson. Durch diese wird erstes Informationsmaterial/Literatur zur Verfügung gestellt. Weiteres Material müssen sich die Studierenden selbst beschaffen. Die Studierenden bereiten einen ca. 15-minütigen Vortrag vor. Sie haben die Möglichkeit, diesen mit der Betreuungsperson zu üben.
Außer des Vortrages müssen die Studierenden ein Poster ihrer Inhalte zusammenstellen. Damit lernen sie, die Inhalte sowohl in Worten als auch in Bildern knapp und instruktiv zusammen zu fassen.
Zur Vorbereitung erhalten die Studierenden zum ersten Seminartermin einen Einführungsvortrag über Vortrags- und Präsentationstechniken, welcher auf den gesprochen Vortrag, aber auch die Posterdarstellung eingeht.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Wird themenabhängig vom Betreuer/Betreuerin zur Verfügung gestellt. Allerdings nur ein Startpaket von ca. 2 Publikationen oder 1 Masterarbeit o.ä..
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Lernstoff der Module MST Prozesse & Bauelemente (bzw. MST Technologien und Prozesse) sowie Sensoren und Aktoren.



Name des Kontos	Nummer des Kontos
Wahlpflichtbereich B.Sc. Mikrosystemtechnik PO-Version 2018	11LE50KT-WP BSc Mikrosystemtechnik PO 2018
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Im Wahlpflichtbereich sind insgesamt 18 ECTS-Punkte zu erwerben. Davon müssen mindestens 12 ECTS-Punkte auf den Bereich Mikrosystemtechnik entfallen. Bis zu 6 ECTS-Punkte können im Rahmen eines fachfremden Wahlpflichtmoduls oder als Studienprojekt erbracht werden.

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Bereich Mikrosystemtechnik PO-Version 2018	11LE50KT-9991-K1
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Mögliche Fachsemester	5

Kommentar
Im Wahlpflichtbereich sind insgesamt 18 ECTS-Punkte zu erwerben. Davon müssen mindestens 12 ECTS-Punkte auf den Bereich Mikrosystemtechnik entfallen. Die im Bereich Mikrosystemtechnik belegbaren Wahlpflichtmodule sind hier aufgeführt und näher beschrieben.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	11LE68MO-BScSSE-3028
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Hiermaier	
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Nachhaltige Ingenieursysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Einführung in die Programmierung; Simulationstechniken; Kontinuumsmechanik, Mechanik, Elektrodynamik und Optik; Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Differentialgleichungen

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	Vorlesung		6.0	1.0	
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	Übung			3.0	s. Vorlesung

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In der Berufspraxis von Ingenieuren und Ingenieurinnen erfolgt die Konstruktion von mechanischen Strukturen immer begleitet durch Vorab-Berechnung des Deformationsverhaltens aufgrund von zu erwartenden Lasten. Die Methode der Finiten Elemente ist das hierfür wichtigste mathematische Verfahren. Ziel dieses Modules ist es, die Grundlagen der Anwendung eines im industriellen Umfeld verbreiteten Computerprogrammes zur Finite-Elemente-Simulation zu erlernen. Folgende einzelne Lernziele werden erarbeitet: ■ Studierende kennen die Grundlagen der Methode der Finiten Elemente in stark vereinfachter Form und ordnen die Methode als Lösungsverfahren für die Erhaltungsgleichungen von Masse, Impuls und Energie ein. ■ Studierende verstehen den Prozess der Diskretisierung eines Körpers in einzelnen Elementen. Sie verstehen den Unterschied zwischen Flächen- und Volumenelementen und wie Randbedingungen, z.B. Kraft oder Verschiebung, auf diese Elemente aufgebracht werden.

■ Studierende verstehen die Berechnung der Deformation von Elementen und die sich daraus ergebenden Verzerrungstensoren. Sie wenden bereits vorhandenes Wissen an um mechanische Spannungen aufgrund von konstitutiven Gesetzen zu berechnen. Sie verstehen wie Spannungen Kräfte an den diskreten Elementen bewirken. ■ Studierende kennen den Unterschied zwischen statischer Analyse und dynamischer Analyse des zeitlichen Verhaltens unter Einbezug der Diskretisierung der Zeit. ■ Studierende wenden ein Berechnungsprogramm an, um die Deformation eines Körpers aufgrund definierter Lasten zu simulieren. Sie erkennen den Einfluss der Diskretisierung von Raum und Zeit auf die Genauigkeit der Simulationsmethode. ■ Studierende sind in der Lage, die Genauigkeit und Plausibilität der durch die Simulationsmethode gewonnenen Ergebnisse nach wissenschaftlichen Maßstäben zu beurteilen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur über den Inhalt der Vorlesung und Übung. Dauer: ca. 90 Min.
Zu erbringende Studienleistung
Keine
Lehrmethoden
Vorlesung und praktische Übung
Literatur
• Lutz Nasdala: FEM-Formelsammlung Statik und Dynamik, Vieweg+Teubner Verlag 2012, ISBN 978-3834809803 • Allen F. Bower: Applied Mechanics of Solids, CRC Press 2009, ISBN 978-1-4398-0247-2, also online at http://solidmechanics.org/
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	11LE68MO-BScSSE-3028
Veranstaltung	
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3028
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Nachhaltige Ingenieursysteme	

ECTS-Punkte	6.0
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Geplante Gruppengröße	20

Inhalte
• Prinzip der Virtuellen Arbeit als Energiebilanz eines mechanischen Systems. • Beschränkung auf lineare Elastizität für statische Probleme: Interpolation und Diskretisierung des Verschiebungsfeldes, Darstellung des Problems als lineares Gleichungssystem in Matrix-Vektor-Schreibweise. Lösung des Systems unter Betrachtung von Randbedingungen. • Verschiedene Elementtypen für Flächen und Volumen mit unterschiedlichen Interpolationsfunktionen. • Verschiedene Formen von Randbedingungen • Erweiterung auf dynamische Probleme und Massenträgheitskräfte, Darstellung des Lösungsverfahrens ausgehend vom Prinzip der Virtuellen Arbeit. • Explizite Zeitintegrationsverfahren für dynamische Probleme und deren Stabilität • Erweiterung auf nichtlineares Materialverhalten unter Einbezug von Plastizität, Schädigung und Versagen. Lösung mit expliziten Zeitintegrationsverfahren.
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
• Lutz Nasdala: FEM-Formelsammlung Statik und Dynamik, Vieweg+Teubner Verlag 2012, ISBN 978-3834809803 • Allen F. Bower: Applied Mechanics of Solids, CRC Press 2009, ISBN 978-1-4398-0247-2, also online at http://solidmechanics.org/
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Einführung in die Programmierung; Simulationstechniken; Kontinuumsmechanik, Mechanik, Elektrodynamik und Optik; Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Differentialgleichungen
Lehrmethoden
Vorlesung und praktische Übung. Maximal 20 Studierende können pro Semester an diesem Modul teilnehmen.
Bemerkung / Empfehlung
Wird zum 1. Mal im SS 2021 angeboten.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	11LE68MO-BScSSE-3028
Veranstaltung	
Angewandte Finite Elemente für die Strukturmechanik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3028
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Nachhaltige Ingenieursysteme	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	s. Vorlesung
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Geplante Gruppengröße	20

Inhalte
• Einführung in das Berechnungsprogramm Ansys Student • Erstellung einfacher CAD-Geometrien • Diskretisierung der CAD-Geometrien in ein Finite-Elemente Modell • Definition von Randbedingungen • Lösen des statischen Problems mit Ansys Student • Genauigkeitsuntersuchungen durch Vergleich mit analytischen Lösungen für einfache Geometrien • Vernetzung komplizierterer Strukturen • Analyse dynamischer Systeme mit dem Berechnungsprogramm Ansys Student • Betrachtung von nicht-linearen Materialmodellen mit Plastizität, Schädigung und Versagen • Studierende wenden die für diesen Fachbereich anerkannten Vorgehensweisen zur Überprüfung der Qualität der Ergebnisse an, beispielsweise die Untersuchung des Einflusses von Parametern auf das Ergebnis und die Berechnung von Unsicherheiten mit statistischen Methoden.
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In der Berufspraxis von Ingenieuren und Ingenieurinnen erfolgt die Konstruktion von mechanischen Strukturen immer begleitet durch Vorab-Berechnung des Deformationsverhaltens aufgrund von zu erwartenden Lasten. Die Methode der Finiten Elemente ist das hierfür wichtigste mathematische Verfahren. Ziel dieses Modules ist es, die Grundlagen der Anwendung eines im industriellen Umfeld verbreiteten Computerprogrammes zur Finite-Elemente-Simulation zu erlernen. Folgende einzelne Lernziele werden erarbeitet: Studierende kennen die Grundlagen der Methode der Finiten Elemente in stark vereinfachter Form und ordnen die Methode als Lösungsverfahren für die Erhaltungsgleichungen von Masse, Impuls und Energie ein. ■ Studierende verstehen den Prozess der Diskretisierung eines Körpers in einzelnen Elementen. Sie verstehen den Unterschied zwischen Flächen- und Volumenelementen und wie Randbedingungen, z.B. Kraft oder Verschiebung, auf diese Elemente aufgebracht werden. ■ Studierende verstehen die Berechnung der Deformation von Elementen und die sich daraus ergebenden Verzerrungstensoren. Sie wenden bereits vorhandenes Wissen an um mechanische Spannungen aufgrund von konstitutiven Gesetzen zu berechnen. Sie verstehen wie Spannungen Kräfte an den diskreten Elementen bewirken. ■ Studierende kennen den Unterschied zwischen statischer Analyse und dynamischer Analyse des zeitlichen Verhaltens unter Einbezug der Diskretisierung der Zeit.

■ Studierende wenden ein Berechnungsprogramm an, um die Deformation eines Körpers aufgrund definierter Lasten zu simulieren. Sie erkennen den Einfluss der Diskretisierung von Raum und Zeit auf die Genauigkeit der Simulationsmethode. ■ Studierende sind in der Lage, die Genauigkeit und Plausibilität der durch die Simulationsmethode gewonnenen Ergebnisse nach wissenschaftlichen Maßstäben zu beurteilen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
s. Vorlesung
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Einführung in die Programmierung; Simulationstechniken; Kontinuumsmechanik, Mechanik, Elektrodynamik und Optik; Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften; Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften; Differentialgleichungen
Lehrmethoden
Vorlesung und praktische Übung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Betriebssysteme	11LE13MO-BScINFO-1012
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegende Prinzipien und Kenntnisse aus dem Bereich der Technischen Informatik, einführende Informatik- und Programmierkenntnisse

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Betriebssysteme	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Betriebssysteme	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis über die hardwaremäßigen Grundlagen, die Aufgabe, Funktionsweise und Architektur moderner Betriebssysteme. Weiterhin beherrschen sie den praktischen Umgang mit Betriebssystemen und können diese in Anwendungsszenarien einsetzen und administrieren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind und mindestens eine Übung in der Übungsgruppe vorge-rechnet wurde. Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science/Master of Science.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021) Wahlpflichtmodul für Studienrede des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtech-nik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Betriebssysteme	11LE13MO-BScINFO-1012
Veranstaltung	
Betriebssysteme	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-BScINFO-1012
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In dem Modul werden sowohl die hardwaremäßigen Voraussetzungen als auch die konzeptuellen Grundlagen von Betriebssystemen behandelt. Neben der Behandlung der Aufgaben von Betriebssystemen erfolgt eine Einführung in grundlegende Begriffe wie z.B. Dateisysteme, Prozesse, Nebenläufigkeit, wechselseitiger Ausschluss, Deadlocks bzw. Deadlockvermeidung und Schedulingmethoden. Aufbauend auf Lehrinhalten der Veranstaltung Technische Informatik werden in der Vorlesung auch Hardwareerweiterungen wie die Integration von Interrupts und Ein-/Ausgabeschnittstellen behandelt, die die Implementierung der erwähnten Betriebssystemkonzepte erst möglich machen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
- A. Tanenbaum: Moderne Betriebssysteme, Pearson Studium, 2002 - W. Stallings: Betriebssysteme: Funktion und Design. Pearson Studium, 2002 - Keller, Jörg and Paul, Wolfgang J., "Hardware-Design: formaler Entwurf digitaler Schaltungen", Teubner, 1997, ISBN 3-8154-20652, Frei91: CB/6.3/8
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegende Prinzipien und Kenntnisse aus dem Bereich der Technischen Informatik, einführende Informatik- und Programmierkenntnisse



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Betriebssysteme	11LE13MO-BScINFO-1012
Veranstaltung	
Betriebssysteme	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-BScINFO-1012
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Es gibt bepunktete Übungsblätter mit mehreren Aufgaben, die wöchentlich auf der Webseite der Vorlesung und in einem Übungsportal zugänglich gemacht werden. Die Übungsblätter sind von den Teilnehmern der Veranstaltung in Einer- oder Zweiergruppen zu bearbeiten und müssen in digitaler Form (entweder PDF(Portable Document Format) oder PS (Postscript)) bis zu dem auf dem Übungsblatt angegebenen Termin über das Übungsportal abgegeben worden sein; die Rückgabe der korrigierten Abgaben erfolgt ebenfalls über das Übungsportal. Die Besprechung der Übungsblätter findet in den jeweiligen Übungsgruppen statt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	11LE50MO-BScMST-780-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Ulrich Egert	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomikrotechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	Vorlesung		3.0	2.0	90 Stunden
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden verstehen grundlegende biomedizinische Konzepte, Prozesse und Strukturen und deren Einfluss auf die Funktion der technischen Komponenten für biomedizinische Anwendungen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (90 Min.)
Zu erbringende Studienleistung
keine

Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science Mikrosystemtechnik (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	11LE50MO-BScMST-780-PO 2018
Veranstaltung	
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-780
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Biomikrotechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	60 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesungsreihe vermittelt die Grundlagen der verschiedenen biologischen Prozesse und Strukturen mit dem Ziel, den Rahmen der Messung von Signalen und die Anwendung von Mikrosystemen in der Biologie und Medizin zu beschreiben. Wir legen Wert auf Prozesse, die ■ Einfluss auf die Erzeugung und die Eigenschaften der Signale meßbar Mikrosysteme, z.B. klinisch relevanten Schlüsselmoleküle, elektrische Signale in Muskel- und Nervensysteme, Sauerstoffversorgung des Blutes usw. ■ Einfluss auf die Nutzbarkeit von MST componentes, beispielsweise Sensoren oder Implantaten, wie zB durch Korrosion, Gewebereaktionen, Verkapselung, Veränderungen der Messbedingungen usw. ■ typische Anwendungsbereiche der MST-Komponenten sind, beispielsweise relevant implantierbare Sensoren, Prothesen, Neurotechnologie, usw. Im Rahmen der Vorlesungen werden wir einen ziemlich breiten Überblick zu präsentieren, mit einer gewissen Vorliebe für elektrische Biosignale. Notwendigerweise die Tiefe, durch die wir diese Themen behandeln muss begrenzt werden. Themenschwerpunkte sind: ■ grundlegende Konzepte zugrunde liegenden biologischen Geweben und ihre Funktionen ■ Zellstruktur und Wachstum, den Stoffwechsel, die Zelldifferenzierung und specilization ■ Grundlagen der Genetik ■ Funktionssysteme des menschlichen Körpers ■ Biophysik elektrischer Potentiale ■ Neuronale Netze und deren Signale ■ sensorische Systeme ■ Fundamente von Lernen und Gedächtnis ■ Energiestoffwechsels und der Ausscheidung ■ Atmung

■ Herz-Kreislauf-System
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
keine
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	11LE50MO-BScMST-780-PO 2018
Veranstaltung	
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-BScMST-780-PO 2018

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Zu erbringende Studienleistung
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biologie für Ingenieurinnen und Ingenieure	11LE50MO-BScMST-780-PO 2018
Name der Studienleistung	
Leistungsart	Nummer
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	

Prüfungsform	
Benotung	
Teilnahmepflicht	

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biomaterialien	11LE50MO-BScMST-741-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Thomas Stieglitz	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Naturwissenschaften

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Biomaterialien - Vorlesung	Vorlesung		3.0	2.0	90 Stunden
Biomaterialien	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden können aus einem breiten Spektrum von Biomaterialien diejenigen auswählen, die für eine bestimmte Anwendung als Medizinprodukt geeignet sind. Sie können die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen auswählen, nach denen diese Materialien im Rahmen von Produktentwicklungen geprüft werden müssen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (90 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn 50% der maximalen Punkte aus den Tests, die in den Übungen mit Vorankündigung geschrieben werden, erreicht werden.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biomaterialien	11LE50MO-BScMST-741-PO 2018
Veranstaltung	
Biomaterialien - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-740
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	45 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung stellt Definitionen zur Beschreibung und Prüfung von Biomaterialien vor. Sie vermittelt Aufbau und Anwendungen von verschiedenen Biomaterialien. Anhand von ausgewählten Beispielen werden Hinweise zur Konstruktion von Implantaten gegeben und Gebrauchseigenschaften von Biomaterialien diskutiert. Im Einzelnen gliedert sie sich in die folgenden Themen auf: Grundlagen: ■ Definitionen und Eigenschaften: Biomaterialien, Biokompatibilität, Biofunktionalität ■ Grundlagen zum biologischen System ■ Grundlegende Mechanismen an der Material-Gewebe-Schnittstelle ■ Einteilung der Biomaterialien bezüglich Gewebereaktion und Materialklassen Prüfverfahren: ■ Prüfverfahren zur Charakterisierung von Biomaterialien ■ Biokompatibilitätsprüfung ■ Evaluation von Biomaterialien Ausgewählte Materialklassen für Biomaterialien: ■ Metalle ■ Keramische Werkstoffe ■ Polymere ■ Verbundwerkstoffe ■ Bioresorbierbare Werkstoffe Ausgewählte Implantate: ■ Stents ■ Gelenk-Endoprothesen ■ Bandscheibenersatz ■ Osteosynthesesysteme

■ Zahnimplantate ■ Intraokularlinsen
Abschließend werden die Themen zusammengefasst, um die Prüfungsvorbereitung zu erleichtern
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Begleitend zur Vorlesung wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert. Weiterführende Literatur: ■ Erich Wintermantel, Suk-Woo Ha (Hrsg.): Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. 3. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer, 2002. (Die 4. Auflage kann auch benutzt werden, geht allerdings weit über den Fokus der LVA hinaus)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Naturwissenschaften

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Biomaterialien	11LE50MO-BScMST-741-PO 2018
Veranstaltung	
Biomaterialien	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-740-BScMST-2017
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Biomedizinische Mikrotechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übung zu der Vorlesung "Biomaterialien" vertieft die in der Vorlesung vermittelten theoretischen Kenntnisse und erweitert sie um weitere Anwendungen von Biomaterialien im Bereich der Medizintechnik. Die vermittelten Themen umfassen: ■ Anwendungen von Biomaterialien- Übersicht und Abgrenzung ■ Das Immunsystem ■ Materialeigenschaften ■ Toxizitätsprüfung von Materialien ■ Prüfverfahren für Metalle ■ Cochlea Implantate ■ Aufbau und Eigenschaften von Silikonen ■ Degradation von Polymeren ■ Eigenschaften von Kompositen ■ Praktische Übungen zur Bearbeitung von Fallbeispielen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Naturwissenschaften

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in the field of technical informatics, analog and digital circuits, programming knowledge in C / C ++

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden hours
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden verstehen die spezifischen Eigenschaften eingebetteter Systeme, ihre Architektur und Komponenten, ihre Hardware- und Softwareschnittstelle, die Kommunikation zwischen Komponenten, grundlegende Analog-Digital-Analog-Umwandlungsmethoden, stromsparende Designs und Spezifikationstechniken. Sie sind in der Lage eingebettete Systeme mit VHDL, Zustandsdiagrammen und Petri-Netzen zu spezifizieren sowie Eigenschaften des modellierten Systems anzugeben und zu diskutieren und grundlegende Programme in C für eine eingebettete Plattform zu schreiben. Students understand the specific properties of embedded systems, their architecture and components, their hardware and software interface, the communication between components, basic analog-digital-analog conversion methods, low-power designs and specification techniques. They will be able to specify embedded

systems with VHDL, statechart and petri-nets and reason about properties of the modeled system, and write basic programs in C for an embedded platform.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind. Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. The Studienleistung counts as passed if at least 50% of the overall number of achievable points for the semester has been reached.
Bemerkung / Empfehlung
The lecture will be held in English (there are some recordings available in German from previous semesters). The exercises will be offered in German as well as in English.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Essential Lectures in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021) ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910
Veranstaltung	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-910
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden hours
Selbststudium	120 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Eingebettete Systeme gelten als die Schlüsselanwendung der Informationstechnologie in den kommenden Jahren und sind, wie der Name bereits andeutet, Systeme, bei denen Informationsverarbeitung in eine Umgebung eingebettet ist und dort komplexe Regelungs-, Steuerungs- oder Datenverarbeitungsaufgaben übernimmt. Die Vorlesung beschäftigt sich mit grundlegenden Konzepten für Modellierung und Entwurf Eingebetteter Systeme. Sie behandelt u.a. Spezifikationssprachen und Methoden für Eingebettete Systeme (wie z.B. Statecharts, Petrinetze, VHDL), Abbildung von Spezifikationen auf Prozesse, Hardware Eingebetteter Systeme sowie Hardware-/Software-Codesign. Es wird auf die Bauelemente eines Eingebetteten Systems eingegangen (z.B. Prozessoren, AD-/DA-Wandler, Sensoren, Sensorschnittstellen, Speicher) und es werden Methoden zum Entwurf und zur Optimierung der zugehörigen Schaltungen bezüglich Geschwindigkeit, Energieverbrauch und Testbarkeit vorgestellt. Embedded Systems are considered the key application in information technology for the years to come. As the name suggests, they are systems embedding information processing into an environment, where complex control or data processing tasks are executed. The lecture deals with the basic concepts for modelling and designing embedded systems. Among others it covers specification languages and methods for embedded systems (such as statecharts, petri nets, VHDL), the mapping of specifications on processes, hardware of Embedded Systems as well as hardware/software codesign. It addresses the construction elements of an embedded system (e.g. processors, AD/DA converters, sensors, sensor interfaces, memory devices) and presents methods for the design and optimization of the associated circuits with respect to speed, energy consumption and testability.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level

Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
1. Marwedel, P.: Embedded System Design. Springer-Verlag New York, Inc., 2006. 2. Marwedel, P. ; Wehmayer, L.: Eingebettete Systeme. Springer-Verlag Berlin, 2007. 3. Ritter, J. ; Molitor, P.: VHDL - Eine Einführung. Pearson Studium, 2004. 4. Chang, K. C.: Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis. IEEE Computer Society Press, 1996. 5. Teich, J. ; Haubelt, C.: Digitale Hardware/Software-Systeme. Berlin : Springer-Verlag Berlin, 2007. 6. Baker, R. J.; Li, H. W.; Boyce, D. E.: CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation. IEEE Press Series on Microelectronic Systems, 1998. 7. Rabaey, J. M.; Chandrakasan, A. P.; Nikolic, B.: Digital Integrated Circuits. Prentice-Hall, 2003. 8. Tietze, U.; Schenk, C.: Halbleiter Schaltungstechnik. Springer-Verlag, 2002. 9. Weste, N.; Eshraghian, K.: Principles of CMOS VLSI Design; A Systems Perspective. Addison-Wesley, 1993.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkennnisse im Bereich Technische Informatik, analoge und digitale Schaltkreise, Programmierkenntnisse in C / C++ Basic knowledge in the field of technical informatics, analog and digital circuits, programming knowledge in C / C ++

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910
Veranstaltung	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-910
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Übungen bestehen aus theoretischen Aufgaben und Programmieraufgaben, um die Methoden und Konzepte der Vorlesung in praktischen Anwendungen einzusetzen. The exercises consist of theoretical assignments and programming assignments, to apply the methods and concepts from the lecture.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fortgeschrittene Programmierung	11LE50MO-BScMST-1006
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast Prof. Dr. Peter Thiemann	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse in einer Programmiersprache entsprechend dem Inhalt der "Einführung in die Programmierung" im 1. Semester.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Programmieren in C++	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Programmieren in C++	Übung		6.0	2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Lernziel ist, Programme im Umfang von einigen hundert Zeilen selbständig entwickeln zu können. Dazu gehört: ■ eine Aufgabenstellung (in natürlicher Sprache) geeignet in der gegebenen Programmiersprache (Java oder C++) zu modellieren, die Operationen zu implementieren und geeignete Testumgebungen zu entwickeln. ■ die Beherrschung einer zur jeweiligen Sprache gehörigen Entwicklungsumgebung (Editor, Compiler, Testframework, etc) inklusive Standards für Formatierung und Tests. ■ die Fähigkeit, Standardentwurfsmuster einzusetzen und Standardbibliotheken zu benutzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine

Zu erbringende Studienleistung
Erstellung von Demonstratoren oder Software Bearbeitung von Übungs- und/oder Projektaufgaben Um die Studienleistung zu bestehen, müssen 50% der Bewertungspunkte erreicht werden. Bewertungspunkte können durch Bearbeiten von Anwesenheitsaufgaben, Übungsaufgaben sowie durch ein Abschlussprojekt erworben werden.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fortgeschrittene Programmierung	11LE50MO-BScMST-1006
Veranstaltung	
Programmieren in C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-BScINFO-1006
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	26 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Umgebung: Editor, Versionskontrolle, Coding Styleguide, Makefile, Aufteilung des Codes, Dokumentation, Debugging, Code Reviews ■ Sprache: grundlegende Konstrukte, Ein- und Ausgabe, Kommandozeilenparameter, Zeiger und Referenzen, call by value / call by reference, const, ... ■ Objekt-Orientiertes Programmieren: Klassen, Objekte, Konstruktoren, Destruktoren, static, explicit, Vererbung, abstract, virtual, ... ■ Tests und Fehlerhandling: unit tests, exception handling, performance tests, profiling, ... ■ Fortgeschrittene Methoden: generisches Programmieren (templates), Standardbibliotheken (STL), Bibliotheken selber bauen (statisch und dynamisch), packaging,
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
C++: http://www.cplusplus.com/doc/tutorial GNU Make: http://www.gnu.org/software/make/manual SVN: http://subversion.apache.org/ Google Test: http://code.google.com/p/googletest/
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Grundkenntnisse von praktischer Informatik, Grundlagen von Programmierkonzepten, Programmierkenntnisse, z.B. entsprechend dem Inhalt der "Einführung in die Programmierung" im 1. Semester Bachelor Informatik.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fortgeschrittene Programmierung	11LE50MO-BScMST-1006
Veranstaltung	
Programmieren in C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-BScINFO-1006
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	6.0
Präsenzstudium	26 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Umgang mit Editor, Versionskontrollsystem, make, debugging, code reviews Verständnisübungen zur Sprache, Einüben von Mustern und Konventionen Werkzeuge zum Testen und zur Fehlersuche, Einüben der Verwendung dieser Tools Kleine Projekte zum Programmieren mit templates, STL, eigene Bibliotheken Abschlussprojekt, in dem die in Vorlesung und Übung erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten angewendet und vertieft werden: Erstellung eines Programms im Umfang von 1000-2000 Zeilen nach natürlichsprachlicher Spezifikation.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Lars Pastewka	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The student ■ can use Python for solving numerical problems using the numpy and scipy libraries and knows strategies for writing efficient code ■ can apply the Message Passing Interface (MPI) libraries to parallelize specific numerical problems ■ can use job submission systems on parallel computers to run their Python codes.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written examination. The students have to submit a written report, describing numerical results and scaling tests obtained with their simulation code.
Zu erbringende Studienleistung
none

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik

As compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Microsystems Engineering and M.Sc. Mikrosystemtechnik
- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Materials and Fabrication

Students enrolled in the Master of Science in Sustainable Systems Engineering (2021 version of the exam-regulations) can complete this elective module in the technical concentration area *Sustainable Materials Engineering* or *Interdisciplinary Profile - Modules related to the Subject Area*.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5285
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
This class teaches parallel scientific computing with Python using the numpy library for fast array operations. Parallelization strategies that use the Message Passing Interface (MPI) will be presented. These technical concepts will be applied to the solution of fluid mechanical problems using the lattice Boltzmann method. Scientific computing: 1. Efficient Python: basics, numpy arrays, numpy operations, scipy 2. Translating mathematical expressions into efficient array operations 3. The Message Passing Interface (MPI) 4. Parallelization strategies 5. Practical aspects of working with High-Performance clusters Fluid mechanics and the Lattice Boltzmann method: 6. Phenomenology of fluid mechanics 7. Lattice gas and lattice Boltzmann 8. Boundary conditions
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
A. Scopatz, K.D. Huff, "Effective Computation in Physics" (O'Reilly 2015) W.A. Wolf-Gladrow, "Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models" (Springer 2000)

T. Krüger, H. Kusumaatmaja, A. Kuzmin, O. Shardt, G. Silva, E.M. Viggen, "The Lattice Boltzmann Method" (Springer 2017)

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5285
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The students will implement their own parallel Lattice Boltzmann simulation code in the computer lab accompanying this lecture series.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	Vorlesung		6.0	2.0	180 hours
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	Übung			2.0	-

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5286
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	56 Stunden
Selbststudium	124 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
This lecture introduces atomic-scale simulation techniques with a focus on solid mechanics. 1. Materials physics 2. Interatomic potentials 3. Molecular statics and potential energy landscapes 4. Molecular dynamics 5. Classical statistical mechanics 6. Thermostats and barostats 7. Analysis and visualization
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Daan Frenkel and Berend Smit (Academic Press, 2001) Computer simulation of liquids, M. P. Allen and Dominic J. Tildesley (Clarendon Press, Oxford, 1996)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5286
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	-
Präsenzstudium	-
Selbststudium	-
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The students will solve problems from materials science with a widely used molecular simulation code. Successful completion of $\geq 50\%$ of exercise sheets
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mikrocomputertechnik	11LE50MO-BScMST-760-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektronik - Bauelemente und analoge Schaltungen sowie Elektronik - Digitale Schaltungen.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mikrocomputertechnik	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Mikrocomputertechnik	Praktikum			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Mikrocomputern vertraut. Des Weiteren haben sie einen umfassenden Überblick über Rechnerstrukturen, Speicher und Speicherverwaltung erhalten. Sie haben Kenntnis gängiger Informationsdarstellung und beherrschen die Computerarithmetik. Die Grundlagen der Assemblerprogrammierung sind erarbeitet. Darüber hinaus sind Bussysteme, Bustopologien sowie deren Beschreibung nach dem Schichtenmodell bekannt. Die Studierenden sind in der Lage eine applikationsspezifische Auswahl einer Rechnerstruktur zu treffen und sie haben grundlegende Kenntnis über das Testen von Computersystemen. Im begleitenden Praktikum machen Studierende erste Erfahrungen am Beispiel eines Mikrocontrollers der MSP430 Familie von Texas Instruments. Sie erlernen dabei den sicheren Umgang mit den für Mikrocontroller benötigten Hard- und Software-Komponenten. Die Hardwarenahe Programmierung steht dabei im Vordergrund.

Anschließend sind die Studierenden in der Lage, Mikrocontroller in eigenen Projekten einzusetzen und zu programmieren. Sie haben dafür die Grundstrukturen der hardwarenahen Programmierung in C erlernt.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur (120 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung

Die Studienleistung umfasst die Entwicklung von Softwareprogrammen im Rahmen von neun semesterbegleitenden Übungsaufgaben. Zum erfolgreichen Absolvieren der Studienleistung müssen folgende Kriterien erfüllt sein:

- In acht von neun Übungsaufgaben müssen jeweils mehr als 50 % der Punkte erreicht werden.
- Die Lösung einer Übungsaufgabe muss im Rahmen eines Kolloquiums erfolgreich präsentiert werden.

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018) im Bereich fachfremde Wahlmodule

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mikrocomputertechnik	11LE50MO-BScMST-760-PO 2018
Veranstaltung	
Mikrocomputertechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-760-BSc
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
■ Grundlagen Definitionen, Informationsdarstellung Computerarithmetik ■ Aufbau von Mikrocomputern RISC, CISC, Harvard, v. Neumann Mikroprozessoren, Mikrocontroller, Komponenten ■ Einführung in die Programmierung Flussdiagramm, Struktogramm Maschinennahe Sprachen, Graphische Programmierung ■ Verbindungs- und Systemstrukturen Topologien Busse, Arbitration Beispiele ■ Speicher und Speicherorganisation Hardware-Aufbau Spezialspeicher Cache-Speicher Virtuelle Speicher und Speicherverwaltung ■ Ein-Ausgabeorganisation und Peripherie Ein-Ausgabeorganisation Schnittstellen Polling, Interrupt, DMA ADU/DAU ■ Leistungsbewertung von Mikrorechnern.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
■ Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware, Fredrick M. Cady, Oxford University Press, 1997
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektronik - Bauelemente und analoge Schaltungen sowie Elektronik - Digitale Schaltungen.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mikrocomputertechnik	11LE50MO-BScMST-760-PO 2018
Veranstaltung	
Mikrocomputertechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50P-760-BSc
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Anhand eines am Lehrstuhl für Elektrische Mess- und Prüfverfahren entwickelten Experimentierboards auf Basis des MSP430G2553 von Texas Instruments werden folgende Inhalte im Praktikum vermittelt: ■ Programmierung in C ■ Hard- und Softwaredebugging ■ Ein- und Ausgabemethoden ■ Verwendung von interner und externer Peripherie ■ Kommunikationsschnittstellen
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs der Module Elektronik - Bauelemente und analoge Schaltungen sowie Elektronik - Digitale Schaltungen.
Lehrmethoden
Dieses Praktikum wird von den Studierenden selbstständig in Form eines Heimpraktikums durchgeführt. Für das Mikrocontroller-Praktikum steht ein voll ausgestatteter Experimentierkoffer mit einem Experimentierboard und Software für jeden Studierenden zur Verfügung. Es ist vorgesehen, dass Praktikumsversuche selbstständig Zuhause bearbeitet werden. Im Bedarfsfall stehen nach Absprache auch Räumlichkeiten zur Verfügung. Die Betreuung zu den Praktikumsaufgaben erfolgt online auf einer Lernplattform sowie durch Tutoren. Grundsätzlich erfolgt die Abgabe der Versuche online. Ab der vierten Aufgabe werden mindestens zwei Abgaben zusätzlich durch eine kurze persönliche Demonstration des Versuchs bei einem Tutor überprüft.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	11LE50MO-5281_PO 20091
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Alexander Rohrbach	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic courses in mathematics and physics, foundations of optics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	Vorlesung		6.0	3.0	180 h
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
You think basic physics research and applied research leading to a social benefit cannot be well combined? When particles or macro-molecules undergo thermal collisions with smaller molecules in (complex) fluids or in air, thermal (Brownian) motion with stochastic changes in positions and velocities take place - beyond our imagination. Such particles can be viruses or particulates from combustion engines in the air that get into contact with e.g. lung cells. How can a limited number of photons be generated in such a way that they scatter efficiently at the small, fast particles and carry the maximum information with them. How can the particle information encoded by the scattered photons be amplified by intelligent detection mechanisms? How can rare but important interaction events be manipulated by photon momentum transfer and optical forces?
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (120 minutes)

Zu erbringende Studienleistung
There are exercises at regular intervals that have to be worked on and handed in. These are corrected and assessed with points. The course work is considered successfully passed when the student has submitted 60% of the exercises and demonstrated the solution of two assignments during the exercise sessions.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018) im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik Compulsory elective module for students of the study program ■ Master of Science in Microsystems Engineering (PO 2021), concentration area Photonics ■ Master of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Photonik ■ Master of Science in Embedded Systems Engineering (PO 2021), in Microsystems Engineering Concentrations Area Photonics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	11LE50MO-5281_PO 20091
Veranstaltung	
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5281
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 h
Präsenzstudium	65 h
Selbststudium	115 h
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Motivation: You think basic physics research and applied research leading to a social benefit cannot be well combined? When particles or macro-molecules undergo thermal collisions with smaller molecules in (complex) fluids or in air, thermal (Brownian) motion with stochastic changes in positions and velocities take place - beyond our imagination. Such particles can be viruses or particulates from combustion engines in the air that get into contact with e.g. lung cells. How can a limited number of photons be generated in such a way that they scatter efficiently at the small, fast particles and carry the maximum information with them. How can the particle information encoded by the scattered photons be amplified by intelligent detection mechanisms? How can rare but important interaction events be manipulated by photon momentum transfer and optical forces? In this lecture you will learn - the transfer from the Maxwell equations and the electromagnetic force density to optical forces and optical tweezers, which allow to control molecular processes relevant to cellular biology and medicine - the basics of light scattering, how photons transfer momentum to microscopic objects and how scattered photons transfer information about the state of the objects. In contrast to incoherent photons, coherent light encodes significantly more information about small objects, which, driven by thermal forces, continuously change their position and orientation relative to their environment. All this can be directly measured through $\mu\text{s-nm}$ particle tracking. - how smallest probes can interact on a molecular scale with their environment, which can be analyzed by correlations of changes in the probe's states. In this way, the interactions of probes with living cells give new insights into cellular diseases, such as bacterial and viral infections, but also exposure of particulate matter to lung cells. The summer term lecture "Wave Optics" is quite helpful to hear, but not mandatory. Contents ■ Introduction ■ Light – Carrier of Information and Actor

■ Microscopy und Light Focussing ■ Light Scattering ■ Manipulation by Optical Forces ■ Particle Tracking beyond the Uncertainty Regime ■ Thermal Motion and Calibration ■ Photonic Force Microscopy ■ Applications in Biophysics and Medicine ■ Time-Multiplexing and holographic optical traps ■ Applications in Micro- and Nano-Technology ■ Appendix
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
Accompanying to the lecture printed lecture notes with defined gaps (white boxes) are distributed.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic courses in mathematics and physics, foundations of optics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	11LE50MO-5281_PO 20091
Veranstaltung	
Nano-Photonics - Optical manipulation and particle dynamics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5281
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The tutorials help the students to get a more in depth and thorough understanding of the lecture. Here, a special focus is put on the transfer of knowledge obtained in the lecture. To achieve this the students should prepare weekly exercise and present them during the tutorial. Only difficult exercises are presented by the tutors.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic courses in mathematics and physics, foundations of optics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers	11LE50MO-5319_PO 20091
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Ulrich Egert	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomikrotechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 hours
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers - Vorlesung	Vorlesung		3.0	2.0	90 hours
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers - Übung	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
After completing this module, students will understand the fundamental neuroscientific concepts, methods, processes and structures that define or influence the function of technical components in biomedical applications.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (90 min.)
Zu erbringende Studienleistung
none

Bemerkung / Empfehlung
The lecture is interdisciplinary and is offered for students of MSc Microsystems Engineering, Embedded Systems Engineering and Computer Science. If necessary the lecture will be taught in English. All slides and texts used are in English.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik Compulsory elective module for students of the study program ■ Master of Science in Microsystems Engineering (PO 2021), concentration area Biomedical Engineering ■ Master of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Biomedizinische Technik ■ Master of Science in Embedded Systems Engineering (PO 2021), in Microsystems Engineering Concentrations Area: Biomedical Engineering

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers	11LE50MO-5319_PO 20091
Veranstaltung	
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5319
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomikrotechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 hours
Präsenzstudium	39 hours
Selbststudium	51 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	5
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The lecture series conveys the foundations of various neuroscientific processes, structures and measuring techniques. We emphasize processes that ■ influence the generation and properties of signals measurable with neuronal systems, ■ influence the usability of MST components, such as sensors and implants, ■ are relevant for typical fields of application of MST components, e.g. implantable sensors, prostheses, neurotechnology, etc.. In the course of the lectures we will present and overview of central neuroscientific concepts, tools and applications Main topics are: ■ Structure of the nervous systems ■ Biophysics of electrical potentials ■ Neuronal networks and their signals ■ Sensory systems ■ Foundations of learning and memory ■ Interaction with neuronal networks
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
none

Literatur
Literature will be presented during the lecture
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers	11LE50MO-5319_PO 20091
Veranstaltung	
Neurowissenschaften für Ingenieure / Neuroscience for Engineers - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5319
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Biomikrotechnik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
see lecture
Zu erbringende Studienleistung
None
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Optimierung	11LE50MO-BScMST-7200-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Thomas Brox	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 h
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Mathematik Grundlegende Kenntnisse zu Programmierung und Algorithmen Praktische Programmierkenntnisse in Python

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Optimierung	Vorlesung		3.0	2.0	90 Stunden
Optimierung	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden lernen Optimierungsprobleme kennen und können diese lösen. Sie können die Schwierigkeit von Optimierungsproblemen analysieren und einschätzen und sind in der Lage, die besprochenen Optimierungsverfahren in Anwendungsfällen einzusetzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)
(Hinweis: <i>Für Studierende im M.Ed. Erweiterungsfach Informatik gilt: Die Prüfung muss mitgeschrieben und bestanden werden, sie zählt aber in diesen Studiengängen als Studienleistung!</i>)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studienrede des Studiengangs ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) (Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung) ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Optimierung	11LE50MO-BScMST-7200-PO 2018
Veranstaltung	
Optimierung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-720
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	30
Selbststudium	45
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Vorlesung gibt eine Einführung in die allgemeine Problematik und erklärt, wie sich viele Aufgaben der Informatik als Optimierungsprobleme formulieren lassen. Es werden die grundlegenden Verfahren und Konzepte der Optimierung vorgestellt; das Hauptaugenmerk liegt auf kontinuierlicher Optimierung. Anschließend werden Konvexität, lineare und quadratische Programme, Gradientenverfahren sowie einige approximative Verfahren behandelt. Die Vorlesung wird von größtenteils praktischen Übungen begleitet. Durch theoretische und praktische Übungen wird der Stoff anschaulich vertieft.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
Nocedal-Wright: Numerical Optimization (Englisch)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in Mathematik Grundlegende Kenntnisse zu Programmierung und Algorithmen Praktische Programmierkenntnisse in Python



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Optimierung	11LE50MO-BScMST-7200-PO 2018
Veranstaltung	
Optimierung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-720
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Übungen werden einzelne Verfahren eigenständig in der Sprache Python implementiert, andere Verfahren werden anhand vorhandener Bibliotheken (z.B. SciPy) ausprobiert um praktische Erfahrungen in der Anwendung dieser Verfahren zu sammeln. Für einige der Übungen sind theoretische Vorleistungen zu erbringen, um das Verfahren umsetzen zu können. Das Überprüfen fremder Lösungen ist ebenfalls Teil der Übungen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	11LE50MO-BScMST-4043
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Jürgen Rühle	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Chemie und Physik von Grenzflächen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	Praktikum			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse in der organischen Chemie, die für viele Bereiche der Mikrosystemtechnik, wie zum Beispiel in der (Photo-)Lithographie, in der Biosensorik, beim Einsatz und der Verarbeitung von Kunststoffen sowie bei biomedizinischen Anwendungen von Mikrosystemen erforderlich sind. Die Studierenden kennen die chemische Nomenklatur, organisch-chemische Grundreaktionen, wichtige Charakterisierungsmethoden für organische Verbindungen und die wichtigsten Stoffklassen der Kohlenstoffverbindungen und können diese praktisch anwenden.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (90 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
Die Studienleistung ist bestanden, wenn alle Versuche durchgeführt worden sind und zu allen Versuchen ein vom Betreuer akzeptiertes Protokoll abgegeben wurde.

Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	11LE50MO-BScMST-4043
Veranstaltung	
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-BScMST-4043
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Chemie und Physik von Grenzflächen	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In Vorlesung werden zunächst die Grundlagen der organischen Chemie vermittelt. Dabei geht es zunächst um die chemische Bindung unter dem Aspekt der Atom- und Molekülorbitale. Weitere grundlegende Aspekte werden dann anhand von Beispielen zusammen mit den wichtigsten Stoffklassen besprochen. Bei den Alkanen wird die geometrische Gestalt, d.h. die Konfiguration und Konformation organischer Moleküle behandelt. Die Halogenalkane dienen der ausführlichen Behandlung nukleophiler Substitutionsreaktionen, Additionen an Alkene und Alkine sind Beispiele für die Bedeutung der Stabilisierung reaktiver Zwischenstufen. Die außerordentliche Stabilität und die besonderen Eigenschaften ausgedehnter π-Systeme werden anhand der Aromaten besprochen. Die Stoffklassen der Alkohole, der Carbonylverbindungen und der Amine runden diesen Teil der Vorlesung ab. In einem letzten Kapitel wird ein Ausblick auf die speziellen Eigenschaften der Naturstoffe gegeben.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Begleitend zur Vorlesung und zum Praktikum werden verschiedene Materialien und Übungsblätter über das ILIAS-System zur Verfügung gestellt. Lehrbuchempfehlung: KPC Vollhardt, Organische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	11LE50MO-BScMST-4043
Veranstaltung	
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50P-BScMST-4043
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Chemie und Physik von Grenzflächen	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Das Praktikum widmet sich parallel zur Vorlesung den organisch-chemischen Grundreaktionen und den wichtigsten Methoden zur Aufreinigung organischer Substanzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Produktionstechniken	11LE50MO-730-BScMST-2017
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Claas Müller	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Prozesstechnologie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse aus dem Modul MST Technologien und Prozesse

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Produktionstechniken - Vorlesung	Vorlesung		3.0	2.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Das Ziel des Moduls ist der Erwerb von vertieftem Prozess- und Produktionswissen im Bereich der Bearbeitung von Polymeren und Metallen. Die technologischen Kenntnisse sollen von den Studierenden durch Grundkenntnisse im Bereich der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge, des ganzheitlichen Qualitätsmanagements und der Personalführung in einen gesamtbetrieblichen Zusammenhang gebracht werden können.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Je nach Teilnehmeranzahl schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Dauer 90/30 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
keine
Bemerkung / Empfehlung
Ein Skriptum der Vorlesung ist verfügbar.

Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, im Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Produktionstechniken	11LE50MO-730- BScMST-2017
Veranstaltung	
Produktionstechniken - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-730
Veranstalter	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik Prozesstechnologie	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	5
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
1. Inhalte: #Hintergrund - Bedeutung der Produktion #Metallbearbeitungsverfahren #Drehen, Fräsen #Erodieren #Elektrochemische Bearbeitung #Galvanik #Replikationsverfahren #Spritzgießen #Heißprägen #Thermoformen #Prozessketten inkl. In-Prozess-Prüfungen, Bauteilprüfung
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
keine
Literatur
Die Studierenden erhalten ein Skriptum, in welchem die weitere relevante Literatur angegeben ist.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse aus dem Modul MST Technologien und Prozesse

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum Eingebettete Sensortechnik für das Umweltmonitoring	11LE50MO-BScMST-4031
Verantwortliche/r	
Dr. Jochen Kieninger Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Sensoren Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Praktikum Eingebettete Sensortechnik für das Umweltmonitoring	Praktikum		3.0	2.0	90 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Nach Abschluss des Praktikums verstehen die Studierenden den physikalischen Hintergrund und die Prinzipien der verwendeten Sensoren. Sie erkennen wie sich die verwendete Sensortechnik auf die messtechnische Performance auswirkt. Sie können selbständig ein Setup mit vorgefertigten Sensor- und Microcontroller-Einheiten zur Datenspeicherung und -bereitstellung in der Cloud aufbauen, die Systeme auf einfachem Niveau programmieren und Messungen zur Sensor-Charakterisierung und Anwendung in einem selbstgewählten Szenario der Umweltsensorik durchführen. Während der Durchführung von Versuchen können die Studierenden ein aussagekräftiges Laborjournal führen und daraus ein wissenschaftliches Versuchsprotokoll erstellen. Diese Fähigkeiten können sie auf andere Gebiete und beispielsweise auf Versuche, die sie im Rahmen Ihrer Bachelorarbeit durchführen, übertragen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Abgabe von drei Versuchsprotokollen

Zu erbringende Studienleistung
keine
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum Eingebettete Sensortechnik für das Umweltmonitoring	11LE50MO-BScMST-4031
Veranstaltung	
Praktikum Eingebettete Sensortechnik für das Umweltmonitoring	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50P-BScMST-4031
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	3.0
Arbeitsaufwand	90 Stunden
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	60 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Sensoren werden heute in fast allen technischen Systemen eingesetzt. Trotzdem nehmen wir einen Sensor als technisches Bauteil selten wahr, noch viel weniger wissen wir etwas über dessen Innenleben. Tatsächlich bekommen Sensoren meist erst durch den Einsatz in eingebetteten Systemen ihre Bedeutung. Aber dafür braucht es Kenntnisse der gesamten Kette, von der Physik des Messprinzips über die technische Realisierung des Sensors hin zur richtigen Messtechnik und Datenverarbeitung. In diesem Praktikum liegt der Schwerpunkt auf Sensorparametern aus dem Bereich der Umweltsensorik. In drei Modulen werden Sie Beschleunigungssensoren, Feinstaubsensoren und Sensoren für radioaktive Strahlung einsetzen, wobei die jeweilige Messaufgabe eigenkreativ gewählt werden kann. Jedes Modul ist so ausgelegt, dass Sie durch die Messungen Zugang zu einem spezifischen Aspekt der technischen Realisierung des Sensors erhalten, einen messtechnischen Aspekt vertiefen und eine neue Herausforderung bei der Softwareimplementierung meistern müssen. Die Setups bauen Sie mit vorgefertigten Sensor- und Microcontroller-Einheiten auf und programmieren diese. Dabei kommen Sie von der Datenanzeige auf einem OLED-Display, über die Speicherung auf SD-Karte hin zur Speicherung und Darstellung der Daten in der Cloud. Die Auswertung der Daten und wissenschaftliche Darstellung in dem zugehörigen Versuchsprotokoll schließen das jeweilige Modul ab.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Versuchsanleitung, Datenblätter zu den verwendeten Sensoren Tränkler, Reindl: "Sensortechnik", 2014, Springer (Campus-Lizenz: http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-29942-1) Schrüfer, Reindl, Zagar: "Elektrische Messtechnik", 2014, Hanser (Campus-Lizenz: http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-hanser/9783446441880)

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantencomputer / Quantum Computing	11LE68MO-BScSSE-3033
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Ambacher	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180h
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematik I und II (insb. Lineare Algebra)

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Quantencomputer / Quantum Computing	Vorlesung		6.0	2.0	180h
Quantencomputer / Quantum Computing	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden sollen am Ende der Vorlesung • einen ersten Einblick in die für Quantencomputer relevanten Prinzipien der Quantenmechanik erhalten haben • die grundlegende Funktionsweise eines Quantencomputers begreifen • einige der wichtigsten Quantenalgorithmien und deren mögliche Anwendungen kennen • selbst einfache Quantenschaltkreise programmieren können • sich mit der Frage auseinandergesetzt haben, warum Quantencomputer in der Theorie bestimmte Aufgaben effizienter als klassische Computer lösen können, und welche Anforderungen an die Quantenhardware nötig sind, um diesen Vorteil in der Praxis zu realisieren • Students obtain insight into the principles of quantum mechanics that are relevant for quantum computing • Students understand the general model of gate-based quantum computing • Students are familiar with some of the most important quantum algorithms and their possible applications • Students are able to program simple quantum circuits

- Students can deal with the question why quantum computers are able to solve certain tasks more efficiently than classical computers, and which requirements the quantum hardware has to fulfil in order to realize this advantage in practice.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur (90 Min.)

Written exam (90. min.)

Zu erbringende Studienleistung

Keine (die Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen)

None (participation in the exercises is strongly recommended)

Bemerkung / Empfehlung

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)
- B.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2018)

Elective module for students of the study program

- B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)
- B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantencomputer / Quantum Computing	11LE68MO-BScSSE-3033
Veranstaltung	
Quantencomputer / Quantum Computing	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3033
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Prof. f. Leistungselektronik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180h
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	5
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Quantencomputer haben das Potential, bestimmte Rechenaufgaben effizienter als klassische Computer zu lösen. Die Vorlesung vermittelt einen Einblick in die auf quantenmechanischen Gesetzen basierende, grundlegende Funktionsweise eines Quantencomputers und erklärt für mögliche Anwendungen geeignete Quantenalgorithmen (z.B. zur Lösung komplexer Optimierungsprobleme in der Quantenchemie, Logistik oder Finanzmathematik). Inhalt: • quantenmechanische Grundlagen (Quantenzustände und Operatoren, Qubits, Verschränkung, Messprozess, Dekohärenz) • Funktionsweise eines gatterbasierten Quantencomputers (Quantenschaltkreise, Quantengatter, Universalität von 1- und 2-Qubit-Gattern, Simulierbarkeit durch klassische Computer) • Quantenalgorithmen (Grover-Suchalgorithmus, Shor-Algorithmus zur Faktorisierung großer Zahlen, Variational Quantum Eigensolver, Quantum Approximate Optimization Algorithm) • Physikalische Realisierungen (Supraleiter, Ionenfallen, Halbleiter-basierte Spin-Qubits) Quantum computers may potentially solve certain information processing tasks more efficiently than classical computers. This lecture provides insight into principles of quantum mechanics and quantum computing, and explains possible applications of quantum algorithms (e.g., for solving complex optimizations problems in quantum chemistry, logistics or financial mathematics). Contents: • Quantum mechanics (quantum states, operators, qubits, entanglement, measurement, decoherence) • General model of gate-based quantum computing (quantum circuits, quantum gates, universality of single- and two-qubit gates, simulation with classical computers) • Quantum algorithms (Grover search algorithm, Shor algorithm for factoring large numbers, variational quantum eigensolver, quantum approximate optimization algorithm) • Physical realizations (superconducting qubits, ion traps, semiconductor-based spin qubits)
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails

Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
• Hidary, J. (2019): Quantum Computing: An Applied Approach, Springer • Nielsen, M., Chuang, I. (2010): Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press • https://qiskit.org/textbook
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematik I und II (insb. Lineare Algebra)
Lehrmethoden
Vorlesung und Übung
Bemerkung / Empfehlung
Unterrichtssprache: deutsch oder englisch

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantencomputer / Quantum Computing	11LE68MO-BScSSE-3033
Veranstaltung	
Quantencomputer / Quantum Computing	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3033
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Prof. f. Leistungselektronik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Die Inhalte der Vorlesung werden durch Übungen vertieft. Außerdem wird dort eine Einführung in das Quantencomputer-Softwarepaket "Qiskit" gegeben und die Fähigkeit vermittelt, damit einfache Quantenalgorithmen zu programmieren.
The content of the lecture is deepened through the exercises. Furthermore, in the exercises an introduction to the quantum computing software package "Qiskit" is provided and students learn how to use it to program simple quantum algorithms.
Zu erbringende Prüfungsleistung
s. Vorlesung
Zu erbringende Studienleistung
Keine (die Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematik I und II (insb. Lineare Algebra)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinraum-Laborkurs II	11LE50MO-830
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Gerald Urban	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Sensoren	
Fachbereich / Fakultät	
Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	4.0
Arbeitsaufwand	120 Stunden
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
■ Teilnahme an der allgemeinen Sicherheitsbelehrung der Stabstelle Arbeitssicherheit der Universität Freiburg ■ Kenntnis der Benützungs- und Sicherheitseinweisungen des IMTEK Reinraums ■ Teilnahme an der Einführungsbesprechung;
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
■ Mathematisch-naturwissenschaftliche Schulbildung ■ Wissen und Kenntnisse des vermittelten Lernstoffs des Moduls MST Technologien und Prozesse

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Reinraum-Laborkurs II - Praktikum	Praktikum			3.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Ziel des Moduls ist die Erweiterung und Vertiefung der Fähigkeiten zum praktischen Arbeiten mit Schlüsseltechnologien der Mikrosystemtechnik im Reinraum. Weiteres Ziel ist es, die gesamte Technologiekette der Mikrosystemtechnik vom Wafer bis zum funktionstüchtigen Endprodukt und dem Test auf Scheibenebene praktisch kennenzulernen. Dabei sollen die Studierenden die meisten Prozessschritte selbst durchführen und verstehen. Drittes Lernziel ist das Kennen von operativen Abläufen, insbesondere, wie teilprozessierte Scheiben übernommen bzw. zur Verarbeitung weiter an eigene Kollegen und/oder Servicestellen innerhalb oder außerhalb des Reinraums übergeben werden. Damit wird die Fähigkeit zur Bedienung von Prozessanlagen, zur prozessbegleitenden Dokumentation mittels Waferlaufzetteln und Protokollen sowie das Ein- und Ausschleusen von Proben aus dem Reinraum praktiziert und erlernt.

Insgesamt qualifiziert das Modul die Studierenden auf Basis vom Reinraumlaborkurs zu einem späteren selbständigen Arbeiten in Reinräumen und speziell in einem erweiterten Prozess- und Testportfolio der Mikrosystemtechnik.

Zu erbringende Prüfungsleistung

keine

Zu erbringende Studienleistung

Das Praktikum findet in fünf getrennten Teilabschnitten statt. Die Studienleistung ist bestanden, wenn die Studierenden ein selbst verfasstes Protokoll mindestens über einen Teilabschnitt des Praktikums abgegeben haben.

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinraum-Laborkurs II	11LE50MO-830
Veranstaltung	
Reinraum-Laborkurs II - Praktikum	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE50P-830
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Sensoren	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	48 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	5
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Als Praktikumsarbeit wird ein miniaturisierter Strömungssensor gefertigt, der auf thermischer Basis funktioniert. Der Herstellungsprozess beinhaltet Beispiele aus einer breiten Palette der Dünnschicht-, Halbleiter- und Mikromechanik-Technologien. Die Durchführung der Aufgabe ist in fünf Abschnitte geteilt, die zu getrennten Zeiten und Orten stattfinden. Es wird mit vorprozessierten Scheiben begonnen und die Fertigungskette bis zu einem testbereiten Sensor auf der Scheibe abgeschlossen. Die Studierenden führen dabei unter Betreuung folgende Technologieschritte selbst durch: Hydrophobisieren, Photolithographie mit Positivlack und Umkehrlack, Vorderseitenlithographie, Rückseitenlithographie, Aufdampfen von Germanium, Titan und Gold im Hochvakuum aus dem Boot oder mittels Elektronenkanone, Aufdampfen von Mehrschichtlagen, Strukturierung von dünnen Metall-, Halbleiter- und Isolierschichten mittels Abhebetechnik und reaktives Ionenätzen, Herstellung von Membranschichten durch anisotropes Ätzen in KOH, schrittweise Kontrolle der jeweiligen Verfahrensabschnitte mit lichtmikroskopischen und profilmetrischen Messungen und die Dokumentation sowie Interpretation dieser Zwischenkontrollen, Testen auf der Scheibe mit einem Spitzenmessplatz und Nadelkarte mit Hilfe der elektrischen und strömungstechnischen Messperipherie. Protokollieren des Gesamtablaufs und der erhaltenen technologischen Ergebnisse sowie rückblickende Kritik vervollständigen den Gesamthalt. Die aufgezählten Prozessschritte werden in der Regel von den Studierenden selbst durchgeführt. Ein Passivierungsschritt und ein RIE-Schritt werden an den Reinraumservicecenter „in Auftrag gegeben“, das KOH-Ätzen erfolgt außerhalb des Reinraums.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
Begleitend zur Veranstaltung wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt und regelmäßig aktualisiert. Außerdem wird auf die einschlägigen Vorlesungen und Praktika am Institut für Mikrosystemtechnik IMTEK und die dafür empfohlene Literatur verwiesen.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signal processing	11LE50MO-7400_PO 20091
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	5.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Good knowledge in mathematics (complex numbers, trigonometry, calculus, linear algebra, circuit analysis, differential equations).

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Signal processing - Vorlesung	Vorlesung		6.0	2.0	180 hours
Signal processing - Übung	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
With this module students will be able to mathematically model the propagation of signals in electronic systems, enabling them to optimize their design. In particular, students will be able to design and test analog and digital filters.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (Klausur), 120 minutes
Zu erbringende Studienleistung
none

Verwendbarkeit des Moduls
Mandatory Module for students of the study program ■ Master of Science in Microsystems Engineering (PO 2021) Compulsory elective module for students of the study program ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik ■ Master of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signal processing	11LE50MO-7400_PO 20091
Veranstaltung	
Signal processing - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-7400
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	60
Selbststudium	120
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The purpose of the course is to teach students how to mathematically model the propagation of signals through electrical systems. The following topics will be covered in the course: Matlab, Analog networks, Network analysis, Convolution, Impulse response, Signal response, Freq response, Bode plot, Phasors, Transfer functions, Pole-zero plot, System response, Stability, Laplace transform, Analog Filter design, Sampling, Quantizing, Analog to digital converter, Digital to analog converter, Digital networks, Z transform, Digital filter design, Digital signal processor, Fourier series, Fourier transform, Discrete Fourier transform, Fast Fourier transform, and Windowing.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
In English: ■ Denbigh, Philip: System Analysis and Signal Processing ■ Mertins: Signal Analysis ■ Mitra: Digital Signal Processing ■ Kay: Fundamentals of statistical signal processing & Modern spectral estimation ■ Ingle, Proakis: Digital Signal Processing using MATLAB In German: ■ Butz, Tilman: Fouriertransformation für Fußgänger ■ Daniel Ch. von Grüningen: Digitale Signalverarbeitung, Fachbuchverlag Leipzig ■ E. Schröder: Signalverarbeitung, Hanser Verlag ■ R. Scheithauer: Signale und Systeme, Teubner Stuttgart ■ Kammeyer, Kroschel: Digitale Signalverarbeitung ■ Einführung in MATLAB, Skript zu den Übungen Signalverarbeitung SS2005

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">■ Vorlesungsskript Signalverarbeitung SS2005■ Oppenheim, Schafer: Zeitdiskrete Signalverarbeitung |
|--|

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Good knowledge in mathematics (complex numbers, trigonometry, calculus, linear algebra, circuit analysis, differential equations).
--

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signal processing	11LE50MO-7400_PO 20091
Veranstaltung	
Signal processing - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-7400
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
see lecture
Zu erbringende Studienleistung
none
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Good knowledge in mathematics (complex numbers, trigonometry, calculus, linear algebra, circuit analysis, differential equations).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signale und Systeme	11LE50MO-BScMST-3023-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Rupitsch	
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Intelligente Netze Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180 Stunden (60 Stunden Präsenzstudium + 120 Stunden Selbststudium)
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
■ Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften ■ Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften ■ Differentialgleichungen

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Signale und Systeme	Vorlesung		6.0	2.0	180 Stunden
Signale und Systeme	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden sollen am Ende der Vorlesung in der Lage sein, Signale und Systeme mathematisch zu beschreiben, zu analysieren und zu manipulieren, um ein gewünschtes Verhalten zu erzeugen. Insbesondere werden die Studierenden lernen, ■ Deterministische zeitdiskrete Signale und Systeme zu beschreiben ■ Die mathematischen Grundlagen von Signalen und Systemen zu verstehen ■ Die Eigenschaften linearer Systeme zu untersuchen durch Anwendung verschiedener Signale

■ Zeitdiskrete Signale im Frequenzbereich darzustellen ■ Signale und Systeme im Frequenzbereich zu analysieren ■ Signale zu verändern und ungewünschte Informationen mit Filtern zu entfernen ■ Praktische Probleme nach systemtheoretischen Gesichtspunkten mit wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (ca. 120 Minuten)
Zu erbringende Studienleistung
Bearbeitung einer Programmieraufgabe. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Bewertungspunkte erreicht sind.
Geeignet für Studienphase
Hauptstudium B.Sc. SSE
Lehrmethoden
Vorlesung und Übung
Literatur
■ Fliege, N. und Bossert, M.: Signal- und Systemtheorie, Vieweg + Teubner Verlag ■ Puente Leon, F. und Jäkel, H.: Signale und Systeme, De Gruyter ■ Oppenheim, A.V. und Willsky A.S.: Signals and Systems
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018) Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs • B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik • B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018), Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signale und Systeme	11LE50MO-BScMST-3023-PO 2018
Veranstaltung	
Signale und Systeme	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3023
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Intelligente Netze Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Signale sind zentral in den meisten Anwendungsproblemen der Ingenieurwissenschaften. Sie enthalten Informationen über das physikalische Verhalten von Systemen, Systeme wiederum reagieren auf Signale und produzieren andere Signale. Die Vorlesung stellt Methoden zur Repräsentation und Manipulation von Signalen und ihren Effekten auf Systeme vor. Mathematisch fundiert soll insbesondere die Beschreibung deterministischer zeitdiskreter Signale und ihr Zusammenwirken mit linearen zeitinvarianten Systemen verstanden werden. Die Grundlagen des Frequenzbereich, der Z- und Fourier-Transformation werden vermittelt. Es wird gezeigt, wie Systemeigenschaften durch das Anregen des Systems mit unterschiedlichen Signalen untersucht werden können. Filtermethoden werden vorgestellt, um Signale auf gewünschte Informationen zu reduzieren. Abschliessend werden Techniken zur Identifikation von Systemen gezeigt, d.h. zur quantifizierten Untersuchung der Abhängigkeit von Ein- und Ausgangsgrößen. Inhalte: ■ Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale und Systeme ■ Fourier- und Z-Transformation ■ Charakterisierung von Signalen und Systemen im Frequenzbereich ■ Systemidentifikation ■ Filter und Filterdesign
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene

Literatur
■ Fliege, N. und Bossert, M.: Signal- und Systemtheorie, Vieweg + Teubner Verlag ■ Puente Leon, F. und Jäkel, H.: Signale und Systeme, De Gruyter ■ Oppenheim, A.V. und Willsky A.S.: Signals and Systems
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
■ Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften ■ Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften ■ Differentialgleichungen
Lehrmethoden
Vorlesung und Übung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Signale und Systeme	11LE50MO-BScMST-3023-PO 2018
Veranstaltung	
Signale und Systeme	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3023
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Intelligente Netze Institut für Mikrosystemtechnik Elektr. Messt. u. Eingebettete Sys.	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In den Übungen werden wichtige Konzepte der Vorlesung vertieft und mit praktischen Beispielen veranschaulicht. Dabei werden sowohl interaktiv Probleme gelöst, als auch in Gruppen oder individuell.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
s. Vorlesung
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
s. Vorlesung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control.
Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT. Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
State Space Control Systems	Vorlesung		6.0	3.0	180 hours
State Space Control Systems	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students understand the mathematical foundations of state space control systems and are able to design and use state space control systems in engineering applications.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (120 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
none
Bemerkung / Empfehlung
Work on the weekly exercise sheets and participation in the exercises is voluntary.

Verwendbarkeit des Moduls

As compulsory elective in

- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Circuits and Systems
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme
- M.Sc. Microsystems Engineering, Concentration area Circuits and Systems

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267-PO 2018
Veranstaltung	
State Space Control Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5267-
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	6
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Review of linear system theory in continuous time and ordinary differential equations; nonlinear and linear systems; discrete time and continuous time systems; eigenvalues and stability; Lyapunov functions; controllability, stabilizability, observability and detectability; control and observer normal form, Kalman normal form; pole placement, linear quadratic regulator (LQR); Luenberger observer, Kalman filter (KF); linear quadratic Gaussian (LQG) control and separation principle; disturbance modelling and offset free control; model predictive control (MPC); robustness; Extended and Unscented Kalman Filter (EKF/UKF); moving horizon estimation (MHE)
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
■ Karl J. Åström and Richard M. Murray, Feedback Systems, Princeton University Press, 2011 ■ Stengel, R. Optimal Control and Estimation, Dover Publications, 1994 ■ S. Skogestad, I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control. Analysis and Design. Chichester/ New York, 2006. ■ G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems, Pearson (ISBN-13: 978-0-13-601969-5) Rawlings, J. B., Mayne, D. Q., and Diehl, M. M. Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design, 2nd edition ed. Nob Hill, 2017.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control.
Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT.
Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267-PO 2018
Veranstaltung	
State Space Control Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5267
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	6
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
The weekly exercise sheets allows students to apply their acquired knowledge. During the voluntary weekly exercise sessions the content of both the lecture and the exercise sheets will be discussed in-depth and consolidated.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control. Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT. Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Thermodynamik	11LE50MO-BScMST-3015-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hans-Martin Henning	
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Solare Energiesysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Nachhaltige Technische Systeme	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180 h (52 Stunden Präsenzstudium + 128 Stunden Selbststudium)
Präsenzstudium	52h
Selbststudium	128h
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Festkörperphysik, Mathematik I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathematik II für Studierende der Ingenieurwissenschaften

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Technische Thermodynamik	Vorlesung		6.0	2.0	180h
Technische Thermodynamik	Übung			2.0	s. Vorlesung

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden entwickeln Verständnis für das Verhalten thermodynamischer Systeme und können dieses Verständnis im wissenschaftlichen Kontext auf technische Prozesse anwenden. Sie lernen die wichtigsten thermodynamischen Zustands- und Prozessgrößen kennen und können mit Hilfe wissenschaftlicher Arbeitsweisen Energie- und Massenbilanzen erstellen. Dafür verstehen die Studierenden die Verknüpfung der verschiedenen Energieformen entsprechend dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik und die Grenzen der idealen und realen Energiewandlung entsprechend dem 2. Hauptsatz. Sie können den Zustand idealer Gase und realer Stoffe beschreiben und berechnen; insbesondere die Gesetzmäßigkeiten feuchter Luft. Sie lernen die wichtigsten rechts- und linkslaufenden

Kreisprozesse mit und ohne Phasenänderung kennen und können sie den jeweiligen Anwendungen (Wärme-
kraftmaschinen, Kältemaschinen) zuordnen. Sie können die energetischen und exergetischen Wirkungs-
grade dieser Kreisprozesse herleiten und mit Hilfe der in der Thermodynamik verbreiteten Diagramme
erläutern. Die Studierenden lernen die Grundlagen von Verbrennungsprozessen und können sie auf die
Beschreibung von thermodynamischen Systemen anwenden. Des Weiteren verstehen die Studierenden die
fundamentalen Konzepte des Wärmetransports und können Wärmeübergänge berechnen.
Diese thermodynamischen Grundlagen ermöglichen es, technische Systeme hinsichtlich Aspekte der Nach-
haltigkeit (Energieeffizienz, CO₂-Emissionen, Ressourcenschonung etc.) zu bewerten und zu optimieren.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten.

Zu erbringende Studienleistung

Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese
werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Ein Übungsblatt gilt als bestanden, wenn 50% der Punkte
erreicht wurden. Die Studienleistung ist bestanden, wenn 80% der Übungsblätter bestanden sind.

Geeignet für Studienphase

Hauptstudium B.Sc. SSE

Lehrmethoden

Vorlesung und Übung

Literatur

- Baehr, H. D., Kabelac, S.: Thermodynamik – Grundlagen und Technische Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, 16. Auflage, 2016
- Cerbe, G., Wilhems, G.: Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwen-
dungen. Carl Hanser Verlag, München, 18. Auflage, 2017
- Cerbe, G., Wilhems, G.: Übungsaufgaben Technische Thermodynamik. Carl Hanser Verlag, München, 6.
Auflage, 2017
- VDI-Wärmeatlas, Springer-Verlag, Berlin, 11. Auflage, 2013

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik
- B.Sc. in Mikrosystemtechnik (PO 2018)
- B.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Thermodynamik	11LE50MO-BScMST-3015-PO 2018
Veranstaltung	
Technische Thermodynamik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE68V-BScSSE-3015
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Solare Energiesysteme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180h
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
• Systemdefinition mit Zustandsgrößen Druck, Temperatur, Volumen, Dichte • Prozessgrößen Innere Energie, Arbeit und Wärme • Hauptsatz: offene und geschlossene Systeme, Enthalpie, Energiebilanz • Hauptsatz: Entropie, Exergie und Anergie, Exergiebilanz • Ideale Gase: Zustandsgleichung und Zustandsänderungen • Reale Stoffe: Zustandsdiagramme mehrphasiger Systeme, Wasserdampf und feuchte Luft • Kreisprozesse: Gasturbinen-Anlagen, Verbrennungsmotoren, Prozesse mit Phasenänderung, Carnot-Prozess, linkslaufende Kreisprozesse • Feuchte Luft: Zustandsgrößen, Zustandsänderungen, hx-Diagramm • Verbrennung: Zusammensetzung fester und flüssiger Brennstoffe, Stöchiometrie • Wärmetransport: Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung • Wärmeübergang zwischen Festkörper und Fluid, Wärmedurchgang
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
• Baehr, H. D., Kabelac, S.: Thermodynamik – Grundlagen und Technische Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, 16. Auflage, 2016 • Cerbe, G., Wilhems, G.: Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen. Carl Hanser Verlag, München, 18. Auflage, 2017 • Cerbe, G., Wilhems, G.: Übungsaufgaben Technische Thermodynamik. Carl Hanser Verlag, München, 6. Auflage, 2017 • VDI-Wärmeatlas, Springer-Verlag, Berlin, 11. Auflage, 2013

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Festkörperphysik, Mathe I für Studierende der Informatik und der Ingenieurwissenschaften, Mathe II für Studierende der Ingenieurwissenschaften
Lehrmethoden
Vorlesung und Übung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Thermodynamik	11LE50MO-BScMST-3015-PO 2018
Veranstaltung	
Technische Thermodynamik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE68Ü-BScSSE-3015
Veranstalter	
Inst. f. Nachh. Technische Systeme Solare Energiesysteme	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	s. Vorlesung
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
• Wissenschaftliche Bestimmung thermodynamischer Stoffwerte von Fluiden mit Hilfe von Tabellen, Diagrammen und Stoffwert-Bibliotheken • Bilanzierung realer Systeme der Energietechnik bezüglich Masse, Energie, Entropie und Exergie • Anwendung des 1. Hauptsatzes auf die Bilanzierung eines Wärmeübertragers • Anwendung des 2. Hauptsatzes auf reale Verbrennungsprozesse • Berechnung realer und idealer Kreisprozessen am Beispiel von Dampfturbinen und Wärmepumpen • Berechnung von Wärmeübertragung durch Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung am Beispiel von in der Thermischen Energietechnik verwendeten Bauteilen. • Berechnung von Wärmeübergang und Wärmedurchgang an Beispielen aus der Gebäude-Energietechnik • Anwendung der thermodynamischen Grundlagen für den Vergleich zwischen konventionellen und erneuerbaren Energiesystemen. Die Übung reflektiert die Inhalte der Vorlesung und kann sie ggf. um weitere Aspekte ergänzen. Die Lernziele des Moduls werden in der Vorlesung und der Übung vermittelt, daher ist die Teilnahme an der Übung erforderlich.
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
s. Moduldetails
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
siehe Modulebene
Literatur
s. Vorlesung
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
s. Vorlesung
Lehrmethoden
Vorlesung und Übung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Informatik	11LE50MO-BScMST-1005-PO 2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere Prof. Dr. Christoph Scholl	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Technische Informatik	Vorlesung		6.0	3.0	180 Stunden
Technische Informatik	Übung			1.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden haben ein grundsätzliches Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnern. Sie beherrschen Methoden zur Modellierung, Synthese und Optimierung digitaler Systeme. Die Studierenden kennen die Funktionsweise von Rechnerarithmetik, Speicherelementen und Bussystemen. Sie sind in der Lage einen kleinen Rechner anhand von einzelnen Komponenten selbst zu entwerfen sowie maschinennahe Programme zu entwerfen und zu analysieren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)

Zu erbringende Studienleistung
Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind und mindestens eine Übung in der Übungsgruppe vorge-rechnet wurde. Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung gemäß §13 (2) der Rahmenprüfungsordnung Bachelor of Science/Master of Science.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studienrede des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtech-nik Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Informatik	11LE50MO-BScMST-1005-PO 2018
Veranstaltung	
Technische Informatik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-BScINFO-1005
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
In der Vorlesung wird der Aufbau und Entwurf von Rechnern von der Gatterebene bis zur Anwendungsebene behandelt. Nach einem einführenden Überblick über die Arbeitsweise von Rechnern (Rechner im Überblick, Modellierung, CPU, Speicher, Zusammenspiel, Zeichendarstellung, Zahldarstellung) liegt ein Schwerpunkt der Veranstaltung auf der Vermittlung der notwendigen Grundlagen zum Schaltkreisentwurf. Dazu gehören Boolesche Funktionen und Methoden ihrer Beschreibung, wie Entscheidungsdiagramme, Boolesche Ausdrücke, Schaltkreise. Elementare Methoden der Logiksynthese (z.B. Verfahren von Quine-McCluskey) werden eingeführt und erprobt. In einem weiteren Teil des Moduls widmen sich die Studierenden der Rechnerarithmetik. Ausgehend von verschiedenen Zahlendarstellungen werden arithmetische Schaltungen entworfen und deren Komplexität abgeschätzt. Darüber hinaus werden Tristate-Treiber, speichernde Elemente und Busse eingeführt. Die Studierenden nutzen die erworbenen Kenntnisse zu Entwurf und Analyse eines kleinen Rechners (ausgehend von einzelnen Komponenten).
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
- Becker, Bernd and Drechsler, Rolf and Molitor, Paul, „Technische Informatik - Eine Einführung“, Pearson-Studium ISBN 3-8273-7092-2 - Tanenbaum, Andrew S, "Structured computer organization", Prentice Hall, 1990, ISBN 0-13-854662-2, Frei91: CC/0.0/6a - Hennessy, John L. and Patterson, David A., "Computer organization and design: the hardware software interface", Morgan Kaufmann, 1998, ISBN 1-55860-428-6, 1-55860-X, Frei91: CB/6.3/10a - Keller, Jörg and Paul, Wolfgang J., "Hardware-Design: formaler Entwurf digitaler Schaltungen", Teubner, 1997, ISBN 3-8154-20652, Frei91: CB/6.3/8

- Hotz, Günter, "Einführung in die Informatik", Teubner, 1990, ISBN 3-519-02246-X, Frei 34: I 300 Physik),
Frei49: PI/2/6 (luG), Frei 129:Math K 10: 38 (PH)

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Technische Informatik	11LE50MO-BScMST-1005-PO 2018
Veranstaltung	
Technische Informatik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-BScINFO-1005
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1.0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Es gibt bepunktete Übungsblätter mit mehreren Aufgaben, die wöchentlich auf der Webseite der Vorlesung und in einem Übungsportal zugänglich gemacht werden. Die Übungsblätter sind von den Teilnehmern der Veranstaltung in Einer- oder Zweiergruppen zu bearbeiten und müssen in digitaler Form (entweder PDF(Portable Document Format) oder PS (Postscript)) bis zu dem auf dem Übungsblatt angegebenen Termin über das Übungsportal abgegeben worden sein; die Rückgabe der korrigierten Abgaben erfolgt ebenfalls über das Übungsportal. Die Besprechung der Übungsblätter findet in den jeweiligen Übungsgruppen statt.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wellenoptik / Wave Optics	11LE50MO-5221_PO 20091
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Alexander Rohrbach	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät Institut für Mikrosystemtechnik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Wave Optics	Vorlesung		6.0	3.0	180 hours
Wave Optics	Übung			2.0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students understand how light interacts with small structures and how optical systems guide light. They know Maxwell's equations and the description of light as photon or wave, depending on the given problem. Furthermore, they understand the close connection between spatial and temporal coherence, interference and holography. The students also know the concepts of linear and non-linear light scattering, as well as the most important plasmonic effects. In total, the students know how to shape light in three dimensions and how optical problems that arise in research and development are solved.
Zu erbringende Prüfungsleistung
For 6 or less students oral exam (40 min.), for 7 or more students written exam (120 min.)
Zu erbringende Studienleistung
The course work is considered successfully passed when the student has submitted 60% of the exercises and demonstrated the solution of two assignments during the exercise sessions.

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021), concentration area Photonics
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Photonik
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (PO 2021), in Microsystems Engineering Concentrations Area Photonics



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wellenoptik / Wave Optics	11LE50MO-5221_PO 20091
Veranstaltung	
Wave Optics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5221
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	65 hours
Selbststudium	115 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3.0
Mögliche Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
--- in English --- We do not really know what light is, although the concepts to describe light as waves or as particles usually work well. It is a nontrivial task to explain the colorful intensity distributions we see every day, i.e. the interactions of light with matter. Controlling light on the macroscale and the nanoscale is the key for generating impact in research, development and industry. However, this requires a thorough understanding of wave optics and its powerful theoretical instrument, the description by Fourier transforms. This english lecture is accompanied by many live experiments and by weekly tutorials, where exercises are discussed that students have to calculate from one week to the next. The new lecture is a fusion of the two former lectures "Moderne Optik I & II" and is now organized in 6 chapters. 1. Introduction Some motivation, literature and a bit of history 2. From Electromagnetic Theory to Optics What is light ? Which illustrative pictures do the Maxwell equations provide? If matter, dielectric and metallic, consists of coupled, damped springs (harmonic oscillators), how does matter depend on the frequency of light ? What do the wave equation and the Helmholtz equation express and how can one handle waves in position space and frequency space. 3. Fourier-Optics How does a wave transforms position information into directional information ? Why can this be well described by Fourier transformations in 1D, 2D and 3D ? What has this to do with linear optical system theory including spatial frequency filters and the sampling theorem? 4. Wave-optical Light Propagation and Diffraction Different methods are introduced of how to describe the propagation of ways in position space and frequency space. We do the direct transfer from propagation to diffraction of light and momentum space. We

treat evanescent waves, thin diffracted objects, the propagation of light in inhomogeneous media and the diffraction at gratings. This allows to discuss important active elements such as acousto-optic and spatial light modulators. We end with adaptive optics and phase conjugation.

5. Interference, Coherence and Holography

We learn how a composition of k-vectors define the phases of interfering waves and the resulting stripe patterns. The relative phases of each partial wave in space and time change the interference significantly and define the coherence of light - these concepts will be discussed in detail. We learn how to write and read phase information in holography.

6. Light Scattering and Plasmonics

The interaction of light with matter is based on particle scattering: we discuss the theoretical concepts of light scattering on the background of Fourier theory. We expend these approaches to photon diffusion, nonlinear optics, fluorescence and Raman scattering or scattering at semiconductor quantum dots - which are all hot topics in modern Photonics. A big emphasis is put on the description of surface plasmons and particle plasmons, where light can be extremely confined.

1. Introduction. 6

1.1. Motivation. 6

1.2. Literature. 6

1.3. Historical abstract. 7

2. From Electromagnetic Theory to Optics. 9

2.1. What is Light?. 9

2.2. The Maxwell equations. 12

2.3. The change of Light in Matter. 14

2.3.1. The Material Equations. 14

2.3.2. Dispersion. 16

2.3.3. Metal Optics. 19

2.4. Wave equation and Helmholtz equation. 20

2.4.1. Wave equation. 20

2.4.2. Phase and group velocity. 21

2.4.3. Helmholtz equation and wave vector. 22

2.4.4. Eikonal and Fermat's Principle. 23

2.4.5. Damped waves. 24

2.4.6. Wave equation in conducting materials – Telegrapher's equation. 24

2.5. Wave functions in space and frequency domain. 26

2.5.1. Representation of a plane wave in real space: 27

2.5.2. Representation in k-space. 27

3. Fourier Optics. 29

3.1. Fourier introduction. 29

3.1.1.	Fourier-Series Decomposition.	31
3.1.2.	Basics of Fourier transformations.	33
3.1.3.	Fourier properties and theorems.	34
3.1.4.	The Delta function $\delta(x)$.	35
3.1.5.	Examples for Fourier transformation pairs.	36
3.1.6.	Two-dimensional Fourier-Transformation.	38
3.1.7.	Fourier transform of a circular aperture.	39
3.2.	Linear optical systems.	45
3.2.1.	The amplitude transfer function: Ewald spherical cap.	47
3.2.2.	Lateral and axial widths of the point-spread function.	48
3.2.3.	The optical transfer function as frequency filter.	49
3.3.	Spatial frequency filtering.	51
3.4.	The sampling theorem..	53
3.5.	The discrete Fourier transform (DFT).	56
4.	Wave optical light propagation and diffraction.	57
4.1.	Paraxial light propagation by Gaussian beams.	57
4.1.1.	The concept of Gaussian beams.	58
4.1.2.	Transport of intensity.	61
4.2.	Wave propagation and diffraction.	61
4.2.1.	Light propagation in frequency space.	61
4.2.2.	Diffraction theory in space domain	70
4.3.	Waves at interfaces.	72
4.4.	Evanescent waves.	73
4.4.1.	Basics of evanescent waves.	73
4.4.2.	Surface Plasmon Resonance, SPR.	77
4.5.	Diffraction at thin amplitude and phase objects.	78
4.5.1.	The Kirchhoff approximation.	78
4.5.2.	Transform of a wavefront.	81
4.6.	Light propagation in inhomogeneous media.	82
4.7.	Diffraction at gratings.	83
4.8.	Acousto-optics.	87
4.9.	Spatial light modulators.	89

4.9.1. Functioning of spatial light modulators (SLM).	89
4.9.2. Fraunhofer diffraction behind the SLM...	90
4.9.3. The problem of discretization.	93
4.9.4. Digital mirror device (DMD) as phase and amplitude modulator.	96
4.9.5. How to generate a desired intensity in Fourier space.	97
4.10. Adaptive optics and phase conjugation.	98
4.10.1. Adaptive optics principles.	98
4.10.2. Optical phase conjugation.	99
5. Interference, Coherence and Holography.	100
5.1. Basics of interference.	100
5.2. Two-beam interferometry.	101
5.2.1. Interference intensity and phase.	102
5.2.2. Phase reconstruction.	103
5.2.3. Types of interferometers.	105
5.3. Basics of coherence theory.	106
5.3.1. General considerations.	106
5.3.2. The van Cittert - Zernike Theorem..	110
5.3.3. Temporal coherence and white light interferometry.	112
5.3.4. Applications.	114
5.4. Principles of Holography.	116
6. Light Scattering and Plasmonics.	118
6.1 Basics of light scattering.	118
6.2 Scattering matrix and polar plots.	121
6.3 Fluorescence excitation und emission.	122
6.4 Plasmons.	123
6.4.1. The Drude Sommerfeld (DS) model	123
6.4.2. Surface plasmons <> .	124
7. Nonlinear Optics.	131
7.1. Nonlinear polarization.	131
7.1.1. Second Harmonic Generation.	132
7.1.2. Frequency mixing.	134
7.1.3. Parametric Down Conversion (PDC).	135

7.1.4. Two-photon fluorescence microscopy. 137

7.1.5. Focusing of pulsed light. 138

8. Appendix. 139

8.1. Imaging through lenses. 139

8.2. Das Fabry-Pérot-Etalon. 141

8.3. Signal and Noise. 142

8.4. Calculation of dipole near-fields. 146

8.5. Reduction of fringe contrast. 147

--- in Deutsch ---

Wir wissen nicht wirklich was Licht ist, obwohl die physikalischen Konzepte um Licht als Welle oder als Partikel zu beschreiben, sehr effizient funktionieren. Oft sind jedoch die quantitativen Beschreibungen von farbenvollen Intensitätsverteilungen, die wir alltäglich sehen können, recht kompliziert zu erfassen. Hierbei ist die Kontrolle von Licht, auf makroskopischer und nanoskaliger Ebene der Schlüssel zu eindrucksvollen Ergebnissen und Entdeckungen, die sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie erzielt werden. In der Vorlesung „Wellenoptik“ werden wir theoretische Werkzeuge, wie beispielsweise die Fourier-Transformation, detailliert besprechen und auf diese Weise Schritt für Schritt ein tiefgründiges Verständnis der Wellenoptik erarbeiten. Die Vorlesung wird begleitet von vielen Experimenten und Übungen welche den Vorlesungsstoff vertiefen und in wöchentlichen Tutoraten besprochen werden.

1. Einleitung

Motivation, weiterführende Literatur und eine kleine Historie.

2. Von der elektromagnetischen Theorie zur Optik

Was ist Licht? Welches illustrative Bild zeichnen die Maxwell Gleichungen? Wenn dielektrische und metallische Materie als gedämpfte Federn beschrieben werden kann, wie ist der Zusammenhang zwischen Material und der Wellenlänge des einfallenden Lichts? Was sagen die Wellengleichung und die Helmholtz Gleichung aus? Wie können Wellen im Orts- und im Frequenzraum beschrieben werden?

3. Fourier-Optik

Wie verändert eine Welle eine Positionsinformation in eine Richtungsinformation? Was ist die Beziehung zur Fourier-Transformationen in 1D, 2D und 3D? Wie steht dies im Zusammenhang mit linearer optischer Systemtheorie, Raumfiltern und dem Abtasttheorem?

4. Wellenoptik, Lichtausbreitung und Beugung

Verschiedene Methoden werden vorgestellt wie die Lichtausbreitung im Orts- und im Frequenzraum beschrieben werden können. Wir stellen den direkten Transfer zwischen Lichtausbreitung und Beugung von Licht her. Wir behandeln evaneszente Wellen, dünne beugende Objekte, die Lichtausbreitung in inhomogenen Medien als auch die Impulserhaltung an optischen Gittern. Dies ermöglicht uns wichtige aktive optische Elemente wie zum Beispiel akusto-optische Modulatoren und SLMs zu diskutieren. Dieses Kapitel endet mit den Themen, adaptive Optik und Phasenkonjugation.

5. Interferenz, Kohärent und Holographie

Wir lernen wie die Komposition von k -Vektoren die Phase interferierender Wellen und die daraus resultierenden Streifenmuster definieren. Die relative Phase einer jeden Teilwelle in Raum und Zeit verändern hierbei die Interferenz signifikant und definieren die Kohärenz des Lichts; Diese Konzepte werden detailliert diskutiert. Wir lernen wie Phaseninformation mittels Holographie gelesen und geschrieben werden kann.

6. Lichtstreuung und Plasmonik

Die Interaktion von Licht mit Materie basiert auf der Partikel-Streuung: Wie diskutieren die theoretischen Konzepte der Lichtstreuung im Bezug auf die Fourier-Theorie. Wir erweitern diese Herangehensweise zur Photonendiffusion, nichtlinearer Optik, Fluoreszenz und Raman Streuung als auch Streuung an Halbleitern – alles brandaktuelle Themen in der modernen Photonik. Ein großer Schwerpunkt wird hierbei auf die Beschreibung von Oberflächenplasmonen und Partikelplasmonen gelegt. Hier kann Licht räumlich, extrem beschränkt werden.

1. Einleitung
 - 1.1. Motivation
 - 1.2. Literatur
 - 1.3. Etwas Historie
2. Von der elektromagnetischen Theorie zur Optik
 - 2.1. Was ist Licht?
 - 2.2. Die Maxwell-Gleichungen
 - 2.3. Die Veränderung von Licht in Materie
 - 2.4. Wellengleichung & Helmholtzgleichung
 - 2.5. Wellen im Orts- und Frequenzraum
3. Fourier-Optik
 - 3.1. Einleitung
 - 3.2. Die Fourier-Transformation
 - 3.3. Linear-optische Systeme
 - 3.4. Raumfilter
 - 3.5. Das Sampling Theorem
4. Wellenoptische Lichtausbreitung und Beugung
 - 4.1. Paraxiale Lichtausbreitung und Gauss-Strahlen
 - 4.2. Wellenausbreitung und Beugung
 - 4.3. Evaneszente Wellen
 - 4.4. Beugung an dünnen Phasen- und Amplitudenobjekten
 - 4.5. Lichtausbreitung in inhomogenen Medien
 - 4.6. Beugung an gittern
 - 4.7. Acousto-Optik
 - 4.8. Spatiale Lichtmodulatoren
 - 4.9. Adaptive Optik und Phasenkonjugation
5. Interferenz, Kohärenz und Holographie
 - 5.1. Grundlagen
 - 5.2. Interferometrie
 - 5.3. Grundlagen der Kohärenz-Theorie
 - 5.4. Prinzipien der Holographie
6. Lichtstreuung und Plasmonik
 - 5.5. Streuung von Licht an Partikeln
 - 5.6. Photonen Diffusion
 - 5.7. Grundlagen nichtlinearer Optik
 - 5.8. Fluoreszenz und Raman-Streuung
 - 5.9. Fluoreszierende Quantum-Dots
 - 5.10. Oberflächenplasmone and Partikelplasmone

Zu erbringende Prüfungsleistung

see module details

Zu erbringende Studienleistung

see module details

Literatur

Lecture notes with defined voids (white boxes) will be provided.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wellenoptik / Wave Optics	11LE50MO-5221_PO 20091
Veranstaltung	
Wave Optics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5221
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Bio- und Nano-Photonik	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2.0
Mögliche Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
During the exercise sessions the content of the lecture will be discussed in-depth and consolidated. In particular, students will be taught to transfer the acquired knowledge. The weekly exercise sheets have to be solved within a week and during the exercise sessions students will take turns in demonstrating their solutions on the blackboard, or - in the case of difficult assignments - the solution will be demonstrated by the tutor.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt Mikrosystemtechnik	11LE50MO-BScMST-4020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Bastian Rapp	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Mögliche Fachsemester	6
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Studienprojekt Mikrosystemtechnik Veranstaltungsgruppe	Veranstaltung		6.0		180 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden erhalten durch aktive Mitarbeit einen Einblick in den Forschungsbetrieb einer Professur oder Arbeitsgruppe und werden durch ihre Projektarbeit dort eingebunden. Sie lernen, komplexe Aufgaben aus einem selbst ausgewählten Schwerpunktgebiet aus einem Teilgebiet der Mikrosystemtechnik unter gegebenen technischen Randbedingungen zu bearbeiten, entsprechende Systeme zu entwickeln und konstruktiv im Team mitzuarbeiten. Nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer kann dabei der Fokus entweder verstärkt auf Grundlagenforschung oder auf bestimmte Aspekte der Anwendungsentwicklung gelegt werden. Die Studierenden bauen ihre Fähigkeit aus, sich in neue Problemstellungen eigenständig einzuarbeiten. Sie lernen, mit modernen Entwicklungsumgebungen zu arbeiten und die allgemein akzeptierten Qualitätsstandards einzuhalten. Bei Dokumentation der Ergebnisse orientieren sich die Studierenden an den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Abhängig vom gewählten Projekt kann die Prüfungsleistung aus einer a) Hausarbeit oder Versuchsprotokollen (Notenberechnung hierbei: gewichtetes arithm. Mittel der einzelnen Protokoll-Bewertungen) oder b) der Erstellung und Vorführung einer Software oder eines Demonstrators bestehen.

Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt Mikrosystemtechnik	11LE50MO-BScMST-4020
Veranstaltungsgruppe	
Studienprojekt Mikrosystemtechnik Veranstaltungsgruppe	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE50VG-BScMST-4020

ECTS-Punkte	6.0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Selbststudium	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	6
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	

Inhalte
Schwerpunktmäßig mehr anwendungsorientierte oder theoriebasierte Projektarbeit zu einem speziellen Thema aus einem Teilgebiet der Mikrosystemtechnik.
Zu erbringende Prüfungsleistung
siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Literatur
Wird (abhängig vom gewählten Projektthema) zu Beginn von der Betreuerin/vom Betreuer bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Berufsfeldorientierte Kompetenzen des ZfS	11LE50KT-9991-K3
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Im Bereich externe berufsfeldorientierte Kompetenzen sind Lehrveranstaltungen der Kompetenzfelder Management, Kommunikation, Medien und EDV am Zentrum für Schlüsselqualifikationen (ZfS) oder des Kompetenzfeldes Fremdsprachen am Sprachlehrinstitut der Philologischen Fakultät (SLI) beziehungsweise an den Seminaren und Instituten der Philologischen und der Philosophischen Fakultät (Kurse für Hörer/ Hörerinnen aller Fakultäten) mit einem Leistungsumfang von insgesamt 8 ECTS-Punkten zu absolvieren.

↑

Epilog

EDITORIAL

Dritte Ausgabe, Stand 31.03.2024

Editor:

Studiengangkoordinatorin *Mikrosystemtechnik*

Svenja Andresen

Bitte Fehler melden an studiengangkoordination.mst@imtek.uni-freiburg.de

Herausgeber:

Studiendekan Mikrosystemtechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Bastian E. Rapp

Technische Fakultät

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik

Georges-Koehler-Allee 103

79110 Freiburg Germany

www.imtek.uni-freiburg.de

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Fahnenbergplatz

79085 Freiburg

www.uni-freiburg.de