



Nr. 1461

TU Verteiler 3

Aushang

*Herausgegeben von der
Präsidentin der
Technische Universität
Braunschweig*

*Redaktion:
Geschäftsbereich 1
Universitätsplatz 2
38106 Braunschweig
Tel. +49 (0) 531 391-4338
Fax +49 (0) 531 391-4340*

Datum: 11.11.2022

Neufassung der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang „Computational Sciences in Engineering“ (CSE) der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät, der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, der Fakultät für Maschinenbau und der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik der Technischen Universität Braunschweig

Hiermit wird die durch die von der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät, der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, der Fakultät für Maschinenbau und der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik mit der Wahrnehmung der Fakultätsaufgaben betraute Gemeinsamen Kommission am 24.10.2022 beschlossene und vom Präsidium der Technischen Universität Braunschweig am 09.11.2022 genehmigte Prüfungsordnung für den Studiengang „Computational Sciences in Engineering“ (CSE) mit dem Abschluss Master of Science hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Die Ordnung tritt am Tag nach der hochschulöffentlichen Bekanntmachung in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung (HÖB Nr. 1276 vom 22.11.2019) außer Kraft.

Weitere Übergangsvorschriften entnehmen Sie bitte der anhängenden Ordnung § 8 Abs. 2.

**Prüfungsordnung für den Studiengang "Computational Sciences in Engineering" (CSE) der
Technischen Universität Braunschweig mit dem Abschluss "Master of Science"**

Hiermit wird die durch die von der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät, der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, der Fakultät für Maschinenbau und der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik mit der Wahrnehmung der Fakultätsaufgaben betraute Gemeinsame Kommission am 24.10.2022 beschlossene und vom Präsidium am 09.11.2022 genehmigte Prüfungsordnung für den Studiengang "Computational Sciences in Engineering" (CSE) mit dem Abschluss "Master of Science" hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Die Ordnung tritt am Tage nach der hochschulöffentlichen Bekanntmachung in Kraft.

Prüfungsordnung für den Studiengang Computational Sciences in Engineering der Technischen Universität Braunschweig mit dem Abschluss "Master of Science"

Die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Computational Sciences in Engineering setzt sich zusammen aus einem "Allgemeinen Teil" und einem "Besonderen Teil". Der Allgemeine Teil, TU-Verkündigungsblatt Nr. 1209 vom 23.03.2018 sowie die Änderungsordnung, TU-Verkündigungsblatt 1251 vom 25.04.2019, enthalten die für alle Bachelor-, Master-, Diplom- und Magisterstudiengänge an der Technischen Universität Braunschweig geltenden Regelungen. Entsprechend § 1 Abs. 2 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung (APO) hat die von der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, der Fakultät Maschinenbau, der Fakultät Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik und der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät mit der Wahrnehmung der Aufgaben der Fakultätsräte für den gemeinsamen Studiengang M.Sc. Computational Sciences in Engineering (CSE) betraute Gemeinsame Kommission am 24.10.2022 den Besonderen Teil der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Computational Sciences in Engineering mit dem Abschluss "Master of Science" beschlossen.

§ 1 Hochschulgrad und Zeugnisse

- (1) Nach bestandener Masterprüfung verleiht die Technische Universität Braunschweig den Hochschulgrad "Master of Science" (abgekürzt: "M.Sc.") und den Titel einer Ingenieurin bzw. eines Ingenieurs im Fach Computational Sciences in Engineering. Darüber stellt die Hochschule ein Zeugnis sowie eine Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses aus.
- (2) Nach § 17 Abs. 1 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung wird eine Urkunde und ein Zeugnis mit Diploma Supplement (siehe Anlagen 1 bis 3) in deutscher und englischer Sprache ausgestellt.
- (3) Im Zeugnis werden neben der Gesamtnote die Noten der einzelnen Module mit ihren Leistungspunkten aufgelistet.
- (4) Bei einer Gesamtnote bis einschließlich 1,3 wird das Prädikat "mit Auszeichnung bestanden" verliehen.
- (5) Urkunde und Zeugnis werden von der Fakultät ausgestellt, die die nach § 2 Abs. 3 zu wählende Studienrichtung vertritt.

§ 2 Regelstudienzeit und Gliederung des Studiums

- (1) Die Studienzeit, in der das Studium abgeschlossen werden kann, beträgt einschließlich derAnfertigungszeit für die Masterarbeit vier Semester (Regelstudienzeit).
- (2) Das Studium des konsekutiven Masterstudiengangs CSE besteht aus dem Grundlagenbereich, in dem für das wissenschaftlich ausgerichtete Masterstudium vertiefende ingenieurwissenschaftliche, mathematische und informationstechnische Kenntnisse erworben werden. Der Aufbaubereich vermittelt fachlich-methodische Kenntnisse im Bereich der rechnergestützten Ingenieurwissenschaften sowie der Angewandten Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens. Im Spezialisierungsstudium werden in der von dem/der Studierenden festzulegenden Studienrichtung vertiefende Kenntnisse und Fähigkeiten in Spezialgebieten erworben und in einem Spezialisierungsprojekt angefertigt. Der/die Studierende stellt das Spezialisierungsprojekt in einem Vortrag vor, der mit 10 % in die Bewertung der Arbeit eingeht. In der sechsmonatigen Masterarbeit zeigt der/die Studierende, dass er/sie innerhalb der vorgegebenen Frist ein komplexes, forschungsbasiertes Fachthema hohen Schwierigkeitsgrades mit wissenschaftlichen Methoden selbstständig bearbeiten und prägnant schriftlich darstellen kann. Die

Masterarbeit ist in einem Vortrag zu präsentieren, der mit 10 % in die Bewertung der Arbeit eingeht.

- (3) Bis zum Ende des zweiten Semesters ist als Studienrichtung entweder a) Bauingenieurwesen (CSE-CE), b) Maschinenbau (CSE-ME), c) Elektrotechnik (CSE-EE) oder d) Computational Mathematics (CSE-CM) zu wählen und dem Prüfungsausschuss mitzuteilen. Die gewählte Studienrichtung ist aktenkundig zu machen.
- (4) Zum erfolgreichen Studium müssen insgesamt 120 Leistungspunkte wie folgt nachgewiesen werden (siehe Anlage 4):
 - a) 30 Leistungspunkte aus den Modulen des Grundlagenbereichs (Basic Core Courses, BCC) mit den Fachblöcken "Grundlagen der Natur- und Ingenieurwissenschaften/Foundations of Natural and Engineering Sciences" (12 Leistungspunkte) und "Grundlagen in Mathematik und rechnergestützten Wissenschaften/Foundations of Mathematics and Computational Sciences" (18 Leistungspunkte),
 - b) 25 Leistungspunkte aus den Modulen des Aufbaubereichs (Elective Core Courses, ECC) mit den Fachblöcken "Rechnergestützte Methoden in den Ingenieurwissenschaften/Computational Methods in Engineering Sciences" (10 Leistungspunkte) und "Angewandte Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen/Applied Mathematics and Scientific Computing" (15 Leistungspunkte),
 - c) 35 Leistungspunkte aus den studienrichtungsbezogenen Modulen des Spezialisierungsbereichs (In Depth Courses, IDC) mit den Fachblöcken "Spezialisierungskurse/Specialization Courses" und "Spezialisierungsprojekt/Specialization Project",
 - d) 30 Leistungspunkte für die Anfertigung der Masterarbeit.
- (5) Module des Grundlagenbereichs (Basic Core Courses, BCC) können nicht im Aufbaubereich (Elective Core Courses, ECC) eingebracht werden.
- (6) In den Wahl- und Wahlpflichtbereich können nur Module eingebracht werden, die mit einer benoteten Prüfungsleistung abschließen. Ausgenommen ist der Pflichtkurs „Introduction to Computational Engineering (ICE)“.
- (7) Pflichtmodule sind im Studienplan als solche gekennzeichnet.
- (8) Studierende können beim Prüfungsausschuss beantragen, dass sie Wahlpflichtfächer im Umfang von bis zu insgesamt 10 Leistungspunkten "nach eigener Wahl" einbringen können. Der Antrag an den Prüfungsausschuss muss fachlich begründet sein und vom Antragsteller / von der Antragstellerin und vom Mentor / von der Mentorin eingereicht werden.
- (9) Für den Spezialisierungsbereich können Module gewählt werden, wenn ihre Belegung vom betreuenden Mentor/von der betreuenden Mentorin befürwortet wird. Module aus dem ECC- Bereich können im Spezialisierungsbereich eingebracht werden, wenn sie nicht für den ECC- Bereich angerechnet werden sollen.
- (10) Der erfolgreiche Abschluss eines Moduls setzt voraus, dass der/die Studierende die zu dem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen erfolgreich abgeschlossen hat, indem er/ sie die entsprechenden Prüfungs- und Studienleistungen erbracht hat.

§ 3 Prüfungsausschuss

- (1) Für die Organisation der Prüfungen und zur Wahrnehmung der durch diesen Besonderen Teil der Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben wird aus Mitgliedern der am Studiengang beteiligten Fakultäten ein Prüfungsausschuss gebildet. Ihm gehören sieben Mitglieder an und zwar vier Mitglieder, die die ProfessorInnengruppe vertreten, zwei Mitglieder, die die Mitarbeitendengruppe vertreten und hauptamtlich oder hauptberuflich in der Lehre tätig sind, sowie ein Mitglied der Studierendengruppe. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses sowie deren ständige Vertretungen werden von der Gemeinsamen Kommission bestimmt. Der von den Mitgliedern des Prüfungsausschusses zu wählende Vorsitz und die Stellvertretung müssen von Professorinnen oder Professoren ausgeübt werden.
- (2) Der Prüfungsausschuss stellt die Durchführung der Prüfungen sicher. Er achtet darauf, dass die Bestimmungen des Niedersächsischen Hochschulgesetzes (NHG) und dieser Prüfungsordnung eingehalten werden. Er berichtet regelmäßig der Gemeinsamen Kommission über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten sowie über die Notenverteilung. Der Prüfungsausschuss oder die von ihm beauftragte Stelle führt die Prüfungsakte.

§ 4 Prüfungs- und Studienleistungen

- (1) Die Masterprüfung wird studienbegleitend abgelegt. Sie besteht aus den Fachprüfungen der Module sowie der Masterarbeit.
- (2) Die möglichen Prüfungsformen sind in § 9 der Allgemeinen Prüfungsordnung für Bachelor-, Master-, Diplom- und Magisterstudiengänge an der Technischen Universität Braunschweig gelistet.
- (3) Weitere Arten von Prüfungsleistungen können auf Antrag des/der Modulbeauftragten für eine Studienkohorte vom Prüfungsausschuss genehmigt werden, wenn diese der Fachkultur entsprechen. Neben den in § 9 Abs. 1 APO festgelegten Arten von Prüfungsleistungen können Prüfungs- oder Studienleistungen durch folgende Arten abgelegt werden:
 - a) Hausübung: Eine Hausübung ist eine selbstständige schriftliche Bearbeitung einer fachspezifischen oder fachübergreifenden Aufgabenstellung in einem befristeten Zeitrahmen.
 - b) Hausaufgaben: In Hausaufgaben werden fachspezifische Aufgabenstellungen, die von dem/der Lehrenden im Rahmen einer Übung gestellt werden, selbstständig und schriftlich von den Studierenden bearbeitet und ggf. mündlich erläutert. Hausaufgaben können in Präsenzveranstaltungen oder im Selbststudium erledigt werden und auch Programmieranteile enthalten. Die für die erfolgreiche Erledigung geltenden Kriterien werden von der/dem Lehrenden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
- (4) Die Module, Belegungslogik und Qualifikationsziele sowie Art und Umfang der zugeordneten Prüfungs- oder Studienleistungen und die Anzahl der zugeordneten Leistungspunkte sind in Anlage 5 festgelegt. Der Prüfungsstoff ergibt sich aus den in Anlage 5 angegebenen Qualifikationszielen.
- (5) Ein Modul gilt als abgeschlossen, wenn alle erforderlichen Fachprüfungsleistungen mit mindestens "ausreichend" bewertet worden sind.
- (6) Ein Modul, welches bereits im Bachelorstudium erbracht und mit Leistungspunkten für den Bachelorabschluss angerechnet wurde, kann im Masterstudiengang nicht nochmals angerechnet werden.

§ 5 Freiversuch, Wiederholung und Austausch von Prüfungen

- (1) Die Studierenden belegen u.a. Module aus dem Wahlpflicht- oder Wahlbereich. Ergänzend zu § 13 Abs. 4 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung ist der Wechsel eines Prüfungsfaches aus diesen Modulen nur nach Maßgabe der Absätze 2 bis 4 möglich. Unberührt davon bleiben die weiteren Regelungen bezüglich der Freiversuche, insbesondere § 13 Abs. 1 bis 3 der APO.
- (2) Studierende können während der Dauer ihres Studiums beim Prüfungsausschuss beantragen, dass ergänzend zu § 13 Abs. 4 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung Wahl- oder Wahlpflichtfächer im Umfang von bis zu insgesamt 15 Leistungspunkten (maximal drei Prüfungsereignisse) nach dem ersten nicht bestandenen Versuch nicht wiederholt werden müssen, sondern jeweils gegen ein anderes Modul aus dem gleichen Studienbereich ausgetauscht werden, für das noch keine Prüfung abgelegt wurde. Der unternommene Prüfungsversuch wird dabei auf die maximale Anzahl der Prüfungsversuche für das neue Modul angerechnet.
- (3) Alternativ und ergänzend zu § 18 Abs. 1 Satz 5 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung können Wahl- oder Wahlpflichtfächer im Umfang von bis zu insgesamt 15 Leistungspunkten (maximal drei Prüfungsereignisse), die bestanden wurden, durch schon bestandene Zusatzprüfungen aus dem gleichen Studienbereich ersetzt werden.
- (4) Eine Kombination der unter Absatz 2 und Absatz 3 genannten Austauschmöglichkeiten ist möglich, maximal jedoch in einem Gesamtumfang von 15 Leistungspunkten (maximal drei Prüfungsereignisse).

§ 6 Masterarbeit

- (1) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer sämtliche Zulassungsvoraussetzungen zum Masterstudium CSE erfüllt.
- (2) Zur Masterarbeit wird zugelassen, wer die Voraussetzungen nach § 14 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung erfüllt und alle Module nach individuellem Studienplan erfolgreich abgeschlossen hat.

Der Prüfungsausschuss kann auf begründeten Antrag die Zulassung zur Masterarbeit auch dann genehmigen, wenn eine erforderliche Prüfungsleistung noch nicht erbracht wurde. Die ausstehende Prüfung ist zum nächsten Prüfungstermin abzulegen.

- (3) Die Masterarbeit umfasst 30 Leistungspunkte, die Bearbeitungszeit beträgt sechs Monate. Die Masterarbeit muss methodisch und inhaltlich ein Thema der gewählten Studienrichtung behandeln, das vom Gegenstand des Spezialisierungsprojektes erkennbar verschieden ist.
- (4) Die Aufgabenstellung kann nur einmal und nur innerhalb von sechs Wochen nach Ausgabe zurückgegeben werden.
- (5) Die Masterarbeit kann nach Wahl des/der Studierenden in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden. Vor Bewertung der Arbeit hält die/der Studierende einen Vortrag, in dem die Arbeit vorgestellt wird. Dieser Vortrag geht mit 10 % in die Bewertung der Masterarbeit ein.

§ 7 Mentoren und Beratungsgespräche

- (1) Die Studierenden wählen zu Beginn des Studiums einen Mentor bzw. eine Mentorin aus der Gruppe der am Studiengang beteiligten Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer. Erfolgt die Auswahl durch den/die Studierende(n) nicht bis zum Ende des ersten Semesters, benennt

der Prüfungsausschuss einen Mentor bzw. eine Mentorin. Der Wechsel des Mentors/der Mentorin ist auf Wunsch eines der Beteiligten möglich. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss auch in der Lehre erfahrene promovierte wissenschaftliche Mitarbeitende zum Mentor/zur Mentorin bestellen.

- (2) Im Laufe eines jeden Semesters soll jeder/jede Studierende mindestens ein Beratungsgespräch zur Gestaltung des Studiums und zum Studienfortschritt mit seiner/ihrer Mentorin bzw. seinem/ihrer Mentor führen. Dies ist jeweils durch Unterschrift des Mentors/der Mentorin zu attestieren.
- (3) Der/die Studierende und sein/ihr Mentor bzw. seine/ihre Mentorin entwerfen gemeinschaftlich und auf Grundlage des fachlichen Hintergrundes und Studieninteresses des/der Studierenden einen individuellen Plan des CSE-Studiums. Die Studienrichtung, die wählbaren Prüfungsfächer und das Spezialisierungsprojekt sind inhaltlich und zeitlich festzulegen. Kann hierbei keine Einigung erzielt werden, entscheidet der Prüfungsausschuss CSE nach Anhörung des/der Studierenden und des Mentors bzw. der Mentorin.
- (4) Ergänzend zur APO § 8 Abs. 2 sind Studierende, die nach dem vierten Semester nicht mindestens 60 Leistungspunkte erworben haben, verpflichtet, an einem erneuten Beratungsgespräch teilzunehmen. Eine Zulassung zu weiteren Studien- und Prüfungsleistungen setzt den Nachweis der Teilnahme an dem Beratungsgespräch voraus.

§ 8 In-Kraft-Treten, Übergangsregelung

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung (Bek. v. 22.11.2019 TU-Verköndungsblatt-Nr. 1276 außer Kraft.
- (2) Studierende, die bei Inkrafttreten dieser Ordnung bereits im zweiten oder einem höheren Fachsemester immatrikuliert sind, werden bis einschließlich SS 2026 nach der bisher gültigen Prüfungsordnung (Bek. vom 22.11.2019 mit TU-Verköndungsblatt-Nr. 1276) geprüft, es sei denn, sie beantragen den Wechsel in die neue Prüfungsordnung. Ein Rückwechsel ist ausgeschlossen.

Anlagen (nur 3, 4 und 5 in aktueller Fassung):

- (1) 1) Masterurkunde deutsch/englisch; nicht CSE spezifisch; Es gilt das im Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung der TU Braunschweig eingeführte Muster.
- (2) 2) Masterzeugnis deutsch/englisch; nicht CSE spezifisch; Es gilt das im Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung der TU Braunschweig eingeführte Muster.
- (3) 3) Diploma Supplement
- (4) 4) Studienplan
- (5) 5) Anhang zur Prüfungsordnung, Module des Studiengangs Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) Master

Anlage 3: Diploma Supplement

Diese Diploma Supplement-Vorlage wurde von der Europäischen Kommission, dem Europarat und UNESCO/CEPES entwickelt. Das Diploma Supplement soll hinreichende Daten zur Verfügung stellen, die die internationale Transparenz und angemessene akademische und berufliche Anerkennung von Qualifikationen (Urkunden, Zeugnisse, Abschlüsse, Zertifikate, etc.) verbessern. Das Diploma Supplement beschreibt Eigenschaften, Stufe, Zusammenhang, Inhalte sowie Art des Abschlusses des Studiums, das von der in der Originalurkunde bezeichneten Person erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Originalurkunde muss diesem Diploma Supplement beigelegt werden. Das Diploma Supplement sollte frei sein von jeglichen Werturteilen, Äquivalenzaussagen oder Empfehlungen zur Anerkennung. Es sollte Angaben in allen acht Abschnitten enthalten. Wenn keine Angaben gemacht werden, sollte dies durch eine Begründung erläutert werden.

1. ANGABEN ZUM INHABER/ZUR INHABERIN DER QUALIFIKATION

1.1 Familienname(n) / 1.2 Vorname(n)

1.3 Geburtsdatum (TT/MM/JJJJ)

1.4 Matrikelnummer oder Code zur Identifizierung des/der Studierenden (wenn vorhanden)

2. ANGABEN ZUR QUALIFIKATION

2.1 Bezeichnung der Qualifikation und (wenn vorhanden) verliehener Grad (in Originalsprache)

Master of Science (M.Sc.)

2.2 Hauptstudienfach oder -fächer für die Qualifikation

Computational Sciences in Engineering

2.3 Name und Status (Typ/Trägerschaft) der Einrichtung, die die Qualifikation verliehen hat (in Originalsprache)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Universität/Staatliche Einrichtung

2.4 Name und Status (Typ/Trägerschaft) der Einrichtung (falls nicht mit 2.3 identisch), die den Studiengang durchgeführt hat (in Originalsprache)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Universität/Staatliche Einrichtung

2.5 Im Unterricht / in der Prüfung verwendete Sprache(n)

Deutsch, Englisch

3. ANGABEN ZU EBENE UND ZEITDAUER DER QUALIFIKATION

3.1 Ebene der Qualifikation

Masterstudiengang, forschungsorientiert

3.2 Offizielle Dauer des Studiums (Regelstudienzeit) in Leistungspunkten und/oder Jahren

2 Jahre (inkl. Schriftlicher Abschlussarbeit), 120 ECTS Leistungspunkte

3.3 Zugangsvoraussetzung(en)

This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international 'transparency' and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is appended. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about recognition. Information in all eight sections should be provided. Where information is not provided, an explanation should give the reason why.

1. INFORMATION IDENTIFYING THE HOLDER OF THE QUALIFICATION

1.1 Family name(s) / 1.2 First name(s)

1.3 Date of birth (dd/mm/yyyy)

1.4 Student identification number or code (if applicable)

2. INFORMATION IDENTIFYING THE QUALIFICATION

2.1 Name of qualification and (if applicable) title conferred (in original language)

Master of Science (M.Sc.)

2.2 Main Field(s) of study for qualification

Computational Sciences in Engineering

2.3 Name and status of awarding institution (in original language)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

University/State institution

2.4 Name and status of institution (if different from 2.3) administering studies (in original language)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

University/State institution

2.5 Language(s) of instruction/examination

German, English

3. INFORMATION ON THE LEVEL AND DURATION OF THE QUALIFICATION

3.1 Level of the qualification

Master's programme (postgraduate/second degree), research-oriented

3.2 Official duration of programme in credits and/or years

2 years (including written thesis), 120 ECTS credits

3.3 Access requirement(s)

Siehe Zulassungsordnung

4. ANGABEN ZUM INHALT DES STUDIUMS UND ZU DEN ERZIELTEN ERGEBNISSEN

4.1 Studienform

Vollzeit-Präsenzstudium über 2 Jahre

4.2 Lernergebnisse des Studiengangs

Das Studium Computational Sciences in Engineering an der Technischen Universität Braunschweig fordert von den Studierenden spezielle technische Voraussetzungen, großes Interesse an einer bestimmten Studienrichtung des Masterprogramms, hohe Motivation und eine sowohl professionelle als auch teamorientierte Arbeitsweise. Die technischen Voraussetzungen verlangen gute, vertiefte Kenntnisse der Mathematik, Mechanik und der angewandten Informatik, die durch einen Bachelor-Abschluss und ein Motivationsschreiben demonstriert werden müssen.

Das Masterprogramm der Technischen Universität Braunschweig ist forschungsorientiert und charakterisiert durch seine wissenschaftliche Ausrichtung. Die Absolventen und Absolventinnen haben vertieftes Wissen in mehreren Bereichen einer Ingenieurwissenschaft und dem wissenschaftlichen Rechnen. Zusätzlich werden Schlüsselqualifikationen erworben.

Eine Absolventin oder ein Absolvent, die/der erfolgreich das Studium der Computational Sciences in Engineering abgeschlossen hat, verfügt über die Fähigkeit, mathematische Modelle für physikalische Prozesse zu entwickeln, die in verschiedenen Ingenieurwissenschaften auftreten, und löst die Modellgleichungen mit den entsprechenden numerischen Methoden. Er/sie hat Fachkenntnisse in den Natur- und Ingenieurwissenschaften (allgemeine Physik, Thermodynamik, Festkörper- und Strömungsmechanik), in der Mathematik (Differentialgleichungen und Numerische Methoden) und den Computer gestützten Wissenschaften sowie im wissenschaftlichen Rechnen für technische Aufgaben (gewichtete Residuen, finite Differenzen/ Volumen/ Element-Technologie für lineare und nichtlineare Aufgaben, Paralleles und Verteiltes Rechnen).

Die Absolventen und Absolventinnen können dieses Wissen sowohl zur Entwicklung neuer Ansätze als auch zur Verbesserung bestehender Techniken anwenden. Sie haben die Fähigkeiten, in zunehmend interdisziplinären Projektteams Unterprojekte zu planen und zu bearbeiten sowie die Ergebnisse erfolgreich zu präsentieren. Der erfolgreiche Abschluss des Masterprogramms Computational Sciences in Engineering befähigt die Absolventinnen und Absolventen, unabhängig in Führungspositionen in der technischen Industrie, der Verwaltung und in der Forschung zu arbeiten. Darüber hinaus ermöglicht ihnen ihr interdisziplinäres Wissen, Positionen im Projektmanagement einzunehmen.

Das Masterprogramm befähigt insbesondere, eigenständige Forschungsarbeiten im Rahmen einer Promotion im Bereich des Bauingenieurwesens, des Maschinenbaus, der Elektrotechnik oder Mathematik auszuführen.

4.3 Einzelheiten zum Studiengang, individuell erworbene Leistungspunkte und erzielte Noten

Einzelheiten zu den belegten Kursen und erzielten Noten sowie den Gegenständen der mündlichen und schriftlichen Prüfungen sind im "Prüfungszeugnis" enthalten. Siehe auch Thema und Bewertung der Masterarbeit.

4.4 Notensystem und (wenn vorhanden) Notenspiegel

See Admissions Regulations

4. INFORMATION ON THE PROGRAMME COMPLETED AND THE RESULTS OBTAINED

4.1 Mode of study

Two-year full-time face-to-face programme

4.2 Programme learning outcomes

The Computational Sciences in Engineering programme at TU Braunschweig requires students to have particular technical skills, great interest in one of the specialisms in the Master's programme, a high level of motivation, and a working approach that is both professional and team-focused.

The required technical skills include good in-depth knowledge of mathematics, mechanical engineering and applied computer science, to be demonstrated with a Bachelor's degree and a written statement of purpose.

This Master's degree programme at TU Braunschweig is research-oriented and characterised by its scientific focus. Graduates will have in-depth knowledge of a range of engineering science fields and of scientific computing. They will also have acquired soft skills.

Graduates of the Computational Sciences in Engineering programme will be able to develop mathematical models for physical processes, such as occur in various branches of engineering science. They will also be able to solve these model equations using appropriate numerical methods. They will have specialist knowledge of the natural and engineering sciences (general physics, thermal science, solid and fluid mechanics), of mathematics (differential equations and numerical methods), computational science, and of scientific computing for engineering tasks (weighted residues, finite differences/volumes/element technology for linear and non-linear tasks, parallel and distributed computing).

Graduates will be able to apply this knowledge both in the development of new approaches and to improve existing technologies. They will have the skills to plan and deal with subprojects in increasingly interdisciplinary project teams, and to successfully present the results. Successful completion of the Master's programme in Computational Sciences in Engineering enables graduates to work independently in management positions in the technical industry, administration or research. Their interdisciplinary skills and knowledge also enable them to take on positions in project management.

In particular, the Master's programme enables graduates to carry out independent research as part of doctoral studies in civil, mechanical or electrical engineering, or in mathematics.

4.3 Programme details, individual credits gained and grades/ marks obtained

The "examination transcript" provides details of the courses taken, the results achieved, and of the content of oral and written examinations. Please refer also to the topic and assessment of the Master's thesis.

4.4 Grading system and (if available) grade distribution table

Allgemeines Notenschema (Abschnitt 8.6):

1,0 bis 1,5 = „sehr gut“

1,6 bis 2,5 = „gut“

2,6 bis 3,5 = „befriedigend“

3,6 bis 4,0 = „ausreichend“

Schlechter als 4,0 = „nicht bestanden“

1,0 ist die beste Note. Zum Bestehen der Prüfung ist mindestens die Note 4,0 erforderlich. Ist die Gesamtnote 1,1 oder besser wird das Prädikat „mit Auszeichnung“ vergeben. ECTS-Note: Nach dem European Credit Transfer System (ECTS) ermittelte Note auf der Grundlage der Ergebnisse der Absolventinnen und Absolventen der zwei vergangenen Jahre: A (beste 10 %), B (nächste 25 %), C (nächste 30 %), D (nächste 25 %), E (nächste 10 %)

4.5 Gesamtnote (in Originalsprache)

5. ANGABEN ZUR BERECHTIGUNG DER QUALIFIKATION

5.1 Zugang zu weiterführenden Studien

5.2 Zugang zu reglementierten Berufen (sofern zutreffend)

6. WEITERE ANGABEN

6.1 Weitere Angaben

6.2 Weitere Informationsquellen

www.tu-braunschweig.de

www.tu-braunschweig.de/fk

7. ZERTIFIZIERUNG DES DIPLOMA SUPPLEMENTS

Dieses Diploma Supplement nimmt Bezug auf folgende Original-Dokumente:

Urkunde über die Verleihung des Grades vom

Prüfungszeugnis vom

Transkript vom

General grading scheme (Sec. 8.6):

1.0 to 1.5 = “excellent”

1.6 to 2.5 = “good”

2.6 to 3.5 = “satisfactory”

3.6 to 4.0 = “sufficient”

Inferior to 4.0 = “Non-sufficient”

1.0 is the highest grade, the minimum passing grade is 4.0.

In case the overall grade is 1.1 or better the degree is granted “with honors”.

In the European Credit Transfer System (ECTS) the ECTS grade represents the percentage of successful students normally achieving the grade within the last two years: A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), E (next 10 %)

4.5 Overall classification of the qualification (in original language)

5. INFORMATION ON THE FUNCTION OF THE QUALIFICATION

5.1 Access to further study

5.2 Access to a regulated profession (if applicable)

6. ADDITIONAL INFORMATION

6.1 Additional Information

6.2 Further information sources

www.tu-braunschweig.de

www.tu-braunschweig.de/fk

7. CERTIFICATION

This Diploma Supplement refers to the following original documents:

Document on the award of the academic degree (date)

Certificate (date)

Transcript of Records (date)

Datum der Zertifizierung | Certification Date:

Offizieller Stempel | Siegel

Official Stamp | Seal

Prof. Dr.

Vorsitzende/Vorsitzender des Prüfungsausschusses |

Chairwoman/Chairman Examination Committee

8. ANGABEN ZUM NATIONALEN HOCHSCHULSYSTEM¹

Die Informationen über das nationale Hochschulsystem auf den folgenden Seiten geben Auskunft über den Grad der Qualifikation und den Typ der Institution, die sie vergeben hat.

8.1 Die unterschiedlichen Hochschulen und ihr institutioneller Status

Die Hochschulausbildung wird in Deutschland von drei Arten von Hochschulen angeboten.²

- *Universitäten*, einschließlich verschiedener spezialisierter Institutionen, bieten das gesamte Spektrum akademischer Disziplinen an. Traditionell liegt der Schwerpunkt an deutschen Universitäten besonders auf der Grundlagenforschung, so dass das fortgeschrittene Studium vor allem theoretisch ausgerichtet und forschungsorientiert ist.

- *Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* konzentrieren ihre Studienangebote auf ingenieurwissenschaftliche technische Fächer und wirtschaftswissenschaftliche Fächer, Sozialarbeit und Design. Der Auftrag von angewandter Forschung und Entwicklung impliziert einen praxisorientierten Ansatz und eine ebensolche Ausrichtung des Studiums, was häufig integrierte und begleitete Praktika in Industrie, Unternehmen oder anderen einschlägigen Einrichtungen einschließt.

- *Kunst- und Musikhochschulen* bieten Studiengänge für künstlerische Tätigkeiten an, in Bildender Kunst, Schauspiel und Musik, in den Bereichen Regie, Produktion und Drehbuch für Theater, Film und andere Medien sowie in den Bereichen Design, Architektur, Medien und Kommunikation.

Hochschulen sind entweder staatliche oder staatlich anerkannte Institutionen. Sowohl in ihrem Handeln einschließlich der Planung von Studiengängen als auch in der Festsetzung und Zuerkennung von Studienabschlüssen unterliegen sie der Hochschulgesetzgebung.

8.2 Studiengänge und -abschlüsse

In allen drei Hochschultypen wurden die Studiengänge traditionell als integrierte „lange“ (einstufige) Studiengänge angeboten, die entweder zum Diplom oder zum Magister Artium führten oder mit einer Staatsprüfung abschlossen.

Im Rahmen des Bologna-Prozesses wird das einstufige Studiensystem sukzessive durch ein zweistufiges ersetzt. Seit 1998 wurden in fast allen Studiengängen gestufte Abschlüsse (Bachelor und Master) eingeführt. Dies soll den Studierenden mehr Wahlmöglichkeiten und Flexibilität beim Planen und Verfolgen ihrer Lernziele bieten, sowie Studiengänge international kompatibler machen.

Die Abschlüsse des deutschen Hochschulsystems einschließlich ihrer Zuordnung zu den Qualifikationsstufen sowie die damit einhergehenden Qualifikationsziele und Kompetenzen der Absolventinnen und Absolventen sind im Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse (HQR)³ beschrieben. Die drei Stufen des HQR sind den Stufen 6, 7 und 8 des Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen (DQR)⁴ und des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen (EQR)⁵ zugeordnet.

Einzelheiten s. Abschnitte 8.4.1, 8.4.2 bzw. 8.4.3. Tab. 1 gibt eine zusammenfassende Übersicht.

8.3 Anerkennung/Akkreditierung von Studiengängen und Abschlüsse

Um die Qualität und die Vergleichbarkeit von Qualifikationen sicherzustellen, müssen sich sowohl die Organisation und Struktur von Studiengängen als auch die grundsätzlichen Anforderungen an Studienabschlüsse an den Prinzipien und Regelungen der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (KMK) orientieren.⁶ Seit 1999 existiert ein bundesweites Akkreditierungssystem für Bachelor- und Masterstudiengänge, nach dem alle neu eingeführten Studiengänge akkreditiert werden. Akkreditierte Studiengänge sind berechtigt, das Qualitätssiegel des Akkreditierungsrates zu führen.⁷

8. NATIONAL HIGHER EDUCATION SYSTEM¹

The information on the national higher education system on the following pages provides a context for the qualification and the type of higher education that awarded it.

8.1 Types of Institutions and Institutional Status

Higher education (HE) studies in Germany are offered at three types of Higher Education Institutions (HEI).²

- *Universitäten* (Universities) including various specialized institutions, offer the whole range of academic disciplines. In the German tradition, universities focus in particular on basic research so that advanced stages of study have mainly theoretical orientation and research-oriented components.

- *Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* (Universities of Applied Sciences) concentrate their study programmes in engineering and other technical disciplines, business-related studies, social work, and design areas. The common mission of applied research and development implies an application-oriented focus of studies, which includes integrated and supervised work assignments in industry, enterprises or other relevant institutions.

- *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music) offer studies for artistic careers in fine arts, performing arts and music; in such fields as directing, production, writing in theatre, film, and other media; and in a variety of design areas, architecture, media and communication.

Higher Education Institutions are either state or state-recognized institutions. In their operations, including the organization of studies and the designation and award of degrees, they are both subject to higher education legislation.

8.2 Types of Programmes and Degrees Awarded

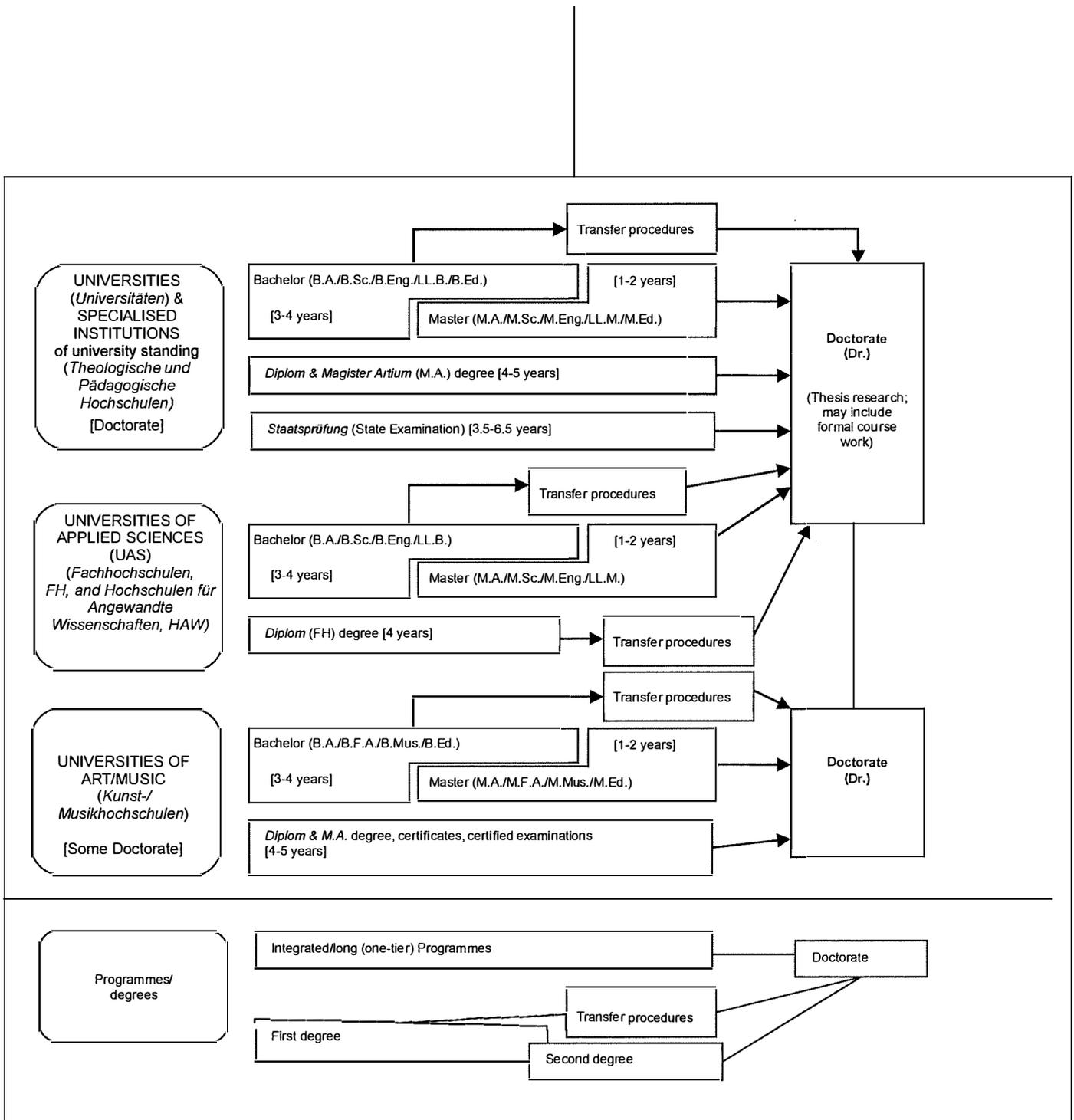
Studies in all three types of institutions have traditionally been offered in integrated "long" (one-tier) programmes leading to *Diplom-* or *Magister Artium* degrees or completed by a *Staatsprüfung* (State Examination).

Within the framework of the Bologna-Process one-tier study programmes are successively being replaced by a two-tier study system. Since 1998, two-tier degrees (Bachelor and Master) have been introduced in almost all study programmes. This change is designed to provide enlarged variety and flexibility to students in planning and pursuing educational objectives, they also enhance international compatibility of studies.

The German Qualifications Framework for Higher Education Qualifications (HQR)³ describes the qualification levels as well as the resulting qualifications and competences of the graduates. The three levels of the HQR correspond to the levels 6, 7 and 8 of the German Qualifications Framework for Lifelong Learning⁴ and the European Qualifications Framework for Lifelong Learning⁵. For details cf. Sec. 8.4.1, 8.4.2, and 8.4.3 respectively. Table 1 provides a synoptic summary.

8.3 Approval/Accreditation of Programmes and Degrees

To ensure quality and comparability of qualifications, the organisation of studies and general degree requirements have to conform to principles and regulations established by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the Länder in the Federal Republic of Germany (KMK).⁶ In 1999, a system of accreditation for Bachelor's and Master's programmes has become operational. All new programmes have to be accredited under this scheme; after a successful accreditation they receive the seal of the Accreditation Council.⁷



Tab.1 Institutionen, Studiengänge und Abschlüsse im deutschen Hochschulsystem

Tab.1 Institutions, Programmes and Degrees in German Higher Education

8.4 Organisation und Struktur der Studiengänge

Die folgenden Studiengänge können von allen drei Hochschularten angeboten werden. Bachelor- und Masterstudiengänge können nacheinander, an unterschiedlichen Hochschulen, an unterschiedlichen Hochschultypen und mit Phasen der Erwerbstätigkeit zwischen der ersten und der zweiten Qualifikationsstufe studiert werden. Bei der Planung werden Module und das Europäische System zur Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (ECTS) verwendet, wobei einem Semester 30 Kreditpunkte entsprechen.

8.4 Organization and Structure of Studies

The following programmes apply to all three types of institutions. Bachelor's and Master's study courses may be studied consecutively, at various higher education institutions, at different types of higher education institutions and with phases of professional work between the first and the second qualification. The organization of the study programmes makes use of modular components and of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) with 30 credits corresponding to one semester.

8.4.1 Bachelor

In Bachelorstudiengängen werden wissenschaftliche Grundlagen, Methodenkompetenz und berufsfeldbezogene Qualifikationen vermittelt. Der Bachelorabschluss wird nach 3 bis 4 Jahren vergeben.

Zum Bachelorstudiengang gehört eine schriftliche Abschlussarbeit. Studiengänge, die mit dem Bachelor abgeschlossen werden, müssen gemäß dem Studienakkreditierungsstaatsvertrag akkreditiert werden.⁸

Studiengänge der ersten Qualifikationsstufe (Bachelor) schließen mit den Graden Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.), Bachelor of Music (B.Mus.) oder Bachelor of Education (B.Ed.) ab.

Der Bachelorgrad entspricht der Qualifikationsstufe 6 des DQR/EQR.

8.4.2 Master

Der Master ist der zweite Studienabschluss nach weiteren 1 bis 2 Jahren.

Masterstudiengänge können nach den Profiltypen „anwendungsorientiert“ und „forschungsorientiert“ differenziert werden. Die Hochschulen legen das Profil fest. Zum Masterstudiengang gehört eine schriftliche Abschlussarbeit. Studiengänge, die mit dem Master abgeschlossen werden, müssen gemäß dem Studienakkreditierungsstaatsvertrag akkreditiert werden.⁹

Studiengänge der zweiten Qualifikationsstufe (Master) schließen mit den Graden Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (LL.M.), Master of Fine Arts (M.F.A.), Master of Music (M.Mus.) oder Master of Education (M.Ed.) ab. Weiterbildende Masterstudiengänge können andere Bezeichnungen erhalten (z.B. MBA).

Der Mastergrad entspricht der Qualifikationsstufe 7 des DQR/EQR.

8.4.3 Integrierte „lange“ einstufige Studiengänge: Diplom, Magister Artium, Staatsprüfung

Ein integrierter Studiengang ist entweder mono-disziplinär (Diplomabschlüsse und die meisten Staatsprüfungen) oder besteht aus einer Kombination von entweder zwei Hauptfächern oder einem Haupt- und zwei Nebenfächern (Magister Artium). Das Vorstudium (1,5 bis 2 Jahre) dient der breiten Orientierung und dem Grundlagenerwerb im jeweiligen Fach. Eine Zwischenprüfung (bzw. Vordiplom) ist Voraussetzung für die Zulassung zum Hauptstudium, d.h. zum fortgeschrittenen Studium und der Spezialisierung. Voraussetzungen für den Abschluss sind die Vorlage einer schriftlichen Abschlussarbeit (Dauer bis zu 6 Monaten) und umfangreiche schriftliche und mündliche Abschlussprüfungen. Ähnliche Regelungen gelten für die Staatsprüfung. Die erworbene Qualifikation entspricht dem Master.

- Die Regelstudienzeit an *Universitäten* beträgt bei integrierten Studiengängen 4 bis 5 Jahre (Diplom, Magister Artium) oder 3 bis 6,5 Jahre (Staatsprüfung). Mit dem Diplom werden ingenieur-, natur- und wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge abgeschlossen. In den Geisteswissenschaften ist der entsprechende Abschluss in der Regel der Magister Artium (M.A.). In den Sozialwissenschaften variiert die Praxis je nach Tradition der jeweiligen Hochschule. Juristische, medizinische und pharmazeutische Studiengänge schließen mit der Staatsprüfung ab. Dies gilt in einigen Ländern auch für Lehramtsstudiengänge. Die drei Qualifikationen (Diplom, Magister Artium und Staatsprüfung) sind akademisch gleichwertig und auf der Qualifikationsstufe 7 des DQR/EQR angesiedelt. Sie bilden die formale Voraussetzung zur Promotion. Weitere Zulassungsvoraussetzungen können von der Hochschule festgelegt werden, s. Abschnitt 8.5.

- Die Regelstudienzeit an *Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* beträgt bei integrierten Studiengängen 4 Jahre und schließt mit dem Diplom (FH) ab. Dieses ist auf der Qualifikationsstufe 6 des DQR/EQR angesiedelt. Fachhochschulen haben kein Promotionsrecht; qualifizierte Absolventinnen und Absolventen von Fachhochschulen/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften können sich für die Zulassung zur Promotion an promotionsberechtigten Hochschulen bewerben, s. Abschnitt 8.5.

8.4.1 Bachelor

Bachelor degree programmes lay the academic foundations, provide methodological competences and include skills related to the professional field. The Bachelor's degree is awarded after 3 to 4 years.

The Bachelor's degree programme includes a thesis requirement. Study programmes leading to the Bachelor's degree must be accredited according to the interstate study accreditation treaty.⁸

First degree programmes (Bachelor) lead to Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.), Bachelor of Music (B.Mus.) or Bachelor of Education (B.Ed.). The Bachelor's degree corresponds to level 6 of the German Qualifications Framework/ European Qualifications Framework.

8.4.2 Master

Master is the second degree after another 1 to 2 years. Master's programmes may be differentiated by the profile types "practice-oriented" and "research-oriented". Higher Education Institutions define the profile.

The Master's degree study programme includes a thesis requirement. Study programmes leading to the Master's degree must be accredited according to the Interstate study accreditation treaty.⁹

Second degree programmes (Master) lead to Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (LL.M.), Master of Fine Arts (M.F.A.), Master of Music (M.Mus.) or Master of Education (M.Ed.). Master study programmes which are designed for continuing education may carry other designations (e.g. MBA).

The Master's degree corresponds to level 7 of the German Qualifications Framework/ European Qualifications Framework.

8.4.3 Integrated "Long" Programmes (One-Tier): Diplom degrees, Magister Artium, Staatsprüfung

An integrated study programme is either mono-disciplinary (*Diplom degrees*, most programmes completed by a *Staatsprüfung*) or comprises a combination of either two major or one major and two minor fields (*Magister Artium*). The first stage (1.5 to 2 years) focuses on broad orientations and foundations of the field(s) of study. An Intermediate Examination (*Diplom-Vorprüfung* for *Diplom degrees*; *Zwischenprüfung* or credit requirements for the *Magister Artium*) is prerequisite to enter the second stage of advanced studies and specializations. Degree requirements include submission of a thesis (up to 6 months duration) and comprehensive final written and oral examinations. Similar regulations apply to studies leading to a *Staatsprüfung*. The level of qualification is equivalent to the Master's level.

- Integrated studies at *Universitäten* (U) last 4 to 5 years (*Diplom degree*, *Magister Artium*) or 3 to 6.5 years (*Staatsprüfung*). The *Diplom* degree is awarded in engineering disciplines, the natural sciences as well as economics and business. In the humanities, the corresponding degree is usually the *Magister Artium* (M.A.). In the social sciences, the practice varies as a matter of institutional traditions. Studies preparing for the legal, medical and pharmaceutical professions are completed by a *Staatsprüfung*. This applies also to studies preparing for teaching professions of some *Länder*. The three qualifications (*Diplom*, *Magister Artium* and *Staatsprüfung*) are academically equivalent and correspond to level 7 of the German Qualifications Framework/ European Qualifications Framework. They qualify to apply for admission to doctoral studies. Further prerequisites for admission may be defined by the Higher Education Institution, cf. Sec. 8.5.

- Integrated studies at *Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* (Universities of Applied Sciences, UAS) last 4 years and lead to a *Diplom* (FH) degree which corresponds to level 6 of German Qualifications Framework/ European Qualifications Framework. Qualified graduates of FH/HAW/UAS may apply for admission to doctoral studies at doctorate-granting institutions, cf. Sec. 8.5.

- Das Studium an *Kunst- und Musikhochschulen* ist in seiner Organisation und Struktur abhängig vom jeweiligen Fachgebiet und der individuellen Zielsetzung. Neben dem Diplom- bzw. Magisterabschluss gibt es bei integrierten Studiengängen Zertifikate und zertifizierte Abschlussprüfungen für spezielle Bereiche und berufliche Zwecke.

8.5 Promotion

Universitäten, gleichgestellte Hochschulen sowie einige Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und einige Kunst- und Musikhochschulen sind promotionsberechtigt. Formale Voraussetzung für die Zulassung zur Promotion ist ein qualifizierter Masterabschluss (Fachhochschulen und Universitäten), ein Magisterabschluss, ein Diplom, eine Staatsprüfung oder ein äquivalenter ausländischer Abschluss. Entsprechende Abschlüsse von Kunst- und Musikhochschulen können in Ausnahmefällen (wissenschaftliche Studiengänge, z.B. Musiktheorie, Musikwissenschaften, Kunst- und Musikpädagogik, Medienwissenschaften) formal den Zugang zur Promotion eröffnen. Besonders qualifizierte Inhaber eines Bachelorgrades oder eines Diploms (FH) können ohne einen weiteren Studienabschluss im Wege eines Eignungsfeststellungsverfahrens zur Promotion zugelassen werden. Die Universitäten bzw. promotionsberechtigten Hochschulen regeln sowohl die Zulassung zur Promotion als auch die Art der Eignungsprüfung. Voraussetzung für die Zulassung ist außerdem, dass das Promotionsprojekt von einem Hochschullehrer als Betreuer angenommen wird. Die Promotion entspricht der Qualifikationsstufe 8 des DQR/EQR.

8.6 Benotungsskala

Die deutsche Benotungsskala umfasst üblicherweise 5 Grade (mit zahlenmäßigen Entsprechungen; es können auch Zwischennoten vergeben werden): „Sehr gut“ (1), „Gut“ (2), „Befriedigend“ (3), „Ausreichend“ (4), „Nicht ausreichend“ (5). Zum Bestehen ist mindestens die Note „Ausreichend“ (4) notwendig. Die Bezeichnung für die Noten kann in Einzelfällen und für die Promotion abweichen. Außerdem findet eine Einstufungstabelle nach dem Modell des ECTS-Leitfadens Verwendung, aus der die relative Verteilung der Noten in Bezug auf eine Referenzgruppe hervorgeht.

8.7 Hochschulzugang

Die Allgemeine Hochschulreife (Abitur) nach 12 bis 13 Schuljahren ermöglicht den Zugang zu allen Studiengängen. Die Fachgebundene Hochschulreife ermöglicht den Zugang zu allen Studiengängen an Fachhochschulen, an Universitäten und an gleichgestellten Hochschulen, aber nur zu bestimmten Fächern. Das Studium an Fachhochschulen ist auch mit der Fachhochschulreife möglich, die in der Regel nach 12 Schuljahren erworben wird. Der Zugang zu Studiengängen an Kunst- und Musikhochschulen und entsprechenden Studiengängen an anderen Hochschulen sowie der Zugang zu einem Sportstudiengang kann auf der Grundlage von anderen bzw. zusätzlichen Voraussetzungen zum Nachweis einer besonderen Eignung erfolgen.

Beruflich qualifizierte Bewerberinnen und Bewerber ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung erhalten eine allgemeine Hochschulzugangsberechtigung und damit Zugang zu allen Studiengängen, wenn sie Inhaber von Abschlüssen bestimmter, staatlich geregelter beruflicher Aufstiegsfortbildungen sind (zum Beispiel Meister/in im Handwerk, Industriemeister/in, Fachwirt/in (IHK), Betriebswirt/in (IHK) und (HWK), staatlich geprüfte/r Techniker/in, staatlich geprüfte/r Betriebswirt/in, staatlich geprüfte/r Gestalter/in, staatlich geprüfte/r Erzieher/in). Eine Fachgebundene Hochschulzugangsberechtigung erhalten beruflich qualifizierte Bewerberinnen und Bewerber mit einem Abschluss einer staatlich geregelten, mindestens zweijährigen Berufsausbildung und i.d.R. mindestens dreijähriger Berufspraxis, die ein Eignungsfeststellungsverfahren an einer Hochschule oder staatlichen Stelle erfolgreich durchlaufen haben; das Eignungsfeststellungsverfahren kann durch ein nachweislich erfolgreich absolviertes Probestudium von mindestens einem Jahr ersetzt werden.¹⁰

Die Hochschulen können in bestimmten Fällen zusätzliche spezifische

- Studies at *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music etc.) are more diverse in their organization, depending on the field and individual objectives. In addition to *Diplom/Magister* degrees, the integrated study programme awards include Certificates and certified examinations for specialized areas and professional purposes.

8.5 Doctorate

Universities as well as specialized institutions of university standing, some of the FH/HAW/UAS and some Universities of Art/Music are doctorate-granting institutions. Formal prerequisite for admission to doctoral work is a qualified Master's degree (UAS and U), a *Magister degree*, a *Diplom*, a *Staatsprüfung*, or a foreign equivalent. Comparable degrees from universities of art and music can in exceptional cases (study programmes such as music theory, musicology, pedagogy of arts and music, media studies) also formally qualify for doctoral work. Particularly qualified holders of a Bachelor's degree or a *Diplom* (FH) degree may also be admitted to doctoral studies without acquisition of a further degree by means of a procedure to determine their aptitude. The universities respectively the doctorate-granting institutions regulate entry to a doctorate as well as the structure of the procedure to determine aptitude. Admission further requires the acceptance of the Dissertation research project by a professor as a supervisor.

The doctoral degree corresponds to level 8 of the German Qualifications Framework/ European Qualifications Framework.

8.6 Grading Scheme

The grading scheme in Germany usually comprises five levels (with numerical equivalents; intermediate grades may be given): "*Sehr Gut*" (1) = Very Good; "*Gut*" (2) = Good; "*Befriedigend*" (3) = Satisfactory; "*Ausreichend*" (4) = Sufficient; "*Nicht ausreichend*" (5) = Non-Sufficient/Fail. The minimum passing grade is "*Ausreichend*" (4). Verbal designations of grades may vary in some cases and for doctoral degrees.

In addition, grade distribution tables as described in the ECTS User's Guide are used to indicate the relative distribution of grades within a reference group.

8.7 Access to Higher Education

The General Higher Education Entrance Qualification (*Allgemeine Hochschulreife, Abitur*) after 12 to 13 years of schooling allows for admission to all higher educational studies. Specialized variants (*Fachgebundene Hochschulreife*) allow for admission at Fachhochschulen (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)(UAS), universities and equivalent higher education institutions, but only in particular disciplines. Access to study programmes at *Fachhochschulen* (FH)/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) (UAS) is also possible with a *Fachhochschulreife*, which can usually be acquired after 12 years of schooling. Admission to study programmes at Universities of Art/Music and comparable study programmes at other higher education institutions as well as admission to a study programme in sports may be based on other or additional evidence demonstrating individual aptitude.

Applicants with a qualification in vocational education and training but without a school-based higher education entrance qualification and thus to access to all study programmes, provided they have obtained advanced further training certificates in particular state-regulated vocational fields (e.g. *Meister/Meisterin im Handwerk, Industriemeister/in, Fach-wirt/in (IHK und HWK), staatlich geprüfte/r Betriebswirt/in, staatlich geprüfte/r Gestalter/in, staatlich geprüfte/r Erzieher/in*). Vocationally qualified applicants can obtain a *Fachgebundene Hochschulreife* after completing a state-regulated vocational education of at least two years' duration plus professional practice of normally at least three years' duration, after having successfully passed an aptitude test at a higher education institution or other state institution; the aptitude test may be replaced by successfully completed trial studies of at least one year's duration.¹⁰

Higher Education Institutions may in certain cases apply additional admission

Zulassungsverfahren durchführen.

8.8 Informationsquellen in der Bundesrepublik

- Kultusministerkonferenz (KMK) (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland); Graurheindorfer Str. 157, D-53117 Bonn; Tel.: +49(0)228/501-0; www.kmk.org; E-Mail: hochschulen@kmk.org
- Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen (ZAB) als deutsche NARIC; www.kmk.org; E-Mail: zab@kmk.org
- Deutsche Informationsstelle der Länder im EURYDICE-Netz, für Informationen zum Bildungswesen in Deutschland; www.kmk.org; E-Mail: eurydice@kmk.org
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK); Leipziger Platz 11, D-10117 Berlin; Tel.: +49(0)30 206292-11; www.hrk.de; E-Mail: post@hrk.de
- „Hochschulkompass“ der Hochschulrektorenkonferenz, enthält umfassende Informationen zu Hochschulen, Studiengängen etc. (www.hochschulkompass.de)

¹ Die Information berücksichtigt nur die Aspekte, die direkt das Diploma Supplement betreffen.

² Berufsakademien sind keine Hochschulen, es gibt sie nur in einigen Bundesländern. Sie bieten Studiengänge in enger Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen an. Studierende erhalten einen offiziellen Abschluss und machen eine Ausbildung im Betrieb. Manche Berufsakademien bieten Bachelorstudiengänge an, deren Abschlüsse einem Bachelorgrad einer Hochschule gleichgestellt werden können, wenn sie vom Akkreditierungsrat akkreditiert sind.

³ Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.02.2017).

⁴ Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (DQR), Gemeinsamer Beschluss der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, der Wirtschaftsministerkonferenz und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.11.2012). Ausführliche Informationen unter www.dqr.de.

⁵ Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen vom 23.04.2008 (2008/C 111/01 - Europäischer Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen - EQRF).

⁶ Musterrechtsverordnung gemäß Artikel 4, Absätze 1 – 4 Studienakkreditierungsstaatsvertrag (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.12.2017).

⁷ Staatsvertrag über die Organisation eines gemeinsamen Akkreditierungssystems zur Qualitätssicherung in Studium und Lehre an deutschen Hochschulen (Studienakkreditierungsstaatsvertrag) (Beschluss der KMK vom 08.12.2016) In Kraft getreten am 01.01.2018.

⁸ Siehe Fußnote Nr. 7.

⁹ Siehe Fußnote Nr. 7.

¹⁰ Hochschulzugang für beruflich qualifizierte Bewerber und Bewerberinnen ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 06.03.2009).

procedures.

8.8 National Sources of Information

- Kultusministerkonferenz (KMK) (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland); Graurheindorfer Str. 157, D-53117 Bonn; Tel.: +49(0)228/501-0; www.kmk.org; E-Mail: hochschulen@kmk.org
- Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen (ZAB) als deutsche NARIC; www.kmk.org; E-Mail: zab@kmk.org
- Deutsche Informationsstelle der Länder im EURYDICE-Netz, für Informationen zum Bildungswesen in Deutschland; www.kmk.org; E-Mail: eurydice@kmk.org
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK); Leipziger Platz 11, D-10117 Berlin; Tel.: +49(0)30 206292-11; www.hrk.de; E-Mail: post@hrk.de
- "Higher Education Compass" of the German Rectors' Conference features comprehensive information on institutions, programmes of study, etc. (www.higher-education-compass.de)

¹ The information covers only aspects directly relevant to purposes of the Diploma Supplement.

² *Berufsakademien* are not considered as Higher Education Institutions, they only exist in some of the *Länder*. They offer educational programmes in close cooperation with private companies. Students receive a formal degree and carry out an apprenticeship at the company. Some *Berufsakademien* offer Bachelor courses which are recognised as an academic degree if they are accredited by the Accreditation Council.

³ German Qualifications Framework for Higher Education Degrees. (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 16 February 2017).

⁴ German Qualifications Framework for Lifelong Learning (DQR). Joint resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany, the German Federal Ministry of Education and Research, the German Conference of Economics Ministers and the German Federal Ministry of Economics and Technology (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 15 November 2012). More information at www.dqr.de.

⁵ Recommendation of the European Parliament and the European Council on the establishment of a European Qualifications Framework for Lifelong Learning of 23 April 2008 (2008/C 111/01 – European Qualifications Framework for Lifelong Learning – EQRF).

⁶ Specimen decree pursuant to Article 4, paragraphs 1 – 4 of the interstate study accreditation treaty (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 7 December 2017).

⁷ Interstate Treaty on the organization of a joint accreditation system to ensure the quality of teaching and learning at German higher education institutions (Interstate study accreditation treaty) (Decision of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 8 December 2016), Enacted on 1 January 2018.

⁸ See note No. 7.

⁹ See note No. 7.

¹⁰ Access to higher education for applicants with a vocational qualification, but without a school-based higher education entrance qualification (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 6 March 2009).

Anlage 4: Studienplan – Übersicht

Studienabschnitt - Section	Module/Prüfungsgebiete - Modules/Fields of Examination	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
BCC-ENG Grundlagen der Natur- und Ingen.-wissensch. - Foundations of Nat. and Engin. Sciences	Introduction to Computational Engineering*	2			
	Grundlagen - Foundations (Wahlpflicht - Compulsory Elective)	10			
	Solid Mechanics				
	Strukturdynamik **				
	Fluid Mechanics				
	Thermodynamics (SS)				
	Systemics (SS)				
	Mustererkennung (SS)**/ Pattern Recognition (WS)				
	Computer Network Engineering				
	Grundlagen des Mobilfunks**				
	Elektromagnetische Verträglichkeit**				
BCC-MCS Grundl. in Mathem. und Comp. gest. Wissen. - Found. of Mathem. and Computation. Sciences	Partial Differential Equations (PDE) *	5			
	Ordinary Differential Equations (ODE) *	5			
	Algorithms & Programming (incl. Programm.-Lab) *	8			
ECC-ENG Rechner gestützte Methoden in den Ingenieurwissenschaften - Computational Methods in Engineering Sciences	Rechner gestützte Methoden – Comput. Methods: (Wahlpflicht – Compulsory Elective)		5		
	Introduction to FEM				
	Introduction to FVM				
	Weiterf. Rechn. gest. Meth. – Adv. Comput. Meth.: (Wahlpflicht – Compulsory Elective)			5	
	Nichtlineare FE – Theorie und Anwendung (SS)**				
	Finite-Elemente-Methoden II**				
	Advanced FEM				
	Introduction to Lattice-Boltzmann-Methods				
	Fluid-Structure Interaction				
Finite Element Method: Theory and Application					
Simulationen der Partikeltechnik**					
ECC-MCS Angewandte Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen - Applied Mathematics and Scientific Computing	Numerical Methods for Ordinary * and Partial Differential Equations*		5		
	Wissenschaftl. Rechnen - Scientific Computing: (Wahlpflicht – Compulsory Elective)		5		
	Parallel / Distributed Computing I				
	Methods of Uncertainty Analysis and Quantification				
	Data-Driven Material Modelling				
	Multi-Scale Methods				
	Multidisziplinäre Design Optimization (WS)				
	Optimierung (WS/ SS)**				
	Inverse Probleme (unregelm.)**				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen (unregelm.)**					
Scientific Software Engineering-Lab*		5			
IDC-LEC/ PRO Spezialisierung - Specialization	Spezialisierung - Specialization (Wahl - Elective):		10	10	
	Beispiele - Examples: - Modeling of Solids - Modeling of Fluids - Modeling in Information Technology - Computational Mathematics				
	Spezialisierungsprojekt - Specialization Project*				15
	MTH	Masterarbeit - Master Thesis			
Summe LP		30	30	30	30

Pflichtveranstaltungen sind mit * gekennzeichnet; Veranstaltung mit Deutsch als Lehrsprache sind mit ** gekennzeichnet.

Beschreibung des Studiengangs

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) Master

Datum: 2022-10-25

Vorläufige Fassung!

BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)

Einführung in Computational Engineering	2
Solid Mechanics (PO 2013)	4
Strukturdynamik	5
Fluid Mechanics (PO 2013)	6
Thermodynamics and Statistics	8
Systemics	10
Mustererkennung	12
Computer Network Engineering	14
Grundlagen des Mobilfunks (2013)	16
Elektromagnetische Verträglichkeit (2013)	18

BCC-MCS (Basic Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)

Partial Differential Equations (CSE)	20
Ordinary Differential Equations (CSE)	22
Algorithms & Programming (Lab)	24

ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)

Introduction to Finite Element Methods (WiSe 2022/23)	26
Introduction to Finite-volume-method	27
Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung	29
Finite Elemente Methoden 2	31
Weitergehende Finite-Elemente-Formulierungen	33
Finite Elemente Methode: Theorie und Anwendung	34
Fluid-Struktur-Interaktion	35
Introduction to Lattice Boltzmann Methods	36
Simulationsmethoden der Partikeltechnik	38

ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)

Scientific Software Engineering and Programming Lab (CSE)	41
Numerical methods for ordinary and partial differential equations (CSE)	42
Parallel / Distributed Computing I	44
Methods of Uncertainty Analysis and Quantification	46
Multi-scale methods	48
Multidisciplinary Design Optimization	50
Datengetriebene Material Modellierung	52
Inverse Probleme	53
Optimierung	55
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen	58

IDC-LEC (In Depth Classes)

Spezialisierung EE (PO 2019)	60
------------------------------	----

Spezialisierung CM (PO 2019)	62
Spezialisierung CE (PO 2019)	64
Spezialisierung ME (PO 2019)	66
IDC-PRO (Specialization Project)	
Spezialisierungsprojekt (PO 2019)	68
MTH (Master Thesis)	
Masterarbeit (PO 2019)	70

Modulbezeichnung: Einführung in Computational Engineering		Modulnummer: BAU-STD5-88	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung:	
Workload: 60 h	Präsenzzeit: 46 h	Semester: 1	
Leistungspunkte: 2	Selbststudium: 14 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Pflicht		SWS: 2	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Introduction to Computational Engineering (B)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursula Kowalsky Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Krafczyk			
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden kennen verschiedene Grundansätze im Kontext Modellierung und Simulation in Verbindung mit numerischen Methoden und können Aufgabenstellungen aus dem Ingenieurwesen entsprechend zuordnen. Sie haben grundlegende Kenntnisse bezüglich der Modellierung und der Lösung von Modellgleichungen mittels ausgewählter numerischer Methoden. Sie haben grundlegende Kenntnisse zum Wissenschaftlichen Arbeiten in ihrem Fach bzw. sind in der Lage, Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge im Berufsleben zu erkennen. (E) The students know different general approaches in the context of modelling and simulation. They are able to connect engineering problems to adequate models as well as simulation methods. They have basic knowledge concerning modelling and solution of governing equations applying the methods addressed here. They gained basic knowledge related to scientific working in the context of their profession and are able to recognize networking possibilities and application to their professional life.			
Inhalte: (D) Einführungen in die Modellierung und die numerische Analyse von Prozessen im Ingenieurwesen, und z.B. in die Finite-Elemente-Methode, die Finite-Volumen-Methode, Berücksichtigung von Unsicherheiten, Daten-getriebene Modellierung, Mustererkennung, Multi-Skalen-Modellierung, Optimierung, digitale Zwillinge (E) Introduction to modeling and numerical analysis of processes in engineering, and e.g. finite element methods, finite volume methods, uncertainty quantification, data-driven modeling, pattern recognition, multi-scale methods, optimization, digital twins			
Lernformen: (D) Ringvorlesung (14h + 7h Selbststudium), Interkulturelles Training (14h + 4h Selbststudium), wahlweise Exkursion (18h + 3h Selbststudium) oder Workshop Scientific Integrity (18h + 3h Selbststudium). (E) Lecture series (14h + 7h self-study), intercul			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) keine Prüfung; Studienleistung: TN an 7 VL der Ringvorlesung + Interkulturelles Training + wahlweise Workshop oder Exkursion. Zusätzlich ein Bericht (1-2 Seiten) zur Auswertung des Workshops Scientific Integrity oder der Exkursion. (E) no exam; Course achievement: attendance of 7 lectures in lecture series + intercultural training + attendance of either workshop or excursion. In addition, a report (1-2 pages) to evaluate the workshop "Scientific Integrity" or the company excursion.			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: ---			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)			

Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Solid Mechanics (PO 2013)		Modulnummer: INF-CSE2-01	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung: SOL(2013)	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Lineare Kontinuumsmechanik (Ü) Lineare Kontinuumsmechanik (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (en) The course (Lecture+exercise) must be chosen. (de) Die Lehrveranstaltung (VL+UE) muss ausgewählt werden.			
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Jänicke			
Qualifikationsziele: (en) The students have basic knowledge in the continuum mechanical aspects of bodies. They are familiar with selected special cases and their model equations and are able to derive these equations. (de) Die Studierenden haben Grundkenntnisse der kontinuummechanischen Betrachtung von Körpern. Sie kennen für ausgewählte Spezialfälle die beschreibenden Modellgleichungen und können diese herleiten.			
Inhalte: (en) Solid Mechanics: Mathematical preliminaries, index notation State of stress in three dimensions Equilibrium and principal stress Deformation, non-linear theory, Green and Euler strain tensor Material behaviour Plane stress and plane strain Principle of virtual displacements and principle of virtual forces, Approximative solutions. (de) Festkörpermechanik: Mathematische Einleitung, Indexnotation. Dreidimensionaler Spannungszustand. Gleichgewicht und Hauptspannungen. Verformung, nicht-lineare Theorie, Green'scher und Euler'scher Dehnungstensor. Materialverhalten. Ebene Spannung und ebene Dehnung. Prinzip der virtuellen Verschiebungen und der virtuellen Kräfte. Näherungslösungen.			
Lernformen: (en) Lecture and exercise (de) Vorlesung und Übung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Examination: Written exam (60 min) (de) Prüfungsleistung: Klausur (60 Min.)			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ralf Jänicke			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: ·Gold, P.L.: Introduction to Linear Elasticity, Springer 1994 ·Mase, G.E.: Continuum Mechanics, McGraw-Hill, 1970			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2013) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: Strukturdynamik	Modulnummer: BAU-STD5-44	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5	Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 70 h	Semester: 1
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 80 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 5	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Strukturdynamik I (VÜ) Strukturdynamik II (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---		
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Wüchner		
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden sind in der Lage, für ausgewählte Konstruktionen ein aussagekräftiges Berechnungsmodell zu erstellen, die dazugehörige Schwingungsanalyse durchzuführen, die Ergebnisse zu interpretieren und gegebenenfalls Modifikationsmöglichkeiten für die Konstruktion aufzuzeigen. (en) The students are able to set up an engineering model for selected structures and to perform a vibration analysis. They can evaluate the results as well as are able to show possible modifications.		
Inhalte: (de) Periodische und unperiodische Schwingungen; Modellbildung für Starrkörpersysteme und Stabtragwerke; Aufstellen von Bewegungsgleichungen: Synthetische und analytische Methode; Linearisierung und Lösung von Bewegungsgleichungen; freie und erzwungene Schwingungen; Bewegungsgleichungen für Mehrmassenschwinger mit beliebig vielen Freiheitsgraden, Modal-Analyse, Modal-Synthese, Reduktionsmethoden, komplexe Darstellung. (en) Periodic and nonperiodic oscillations; modelling of rigid body systems and rods; equation of motion: synthetical and analytical approach; linearisation and solution of the equation of motion; free and forced vibrations; equation of motion for multi-body systems with arbitrary degrees of freedom; modal analysis; model synthesis; reduction methods; complex representation.		
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) lecture, exercise		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: mündliche Prüfungen à 45 Min. oder Modulklausur à 90 Min. (en) Examination: oral exams à 45 mins. or a written module exam à 90 mins.		
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester		
Modulverantwortliche(r): Roland Wüchner		
Sprache: Deutsch		
Medienformen: ---		
Literatur: Craig Jr., R. R.; Kurdila, A.J.: Fundamentals of Structural Dynamics. Wiley & Sons, 2006		
Erklärender Kommentar: ---		
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)		
Voraussetzungen für dieses Modul:		
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),		
Kommentar für Zuordnung: ---		

Modulbezeichnung: Fluid Mechanics (PO 2013)		Modulnummer: INF-CSE-92	
Institution: Strömungsmechanik		Modulabkürzung: FLU(2013)	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Fluid Mechanics (CSE - Studiengang) (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (D) Die Lehrveranstaltung (VL+UE) muss ausgewählt werden. (E) The course (Lecture+exercise) must be chosen.			
Lehrende: Dr. Richard Semaan, Ph.D.			
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden haben Grundkenntnisse der Kontinuummechanischen Betrachtung von Körpern, wie Flüssigkeiten. Sie kennen für ausgewählte Spezialfälle die beschreibenden Modellgleichungen und können diese herleiten. (E) The students have basic knowledge in the continuum mechanical aspects of bodies such as liquids. They are familiar with selected special cases and their model equations and are able to derive these equations.			
Inhalte: (D) Strömungsmechanik: Einleitung, Strömungseigenschaften und Grundkonzepte. Stromfadentheorie: Grundgleichungen, inkompressible Strömungen, kompressible Strömungen. Impulssatz: Grundgleichungen und Anwendungen für inkompressible Strömungen. Viskose inkompressible 2D-Strömungen: Grundlagen der Navier-Stokes-Gleichung, laminare Couette-Strömung, laminare Grenzschicht-Gleichungen, Theorie selbst-ähnlicher laminarer Grenzschichten, turbulente Grenzschicht-Gleichungen, Turbulenz und einfache Turbulenzmodelle, universelle Geschwindigkeitsverteilung, Plattenströmung. (E) Fluid Mechanics: Introduction, flow properties and basic concepts: Stream filament theory: basic equations, incompressible flows, compressible flows · Integral Momentum Equation: basic equations and applications for incompressible flow · Viscous incompressible 2D flows: foundation of Navier-Stokes equations, laminar Couette flow, laminar boundary layer equations, theory of self similar laminar boundary layers, turbulent boundary layer equations, turbulence closure and simple turbulence model, universal velocity distribution, flat plate engineering formulae.			
Lernformen: (D) Vorlesung und Übung (E) Lecture and exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) (E) Examination: Written (90 min) or oral exam (30 min)			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Rolf Radespiel			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: 1. Gersten, K.: Einführung in die Strömungsmechanik. 1991, Verlag Vieweg Braunschweig Wiesbaden, 6. Auflage. 2. Oertel, H., jr.: Introduction to Fluid Mechanics. 2001, Verlag Vieweg Braunschweig Wiesbaden. 3. Spurk, J. H.: Fluid Mechanics. 1997, Verlag Springer Berlin. 4. Schlichting, H.; Gersten, K.: Boundary Layer Theory. 1999, Verlag Springer Berlin.			
Erklärender Kommentar: Recommended prerequisites: Knowledge of differential and integral calculus, basic understanding of physical relationships.			
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2013) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2013) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Thermodynamics and Statistics				Modulnummer: MB-IFT-03	
Institution: Thermodynamik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Thermodynamics and Statistics (OV)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Professor Dr. Ing. Jürgen Köhler					
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden können die Grundbegriffe der statistischen Thermodynamik benennen und deren wichtigste Konsequenzen aufzählen. Sie sind in der Lage, komplexe Fragestellungen auf Grundlage vertiefter thermodynamischer Zusammenhänge zu erläutern. Die Studierenden können wissenschaftliche Aussagen und Verfahren der Thermodynamik auf konkrete, praktische Problemstellungen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe technische Systeme anhand von Bilanzgleichungen zu analysieren und geeignete Methoden zu wählen um eine komplexe Fragestellung auf dem Gebiet der Thermodynamik zu lösen. =====					
(E) Students can name the basic terms and laws of statistical thermodynamics and list their most important consequences. The students can explain complex issues based on advanced thermodynamics. The students are able to apply scientific statements and processes in the field of thermodynamics to specific and practical problems. Students can analyze technical systems using balance equations of energy, mass, momentum and entropy. The students are able to choose a suitable method to solve complex problems of thermodynamics.					
Inhalte: (D) Vorlesung: Deduktiver Ansatz basierend auf grundlegenden thermodynamischen Gesetzen; Grundbegriffe der Thermodynamik; Bilanzen und Erhaltungssätze; Thermodynamische Relationen; Fundamentalgleichungen und Zustandsgleichungen; Grundlegende thermodynamische Zustandsänderungen und Prozesse; Gleichgewichtsbedingungen; Arbeitsvermögen und Exergie; Ideales Gas; Reale Stoffe; Statistische Thermodynamik; Grundlagen und Anwendungen Übung: Anhand ausgewählter Beispiele sollen die Studierenden die in der Vorlesung erlernten theoretischen Grundlagen anwenden und die in den Aufgaben angeführten Problemstellungen selbstständig lösen. =====					
(E) Lectures: Deductive reasoning based on basic thermodynamic laws; Basics; thermodynamic systems; extensive and intensive properties; process variables; Balances and conservation laws; mass balance; momentum balance; energy balance; total energy; kinetic energy; internal energy; Gibbs relation; entropy balance; Thermodynamic relations; Euler equation; Gibbs-Duhem relation; Maxwell relations; Fundamental equations and equations of state; thermal and caloric equation of state; heat capacity; Heat and work interactions; isobaric, isochoric, isothermal, isentropic, polytropic changes of state; the Carnot cycle; Equilibrium criteria; Ideal Gas; Properties of Real Substances; Statistical Thermodynamics; foundations; applications Tutorial classes: Based on selected examples, the students will apply the theoretical basics learned in the course. Moreover the students will solve independently and discuss the problems dealt with in the tasks.					
Lernformen: (D) Vorlesung des Lehrenden, Übung (E) lecture, tutorial					

Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten (E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester
Modulverantwortliche(r): Jürgen Köhler
Sprache: Englisch
Medienformen: (D) Power Point, Folien (E) power point, slides
Literatur: Thermodynamik kompakt [Weigand, B., Köhler, J., von Wolfersdorf, J.; Springer-Verlag, 2008] Technische Thermodynamik, Teil 1 [Bosnjakovic, F., Knoche, K.F.; Steinkopff Verlag, 1998] Fundamentals of statistical and thermal physics [Reif, F.; McGraw-Hill, 1965] Vorlesungsskript, Aufgabensammlung
Erklärender Kommentar: Thermodynamics and Statistics (V): 2 SWS, Thermodynamics and Statistics (Ü): 1 SWS (D) Voraussetzungen: keine (E) Requirements: none
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2013) (Master), Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Maschinenbau (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Systemics		Modulnummer: ET-IFR-64	
Institution: Intermodale Transport- und Logistiksysteme		Modulabkürzung: SYS(2020)	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 1	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Systemics (V) Systemics (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (D) Die Lehrveranstaltung (VL+UE) muss ausgewählt werden. (E) The course (lecture+exercise) must be chosen.			
Lehrende: Prof. Dr. Jürgen Pannek			
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden haben einen Überblick über allgemeine Modellierungsmethoden und Modellierungsansätze für technische Systeme (Grundzüge von "Systems Science"). Sie beherrschen die Modellierungsmethoden Bondgraphen und Lagrange-Modellierung und die Modellierung linearer Systeme im Zeitbereich, Frequenzbereich und zeitdiskret. Sie können die Eigenschaften Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit bei linearen Systemen prüfen und kennen die Ansätze der Identifikation zeitdiskreter linearer Systeme. (E) The students have an overview of general modelling methods and modelling approaches for technical systems (basics of "Systems Science"). They master the modelling methods bondgraphs and Lagrange modelling and the modelling of linear systems in continuous time domain, frequency domain and time discrete domain. They are able to check the properties of controllability and observability in linear systems and know the approaches of system identification of time-discrete linear systems.			
Inhalte: (D) - Systemdefinition - Klassifikation und Beschreibung der Systeme - Modellierung der Systemdynamik - Akausale Modellierung - Beschreibung dynamischer Systeme im Frequenzbereich - Beschreibung dynamischer Systeme im Zeitdiskretenbereich - Identifikation (E) - System identification - Classification and description of systems - Modeling of the dynamics of systems - Acausal modeling - Description of dynamic systems in frequency domain - Description of dynamic systems in discrete time domain - Identification			
Lernformen: (D) Vorlesung, Übung (E) Lecture, exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Klausur 60 Min. oder mündliche Prüfung 30 Min. (E) Examination: Written exam 60 min. or oral exam 30 min.			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Jürgen Pannek			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			

<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isermann: Mechatronic Systems, Springer Verlag - Borutzky: Bond Graph Methodology, Springer Verlag - Mobus, George E., Kalton, Michael C., Principles of Systems Science, Springer Verlag 2015
<p>Erklärender Kommentar:</p> <p>---</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen):</p> <p>BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge:</p> <p>Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektronische Systeme in Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt (PO 2020) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2020) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung:</p> <p>---</p>

Modulbezeichnung: Mustererkennung		Modulnummer: ET-NT-69	
Institution: Nachrichtentechnik		Modulabkürzung: PATREC 2020	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Mustererkennung (V) Mustererkennung (S)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Methoden und Algorithmen zur Klassifikation von Daten und sind befähigt, diese Verfahren für Probleme der Praxis geeignet auszuwählen, zu entwerfen und zu bewerten. (E) Upon completion of this module, students gain fundamental knowledge about methods and algorithms for classification of data. They are capable to select the appropriate means for real-world problems, to design a solution and to evaluate it.			
Inhalte: (D) <ul style="list-style-type: none"> - Bayessche Entscheidungsregel - Qualitätsmaße der Mustererkennung - Überwachtes Lernen mit parametrischen Verteilungen - Überwachtes Lernen mit nicht-parametrischen Verteilungen, Klassifikation - Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron - Support-Vektor-Maschinen (SVMs) - Mehrschichtiges Perzeptron, neuronale Netze (NNs) - Deep learning - Nicht-überwachtes Lernen, Clusteringverfahren (E) <ul style="list-style-type: none"> - Bayesian decision rule - Quality metrics in pattern recognition - Supervised learning with parametric distributions - Supervised learning with non-parametric distributions, classification - Linear discriminant functions, single-layer perceptron - Support vector machines (SVMs) - Multi-layer perceptron, neural networks (NNs) - Deep learning - Unsupervised learning, clustering methods Hinweis: Für die Mustererkennung mittels Hidden-Markov-Modellen (HMMs) wird ein separates vertiefendes Modul Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing) ET-NT-54 im Sommersemester angeboten.			
Lernformen: (D) Vorlesung und Seminar (E) Lecture and seminar			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten (E) Examination: Oral exam 30 min. or written exam 90 min.			
Turnus (Beginn): jedes Semester			
Modulverantwortliche(r): Tim Fingscheidt			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			

<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006
<p>Erklärender Kommentar:</p> <p>Grundkenntnisse der Statistik, wie sie z.B. im Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik" erworben werden, erleichtern das Verständnis der Vorlesung.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen):</p> <p>BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge:</p> <p>Data Science (MPO 2021) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Data Science (MPO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2020) (Master), Informations-Systemtechnik (BPO 2020) (Bachelor), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektronische Systeme in Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt (PO 2020) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung:</p> <p>---</p>

Modulbezeichnung: Computer Network Engineering				Modulnummer: ET-IDA-75	
Institution: Datentechnik und Kommunikationsnetze				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Computer Network Engineering (V) Computer Network Engineering (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. techn. Admela Jukan					
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Architekturen, Protokollstandards und theoretischen Aspekten von Telekommunikationsnetzen sowie Rechnernetzen und sind mit den Prinzipien der Signalisierung vertraut. Die erlernten Grundlagen ermöglichen es, selbstständig neue Protokolle und vermittlungstechnische Verfahren zu analysieren und zu bewerten. (E) After completing this module, students have basic knowledge about architectures, protocol standards and theory of telecommunication networks as well as computer networks and are familiar with the principles of signaling. The learned principles allow to analyze new protocols and network engineering techniques and to evaluate its performance.					
Inhalte: (D) Grundlagen des Internets Routing im Internet Das TCP-Protokoll und seine Leistungsbewertung Leistungsbewertung von Kommunikationsnetzen Grundlagen der Netzsicherheit Neue Netzarchitekturen und Protokolle (SDN, MPLS, Ethernet und optische Netze) (E) Introduction to the Internet. Routing in the Internet. The TCP Protocol and its performance evaluation (mathematical foundations). Performance evaluation of communication networks. Introduction to the network security. Next generation network architectures and protocols (Software Defined Networks (SDN), MPLS, Ethernet and photonic networks)					
Lernformen: (D) Vorlesung, Übung (E) Lecture, exercise					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (E) Examination: Written exam 90 min. or oral exam 30 min.					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): Admela Jukan					
Sprache: Englisch					
Medienformen: ---					
Literatur: J.F. Kurose und K.W. Ross, Computer Networking A Top-Down Approach, 6th ed., Pearson, ISBN-13: 978-0-13-285620-1 L. L. Peterson und B. S. Davie, Computer Networks: A Systems Approach, Morgan Kaufmann Publishers, 2003, ISBN: 1-55860-833-8 W. Stallings, Network Security Essentials, Pearson, ISBN 0-13-238033-1					

Erklärender Kommentar: ---
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Grundlagen des Mobilfunks (2013)		Modulnummer: ET-NT-49	
Institution: Nachrichtentechnik		Modulabkürzung: GdM (2013)	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 56 h	Semester: 1	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 94 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 4	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Grundlagen des Mobilfunks (2013) (V) Grundlagen des Mobilfunks (2013) (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden Kenntnisse über die Struktur und die Funktionsweise zellulärer Mobilfunknetze sowie drahtloser lokaler Netze erlangt und sind in der Lage, die erlernten Prinzipien in realen Mobilfunksystemen zu identifizieren sowie deren daraus resultierende Leistungsfähigkeit einzuschätzen. (E) The lecture provides the basics in the areas of the air interface of mobile communication systems. Students will acquire knowledge on the structure and functionality of cellular and wireless local area networks.			
Inhalte: (D) 1. Einführung 2. Wellenausbreitung 3. Funkübertragungstechnik 4. Medienzugriffsverfahren 5. Mobilfunksysteme nach 3GPP 6. Mobilfunksysteme nach IEEE802 (E) 1. Introduction 2. Wave Propagation 3. Radio Transmission 4. Media Access 5. 3GPP Wireless Systems 6. IEEE 802 Wireless Systems			
Lernformen: (D) Vorlesung und Übung (E)			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 20 Minuten oder Klausur 90 Minuten. (E) Examination: Oral exam 20 min. or written exam 90 min.			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Thomas Kürner			
Sprache: Deutsch			
Medienformen: Skript			
Literatur: Skript C. Lüders, Mobilfunksysteme, Vogel-Verlag 2001 J. Schiller, Mobilkommunikation, Addison-Wesley 2000 N. Geng, W. Wiesbeck, Planungsmethoden für die Mobilkommunikation, Springer-Verlag 1998 A. Molisch, Wireless Communications, Addison-Wesley 2005			
Erklärender Kommentar: Dieses Modul aus dem Masterprogramm ist auch für Bachelor geeignet.			
Kategorien (Modulgruppen): BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)			

Voraussetzungen für dieses Modul:

Studiengänge:

Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Informatik (MPO 2014) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2020) (Master), Mobilität und Verkehr (WS 2013/14) (Master), Informations-Systemtechnik (BPO 2020) (Bachelor), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Bachelor), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Digitale Kommunikation und Medientechnologien (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2013) (Bachelor), Medientechnik und Kommunikation (PO 2015) (Master), Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Nachhaltige Energiesysteme und Elektromobilität (Bachelor), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektrotechnik (BPO 2013) (Bachelor), Elektrotechnik (BPO 2020) (Bachelor), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2013) (Master), Informations-Systemtechnik (BPO 2013) (Bachelor), Medientechnik und Kommunikation (PO 2021) (Master), Export für Master Medienwissenschaften HBK (2016) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Informatik (BPO 2017) (Bachelor), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2018) (Bachelor), Informatik (BPO 2014) (Bachelor), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Kopie von Digitale Kommunikation und Medientechnologien (PO 2022) In Planung (Master), Informatik (BPO 2020_1) (Bachelor), Informations-Systemtechnik (MPO 2019) (Master), Informatik (MPO 2015) (Master), Informatik (BPO 2015) (Bachelor), Informations-Systemtechnik (BPO 2019) (Bachelor), Elektrotechnik (BPO 2018) (Bachelor),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Elektromagnetische Verträglichkeit (2013)				Modulnummer: ET-IEMV-06	
Institution: Elektromagnetische Verträglichkeit				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Elektromagnetische Verträglichkeit (V) Elektromagnetische Verträglichkeit (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Die Wahl dieses Moduls schließt die Wahl des Moduls "Elektromagnetische Verträglichkeit mit Seminar" aus und umgekehrt.					
Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Achim Enders					
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, gegenseitige Stör- und Beeinflussungsszenarien bei elektrotechnischen und elektronischen Systemen und Komponenten zu erkennen, geeignete Schutz- und Abhilfemaßnahmen auszuwählen, bei Planung und Design von Anlagen und Systemen EMV-Aspekte präventiv und kostengünstig zu berücksichtigen. Die Zuständigkeiten für und die Vorgehensweise zur Beurteilung der EMV-Produktsicherheit sind bekannt. (E)After finishing the module the students are able to identify mutual interference and interaction scenarios for electrotechnical and electronic systems and components, to choose appropriate protection and compatibility measures, to preventively and cost-efficiently consider EMC-aspects for the design of facilities and systems. The responsibilities for and the approach to the evaluation of the EMC product safety are known.					
Inhalte: (D) Begriffe und Definitionen der EMV Störquellen und Störgrößen, Störfestigkeit von Störsenken Kopplungsmechanismen: galvanische, kapazitive, induktive Kopplung, Wellen- und Strahlungsbeeinflussung Herstellung der EMV durch Maßnahmen an der Störquelle, an den Kopplungsstrecken und an der Störsenke; Schirmung, Überspannungs- und Überstromschutz Gesetzliche Grundlagen, Produkthaftung, Normung EMV-Prüftechnik Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme (E) Terms and definitions of EMC Sources of interference and disturbance variables, immunity of susceptible devices Coupling mechanisms: galvanic, capacitive, inductive coupling, wave and radiation interference Establishing of EMC by measures at the sources of interference, at the coupling paths and at the susceptible devices; shielding, overvoltage and overcurrent protection Legal basis, product liability, standardization EMC test engineering Electromagnetic compatibility of biological systems					
Lernformen: Vorlesung und Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D)Prüfungsleistung: Klausur 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (E)Examination: Writen exam 60 min. or oral exam 30 min.					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): Achim Enders					
Sprache: Deutsch					
Medienformen: ---					

<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ständig aktualisiertes Folien-Handout - Joachim Franz, EMV - Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen, Teubner, 2002, ISBN 3-519-00397-X - Clayton R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, Wiley, 2006, ISBN 0-471-75500-1 - Kenneth L. Kaiser, Electromagnetic Compatibility Handbook, CRC Press, 2005, ISBN 0-8493-2087-9
<p>Erklärender Kommentar:</p> <p>---</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen):</p> <p>BCC-ENG (Basic Core Classes - Engineering)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge:</p> <p>Elektromobilität (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Elektrotechnik (BPO 2013) (Bachelor), Elektronische Systeme in Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt (Master), Elektrotechnik (BPO 2018) (Bachelor), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung:</p> <p>---</p>

Modulbezeichnung: Partial Differential Equations (CSE)		Modulnummer: MAT-STD7-06	
Institution: Mathematik Institute 7		Modulabkürzung: PartDE_CSE	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 1	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Pflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Partielle Differentialgleichungen (CSE) (V) Partielle Differentialgleichungen (CSE) (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: N.N. (Dozent Mathematik)			
Qualifikationsziele: (en) The students are familiar with the use of ordinary differential equations for the description of engineering applications. They know methods to determine the quantitative and qualitative solution behaviour like the concepts of the fundamental solution, Green function and variational formulation. (de) Die Studierenden sind mit dem Einsatz von partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen vertraut. Sie kennen Methoden zur Bestimmung des quantitativen und qualitativen Lösungsverhaltens wie die Konzepte der Fundamentallösung, der Green-Funktion und der Variationsformulierung.			
Inhalte: (en) Modelling with partial differential equations, continuity equation, heat equation, wave equation, elastic deformation, fundamental solution, Green function, energy functional and variational formulation, relation to functional analysis like representation in eigen forms (de) Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen, Kontinuitätsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung, elastische Verformung, Fundamentallösung, Green-Funktionen, Energiefunktional und Variationsformulierung, schwache Formulierung, Bezüge zur Funktionalanalysis wie Darstellung in Eigenformen			
Lernformen: (en) Lecture, Exercise, Self-Study, Programming Exercise, Projects (de) Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Programmieraufgaben, Kleinprojekte			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (90 min.) or oral exam (30 min.) according to examiners specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course. (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (en) Blackboard, Projector (de) Tafel, Beamer			
Literatur: (en) will be announced during the lecture/exercise (de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Erklärender Kommentar: (en) Mathematical knowledge from an engineering bachelors degree is required. (de) Es werden mathematische Kenntnisse aus einem ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudium vorausgesetzt.
Kategorien (Modulgruppen): BCC-MCS (Basic Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Ordinary Differential Equations (CSE)		Modulnummer: MAT-STD7-05	
Institution: Mathematik Institute 7		Modulabkürzung: OrdDE_CSE	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 1	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Pflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Gewöhnliche Differentialgleichungen (CSE) (V) Gewöhnliche Differentialgleichungen (CSE) (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: N.N. (Dozent Mathematik)			
Qualifikationsziele: (en) The students are familiar with the use of ordinary differential equations for the description of engineering applications. They know methods to determine the quantitative and qualitative solution behaviour of dynamical system and the sensitivity of the solution behaviour. (de) Die Studierenden sind mit dem Einsatz von gewöhnlichen Differentialgleichungen zur Beschreibung ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen vertraut. Sie kennen Methoden zur Bestimmung des quantitativen und qualitativen Lösungsverhaltens von dynamischen Systemen sowie zur Bestimmung der Sensitivität des Lösungsverhaltens.			
Inhalte: (en) Modeling with differential equations, Bernoulli and Euler differential equations, exact differential equations, linear equations of different orders, systems of differential equations, Laplace transform, dynamical systems and stability (de) Modellierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen, Bernoulli- und Euler-Differentialgleichungen, exakte Differentialgleichungen, lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung, Systeme von Differentialgleichungen, Laplace-Transformation, dynamische Systeme und Stabilität			
Lernformen: (en) Lecture, Exercises, Self-study, Programming Exercises, Projects (de) Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Programmieraufgaben, Kleinprojekte			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (90 min.) or oral exam (30 min.) according to examiners specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course. (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (en) Blackboard, Projektor (de) Tafel, Beamer			
Literatur: (en) will be announced during the lecture/exercise (de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Erklärender Kommentar:

(en) Mathematical knowledge from an engineering bachelors degree is required.

(de) Es werden mathematische Kenntnisse aus einem ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudium vorausgesetzt.

Kategorien (Modulgruppen):

BCC-MCS (Basic Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)

Voraussetzungen für dieses Modul:

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Algorithms & Programming (Lab)		Modulnummer: BAU-STD5-48	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung:	
Workload:	240 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	8	Selbststudium:	184 h
Pflichtform:	Pflicht	SWS:	5
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Algorithms & Programming (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Krafczyk Dr.-Ing. Martin Schönherr			
Qualifikationsziele: (en) The students are able to estimate and classify the complexity of algorithms of different numerical methods. They know essential numerical algorithms for the simulation of engineering problems. They are also able to design and describe moderately complex data structures using UML and to implement moderately complex numerical algorithms using object-oriented approaches in Java (de) Die Studierenden sind in der Lage, die Komplexität von Algorithmen von verschiedenen numerischen Methoden abschätzen und einordnen zu können. Sie kennen wesentliche numerische Algorithmen zur Simulation von Ingenieurproblemen. Sie sind weiterhin in der Lage, moderat komplexe Datenstrukturen mittels UML zu entwerfen und zu beschreiben und können moderat komplexe numerische Algorithmen unter Berücksichtigung objektorientierter Ansätze in der Sprache Java implementieren.			
Inhalte: (en) Basic data and control structures, basics of object-oriented modeling. UML, call by reference, data encapsulation, sorting algorithm, IO, implementation of simple numerical algorithms. (de) Grundlegende Daten- und Kontrollstrukturen, Grundlagen der objektorientierten Modellierung. UML, call by reference, Datenkapselung, Sortieralgorithmus, IO, Umsetzung einfacher numerischer Algorithmen			
Lernformen: (en) Lecture, exercise/project, lab (group work) (de) Vorlesung, Übung/Projektarbeit, Lab (Gruppenarbeiten)			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Examination: written exam (120 min) or oral exam (45 min) Course activity: pass of homework (project) (de) Prüfungsleistung Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (45 Min.) Studienleistung: bestehen der Hausarbeit (Projektarbeit)			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Manfred Krafczyk			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (en) script, source code examples (de) Vorlesungsskript, source code Beispiele			
Literatur: (en) script, https://www.learnjavaonline.org/ , Java: The Complete Reference Herbert Schildt ISBN: 9789339212094 (de) Vorlesungsskript, https://www.learnjavaonline.org/ , Java: The Complete Reference Herbert Schildt ISBN: 9789339212094			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): BCC-MCS (Basic Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Introduction to Finite Element Methods (WiSe 2022/23)		Modulnummer: BAU-STD5-91	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung: FEM-1(2013)	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Introduction to Finite Element Methods (V) Introduction to Finite Element Methods (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursula Kowalsky			
Qualifikationsziele: (en) The students know mathematical models for solid bodies and structures in engineering, especially formulations for beam, plane and volume structures. They are able to create finite element models and apply adequate solution methods. (de) Die Studierenden kennen mathematische Modelle für Festkörper und Strukturen des Ingenieurwesens, insbesondere Formulierungen für Stab-, Flächen- und Volumentragwerke. Sie sind in der Lage, Finite-Element-Modelle aufzustellen und geeignete Lösungsverfahren anzuwenden.			
Inhalte: (en) Displacement-based finite elements for 1D and 2D elasticity problems as well as for stationary heat conduction problems; FEM algorithm including postprocessing; numerical integration, isoparametric elements, computer-lab (de) Finite Weggrößenelemente für 1D- und 2D-Strukturen, Elastizitäts- und Temperaturprobleme, Betrachtung des Gesamtsystems, Nachlaufrechnung, numerische Integration, isoparametrische Elemente, Programmier-Praktikum			
Lernformen: (en) Lecture, exercise, home work, LAB (de) Vorlesung, Übung, Hausübung, LAB			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: Klausur (60 Min.) oder mündl. Prüfung (30 Min.) (70%), Hausarbeit (30%) (en) Examination: written exam (90 min) or oral exam (30 min) (70%), homework (30%)			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: - Bathe, K.J.: Finite-Elemente-Methoden, 2. Auflage, Springer, ISBN: 3540668063, Berlin, 2002 - Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L.: The Finite Element Method, 6. Auflage, Butterworth Heinemann, ISBN: 0750663200, 2005 - Hughes, T.J.R.: The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc., ISBN: 0133170179, 1987 Introduction to Finite Element Methods: manuscript and extended textbook			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: Introduction to Finite-volume-method		Modulnummer: MAT-STD7-10	
Institution: Mathematik Institute 7		Modulabkürzung: FinVolMeth	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Finite-Volumen-Methode für die numerische Simulation (V) Finite-Volumen-Methode für die numerische Simulation (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: N.N. (Dozent Mathematik)			
Qualifikationsziele: (de) - Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Umsetzung aus der numerischen Mathematik bekannte Algorithmen in die Praxis - Kennenlernen von Netzdatenstrukturen - Differentiation von diskretisierten Differential- und Integralgleichungen, und Umsetzung von deren Darstellungen in Programmiersprachen (en) - Systematic extension of the basic knowledge acquired in the bachelor's degree programme in mathematics and expansion of knowledge and expertise in additional areas of mathematics - Gain an understanding of the complex links between the different areas of applied and pure mathematics - Studying theories and mastering their complex methods and studying in-depth mathematical applications also through project-type examples - Realization of algorithms introduced in numerical mathematics - Get to know data structures required for meshing strategies - differentiation of discretized partial differential and integral equations and realization of their representation in programming languages			
Inhalte: (de) Die Studierenden lernen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen und Integralgleichungen unter Verwendung von Finite-Volumen-Verfahren auf hybriden Netzen. Ausgehend von Konvektions-Diffusionsprozessen werden die Prinzipien stabiler Methoden zur numerischen Behandlung und Umsetzung entwickelt. Die dafür notwendigen Techniken werden im Rahmen der Vorlesung vorgestellt und erläutert. (en) The students learn the basic ideas required to discretize partial differential and integral equations using finite-volume methods for mixed element meshes. Based on convection-diffusion processes the principles to realize stable numerical methods are discussed. Required knowledge and techniques are presented in the lecture.			
Lernformen: (de) Vorlesung, Übungsaufgaben (en) Lecture, exercises			

<p>Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (90 min.) or oral exam (30 min.) according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>
<p>Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester</p>
<p>Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik</p>
<p>Sprache: Deutsch, Englisch</p>
<p>Medienformen: (de) Tafel, Folien, Beamer (en) Blackboard, slides, projector</p>
<p>Literatur: (de/en) - Blazek, J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications - Vorlesungsskriptum (Englisch)/Lecture script</p>
<p>Erklärender Kommentar: Diese Veranstaltung wird von Priv.-Doz. Dr. habil. Stefan Langer angeboten.</p> <p>(de) Es werden Kenntnisse vorausgesetzt in 1) Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen 2) Numerische Verfahren zum Lösen von Gleichungssystemen 3) Zeitschrittverfahren</p> <p>(en) Mathematical knowledge in 1) Ordinary and partial differential equations 2) Numerical methods for solving systems of equations 3) Time stepping methods is required.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Mathematik (MPO Version 3) (Master), Finanz- und Wirtschaftsmathematik (MPO Version 3) (Master), Finanz- und Wirtschaftsmathematik (MPO 2014) (Master), Mathematik (MPO Version 2) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung: ---</p>

Modulbezeichnung: Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung		Modulnummer: MB-IFM-07	
Institution: Mechanik und Adaptronik		Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung (V) Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Markus BöI			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden mithilfe der Kontinuumsmechanik Deformationen und Spannungen berechnen. Räumliche Diskretisierung kann anhand der Bilanzgleichungen angewendet werden. Die Studierenden sind in der Lage, Systeme hinsichtlich großer Deformationen im Rahmen der Finiten-Elemente Methode zu analysieren. =====			
(E) After completing the module attendees can calculate deformations and stresses using continuum mechanics. Spatial discretization based on the finite element method can be applied to the balance equations. Students are able to analyze systems that undergo large deformations and experience geometrical nonlinearities such as buckling.			
Inhalte: (D) - Allgemeine nichtlineare Phänomene - Kontinuumsmechanische Grundlagen der nichtlinearen FEM (Überblick) - Räumliche Diskretisierung der Grundgleichungen - Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme - Lösungsalgorithmen für lineare Gleichungssysteme - Übersicht über spezielle Finite Elemente =====			
(E) - general nonlinear phenomena - basics of continuum mechanics for nonlinear FEM (overview) - discretization of the governing equations - solution methods for nonlinear problems - solution algorithms for linear systems of equations - overview of particular finite elements			
Lernformen: (D) Vorlesung, Übung (E) lecture, exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D): 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 60 Minuten, in Gruppen (E): 1 examination element: written exam of 120 minutes or oral exam of 60 minutes, in groups			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Markus BöI			
Sprache: Deutsch			
Medienformen: (D) Tafel und Power-Point/Folien (E) Board and Power-Point/Slides			

Literatur:

T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran [2001], Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley & Sons, Ltd.

P. Wriggers [2001], Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag

G. A. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley & Sons

R. W. Ogden [1984], Non-Linear Elastic Deformations, Ellis Horwood Series Mathematics and its Applications

Erklärender Kommentar:

Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung (V): 2 SWS,

Nichtlineare FE - Theorie und Anwendung (Ü): 1 SWS

Voraussetzungen:

Empfohlen: Grundlagen der Finiten-Elemente-Methode und der Kontinuumsmechanik

Kategorien (Modulgruppen):

ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)

Voraussetzungen für dieses Modul:

Studiengänge:

Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master), Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Maschinenbau (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Finite Elemente Methoden 2		Modulnummer: MB-IFL-01	
Institution: Flugzeugbau und Leichtbau		Modulabkürzung: FEM 2	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Finite-Elemente-Methoden 2 (V) Finite-Elemente-Methoden 2 (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (D) Beide Lehrveranstaltungen sind zu belegen			
(E) Both courses have to be attended			
Lehrende: Dr.-Ing. Matthias Christoph Haupt			
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden können Aspekte des modernen Einsatzes der Finite-Elemente-Methoden (FEM) einordnen und beherrschen. Mit dem erlernten Wissen, das deutlich über eine Einführung hinaus geht, sind sie in der Lage, mit zeitgemäßen FEM-Programmen sicher zu arbeiten, die theoretischen Hintergründe zu verstehen und wissenschaftlich im Bereich der FEM zu arbeiten. Hierzu lernen sie die Formulierungen von Thermalanalyse und Strukturdynamik im FEM Kontext theoretisch und durch eigenständiges Programmieren in Rechnerübungen auch praktisch zu behandeln..			
(E) Students can classify and master aspects of the modern use of finite element methods (FEM). With the knowledge acquired, which goes well beyond an introduction, they are able to work with current FEM programs to work safely, to understand the theoretical background and to work scientifically in the field of FEM. For this they learn to handle the formulations of thermal analysis and structural dynamics in the FEM context theoretically and by computer programming in the exercises also practically.			
Inhalte: (D) Grundlegender Ablauf der FEM, Schreibweisen und historische Entwicklung			
<ul style="list-style-type: none"> - Ansatzfunktionen: Anforderungen, Eigenschaften, Formulierungen, isoparametrisches Elementkonzept - Schwache Formulierungen: Gewichtete Residuen, Variationsmethoden, Ritzverfahren, Least-Square-Methoden - Konvergenz der Standardmethode: Grundlagen, Fehlerabschätzung und adaptive Techniken - Gemischte Methoden und Lockingphänomene: Inkompressibles Materialverhalten, Schubweiche Balken- und Plattenformulierungen - Gleichungslösung: Direkte und iterative Verfahren, Zeitintegration und große sowie nichtlineare Gleichungssysteme 			
(E) Basic process of FEM, notations and historical development			
<ul style="list-style-type: none"> - Ansatz functions: requirements, properties, formulations, isoparametric element concept - Weak formulations: Weighted residuals, Variational methods, Ritz-methods, Least Square methods - Convergence of the standard FEM: basics, error estimation and adaptive techniques - Mixed Methods and Locking Phenomena: Incompressible material behavior, shear-deformable beams and plate formulations - Solving systems of equations: Direct and iterative methods, time integration and large and nonlinear systems of 			

equations .
Lernformen: (D): Vorlesung + Übungen (E): lectures + exercises
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D): 1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung, 30 Minuten (E): 1 examination element: oral exam, 30 minutes
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester
Modulverantwortliche(r): Sebastian Heimbs
Sprache: Deutsch
Medienformen: (D) Tafel, Skript, Präsentation, Rechnerübungen (E) Board, lecture notes, presentaion, computer exercises
Literatur: Bathe,K.J.: Finite-Elemente-Methoden, 2. Auflage, Springer, ISBN: 3540668063, Berlin, 2002 Zienkiewicz,O.C.; Taylor,R.L.: The Finite Element Method, 6. Auflage, Butterworth Heinemann, ISBN: 0750663200, 2005 Hughes,T.J.R.: The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc., ISBN: 0133170179, 1987 Schwarz,H.R.: Methode der finiten Elemente, Teubner, 1980 Argyris,J.H.; Mlejnek,H.-P.: Die Methode der finiten Elemente - Vol I,II,III, Vieweg, 1986
Wissenschaftliche Veröffentlichungen / scientific papers Hughes,T.J.R.: The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc., ISBN: 0133170179, 1987 Schwarz,H.R.: Methode der finiten Elemente, Teubner, 1980 Argyris,J.H.; Mlejnek,H.-P.: Die Methode der finiten Elemente - Vol I,II,III, Vieweg, 1986
Erklärender Kommentar: Finite-Elemente-Methoden 2 (V): 2 SWS Finite-Elemente-Methoden 2 (Ü): 1 SWS
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master), Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Maschinenbau (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Weitergehende Finite-Elemente-Formulierungen		Modulnummer: BAU-STD5-90	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung:	
Workload: 0 h	Präsenzzeit: 28 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 122 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 2	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Advanced FEM (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursula Kowalsky			
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden haben vertiefte Erkenntnisse in der Elementtechnologie sowie zum Einsatz physikalischer und geometrischer Nichtlinearitäten und deren Lösungsverfahren. (E) The students have deep knowledge concerning element technology as well as concerning physical and geometric non-linearities and the respective paths of solution.			
Inhalte: (D) FEM-Technologie, gemischte und gemischt-hybride Formulierungen für C0- und C1-konforme Tragwerke, Behandlung physikalischer und geometrischer Nichtlinearitäten, Iterationsalgorithmen, Übungen im CA-Pool (LAB-Charakter), Programmier- und Analysefähigkeiten werden anhand einer Hausarbeit geübt, Abschlusspräsentation (E) FEM-technology, mixed and mixed-hybrid formulations concerning C0- and C1-compliant structures, physical and geometric non-linearities, iteration algorithms, exercises at CA-Pool (LAB), coding as well as analysing knowledge is gained at doing home work and final presentation			
Lernformen: (D) Vorlesung, CA-Pool-Übungen, Hausarbeit und Präsentation (E) Lecture, CA-Pool-exercises, home work and presentation			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Portfolio (E) portfolio			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Roland Wüchner			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: ---			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: Finite Elemente Methode: Theorie und Anwendung		Modulnummer: BAU-STD4-59	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 4		Modulabkürzung:	
Workload: 180 h	Präsenzzeit: 56 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 6	Selbststudium: 124 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 4	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Finite Elemente Methode: Theorie und Anwendung (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Jänicke			
Qualifikationsziele: Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis der Finite-Elemente-Methode zur Lösung von Randwertproblemen. Sie können die Methode auf lineare Probleme (Wärmeleitung, Diffusion, Elektrostatik, Aerodynamik, Elastizität) anwenden. Sie sind mit der prinzipiellen Vorgehensweise bei Nutzung von FE-Software vertraut.			
Inhalte: Die Finite-Elemente-Methode zur Lösung linearer und nichtlinearer Probleme der Festkörpermechanik: Wärmeleitung, nichtlineare Elastizität. Variationelle Darstellung, Methode der gewichteten Residuen. Numerische Implementierung in einer Finite Elemente Toolbox. Course contents: The Finite Element Method for linear and nonlinear problems in solid mechanics: Heat equation, nonlinear elasticity. Variational format, weighted residuals. Numerical implementation in a Finite Element Toolbox.			
Lernformen: Vorlesung, Übung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Klausur (90 Min.)			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ralf Jänicke			
Sprache: Englisch			
Medienformen: Tafel, Vorlesungsfolien, Rechnerübung			
Literatur: (1) T.J.R. Hughes, The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis (2) C. Johnson, Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method (3) D.V. Hutton, Fundamentals of Finite Element Analysis (4) M. Fagan, Finite Element Analysis Theory and Practice (5) P. Steinke, Finite-Elemente-Methode - Rechnergestützte Einführung			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Umweltingenieurwesen (PO WS 2022/23) (Master), Bauingenieurwesen (PO WS 2022/23) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: Fluid-Struktur-Interaktion	Modulnummer: BAU-STD5-89	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5	Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 28 h	Semester: 3
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 122 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 2	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Fluid-Structure Interaction (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---		
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Wüchner		
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bezüglich der Berechnung und Lösung von gekoppelten Fluid-Struktur-Problemen. Sie können numerische Analysen gekoppelter Problemstellungen durchführen. (E) The students have deep knowledge concerning analysis and solution of coupled fluid-structure interaction problems. They are able to analyse problems according to fluid-structure interaction.		
Inhalte: (D) Phänomene der Fluid-Struktur-Interaktion, Modelle, starke und schwache Kopplung, numerische Algorithmen zur Lösung der Modellgleichungen, numerische Analysen typischer Problemstellungen, Übungen im CA-Pool (LAB-Charakter), Programmier- und Analysefähigkeiten werden anhand einer Hausarbeit geübt, Abschlusspräsentation (E) Phenomena of fluid-structure interaction, modelling, strong as well as weak coupling, numerical algorithms to solve the governing equations, numerical analyses of typical problems, exercises at CA-Pool (LAB), coding as well as analysing knowledge is gained at doing home work and final presentation		
Lernformen: (D) Vorlesung, CA-Pool-Übungen, Hausarbeit und Präsentation (E) Lecture, CA-Pool-exercises, home work and presentation		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Portfolio (E) portfolio		
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester		
Modulverantwortliche(r): Roland Wüchner		
Sprache: Englisch		
Medienformen: ---		
Literatur: ---		
Erklärender Kommentar: ---		
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)		
Voraussetzungen für dieses Modul:		
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),		
Kommentar für Zuordnung: ---		

Modulbezeichnung: Introduction to Lattice Boltzmann Methods		Modulnummer: BAU-STD5-49	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 70 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 80 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Introduction to Lattice Boltzmann Methods (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Krafczyk Prof. Martin Geier Dr. Hesameddin Safari			
Qualifikationsziele: (en) The students are able to discretize partial differential equations for moderately complex transport and flow problems using asymptotic analysis in the sense of a Lattice Boltzmann method, to implement them in an object-oriented approach in C/C++ and to solve simple two-dimensional transport and flow problems with this implementation. (de) Die Studierenden sind in der Lage, partielle Differentialgleichungen für moderat komplexe Transport- und Strömungsprobleme unter Verwendung der asymptotischen Analyse im Sinne einer Lattice Boltzmann Methode zu diskretisieren, objektorientiert in C/C++ zu implementieren und mit dieser Implementierung einfache zweidimensionale Transport- und Strömungsprobleme zu lösen.			
Inhalte: (en) Introduction to lattice gases; from lattice gases to Boltzmann equation, discretization of BG in velocity space, FD discretization of DBL, asymptotic analysis of hydrodynamic moments, tutorial code, example simulations (de) Einführung in Gittergase; von Gittergasen zur Boltzmanngleichung, Diskretisierung der BG im Geschwindigkeitsraum, FD-Diskretisierung der DBL, asymptotische Analyse der hydrodynamischen Momente, Tutorialcode, Beispielsimulationen			
Lernformen: (en) lecture, project, group work (de) Vorlesung, Projektarbeit, Gruppenarbeiten			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Examination: written exam (120 min) or oral exam (45 min) Course activity: pass of homework (project) (de) Prüfungsleistung Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (45 Min.) Studienleistung: bestehen der Hausarbeit (Projektarbeit)			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Manfred Krafczyk			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (en) script, source code examples (de) Vorlesungsskript, source code Beispiele			
Literatur: (en) script, T. Krüger et al., The Lattice Boltzmann Method: Principles and Practice, Springer ISBN 978-3-319-44649-3 (2017) (de) Vorlesungsskript, T. Krüger et al., The Lattice Boltzmann Method: Principles and Practice, Springer ISBN 978-3-319-44649-3 (2017)			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Simulationsmethoden der Partikeltechnik		Modulnummer: MB-IPAT-39	
Institution: Partikeltechnik		Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 3	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Simulationsmethoden der Partikeltechnik (V) Simulationsmethoden der Partikeltechnik (Ü) Simulationsmethoden der Partikeltechnik (P)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (D) Die Studienleistungen sind notwendig um das Modul abzuschließen, aber keine Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur. Die Gesamtnote des Moduls berechnet sich lediglich aus der Prüfungsleistung. (E) The course achievements are necessary to complete the module, but not a prerequisite for participation in the exam. The overall grade of the module is only calculated from the examination performance.			
Lehrende: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Arno Kwade			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die gelehrt Simulationsmethoden in die dafür geeigneten Größen- und Zeitskalen einzuordnen. Sie können die den Simulationsmethoden zu Grunde liegenden Modelle benennen und deren Anwendbarkeit auf reale Probleme in der Partikeltechnik diskutieren. Des Weiteren sind sie dazu befähigt, die Abläufe und Algorithmen bei der Durchführung der gelehrt Simulationsmethoden schematisch zu beschreiben. Die Konzepte der Diskreten-Elemente-Methode können sie selbstständig auf eigene Probleme anwenden. Sie besitzen die Fähigkeit, den Einfluss von Eingangsgrößen auf vorgegebene Kraftmodelle an Hand von Berechnungen zu analysieren. Verschiedene Kraft- und Potentialverläufe können von den Studierenden an Hand von Skizzen beschrieben werden. Die Studierenden sind außerdem in der Lage, die Terme vorgegebener Grundgleichungen in der numerischen Strömungsmechanik, der CFD-DEM-Kopplung sowie in der Populationsbilanzen-Methode im Kontext der Partikelsimulation zu benennen und ihre Bedeutung zu erläutern. ===== (E) After completing the module, students are able to classify the simulation methods taught in this course into the appropriate size and time scales. They can name the models on which the simulation methods are based and discuss their applicability to real problems in particle technology. Furthermore, they are able to describe schematically the processes and algorithms involved in the implementation of the taught simulation methods. They can independently apply the concepts of the discrete element method to their own problems. They have the ability to analyze the influence of input variables on given force models by means of calculations. Various force and potential curves can be described by the students by means of sketches. The students are also able to name the terms of given basic equations in numerical fluid mechanics, CFD-DEM coupling and population balance methods in the context of particle simulation and to explain their meaning.			
Inhalte: (D) Die Vorlesung gibt einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten, Prozesse mit Partikeln numerisch zu beschreiben und vermittelt die jeweiligen Grundlagen. Zudem wird die Verknüpfung der unterschiedlichen Methoden zum Einsatz von Multi-Physik- sowie Multi-Skalen-Simulationen gezeigt. Zwei der wichtigsten Methoden, die Diskrete Elemente Methode sowie die Population Balance Methode, werden detailliert besprochen, um darauf aufbauend eigene Simulationen durchführen zu können. Hierbei wird insbesondere auch auf die Kalibrierung der Modellparameter und die Modellvalidierung eingegangen. Die Vorlesung ist wie folgt gegliedert: - Überblick numerische Methoden der Partikeltechnik - allgemeine Bilanzgleichung - Populationsbilanzen - Computational Fluid Dynamics (Einführung) - Diskrete Elemente Methode - Finite Elemente Methode (Einführung)			

- Multi-Physik- und Multi-Skalen-Modelle

In der Übung werden die unterschiedlichen numerischen Methoden vertieft und die Aufstellung von Modellgleichungen für unterschiedliche Prozesse sowie die Kalibrierung der Modellparameter und Modellvalidierung geübt.

Im Simulationspraktikum werden mit den zwei DEM Softwarepaketen "Rocky" und "EDEM" einfache Prozesse der Partikeltechnik simuliert. Dabei werden auch die Möglichkeiten der Modellkalibrierung und -validierung erprobt.

=====

(E)

The lecture gives an overview of the different possibilities to describe processes with particles numerically and teaches the respective basics. In addition, the combination of the different methods for the application of multiphysics and multi-scale simulations is shown. Two of the most important methods, the Discrete Element Method and the Population Balance Method, are discussed in detail in order to be able to carry out own simulations based on them. In particular, the calibration of the model parameters and the model validation will be discussed.

The lecture is structured as follows:

- Overview of numerical methods of particle technology
- general balance equation
- population balances
- Computational Fluid Dynamics (Introduction)
- Discrete Element Method
- Finite Element Method (Introduction)
- Multi-physics and multi-scale models

In the exercise, the different numerical methods are deepened and the setting up of model equations for different processes, as well as the calibration of the model parameters and model validation are practiced.

In the simulation practical course, two DEM software packages "Rocky" and "EDEM" are used to simulate simple processes of particle technology. The possibilities of model calibration and validation are also tested.

Lernformen:

(D) Vorlesung, Übung, Simulationspraktikum, Gruppenarbeit (E) Lecture, Exercise, Simulation Practical Course, Group Work

Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:

(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 min).

1 Studienleistung: Teilnahme am Simulationspraktikum.

Die Studienleistungen sind notwendig um das Modul abzuschließen, aber keine Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur. Die Gesamtnote des Moduls berechnet sich lediglich aus der Prüfungsleistung.

(E) 1 Examination: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes),

1 course achievement: Participation at the practical simulation course.

The course achievements are necessary to complete the module, but not a prerequisite for participation in the exam. The overall grade of the module is only calculated from the examination performance.

Turnus (Beginn):

jährlich Wintersemester

Modulverantwortliche(r):

Arno Kwade

Sprache:

Deutsch

Medienformen:

(D) Beamer, Tafel, Skript, Film (E) Projektor, blackboard, exhibits, group work

Literatur:

Stein, E., De Borst, R., Hughes, T. J. R.: Encyclopedia of Computational Mechanics. WILEY-VCH, 2004

Wriggers, P.: Computational Contact Mechanics. Springer, 2006

Mohammadi, S.: Discontinuum Mechanics: using Finite and Discrete Elements. Computational Mechanics, 2003

Erklärender Kommentar:

Numerische Methoden der Partikeltechnik (V): 1 SWS

Numerische Methoden der Partikeltechnik (Ü): 1 SWS

Numerische Methoden der Partikeltechnik (P): 1 SWS

Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung sowie numerischer Methoden

Kategorien (Modulgruppen): ECC-ENG (Elective Core Classes - Engineering)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master), Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Maschinenbau (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master), Bioingenieurwesen (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Scientific Software Engineering and Programming Lab (CSE)		Modulnummer: BAU-STD5-92	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Scientific Software Engineering and Programming Lab (VÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Dr.-Ing. Jan Linxweiler			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden für mäßig komplexe Ingenieurprobleme Hilfe von fortgeschrittenen Entwurfs- und Implementierungsansätzen nachhaltige Softwarelösungen für den wissenschaftlichen Kontext zu entwickeln. Darüber hinaus werden sie in der Lage sein, Softwareentwürfe hinsichtlich verschiedener Qualitätsaspekte zu bewerten und entsprechend eigenständige Entwurfsentscheidungen zu treffen und umzusetzen. (en) Students will be able to develop sustainable software solutions in the scientific contexts for moderately complex engineering problems using advanced design and implementation approaches. Furthermore, they will be able to evaluate software designs with respect to various quality aspects and to make independent design decisions and implement corresponding solutions.			
Inhalte: (de/en) Software Design Principles, Design Patterns, Software Quality Metrics, Agile Software Development, Test Driven Development (TDD)			
Lernformen: (en) Lecture, Exercise, lab/project (de) Vorlesung, Übung, Lab/Projektarbeit			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) 1 Graded Examination: written exam (60 min) or oral exam (30 min), non graded coursework: Homework according to examiners specificatoin (de) 1 bewertete Prüfungsleistung: Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.) Unbewertete Studienleistung: Hausarbeit nach Angabe des Lehrpersonals			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Manfred Krafczyk			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (en) lecture script, PowerPoint, blackboard, source code; (de) Vorlesungsskript, PowerPoint, Tafel, Quelltexte			
Literatur: Lecture script, scientific papers, books			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)			
Voraussetzungen für dieses Modul: Algorithms & Programming (Lab) (BAU-STD5-48)			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: Numerical methods for ordinary and partial differential equations (CSE)		Modulnummer: MAT-STD7-04	
Institution: Mathematik Institute 7		Modulabkürzung: NumMethODE_PDE	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Pflicht	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Numerical Methods for ordinary and partial differential equations (V) Numerical Methods for ordinary and partial differential equations (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: N.N. (Dozent Mathematik)			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden beherrschen den Einsatz numerischer Verfahren zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen und können deren Ergebnisse auswerten. Sie kennen Ein- und Mehrschrittverfahren und das Konzept der Schrittweitensteuerung. Sie verstehen die Besonderheiten steifer Differentialgleichungssysteme. Die Studierenden kennen die Methoden der Finiten Elemente und der Finiten Differenzen und zugehöriger adaptiver Verfahren, und sie haben Erfahrungen mit Softwareimplementierungen. (en) The students master the use of numerical methods for the solution of ordinary and partial differential equations, and they are able to interpret the numerical results. They know one-step and multi-step methods and the concept of step-size control. They understand the particular properties of stiff systems. The students know the methods of finite elements and of finite differences and respective adaptive procedures. They have experienced with software implementations.			
Inhalte: (de) Euler-Verfahren, Euler-Heun.-Verfahren, Runge-Kutta-Verfahren, Butcher-Tableaus, Konsistenz und Konvergenz, Konsistenzordnung, Schrittweitensteuerung, Adams-Bashforth, Adams-Moulton, BDF- Verfahren, implizite Verfahren, A-stabilität, Finite Differenzen, Finite Element, Triangulierung, adaptive Netzverfeinerung (en) Euler method, Euler-Heun method, Runge-Kutta method, Butcher scheme, consistency and convergence, consistency order, step size control, Adams-Bashforth, Adams-Moulton, BDF- formulas, implicate schemes, A-stability, finite differences, finite elements,, mesh generation, adaptive mesh refinements			
Lernformen: Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Programmieraufgaben, Kleinprojekte			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (90 min.) or oral exam (30 min.) according to examiners specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (de) Tafel, Beamer (en) Black board, projector			
Literatur: (de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) to be announced during lecture			

Erklärender Kommentar: (de) Es werden neben Kenntnissen in Gewöhnlichen Differentialgleichungen (CSE) auch Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen (CSE) vorausgesetzt. (en) Prerequisite is knowledge of Ordinary Differential Equations (CSE) and knowledge of Partial Differential Equations (CSE).
Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: Parallel / Distributed Computing I	Modulnummer: BAU-STD5-51	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5	Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 70 h	Semester: 2
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 80 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Parallel / Distributed Computing I (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---		
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Krafczyk Dr. Thorsten Grahs Dr. Konstantin Kutscher		
Qualifikationsziele: (en) The students are able to evaluate runtime-relevant aspects of different hardware with regard to processors and RAM. Furthermore, they are able to parallelize moderately complex numerical methods algorithmically and to implement them in parallel in the language C/C++ under consideration of object-oriented principles for shared-memory as well as distributed-memory systems. (de) Die Studierenden sind in der Lage, laufzeitrelevante Aspekte unterschiedlicher Hardware in Bezug auf Prozessoren und Arbeitsspeicher zu bewerten. Sie sind weiterhin in der Lage, moderat komplexe numerische Methoden algorithmisch zu parallelisieren und diese unter Berücksichtigung objektorientierter Prinzipien sowohl für shared-memory als auch distributed-memory-Systeme parallel in der Sprache C/C++ zu implementieren.		
Inhalte: (en) Structure of CPU systems, memory hierarchies, performance metrics, vectorization, shared vs. Numa systems, message passing, Amdahl's law, sample implementations (de) Aufbau von CPU-Systemen, Speicherhierarchien, Performance-Metriken, Vektorisierung, Shared vs. Numa-Systeme, Message Passing, Amdahls Gesetz, Beispielimplementierungen		
Lernformen: (en) lecture, exercise/project, lab (group work) (de) Vorlesung, Übung/Projektarbeit, Lab (Gruppenarbeiten)		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Examination: written exam (120 min) or oral exam (45 min) Course activity: pass of homework (project) (de) Prüfungsleistung Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (45 Min.) Studienleistung: bestehen der Hausarbeit (Projektarbeit)		
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester		
Modulverantwortliche(r): Manfred Krafczyk		
Sprache: Englisch		
Medienformen: (en) script, source code examples (de) Vorlesungsskript, source code Beispiele		
Literatur: (en) script, Georg Hager, Gerhard Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, Taylor & Francis (2011) (de) Vorlesungsskript, Georg Hager, Gerhard Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, Taylor & Francis (2011)		
Erklärender Kommentar: ---		
Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)		
Voraussetzungen für dieses Modul:		

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Methods of Uncertainty Analysis and Quantification		Modulnummer: MB-DuS-42	
Institution: Dynamik und Schwingungen		Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Methods of Uncertainty Analysis and Quantification (V) Methods of Uncertainty Analysis and Quantification (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Römer			
Qualifikationsziele: (E) Students can formulate and name elementary rules of probability theory and different ways to describe probability distributions. They can model technical/physical systems in a stochastic way using random variables. The students are further able to apply Monte Carlo and stochastic spectral methods to quantify uncertainties and also to assess the impact and propagation of uncertainties in models through global sensitivity analysis. Moreover, they are able to evaluate the numerical efficiency of the aforementioned methods. The students are also able to outline the principles of data-driven approaches to uncertainty analysis. =====			
(D) Die Studierenden können die Grundregeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung und die verschiedenen elementaren Beschreibungen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie Beispiele von Verteilungen benennen. Sie können physikalisch/technische Systeme stochastisch mit Hilfe von Zufallsvariablen modellieren. Die Studierenden können außerdem Monte Carlo und stochastische Spektralverfahren zur Quantifizierung von Unsicherheiten anwenden und durch Methoden der Sensitivitätsanalyse die Auswirkungen und Ausbreitung von Unsicherheiten in Modellen analysieren. Sie sind außerdem in der Lage, die numerische Effizienz dieser Verfahren zu beurteilen. Die Studierenden können die Vorgehensweise bei der datengetriebenen Unsicherheitsquantifizierung erläutern.			
Inhalte: (E) Probability and random variables, advanced Monte Carlo methods, stochastic quadrature, stochastic spectral methods, global sensitivity analysis, data-driven uncertainty quantification =====			
(D) Wahrscheinlichkeit und Zufallsvariablen, fortgeschrittene Monte Carlo Verfahren, stochastische Quadratur, stochastische Spektralverfahren, globale Sensitivitätsanalyse, datengetriebene Quantifizierung von Unsicherheiten.			
Lernformen: (E) Lecture and Exercise (D) Vorlesung und Übung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten; oder mündliche Prüfung, 30 Minuten (E) 1 examination element: Written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): Sabine Christine Langer			
Sprache: Englisch			
Medienformen: (E) PowerPoint, blackboard, Programming Examples (Matlab, Python) (D) PowerPoint, Tafel, Programmierbeispiele (Matlab, Python)			

<p>Literatur: O. Le Maitre, O.M. Knio: Spectral Methods for Uncertainty Quantification, Springer Netherlands, 2010</p> <p>D. Xiu: Numerical Methods for Stochastic Computations: A Spectral Method Approach, Princeton University Press, 2010</p> <p>G. J. Lord, C.E. Powell, T. Shardlow: An introduction to computational stochastic PDEs, Cambridge University Press, 2014</p>
<p>Erklärender Kommentar: Methods of Uncertainty Analysis and Quantification (V): 2 SWS, Methods of Uncertainty Analysis and Quantification (Ü): 1 SWS</p> <p>(D) Voraussetzungen: Grundkenntnisse bezüglich der Finite Elemente Methode, numerischer Verfahren zur Quadratur und Polynomapproximation sowie Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik sind hilfreich. Ein Besuch der Veranstaltung Unsicherheiten in technischen Systemen ist keine Voraussetzung.</p> <p>(E) Requirements: Basic knowledge of the finite element method, numerical procedures for quadrature and polynomial approximation as well as probability theory and statistics are helpful. Attending the course "Unsicherheiten in technischen Systemen" is not a requirement.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge: Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master), Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung: ---</p>

Modulbezeichnung: Multi-scale methods	Modulnummer: BAU-STD5-61	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5	Modulabkürzung:	
Workload: 180 h	Präsenzzeit: 56 h	Semester: 2
Leistungspunkte: 6	Selbststudium: 124 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 4	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Multi-scale methods (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (en) Prerequisites: It is a recommended prerequisite to have successfully finished a module about the Finite Element Method. (de) Der Besuch der Veranstaltung Finite Elemente Methode oder vergleichbar wird empfohlen.		
Lehrende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Jänicke		
Qualifikationsziele: (en) The Students are acquainted with analytical methods to compute the macroscopic material properties of microstructured materials. They are familiar with the concept of Representative Volume Elements and with numerical averaging techniques. The students are aware of the effect, advantages and disadvantages by using different set of boundary conditions. (de) Die Studierenden kennen analytische Methoden zur Berechnung der makroskopischen Materialeigenschaften mikrostrukturierter Materialien. Sie sind vertraut mit dem Konzept der Repräsentativen Volumenelemente und mit numerischen Mittelungsverfahren. Die Studierenden wissen um die Vor- und Nachteile verschiedener Randbedingungen.		
Inhalte: (en) Analytical averaging techniques (Voigt/Reuss, Hashin-Shtrikman); Separation of scales; Representative and Statistical Volume Elements; Hill-Mandel condition; Choice of boundary conditins; Variationally Methods; FE2 strategy (de) Analytische Mittelungsverfahren (Voigt/Reuss, Hashin-Shtrikman); Skalenseparation; Repräsentatives und Statistisches Volumenelement; Hill-Mandel-Bedingung; Wahl der Randbedingungen; Variationelle Verfahren; FE2 Strategie.		
Lernformen: (en) Lecture, Computer Exercise (de) Vorlesung, Computerübung		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (en) Examination: Written exam+ (90 min) or oral exam+ (approx. 30 min) It is possible to achieve 20% oft he examination points by elaborating and submitting additional tasks prior to the written or oral exam. The student must apply for the written/oral exam+ format prior to the exam. Further information will be provided during the course. (de) Prüfungsleistung: Klausur+ (90 Min.) oder mündliche Prüfung+ (ca. 30 Min.) Es können im Vorfeld Zusatzaufgaben angefertigt werden, die 20 % der Punkte der Prüfungsleistung umfassen. Der Antrag auf eine Klausur+/mündliche Prüfung+ ist durch die oder den Studierenden bei Prüfungsbeginn zu stellen. Nähere Informationen erhalten Sie in den Lehrveranstaltungen des Moduls.		
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester		
Modulverantwortliche(r): Ralf Jänicke		
Sprache: Englisch		
Medienformen: (en) Tablet, Computer exercise (de) Tablet, Computerübung		

Literatur:

Jänicke, Larsson, Runesson: Computational Homogenization, Course Compendium, 2021.
Zohdi, Wriggers: An introduction to computational micromechanics, Springer, 2008.

Erklärender Kommentar:

Kategorien (Modulgruppen):

ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)

Voraussetzungen für dieses Modul:

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Multidisciplinary Design Optimization	Modulnummer: MB-IFL-25	
Institution: Flugzeugbau und Leichtbau	Modulabkürzung:	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Multidisciplinary design optimization (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---		
Lehrende: N.N. (Dozent Maschinenbau)		
Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Entwurfsprobleme mathematisch als Multidisciplinary Design Optimization (MDO)-Probleme zu formulieren und dann mit Numerischen Optimisierungsalgorithmen zu lösen. Sie können für die verschiedenen Problemstellungen die richtige MDO-Architektur und den richtigen Optimierungsalgorithmus auswählen. Die Übungen helfen dem Studenten, praktische Erfahrungen bei der Lösung von MDO-Problemen auf ihrem Computer zu sammeln. (E) Students have the ability to mathematically formulate engineering design problems as multidisciplinary design optimization (MDO) problem and then solve it using numerical optimization algorithms. They can choose the proper MDO architecture and optimization algorithm for each problem. The course tutorials help the student to get hands on experience in solving MDO problems on their computers.		
Inhalte: (D) Uneingeschränkte Optimierungsmethoden, Eingeschränkte Optimierungsmethoden, Designparametrisierungstechniken, Designstrukturmatrix, Sensitivitätsanalysemethoden, Gradientenfreie Optimierungsmethoden, MDO-Architekturen, Mehrzieloptimierung, Näherungsverfahren in MDO. (E) Unconstrained optimization methods, Constrained optimization methods, Design parametrization techniques, design structure matrix, sensitivity analysis methods, gradient free optimization methods, MDO architectures, multi-objective optimization, approximation methods in MDO.		
Lernformen: (D) Vorlesung, Übung (E) Lecture, exercise		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten (E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes		
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester		
Modulverantwortliche(r): Sebastian Heimbs		
Sprache: Englisch		
Medienformen: (D) Tafel, Präsentationsfolien (E) Blackboard, Powerpoint slides		
Literatur: [1] Lecture sheets and some notes including a few scientific papers [2] J.R.R.A. Martins, A Short Course on Multidisciplinary Design Optimization, University of Michigan, 2012.		
Erklärender Kommentar: Multidisciplinary design optimization (VÜ): 3 SWS		
Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)		

Voraussetzungen für dieses Modul:

Studiengänge:

Bio- und Chemieingenieurwesen (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master),
Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Bio- und Chemieingenieurwesen (PO 2022) (Master),
Fahrzeugtechnik und mobile Systeme (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019)
(Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2014) (Master),
Luft- und Raumfahrttechnik (PO 2022) (Master), Kraftfahrzeugtechnik (PO 2014) (Master), Maschinenbau (PO 2022)
(Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Datengetriebene Material Modellierung	Modulnummer: BAU-STD5-69	
Institution: Studiendekanat Bauingenieurwesen 5	Modulabkürzung:	
Workload: 180 h	Präsenzzeit: 56 h	Semester: 1
Leistungspunkte: 6	Selbststudium: 124 h	Anzahl Semester: 1
Pflichtform: Wahlpflicht	SWS: 4	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Data-Driven Material Modeling (VÜ)		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---		
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Henning Wessels		
Qualifikationsziele: Students are able to develop material models with machine learning methods and to implement such models into a simulation environment. They are aware of the importance of thermodynamics for material modeling. Moreover, students will be able to evaluate whether the use of data-driven methods is appropriate for a given model problem.		
Inhalte: Digital twin concept, principles of continuum mechanics, function regression, finite elements, neural networks, optimization algorithms, data-driven material modeling		
Lernformen: Vorlesung, Übung		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Examination: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes). Course Achievement: Term paper		
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester		
Modulverantwortliche(r): Henning Wessels		
Sprache: Englisch		
Medienformen: ---		
Literatur: ---		
Erklärender Kommentar: ---		
Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)		
Voraussetzungen für dieses Modul:		
Studiengänge: Bauingenieurwesen (PO WS 2019/20) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Bauingenieurwesen (PO WS 2022/23) (Master), Data Science (MPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen, Bauingenieurwesen (PO WS 2020/21) (Master),		
Kommentar für Zuordnung: ---		

Modulbezeichnung: Inverse Probleme		Modulnummer: MAT-STD6-88	
Institution: Mathematik Institute 6		Modulabkürzung: InvProbs	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Inverse Probleme (V) Inverse Probleme (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Dirk Lorenz			
Qualifikationsziele: (de) <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Kennenlernen des Begriffs eines "schlecht gestellten Problems", von Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften - Fähigkeit zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen (en) <ul style="list-style-type: none"> - Systematic extension of the basic knowledge acquired in the bachelor's degree programme in mathematics and expansion of knowledge and expertise in additional areas of mathematics - Gain an understanding of the complex links between the different areas of applied and pure mathematics - Studying theories and mastering their complex methods and studying in-depth mathematical applications also through project-type examples - Knowledge of the notion of well- and ill-posedness and of regularization methods and their properties - Ability to approximately solve ill-posed problems with mathematical software 			
Inhalte: (de) <ul style="list-style-type: none"> - Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse - Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität - Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren - A-priori und a-posteriori Parameterwahl - ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung (en) <ul style="list-style-type: none"> - Compact operators, pseudo inverse - Regularization methods, order optimality - Tikhonov regularization, Landweber iteration, the CG method - A-priori and a-posteriori parameter choice - Nonlinear Problems, convex variational regularization methods 			
Lernformen: (de) Vorlesung und Übung (en) Lecture and Exercise			

<p>Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>
<p>Turnus (Beginn): Unregelmäßig</p>
<p>Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik</p>
<p>Sprache: Deutsch, Englisch</p>
<p>Medienformen: (de) Tafel, evtl. Folien, Beamer, vorlesungsbegleitende Internetseiten mit Downloadbereich (en) Blackboard, slides, projector, websites with download area</p>
<p>Literatur: - Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch) - Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)</p>
<p>Erklärender Kommentar: (de) Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.</p> <p>(en) Mathematical knowledge in 'Introduction to Numerical Analysis' is required. Knowledge in Functional Analysis is helpful.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Mathematik (MPO Version 3) (Master), Finanz- und Wirtschaftsmathematik (MPO Version 3) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung: ---</p>

Modulbezeichnung: Optimierung		Modulnummer: MAT-STD7-08	
Institution: Mathematik Institute 7		Modulabkürzung: EinfMOPT	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 4	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: jedes Sommersemester Einführung in die Mathematische Optimierung (V) jedes Wintersemester Lineare und Kombinatorische Optimierung (V)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Eine der beiden Lehrveranstaltungen (VL) muss ausgewählt werden. (en) One of the courses (Lecture) must be chosen.			
Lehrende: N.N. (Dozent Mathematik)			
Qualifikationsziele: [Qualifikationsziele - Optimierung] (de) - Aufbau von Grundkenntnissen im Bereich Mathematische Optimierung - Kennenlernen von Anwendungen der Bereiche der Mathematischen Optimierung, auch mit umfangreicheren Beispielen - Wissen und Verstehen unterschiedlicher Modellierungstechniken, ihrer Randbedingungen und Grenzen - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche - Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung (en) - Basic knowledge in mathematical optimization, numerical mathematics, and stochastics - Studying mathematical optimization applications, including elaborate examples - Knowledge and understanding of various modeling techniques, their prerequisites and limitations - Connecting mathematical knowledge by linking content of different subfields - Strengthening of knowledge through applications of theoretic knowledge			
Inhalte: [Inhalt - Einführung in die Mathematische Optimierung] (de) - Grundfragen der Nichtlinearen Optimierung: (Modelle, Lösungen, Schranken, Komplexität, Konvexität, Nichtlinearität, ...); - Konvexität und Nichtkonvexität von Mengen und Funktionen, Linearität und Nichtlinearität von Funktionen - Einführung in die Theorie der unbeschränkten und beschränkten nichtlinearen Optimierung; notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen, KKT-Punkte, Constraint Qualifications, Dualitätssprinzip, Dualitätssätze der Nichtlinearen Optimierung - Suchrichtung, Abstiegsrichtung, Winkelbedingung, Konvergenzraten, Lokaler Kontraktionssatz Globalisierung, Liniensuche, Vertrauensgebiete, - Gradientenverfahren, Newton-, Quasi-Newton- und Newton-Typ-Verfahren, Gradientenprojektionsverfahren, Active-Set-Verfahren, SQP-Verfahren, Barriere- und Innere-Punkte-Verfahren (en) - Basic questions of non-linear optimization (models, solutions, bounds, complexity, convexity, non-linearity, ...); - Convexity and non-convexity of sets and functions, linearity and non-linearity of functions - Introduction to non-linear optimization; necessary and sufficient conditions for optimality, KKT-points, constraint qualifications, principle of duality, theorems of duality in non-linear optimization; - Direction of search and descent, angle condition, convergence rate, local contraction theorem globalization, line search, confidence region; - Gradient methods, Newton-, Quasi-Newton- and Newton-typ-methods, gradient-projection-method, active-set-method, SQP-method, barrier- and interior-point-methods [Inhalt - Lineare und Kombinatorische Optimierung] (de) - Effizient lösbare Kombinatorische Probleme insbesondere spannende Bäume, Flüsse und Matchings - Grundbegriffe der Polyedertheorie			

<ul style="list-style-type: none"> - Simplexverfahren - Dualität - Effiziente Lösung linearer Programme - Grundbegriffe der Komplexität - NP-schwere Kombinatorische Problem - Ausgewählte Anwendungen <p>(en)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efficiently solvable combinatorial problems, in particular spanning trees, flows and matchings - Basic concepts of polyhedral theory - Simplex method - Duality - Efficient solution of linear programs - Basic concepts of complexity - NP-hard combinatorial problems - Selected applications
<p>Lernformen:</p> <p>(de) Vorlesung (en) Lecture</p>
<p>Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>(de)</p> <p>Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en)</p> <p>Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (90 min.) or oral exam (30 min.) according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>
<p>Turnus (Beginn):</p> <p>jedes Semester</p>
<p>Modulverantwortliche(r):</p> <p>Studiendekan Mathematik</p>
<p>Sprache:</p> <p>Deutsch</p>
<p>Medienformen:</p> <p>(D) Tafel, Folien, Beamer, Internetseiten mit Downloadbereich (E) Blackboard, slides, projector, websites with download area</p>
<p>Literatur:</p> <p>[Literatur Einführung in die Mathematische Optimierung]</p> <ul style="list-style-type: none"> - J. Nocedal, S.J. Wright: Numerical Optimization. Springer, 2006. - M. Ulbrich, S. Ulbrich: Nichtlineare Optimierung. Birkhäuser, 2012. - F. Jarre, J. Stoer: Optimierung, Springer, 2004 - C. Geiger, C. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben. Springer, 2002. - R.E. Burkard, U.T. Zimmermann: Einführung in die Mathematische Optimierung, Springer, 2012. - W. Alt: Numerische Verfahren der konvexen, nichtglatten Optimierung, 2004 <p>[Literatur - Lineare und Kombinatorische Optimierung]</p> <ul style="list-style-type: none"> - V. Chvatal: Linear Programming, Freeman and Company, 1983 - Burkard/Zimmermann: Einführung in die Mathematische Optimierung, Springer, 2012 - W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998 - Korte/Vygen, Kombinatorische Optimierung, Springer, 2008 - Schrijver, Combinatorial Optimization, Springer, 2004
<p>Erklärender Kommentar:</p> <p>(de) Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.</p> <p>(en) Mathematical knowledge in 'Analysis 1 and 2' and 'Linear Algebra' is required.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen):</p> <p>ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>

Studiengänge:

Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen		Modulnummer: MAT-STD5-59	
Institution: Mathematik Institute 5		Modulabkürzung: MaschLernNeuroNetz	
Workload: 150 h	Präsenzzeit: 42 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 5	Selbststudium: 108 h	Anzahl Semester: 1	
Pflichtform: Wahlpflicht		SWS: 3	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen (V) Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen (KIÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr. Timo de Wolff			
Qualifikationsziele: (de) - Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Fähigkeit der Charakterisierung neuronaler Netze anhand mathematischer Größen und Begriffe - Kennenlernen verschiedener Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze - Verständnis von Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze (en) - Systematic extension of the basic knowledge acquired in the bachelor's degree programme in mathematics and expansion of knowledge and expertise in additional areas of mathematics - Gain an understanding of the complex links between the different areas of applied and pure mathematics - Studying theories and mastering their complex methods and studying in-depth mathematical applications also through project-type examples - Ability to characterize neural networks in mathematical terms - Knowledge of different use cases and applications of neural networks - Understanding of optimization methods for the training of neural networks			
Inhalte: (de) - Mehrschichtige neuronale Netze - Backpropagation-Algorithmus - Regularisierung - Stochastische Gradientenverfahren - Optimierungsmethoden zweiter Ordnung (en) - Multilayer neural networks - Backpropagation-Algorithms - Regularization - Stochastic gradient methods - Second order optimization methods			
Lernformen: (de) Vorlesung und kleine Übung (en) Lecture and Exercise			

<p>Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>
<p>Turnus (Beginn): Unregelmäßig</p>
<p>Modulverantwortliche(r): Studiendekan Mathematik</p>
<p>Sprache: Deutsch, Englisch</p>
<p>Medienformen: (de) Tafel, evtl. Folien, Beamer, vorlesungsbegleitende Internetseiten mit Downloadbereich (en) Blackboard, slides, projector, websites with download area</p>
<p>Literatur: - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2017 - C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</p>
<p>Erklärender Kommentar: (de) Es werden Kenntnisse in Analysis und linearer Algebra vorausgesetzt. (en) Mathematical knowledge in Analysis' and Linear Algebra is required.</p>
<p>Kategorien (Modulgruppen): ECC-MCS (Elective Core Classes - Applied Mathematics and Scientific Computing)</p>
<p>Voraussetzungen für dieses Modul:</p>
<p>Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master), Mathematik (MPO Version 3) (Master), Finanz- und Wirtschaftsmathematik (MPO Version 3) (Master), Finanz- und Wirtschaftsmathematik (MPO 2014) (Master), Mathematik (MPO Version 2) (Master),</p>
<p>Kommentar für Zuordnung: ---</p>

Modulbezeichnung: Spezialisierung EE (PO 2019)		Modulnummer: INF-CSE2-83	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2		Modulabkürzung: IDC-LEC-EE(2019)	
Workload: 600 h	Präsenzzeit: 224 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 20	Selbststudium: 376 h	Anzahl Semester: 2	
Pflichtform: Wahl		SWS: 16	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Electrical Engineering			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Wahl von Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Elektrotechnik. (en) Selection of courses from electrical engineering courses.			
Lehrende: NN NN			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden kennen die grundlegenden Herausforderungen ihrer gewählten Studienrichtung, haben vertiefte Fähigkeiten und Fertigkeiten zur effizienten Lösung typischer Aufgabenstellungen ihrer Fachdisziplin. Sie besitzen ein tiefgehendes Verständnis für spezielle Lösungsansätze und sind in der Lage sich selbstständig mit typischen Problemstellungen wissenschaftlich auseinanderzusetzen. (en) The students know the basic challenges of their chosen field of studies, have deepened skills and expertise for the efficient solving of typical problems of the field of studies. They have a deeper understanding of specific approaches and are able to deal with typical problems in a scientific way.			
Inhalte: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Erklärender Kommentar: (de) Sämtliche Lehrveranstaltungen mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik können in Absprache mit dem Mentor/ der Mentorin gewählt werden. Sprache: Deutsch oder Englisch je nach gewählter Lehrveranstaltung. (en) All courses with a focus on electrical engineering can be chosen upon consultation with the mentor. Language: German or English depending on the chosen course.			
Kategorien (Modulgruppen): IDC-LEC (In Depth Classes)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Spezialisierung CM (PO 2019)	Modulnummer: INF-CSE2-85	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2	Modulabkürzung: IDC-LEC-CM(2019)	
Workload: 600 h	Präsenzzeit: 224 h	Semester: 2
Leistungspunkte: 20	Selbststudium: 376 h	Anzahl Semester: 2
Pflichtform: Wahl	SWS: 16	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Computational Mathematics		
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Wahl von Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Computational Mathematics. (en) Selection of computational mathematics courses.		
Lehrende: NN NN		
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden kennen die grundlegenden Herausforderungen ihrer gewählten Studienrichtung, haben vertiefte Fähigkeiten und Fertigkeiten zur effizienten Lösung typischer Aufgabenstellungen ihrer Fachdisziplin. Sie besitzen ein tiefergehendes Verständnis für spezielle Lösungsansätze und sind in der Lage sich selbstständig mit typischen Problemstellungen wissenschaftlich auseinanderzusetzen. (en) The students know the basic challenges of their chosen field of studies, have deepened skills and expertise for the efficient solving of typical problems of the field of studies. They have a deeper understanding of specific approaches and are able to deal with typical problems in a scientific way.		
Inhalte: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course		
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, exercise		
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course		
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester		
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky		
Sprache: Deutsch, Englisch		
Medienformen: ---		
Literatur: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course		
Erklärender Kommentar: (de) Sämtliche Lehrveranstaltungen mit dem Schwerpunkt Computational Mathematics können in Absprache mit dem Mentor/ der Mentorin gewählt werden. Sprache: Deutsch oder Englisch je nach gewählter Lehrveranstaltung. (en) All courses with a focus on computational mathematics can be chosen upon consultation with the mentor. Language: German or English depending on the chosen course.		
Kategorien (Modulgruppen): IDC-LEC (In Depth Classes)		
Voraussetzungen für dieses Modul:		
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),		

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Spezialisierung CE (PO 2019)		Modulnummer: INF-CSE2-82	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2		Modulabkürzung: IDC-LEC-CE(2019)	
Workload: 600 h	Präsenzzeit: 224 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 20	Selbststudium: 376 h	Anzahl Semester: 2	
Pflichtform: Wahl		SWS: 16	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Civil Engineering			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Wahl von Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Bauingenieurwesen. (en) Selection of courses from civil engineering courses.			
Lehrende: NN NN			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden kennen die grundlegenden Herausforderungen ihrer gewählten Studienrichtung, haben vertiefte Fähigkeiten und Fertigkeiten zur effizienten Lösung typischer Aufgabenstellungen ihrer Fachdisziplin. Sie besitzen ein tiefgehendes Verständnis für spezielle Lösungsansätze und sind in der Lage sich selbstständig mit typischen Problemstellungen wissenschaftlich auseinanderzusetzen. (en) The students know the basic challenges of their chosen field of studies, have deepened skills and expertise for the efficient solving of typical problems of the field of studies. They have a deeper understanding of specific approaches and are able to deal with typical problems in a scientific way.			
Inhalte: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Erklärender Kommentar: (de) Sämtliche Lehrveranstaltungen mit dem Schwerpunkt Bauingenieurwesen können in Absprache mit dem Mentor/ der Mentorin gewählt werden. Sprache: Deutsch oder Englisch je nach gewählter Lehrveranstaltung. (en) All courses with a focus on civil engineering can be chosen upon consultation with the mentor. Language: German or English depending on the chosen course.			
Kategorien (Modulgruppen): IDC-LEC (In Depth Classes)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Spezialisierung ME (PO 2019)		Modulnummer: INF-CSE2-81	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2		Modulabkürzung: IDC-LEC-ME(2019)	
Workload: 600 h	Präsenzzeit: 224 h	Semester: 2	
Leistungspunkte: 20	Selbststudium: 376 h	Anzahl Semester: 2	
Pflichtform: Wahl		SWS: 16	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Mechanical Engineering			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Wahl von Lehrveranstaltungen dem Bereich Maschinenbau. (en) Choice of mechanical engineering courses.			
Lehrende: NN NN			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden kennen die grundlegenden Herausforderungen ihrer gewählten Studienrichtung, haben vertiefte Fähigkeiten und Fertigkeiten zur effizienten Lösung typischer Aufgabenstellungen ihrer Fachdisziplin. Sie besitzen ein tiefgehendes Verständnis für spezielle Lösungsansätze und sind in der Lage sich selbstständig mit typischen Problemstellungen wissenschaftlich auseinanderzusetzen. (en) The students know the basic challenges of their chosen field of studies, have deepened skills and expertise for the efficient solving of typical problems of the field of studies. They have a deeper understanding of specific approaches and are able to deal with typical problems in a scientific way.			
Inhalte: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, exercise			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: (de) Entsprechend der importierten Lehrveranstaltungen (en) According to the imported course			
Erklärender Kommentar: (de) Sämtliche Lehrveranstaltungen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau können in Absprache mit dem Mentor/ der Mentorin gewählt werden. Sprache: Deutsch oder Englisch je nach gewählter Lehrveranstaltung. (en) All courses with a focus on mechanical engineering can be chosen upon consultation with the mentor. Language: German or English depending on the chosen course.			
Kategorien (Modulgruppen): IDC-LEC (In Depth Classes)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Spezialisierungsprojekt (PO 2019)				Modulnummer: INF-CSE2-79	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2				Modulabkürzung: IDC-PRO(2019)	
Workload:	450 h	Präsenzzeit:	14 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	15	Selbststudium:	436 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	1,0
Lehrveranstaltungen/Oberthemen:					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: NN NN					
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden können Problemstellungen ihrer gewählten Studienrichtung in einem begrenzten Zeitrahmen selbständig analysieren, sich erforderliche tieferegehende Kenntnisse eigenständig aneignen und sind in der Lage, geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. Sie beherrschen die dazu notwendigen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens und wenden diese sicher an. Die Studierenden sind mit den erforderlichen Grundlagen und typischen Verfahren zur Lösung der Aufgabe vertraut und können sie neben den Ergebnissen der eigenen Arbeit wissenschaftlichen Maßstäben genügend schriftlich darlegen und in einem Fachvortrag präsentieren. (en) The students are able to analyse problems in their chosen field of study independently within a limited period of time, acquire required detailed knowledge independently and have the ability to develop suitable solution strategies. They can handle the required methods of the scientific working and apply them competently. The students are familiar with required basics and typical methods for solving the problem and are able to present the results of their own work according to scientific standards in written form as well as in a presentation.					
Inhalte: (de) In dem die Spezialisierung abschließenden Projekt wird die gewählte Aufgabenstellung sowohl ganzheitlich betrachtet und dargestellt als auch ein entsprechender vertiefender Fokus in der Bearbeitung gesetzt. (en) In the project that concludes the specialization, the chosen task is looked at and presented in its entirety and from an overall perspective. Correspondingly, a strong focus is placed on the detailed analysis.					
Lernformen: (de) eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten (en) independent scientific working					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: Bestehen des Spezialisierungsprojekts, Präsentation des Spezialisierungsprojekts in einem Vortrag (mit 10 % in der Note gewichtet) (en) Examination: Passing the specialization project, oral presentation of the specialization project (weighted by 10 % in grading)					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky					
Sprache: Englisch					
Medienformen: ---					
Literatur: ---					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): IDC-PRO (Specialization Project)					
Voraussetzungen für dieses Modul:					
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),					

Kommentar für Zuordnung:

Modulbezeichnung: Masterarbeit (PO 2019)		Modulnummer: INF-CSE2-80	
Institution: Computational Sciences in Engineering CSE 2		Modulabkürzung: MTH(2019)	
Workload:	900 h	Präsenzzeit:	30 h
Leistungspunkte:	30	Selbststudium:	870 h
Pflichtform:	Wahl	SWS:	1
Semester:			
Anzahl Semester:			
4			
1			
1			
Lehrveranstaltungen/Oberthemen:			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): (de) Die Masterarbeit darf begonnen werden, wenn alle BCC-Module bestanden sind und mindestens 60 LP erbracht worden sind. (en) The Master Thesis may be started by the time all BCC-modules are passed and at least 60 credit points are obtained.			
Lehrende: NN NN			
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden können anspruchsvolle komplexe Problemstellungen ihrer gewählten Studienrichtung in einem begrenzten Zeitrahmen selbstständig analysieren, sich erforderliche tiefere Kenntnisse eigenständig aneignen und sind in der Lage, geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. Sie beherrschen die dazu notwendigen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens und wenden diese sicher an. Die Studierenden sind mit den erforderlichen Grundlagen und typischen Verfahren zur Lösung der Aufgabe vertraut und können sie neben den Ergebnissen der eigenen Arbeit wissenschaftlichen Maßstäben genügend schriftlich darlegen und in einem Fachvortrag präsentieren. (en) The students are able to analyse challenging, complex problems in their chosen field of study independently within a limited period of time, acquire required detailed knowledge independently and have the ability to develop suitable solution strategies. They can handle the required methods of scientific working and can apply them competently. The students are familiar with required basics and typical methods for solving the problem and are able to present the results of their own work according to scientific standards in written form as well as in a presentation.			
Inhalte: (de) je nach gewähltem Thema (en) according to the chosen topic			
Lernformen: (de) eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten (en) independent scientific working			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: Bestehen der Masterarbeit, Präsentation der Masterarbeit in einem Vortrag (mit 10 % in der Note gewichtet) (en) Examination: Pass the Master Thesis, oral presentation of the thesis (weighted by 10 % in grading)			
Turnus (Beginn): jedes Semester			
Modulverantwortliche(r): Ursula Kowalsky			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: ---			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): MTH (Master Thesis)			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2022) (Master), Computational Sciences in Engineering (CSE) (PO 2019) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:
