



Modulhandbuch
des Masterstudienganges
CAPE – Rechnergestützte Verfahrenstechnik

mit Abschluss *Master of Science (M.Sc.)*

(PO 2018)

Inhaltsverzeichnis

<u>ZIELE UND INHALT DES MASTERSTUDIENGANGS CAPE – RECHNERGESTÜTZTE VERFAHRENSTECHNIK.....</u>	<u>2</u>
ZIELGRUPPE	2
BERUFSBILD	2
ZIELE DES STUDIUMS	2
AUFBAU UND INHALT DES STUDIUMS.....	3
STUDIENFORMATE.....	3
HINWEISE ZUR ZULASSUNG.....	4
<u>MODULBESCHREIBUNGEN</u>	<u>5</u>
Angewandte Strömungssimulationen (CFD)	5
Höhere Chemische Verfahrenstechnik (HCVT).....	7
Höhere Mathematik (HMAT).....	8
Höhere Mechanische Verfahrenstechnik (HMVT)	10
Höhere Thermische Verfahrenstechnik (HTVT)	12
Höhere Thermodynamik (HTD)	14
Modellbildung Bilanzgleichungen (MBB)	16
Modellbildung Fluidmechanik (MBF)	18
Numerische Methoden (NUM).....	20
Optimierung (OPT)	22
Projekt 1 (Einführungsprojekt)	24
Projekt 2 (Vertiefungsprojekt)	26
Projekt 3 (Interdisziplinäres Projekt)	28
Prozesssimulation (PSI)	30
Stochastik und Versuchsplanung (SVP).....	31
<u>WAHLPFLICHTMODULE (WPM).....</u>	<u>33</u>

Ziele und Inhalt des Masterstudiengangs CAPE – Rechnergestützte Verfahrenstechnik

Zielgruppe

Junge Menschen, die sich nach Erlangung des Bachelorabschlusses im Bereich Verfahrenstechnik für Führungsaufgaben im Bereich der Verfahrenstechnik und des Projektmanagements von technischen Aufgabenstellungen im Team qualifizieren wollen.

Berufsbild

Verfahreningenieur*innen befassen sich mit Entwicklung, Planung, Bau, Betrieb sowie Optimierung von Anlagen und Maschinen zur Produktion von vielfältigen, meist fließfähigen Gütern. Besonderes Verständnis wird von Verfahreningenieur*innen auch für allgemeine Problemstellungen verlangt. So sind beispielsweise Fragen der Energieeffizienz, des Umweltschutzes und der Sicherheit kennzeichnende Arbeitsgebiete der Verfahrenstechnik.

Die Absolvent*innen des praxisorientierten Masterstudienganges Rechnergestützte Verfahrenstechnik (Computer Aided Process Engineering, CAPE) verfügen über vertieftes verfahrenstechnisches Fachwissen und setzen dieses dazu ein, Ingenieuraufgaben bei Entwicklung, Bau, Betrieb und Optimierung verfahrens- und energietechnischer Prozesse im Zusammenspiel von rechnergestützter Simulation und sorgfältig geplanten Labor- und Technikumsexperimenten zu lösen.

Sie sind dabei nicht nur in der Lage, Simulationen mit vorgefertigten Modellen von Grundoperationen oder fluiddynamische Berechnungen zielgerichtet einzusetzen, sondern können darüber hinaus Modelle an neue verfahrenstechnische Fragestellungen anpassen oder systematisch von Grund auf neu entwickeln. Oft geschieht dies durch Abgleich mit Experimenten, die sie gemeinsam mit Experten anderer Fachdisziplinen planen und durchführen.

Ingenieur*innen können selbständig wissenschaftliche Erkenntnisse und Problemlösungskonzepte erfolgreich in der Praxis einsetzen. Sie entwickeln Urteilsfähigkeit und Kompetenz zur kritischen Reflexion von Wissenschaft und beruflicher Praxis sowie Fähigkeiten zur selbständigen Weiterbildung, um sich neue und zukünftige Gebiete der technischen Disziplinen eigenständig erschließen zu können.

Ziele des Studiums

Das Studium soll die Studierenden dazu befähigen, in nationalen und internationalen Unternehmen, öffentlichen und vergleichbaren Einrichtungen Führungsaufgaben in den verschiedensten ingenieurtechnischen Gebieten zu übernehmen. Mit dem Abschluss des Masterstudiums soll der/die Studierende in der Lage sein, sich in Fach- und Führungsaufgaben zunehmend technischer und organisatorischer Komplexität in Projektteams zu bewähren.

Das Studium vermittelt für die berufliche Praxis basierend auf dem Grundlagenwissen aus dem Bachelorstudium weitergehende und vertiefende Fach- und Methodenkenntnisse der Verfahrenstechnik (mit besonderer Betonung rechnergestützter Methoden), die in Projekt- und Teamarbeiten an praxisnahen Fragestellungen angewandt werden. Die Studierenden erwerben das für die berufliche Praxis notwendige Wissen sowie die Anwendungskompetenz, Wissen und Instrumente erfolgreich im Unternehmen zu nutzen.

Die tragende Säule des Masterstudiums sind drei aufeinander aufbauende Projekte, die in die Masterthesis münden. Die Inhalte der Projekte kann der Studierende durch die Wahl fachlicher Vertiefungen bestimmen. Im Rahmen der Projekte wird beginnend mit reiner deutschsprachiger Abwicklung im ersten Semester bis hin zur rein englischsprachiger Dokumentation und Präsentation im 3. Semester die Kommunikation in englischer Sprache als integraler Bestandteil des Arbeitsumfeldes in dieser Modulform etabliert.

Die Projekte werden durch fachliche und allgemeine die Kompetenz von Projektgenieur*innen fördernde Module und Seminare unterstützt.

Das Studium ist berufsqualifizierend, persönlichkeitsbildend sowie praxisorientiert und kann auf eine spätere Promotion vorbereiten.

Aufbau und Inhalt des Studiums

Der viersemestrige Studiengang ist modular aufgebaut. Jedes Modul wird semesterweise durch eine Prüfung abgeschlossen und ist inhaltlich einem Thema gewidmet. Die Module selbst werden in Modulgruppen zusammengefasst, die die Vermittlung der folgenden Kompetenzen zum Ziel haben:

- Vertiefte mathematisch-natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (z.B. Numerische Methoden)
- Vertiefte Ingenieur Anwendungen (z.B. Höhere thermische Verfahrenstechnik)
- Vertiefte Ingenieur Anwendungen (z.B. Prozesssimulation)
- Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten in kleinen Projektteams (auch interdisziplinär)

Das Studium schließt mit der Masterarbeit, die ingenieurwissenschaftliche Themen zum Inhalt hat, und einem Kolloquium ab.

Studienformate

Der Masterstudiengang CAPE – Rechnergestützte Verfahrenstechnik kann in Vollzeit und Teilzeit studiert werden.

Die Studiendauer für das Vollzeitstudium beträgt 4 Semester. Der Studienbeginn ist für das Vollzeitstudium nur im Wintersemester möglich.

Die Studiendauer für das Teilzeitstudium beträgt 7 Semester. Der Studienbeginn ist hierbei sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich.

Hinweise zur Zulassung

Für die Zulassung zu dem Masterstudiengang CAPE ist eine Bachelorabschlussnote von mindestens 2,5 in einem verfahrenstechnik-nahen Studium erforderlich.

Für den Studienverlauf können die Studienverlaufspläne Vollzeit und Teilzeit auf der Webseite heruntergeladen werden.

Modulbeschreibungen

Angewandte Strömungssimulationen (CFD)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA, CAPE

Studiensemester: 1. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Graßmann

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Graßmann

Lehrveranstaltungen (in SWS): 2 V | 2 Ü | - P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können Strömungen mittels CFD (computational fluid dynamics) simulieren, Erkenntnisse über die Strömung ableiten und diese auf einfache strömungsmechanische und thermodynamische Modelle übertragen,

[WOMIT] indem sie sich selbstständig mit einer technischen Fragestellung aus dem Bereich Thermodynamik und Strömungsmechanik beschäftigen, den Stand der Technik zur Beschreibung der physikalischen Effekte recherchieren und mathematisch umsetzen sowie offene Fragestellungen, die sich aus einer erhöhten Komplexität ergeben, formulieren und mittel CFD beantworten,

[WOZU] um zukünftig Apparate und Maschinen bezüglich fluidtechnischer/ thermodynamischer Anforderungen zu optimieren und mathematische Modelle für deren technische Beschreibung zu verbessern.

Inhalte

- Analyse einer technischen Anwendung bezüglich strömungsmechanischer und thermodynamischer Transportprozesse
- Erarbeiten einer zielgerichteten Aufgabenstellung
- Planung und Durchführen einer Strömungssimulation
- Erstellen eines geometrischen Modells
- Erstellen eines Rechnetzes
- Numerische Komplexität planen
- CFD Setup erstellen
- Ergebnisse der Strömungssimulation auswerten und auf einfaches Ersatzmodell übertragen

- Über die Planung der CFD Aufgabe berichten (Präsentationen)
- Ergebnisse der CFD Aufgabe in einem Bericht zusammenfassen

Literatur (zur Orientierung)

- R. Schwarze; CFD-Modellierung: Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen (German Edition), Springer 2013
- VDI Wärmeatlas, Springer 2013
- M. Kraume; Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik, Springer Verlag, Heidelberg, 2004

Höhere Chemische Verfahrenstechnik (HCVT)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 2. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. rer. nat. Brandt

Lehrende(r): Prof. Dr. rer. nat. Brandt

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | - P | 4 S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Voraussetzung (empfohlen): Chemische Verfahrenstechnik (CVT) aus BA

Studien- und Prüfungsleistungen: Referat und schriftl. Test

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können vertiefte Berechnungen auf dem Gebiet der chemischen Reaktionstechnik (CRT) durchführen, die Eigenschaften verschiedener idealer und realer Reaktoren unterscheiden und für komplexe Reaktionen und nicht-isothermen Betrieb Chemiereaktoren auslegen,

[WOMIT] indem sie den Nutzen und die Grenzen der Modellreaktoren verstehen, die Unterschiede zwischen einfachen und komplexen Reaktionen kennen, wärmetechnische Größen errechnen und Beispiele für technische Reaktionsführungen analysieren,

[WOZU] um zukünftig befähigt zu sein, bei der Planung neuer und der Erweiterung bestehender Chemieanlagen den optimalen Reaktor auszuwählen, diese Auswahl zu hinterfragen und den Reaktor auszulegen.

Inhalte

- Messung und Auswertung kinetischer Daten für den Reaktorbetrieb
- Reaktordesign für komplexe Reaktionen
- nichtideale Reaktoren und Reaktormodelle
- Verweilzeitverhalten
- Reaktorauslegung unter Berücksichtigung des Wärmetransports
- Einfluss des Stoffübergangs auf den Reaktorbetrieb
- technische Reaktionsführung

Literatur (zur Orientierung)

- J. Hagen: Chemiereaktoren; Wiley-VCH, 2004
- E. Müller-Erlwein: Chemische Reaktionstechnik; Springer, 2015
- K. Hertwig et al.: Chemische Verfahrenstechnik; De Gruyter, 2018

Höhere Mathematik (HMAT)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA, CAPE

Studiensemester: 1. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. rer. nat. Vossen

Lehrende(r): Prof. Dr. rer. nat. Vossen

Lehrveranstaltungen (in SWS): 3 V | 1 Ü | - P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden der Analysis in mehreren Veränderlichen und der partiellen Differenzialgleichungen anwenden sowie ingenieurwissenschaftliche Prozesse hiermit analysieren,

[WOMIT] indem sie an mathematischen und praxisorientierten Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen, die Formeln und Techniken einüben und anwenden sowie die Ergebnisse bewerten und hinterfragen,

[WOZU] um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden, im Modul „Numerische Methoden“ algorithmisch am Rechner umzusetzen sowie Produkte und Prozesse in der Ingenieurpraxis durch abstrakte Modellierung und Analyse zu verbessern.

Inhalte

- Beispiele und Veranschaulichung für Funktionen von mehreren Variablen
- Ableitungsbegriffe
- Implizit definierte Funktionen
- Taylor-Entwicklung, Extremwertaufgaben ohne und mit Nebenbedingung
- Die Methode der kleinsten Fehlerquadrate
- Ebene und räumliche Bereichsintegrale
- Koordinatentransformation in der Ebene und im Raum
- Kurven und Kurvenintegrale
- Flächen und Flächenintegrale
- Vektoranalysis und Integralsätze
- Grundlagen von partiellen Differenzialgleichungen
- Anwendungen von partiellen Differenzialgleichungen

Literatur (zur Orientierung)

- Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Vieweg+Teubner, 2016
- Göllmann et al.: Mathematik für Ingenieure - Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 2, Springer, 2017

Höhere Mechanische Verfahrenstechnik (HMVT)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 3. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Kurzok

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Kurzok

Lehrveranstaltungen (in SWS): 2 V | 1 Ü | 1 P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Testat und Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis der Eigenschaften von Schüttgütern erlangt. Sie können deren Verhalten auf Grund messbarer Eigenschaften vorhersagen und auf Basis dieser Prozesse und Apparateeigenschaften berechnen sowie Schüttgutprozesse analysieren und bewerten, z. B. um Prozessprobleme zu beheben oder geeignete Methoden und Apparate/Maschinen für Prozesse auszuwählen oder zu optimieren.

[WOMIT] Die Studierenden analysieren und lösen verfahrenstechnische Problemstellungen theoretisch unter zu Hilfenahme von Fachliteratur sowie im Praktikum durch Variation von Prozessparametern und wissenschaftlicher Auswertung der Messergebnisse für verschiedene Verfahren. Sie wenden die erlernten Formeln zur Berechnung von Prozessparametern an und können diese auf neue Systeme übertragen.

[WOZU] Mechanische Verfahrenstechnik, d.h. die Verarbeitung von Schüttgütern ist in zahlreichen Prozessen relevant (z. B. Lebensmittel- und Pharmaindustrie, Bau- Kunststoff-, Recyclingindustrie...). Wegen der begrenzten Vorhersagesicherheit einiger Prozesse aufgrund der Schüttguteigenschaften ist die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Herangehensweise an die gegebenen Probleme sowie die experimentelle Vorhersage z. B. mit Hilfe von Pilotplants (deren Berechnung sowie die Auswertung der Versuche) von großer Bedeutung.

Inhalte

- Wiederholung Partikelbeschreibung
- Partikelgrößenverteilungen, Beschreibung und Rechnen mit Momenten
- Eigenschaften von Schüttgütern beim Lagern und Transport
- Auslegung von Silos
- Prozessprobleme und mögliche Lösungen beim Lagern von Schüttgütern
- Transport von Schüttgütern (mechanische und pneumatische Förderung)

- Messtechnik in der Mechanischen Verfahrenstechnik (Füllstand, Massen-/Volumenstrom, etc.)
- Mechanische Trenntechnik (u.a. Membranverfahren)

Literatur (zur Orientierung)

- Melin Thomas und Rautenbach Robert Membranverfahren, Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung [Buch]. - Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2007.
- Müller Walter Mechanische Grundoperationen und ihre Gesetzmäßigkeiten [Buch]. - München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2008.
- Schulze Dietmar Pulver und Schüttgüter [Buch]. - Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag, 2006

Höhere Thermische Verfahrenstechnik (HTVT)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 3. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Wang

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Wang

Lehrveranstaltungen (in SWS): 2 V | 1 Ü | 1 P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können weiterführende und spezielle Problemstellungen in der thermischen Verfahrenstechnik wissenschaftlich bearbeiten, wobei die Beschreibung der verfahrenstechnischen Prozesse durch physikalisch-mathematische Modelle im Vordergrund steht.

[WOMIT] Anhand beispielhafter, komplexerer Grundoperationen werden im Anschluss an das Modul „Modellbildung“ zunächst ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen nach angeleiteten Literaturstudien formuliert. Mit den Methoden und Gesetzen der Bilanzierung, des Gleichgewichtes und der Kinetik werden die Lösungsansätze in Form der physikalisch-mathematischen Modelle differentieller oder integraler Art eigenständig formuliert. Unter Beachtung des Freiheitsgrades der Gleichungssysteme werden anwendungsorientierte Lösungen, ggf. durch sinnvolle Vereinfachungen, in analytischer, graphischer oder numerischer Art selbständig erarbeitet und präsentiert.

[WOZU] Durch das eigenständige Erarbeiten der Lösungen sollen die Studierenden in der Lage sein, die Entwicklung neuer, innovativer Prozesse und deren wissenschaftliche Durchdringung durch gezielte Modellierung effizienter zu gestalten.

Inhalte

- Wärmeübertragung mit Phasenübergang – Kondensation, Dimensionsanalyse und Kennzahlen
- Wärmeübertragung mit Phasenübergang – Sieden, empirische Wissenschaft
- Rektifikation nicht-idealer Systeme (h-x-diagramme, Mischungslücke, Mischungsenthalpie)
- Extraktion als Beispiel für Mehrstoff- und Mehrphasensystem mit nicht-idealen Gleichgewichtsdaten
- Allgemeine Darstellung der Gegenstromtrennverfahren (optionale Literaturstudie)

- Adsorption und Oberflächencharakteristik (optional)

Literatur (zur Orientierung)

- McCabe W L., Smith J.C., Harriott P.: Unit Operation of Chemical Engineering, McGraw-Hill, NY. Last edition. 1985,
- Perry R. H., Green D. W.: Perry's Chemical Engineers' Handbook, International Ed. McGraw-Hill Education (ISE Editions), 1999,
- Poling B. E., Prausnitz J. M., O'Connell J. P.; The Properties of Gases and Liquids, 5th edition, McGraw-Hill, 2002
- Sattler K., T. Adrian: Thermische Trennverfahren, Aufgaben und Auslegungsbeispiele, VCH-Verlag, 2007
- Sattler Klaus: Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung und Apparate, Wiley-VCH, 1998
- Mersmann, A., M. Kind, J. Stichmaier: Thermische Verfahrenstechnik, Springer-Verlag, 2005

Höhere Thermodynamik (HTD)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 2. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Alsmeyer

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Alsmeyer

Lehrveranstaltungen (in SWS): 2 V | - Ü | 2 P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können mathematische Methoden zur Beschreibung des stofflichen Verhaltens in komplexen einphasigen und mehrphasigen fluiden Systemen anwenden,

[WOMIT] indem sie geeignete Ansätze für die Beschreibung des stofflichen Verhaltens in komplexen verfahrens- und energietechnischen Aufgabenstellungen auswählen und die zugehörigen Parametersätze kritisch prüfen oder auf Basis von Messdaten selbst anpassen.

[WOZU] Damit können verfahrenstechnische Grundoperationen und Prozesse auch bei komplexem stofflichen Verhalten ausgelegt, bewertet und optimiert werden, insbesondere mit rechnergestützten Methoden, etwa in den Folgemodulen HTVT und PSI.

Inhalte

- Gibbssche Fundamentalgleichung, Thermodynamische Potentiale;
- Modelle zu Phasengleichgewichten: Fugazitätskoeffizient, Aktivitätskoeffizient;
- Zustandsgleichungen (Virialgleichung, empirische/halbempirische ZGL'n wie Peng-Robinson, Korrespondenzprinzip), Mischungsregeln, Hochgenaue Zustandsgleichungen;
- Berechnung der Fugazität flüssiger Phasen mit G^E -Modellen (Wilson, NRTL, UNIQUAC, UNIFAC);
- Schätzung und Konsistenz von Parametern;
- Stabilitätskriterien für Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte, Dreiecksdiagramm;
- Rechnerpraktikum: Selbst zu erstellende Programme zu ausgewählten Vorlesungsinhalten

Literatur (zur Orientierung)

- Gmehling, J., B. Kolbe, M. Kleiber, J. Rarey (2012): Chemical Thermodynamics for Process Simulation, Wiley-VCH, Weinheim

- Lüdecke, D., Ch. Lüdecke (2019): Thermodynamik – Physikalisch-Chemische Grundlagen der Verfahrenstechnik, Springer-Verlag, Berlin
- Stephan, P., K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger (2009/2010): Thermodynamik (Bd. 1 Einstoffsysteme, 18. Aufl.; Bd. 2 Mehrstoffsysteme 15. Aufl.), Springer-Vlg., Berlin

Modellbildung Bilanzgleichungen (MBB)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 2. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Farber

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Farber

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | - P | 4 S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die internationale, wissenschaftlich-technische Literatur zur Modellbildung in der Fluidmechanik analysieren und im Rahmen der Numerischen Strömungssimulation anwenden,

[WOMIT] indem sie die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten methodisch anwenden, wobei sie internationale, wissenschaftlich-technische Literatur zur Finite-Volumen Diskretisierung und zur mathematischen Modellbildung turbulenter Strömungen in der Fluidmechanik analysieren und im Rahmen der Numerischen Strömungssimulation anwenden,

[WOZU] um zukünftig selbständig geeignete Diskretisierungsverfahren und mathematische Modelle zur Beschreibung turbulenter Strömungsvorgänge im Rahmen der Numerischen Strömungssimulation aufgabenangepasst auswählen.

Inhalte

- Die „Innere Struktur“ von CFD
- Eine kurze Einführung in die Tensornotation und das dyadische Produkt
- die generische Bilanzgleichung in differentieller und integraler Form
- eine kurze Einführung in die Finite-Differenzen und Finite-Volumen-Diskretisierung der stationären generischen Bilanzgleichung,
- Diskretisierung instationärer Strömungsvorgänge,
- die „Innere Struktur“ der Simulation turbulenter Strömungen,
- eine Einführung in die mathematische Modellierung turbulenter Strömungen
- Ausblick: Die Modellierung und Simulation von Mehrphasenströmungen

Literatur (zur Orientierung)

- Ferziger, Joel H.; Perić, Milovan; Computational methods for fluid dynamics; 3., rev. ed. Berlin [u.a.]: Springer, 2002

- Leschziner, Michael A.; Statistical turbulence modelling for fluid dynamics - demystified: an introductory text for graduate engineering students; London: Imperial College Press, 2016

Modellbildung Fluidmechanik (MBF)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 1. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Farber

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Farber

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | - P | 4 S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die internationale, wissenschaftlich-technische Literatur zur Modellbildung in der Fluidmechanik analysieren und im Rahmen der Numerischen Strömungssimulation anwenden,

[WOMIT] indem sie die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten methodisch anwenden, wobei sie in der Lage sind, selbständig Herleitungen der wesentlichen Bilanzgleichungen der Fluidmechanik auf unterschiedliche Art durchzuführen,

[WOZU] um zukünftig die fluidmechanisch relevanten Bilanzgleichungen verstehen und auswählen zu können, um im komplexen Kontext technischer CFD-Simulations-Aufgabenstellungen diese lösen zu können.

Inhalte

- Lagrangesche und Eulersche Beschreibung von Strömungsvorgängen
- Oberflächen- und Volumenintegrale
- Herleitung der Massenbilanz (Kontinuitätsgleichung) für differentielle und integrale Kontrollvolumina in Lagrangescher und Eulerscher Beschreibung
- Überführung der verschiedenen Formen ineinander
- Herleitung der Impulsbilanz für differentielle Kontrollvolumina in Lagrangescher und Eulerscher Beschreibung
- der Spannungstensor
- Herleitung der Energiebilanz für differentielle Kontrollvolumina in Lagrangescher und Eulerscher Beschreibung

Literatur (zur Orientierung)

- A. H. Shapiro, Video Course Manual Fluid Dynamics - Volume II: Viscous Behavior, Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Massachusetts, USA, 1985

- A. H. Shapiro, Video Course Manual Fluid Dynamics - Volume III: Deeper Insights, Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Massachusetts, USA, 1985
- White, F.M.: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, New York, USA, 2nd Ed. 1991
- J. D. Anderson, Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications, McGraw-Hill, New York 1995

Numerische Methoden (NUM)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA, CAPE

Studiensemester: 2. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-rer. nat. Vossen

Lehrende(r): Prof. Dr.-rer. nat. Vossen

Lehrveranstaltungen (in SWS): 3 V | 1 Ü | - P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Voraussetzung (empfohlen): Höhere Mathematik (HMAT)

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden der numerischen Mathematik anwenden, Algorithmen bzgl. Laufzeit und Genauigkeit analysieren sowie geeignete Standardverfahren für mathematische Aufgaben in den Ingenieurwissenschaften auswählen, am Rechner umsetzen und deren Ergebnisse bewerten und hinterfragen,

[WOMIT] indem sie an mathematischen und praxisorientierten Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen sowie die Verfahren händisch und am Rechner anwenden,

[WOZU] um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden, die Wirkungsweise von Simulationstools wie FEM-Lösern zu verstehen sowie Produkte und Prozesse in der Ingenieurpraxis durch Nutzung eines Rechners zu analysieren und zu verbessern.

Inhalte

- Fehlerrechnung und Gleitpunktzahlen
- Komplexität von Algorithmen
- Gauß-Algorithmus ohne und mit Pivotisierung
- Matrix-Zerlegungen
- Vektor- und Matrixnormen, Kondition, Fehlerabschätzung bei Gleichungssystemen
- Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme
- Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten
- Nichtlineare Gleichungen
- Interpolation
- Numerische Integration

- Gewöhnliche Differenzialgleichungen
- Partielle Differenzialgleichungen, Grundlagen von FEM

Literatur (zur Orientierung)

- Faires, Burden: Numerische Methoden, Näherungsverfahren und ihre praktische Anwendung, Spektrum, 2000
- Knorrenschild: Numerische Mathematik, Hanser, 2017
- Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik, Springer, 2007

Optimierung (OPT)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 3. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Roos

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Roos

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | - P | 4 S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der globalen, nichtlinearen, multidisziplinären, deterministischen und stochastischen Optimierung mittels numerischer Software wie z.B. MATLAB/Octave programmieren und anwenden,

[WOMIT] indem sie die Modellierung natur- und ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen als Optimierungsproblem mit Optimierungsvariablen, Nebenbedingungen und Zielfunktionen anwenden, numerische Methoden wie z.B. Vektoroptimierung, Gradienten-basierte Optimierung, Evolutionsstrategien und Genetische Algorithmen, Pareto-Optimierung, Teilenschwarmoptimierung und toleranzrobuste Optimierung anwenden und programmieren können,

[WOZU] um mit der erworbenen Methoden- und Software-Kompetenz zukünftig komplexe natur- und ingenieurwissenschaftliche Optimierungsprozesse in der Prozess- und Produktentwicklung sicher, robust, zuverlässig und effizient gestalten sowie die Ergebnisse bewerten und kritisch hinterfragen können.

Inhalte

- Gradientenbasierte Methoden für unrestringierte und restringierte Aufgabenstellungen
 - Schrittweitenverfahren, Newton-, Quasi-Newton- und BFGS-Verfahren
 - Penalty- und Barriere-Verfahren, SQP-Verfahren,
- Genetische Algorithmen
- Evolutionäre Strategien
- Ameisenkolonenverfahren
- Schwarmintelligenzverfahren
- Simuliertes Abkühlen
- Downhill Simplex
- Pareto-Optimierung

- Stochastische Optimierung
 - Toleranzrobuste Optimierung
 - Zuverlässigkeitsbasierte Optimierung
- Parameteridentifikation und Modellvalidierung

Literatur (zur Orientierung)

- Alt, Walter: Nichtlineare Optimierung, Aufl. 2, Vieweg+Teubner, 2011
- Gerdes, Ingrid: Evolutionäre Algorithmen, Vieweg+Teubner, 2004
- Jarre, Florian: Optimierung, Springer, 2004

Projekt 1 (Einführungsprojekt)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA und CAPE

Studiensemester: 1. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | 2 P | 2 S

Arbeitsaufwand: 10 CP / 300 h (Präsenzstudium: 50 h, Eigenstudium: 250 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Abschlussbericht (dtsch.) und -präsentation (dtsch.)

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Komplexere ingenieurtechnische Aufgabenstellungen in kleinen Arbeitsgruppen zielgerichtet, strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden bearbeiten,

[WOMIT] indem sie die Aufgabenstellung analysieren, hierzu inhaltlich recherchieren, die erforderlichen Aufgabe mit dem Auftraggeber abstimmen (Lasten-/ Pflichtenheft) und die Arbeitspakete strukturieren und aufteilen, sachgerechte Dokumentation und Kommunikation in den einzelnen Projektphasen anwenden und formulieren, selbstständige Anwendung von bereits erworbenem Fachwissen vertiefen und selbstständig erforderliches Fachwissen erarbeiten, Lösungen gestalten und bewerten,

[WOZU] um zukünftig im Rahmen von ingenieurtechnischen Fragestellungen im arbeitsteiligen Berufsalltag grundsätzliche Fertigkeiten und Methoden bei der Projektbearbeitung im Team anwenden und vertiefen zu können.

Inhalte

- Methoden des Projektmanagements
- Spezifikation
- Recherche
- Pflichtenheft
- Kostenrechnung
- Projektplanung
- Präsentation
- Dokumentation
- Postererstellung

Literatur (zur Orientierung)

- J. Kuster, E. Huber, R. Lippmann, A. Schmid, E. Schneider, U. Witschi, R. Wüst, Handbuch Projektmanagement, Springer Verlag 2. Auflage 2008, ISBN 978-3-540-76432-8
- A. Hemmrich, H. Harrant, Projektmanagement - In 7 Schritten zum Erfolg, HANSER 2007, ISBN 978-3446425675
- L. Hering, H. Hering, Technische Berichte - Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen, Viewegs Fachbücher der Technik 2000, 5. Auflage 2007, ISBN 978-3-8348-0195-1
- Y. Hoffmann, 30 Minuten für erfolgreiches Projektmanagement, Gabal Verlag, 3. Auflage 2007, ISBN 978-3897497177

Projekt 2 (Vertiefungsprojekt)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA und CAPE

Studiensemester: 2. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | 2 P | 2 S

Arbeitsaufwand: 10 CP / 300 h (Präsenzstudium: 50 h, Eigenstudium: 250 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Abschlussbericht (dtsch.) und -präsentation (engl.)

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Komplexere ingenieurtechnische Aufgabenstellungen in kleinen Arbeitsgruppen zielgerichtet, strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden bearbeiten,

[WOMIT] indem sie die Aufgabenstellung analysieren, hierzu inhaltlich recherchieren, die erforderlichen Aufgabe mit dem Auftraggeber abstimmen (Lasten-/ Pflichtenheft) und die Arbeitspakete strukturieren und aufteilen, sachgerechte Dokumentation und Kommunikation in den einzelnen Projektphasen anwenden und formulieren, englischsprachige Präsentationen erstellen und halten, selbstständige Anwendung von bereits erworbenem Fachwissen vertiefen und selbstständig erforderliches Fachwissen erarbeiten, Lösungen gestalten und bewerten,

[WOZU] um zukünftig im Rahmen von ingenieurtechnischen Fragestellungen im arbeitsteiligen Berufsalltag grundsätzliche Fertigkeiten und Methoden bei der Projektbearbeitung im Team anwenden und vertiefen zu können.

Inhalte

- Methoden des Projektmanagements
- Spezifikation
- Recherche
- Pflichtenheft
- Kostenrechnung
- Projektplanung
- Präsentation in Englisch
- Dokumentation
- Postererstellung

Literatur (zur Orientierung)

- J. Kuster, E. Huber, R. Lippmann, A. Schmid, E. Schneider, U. Witschi, R. Wüst, Handbuch Projektmanagement, Springer Verlag 2. Auflage 2008, ISBN 978-3-540-76432-8
- A. Hemmrich, H. Harrant, Projektmanagement - In 7 Schritten zum Erfolg, HANSER 2007, ISBN 978-3446425675
- L. Hering, H. Hering, Technische Berichte - Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen, Viewegs Fachbücher der Technik 2000, 5. Auflage 2007, ISBN 978-3-8348-0195-1
- Y. Hoffmann, 30 Minuten für erfolgreiches Projektmanagement, Gabal Verlag, 3. Auflage 2007, ISBN 978-3897497177

Projekt 3 (Interdisziplinäres Projekt)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA und CAPE

Studiensemester: 3. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Enewoldsen, eMBA

Lehrveranstaltungen (in SWS): - V | - Ü | 2 P | 2 S

Arbeitsaufwand: 10 CP / 300 h (Präsenzstudium: 50 h, Eigenstudium: 250 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Abschlussbericht (engl.) und -präsentation (engl.)

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können interdisziplinäre ingenieurtechnische Aufgabenstellungen in kleinen Arbeitsgruppen zielgerichtet, strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden bearbeiten,

[WOMIT] indem sie die Aufgabenstellung analysieren, hierzu inhaltlich recherchieren, die erforderlichen Aufgabe mit dem Auftraggeber abstimmen (Lasten-/ Pflichtenheft) und die Arbeitspakete strukturieren und aufteilen, sachgerechte englischsprachige Dokumentation und Kommunikation in den einzelnen Projektphasen anwenden und formulieren, englischsprachige Präsentationen erstellen und halten, selbstständige Anwendung von bereits erworbenem Fachwissen vertiefen und selbstständig erforderliches Fachwissen erarbeiten, Lösungen gestalten und bewerten,

[WOZU] um zukünftig im Rahmen von ingenieurtechnischen Fragestellungen im arbeitsteiligen Berufsalltag grundsätzliche Fertigkeiten und Methoden bei der Projektbearbeitung im Team anwenden und vertiefen zu können.

Inhalte

- Methoden des Projektmanagements
- Spezifikation
- Recherche
- Pflichtenheft
- Kostenrechnung
- Projektplanung
- Präsentation in Englisch
- Dokumentation in Englisch
- Postererstellung

Literatur (zur Orientierung)

- J. Kuster, E. Huber, R. Lippmann, A. Schmid, E. Schneider, U. Witschi, R. Wüst, Handbuch Projektmanagement, Springer Verlag 2. Auflage 2008, ISBN 978-3-540-76432-8
- A. Hemmrich, H. Harrant, Projektmanagement - In 7 Schritten zum Erfolg, HANSER 2007, ISBN 978-3446425675
- L. Hering, H. Hering, Technische Berichte - Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen, Viewegs Fachbücher der Technik 2000, 5. Auflage 2007, ISBN 978-3-8348-0195-1
- Y. Hoffmann, 30 Minuten für erfolgreiches Projektmanagement, Gabal Verlag, 3. Auflage 2007, ISBN 978-3897497177

Prozesssimulation (PSI)

Studiengang: Masterstudiengang CAPE

Studiensemester: 3. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Alsmeyer

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Alsmeyer

Lehrveranstaltungen (in SWS): 2 V | - Ü | 2 P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

- [WAS]** Die Studierenden können verfahrenstechnische Aufgabenstellungen mit rechnergestützten Simulationswerkzeugen lösen,
- [WOMIT]** indem sie problemangepasste Modellierungsansätze und dazu passende Simulationswerkzeuge auswählen, darin Modelle systematisch erstellen, mit geeigneten Algorithmen numerisch lösen, die Ergebnisse kritisch prüfen und das Vorgehen und die Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren,
- [WOZU]** um zukünftig verfahrenstechnische Prozesse mit zeitgemäßen Methoden rechnergestützt simulieren, analysieren und optimieren zu können.

Inhalte

- Systematische Modellentwicklung
- Klassifikation von Modellen (konzentriert vs. verteilt, kontinuierlich vs. diskret)
- Zustandsraumdarstellung
- Eigenschaften stationärer und dynamischer Modelle (Index, Stabilität)
- Simulationsstrategien (simultan/ sequenziell-modular); Tearing und Partitionierung
- numerische Lösungsverfahren; Black-box-Modelle (multivariat); CAPE-Werkzeuge

Rechnerpraktikum:

- Implementierung von Modellen in CAPE-Werkzeugen, Simulation und Ergebnisvalidierung

Literatur (zur Orientierung)

- Hangos, K., Cameron, I. (2001): Process Modelling and Model Analysis, Academic Press, London
- Biegler, L.T., Grossmann, I.E., Westerberg, A.W.: Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall (1999)

Stochastik und Versuchsplanung (SVP)

Studiengang: Masterstudiengang PRIMA und CAPE

Studiensemester: 1. Semester (Pflichtmodul)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Roos

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Roos

Lehrveranstaltungen (in SWS): 3 V | 1 Ü | - P | - S

Arbeitsaufwand: 5 CP / 150 h (Präsenzstudium: 60 h, Eigenstudium: 90 h)

Voraussetzung: laut PO 2018

Studien- und Prüfungsleistungen: Klausur

Modulziele und zu erwerbende Kompetenzen

[WAS] Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Zuverlässigkeitsanalyse und der Versuchsplanung und der statistischen Versuchsauswertung mittels numerischer Software wie z.B. MATLAB/Octave programmieren und anwenden,

[WOMIT] indem sie den Einfluss sowohl zufälliger als auch deterministischer Faktoren auf natur- und ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen mit Hilfe wissenschaftlich akzeptierter Modellvorstellungen berechnen und erklären, zufällige Ereignisse, Zufallsexperimente, Stichproben beurteilen, die Form- und Lageparameter von Zufallsverteilungen analysieren, verschiedene Verteilungsfunktionen wie z.B. Histogramme, Wahrscheinlichkeits- und Dichtefunktionen definieren und darstellen, diskrete und kontinuierliche Zufallsvariablen beschreiben, Zufallsvektoren modellieren, Korrelations- und Regressionsanalyse durchführen, Ausfall- und Überschreitenswahrscheinlichkeiten berechnen und gleichverteilte, korrelierte und randverteilte Stichproben erzeugen können,

[WOZU] um mit der erworbenen Methoden- und Software-Kompetenz zukünftig komplexe natur- und ingenieurwissenschaftliche Optimierungsprozesse in der Prozess- und Produktentwicklung sicher, robust, zuverlässig und effizient gestalten sowie die Ergebnisse bewerten und kritisch hinterfragen können.

Inhalte

- Wahrscheinlichkeitstheorie
 - Zufall, Risiko, stochastische Modellierung, historische Entwicklung
 - Zufällige Ereignisse, Ereignisalgebra, Häufigkeiten, Wahrscheinlichkeit, mehrstufige Zufallsexperimente

- Statistik
 - Zufallsvariablen, Stichproben, Lage- und Formparameter, Verteilungsfunktionen
 - Zufallsvektoren, Kovarianz und Korrelation, Simulation von korrelierten Zufallsvektoren
 - Korrelations- und Regressionsanalyse
- Zuverlässigkeitstheorie
 - Sicherheitszonen, Sicherheitsfaktoren, Grenzzustände, Faltungsintegral
 - Monte-Carlo-Simulation, Linearisierungsmethoden, Einführung in die Importanzstichprobenverfahren
 - Kalibrierung von Sicherheitsfaktoren
- Stichprobengenerierung
 - Vollfaktorielle, teilfaktorielle, lineare, quadratische, D-optimale Versuchspläne
 - Latin hypercube sampling
- Elementare Effektanalyse

Literatur (zur Orientierung)

- Sachs: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, 5. Auflage, Carl Hanser Vlg., 2018
- Fang: Design and modeling for computer experiments, Taylor&Francis Inc., 2005
- Barker, Thomas B.: Quality by experimental design, 3. Auflage, Chapman&Hall/CRC, 2005

Wahlpflichtmodule (WPM)

Wahlkatalog PRIMA KONSTRUKTION

s	DST	Dünnschichttechnologie
	HCVT	Höhere chemische Verfahrenstechnik
	HTD	Höhere Thermodynamik
	KKU	Konstruieren mit Kunststoffen
	MBB	Modellbildung Bilanzgleichungen
	MPS	Moderne Produktionssysteme
w	CFD	CFD
	FKU	Fertigungstechnik Kunststoffe
	GFV	Generative Fertigungsverfahren
	HMVT	Höhere mechanische Verfahrenstechnik
	HTVT	Höhere thermische Verfahrenstechnik
	MBF	Modellbildung Fluidmechanik
	MDE	Messdatenerfassung
	OFD	Oberflächendesign
	OPT	Optimierung
	PAO	Prozessanalyse und Optimierung
	PSI	Prozesssimulation
	SKW	Spezielle Kapitel der Werkstoffkunde

Wahlkatalog PRIMA PT & OF

s	BFN	Betriebsfestigkeitsnachweis
	HCVT	Höhere chemische Verfahrenstechnik
	HTD	Höhere Thermodynamik
	KKU	Konstruieren mit Kunststoffen
	MAD	Maschinendynamik
	MBB	Modellbildung Bilanzgleichungen
w	CFD	CFD
	FEMA	Finite Elemente Anwendungen
	FKU	Fertigungstechnik Kunststoffe
	FTS	Fluidtechnische Komponenten und Systeme
	HMVT	Höhere mechanische Verfahrenstechnik
	HTVT	Höhere thermische Verfahrenstechnik
	MBF	Modellbildung Fluidmechanik
	MDE	Messdatenerfassung
	OPT	Optimierung
	PLM	Product Lifecycle Management
	PSI	Prozesssimulation

Wahlkatalog PRIMA Kunststofftechnik

s	DST	Dünnschichttechnologie
	HCVT	Höhere chemische Verfahrenstechnik
	HTD	Höhere Thermodynamik
	MAD	Maschinendynamik
	MBB	Modellbildung Bilanzgleichungen
	MPS	Moderne Produktionssysteme
w	CFD	CFD
	FTS	Fluidtechnische Komponenten und Systeme
	GFV	Generative Fertigungsverfahren
	HMVT	Höhere mechanische Verfahrenstechnik
	HTVT	Höhere thermische Verfahrenstechnik
	MBF	Modellbildung Fluidmechanik
	MDE	Messdatenerfassung
	OFD	Oberflächendesign
	OPT	Optimierung
	PSI	Prozesssimulation
	SKW	Spezielle Kapitel der Werkstoffkunde
	SPE	Systematische Produkt- und Prozessentwicklung

Wahlkatalog PRIMA Fluidtechnik

s	DST	Dünnschichttechnologie
	HCVT	Höhere chemische Verfahrenstechnik
	HTD	Höhere Thermodynamik
	KKU	Konstruieren mit Kunststoffen
	MBB	Modellbildung Bilanzgleichungen
	MPS	Moderne Produktionssysteme
	PPG	Produktionsgerechte Produktgestaltung
w	FKU	Fertigungstechnik Kunststoffe
	GFV	Generative Fertigungsverfahren
	HMVT	Höhere mechanische Verfahrenstechnik
	HTVT	Höhere thermische Verfahrenstechnik
	MDE	Messdatenerfassung
	OFD	Oberflächendesign
	OPT	Optimierung
	PLM	Product Lifecycle Management
	PSI	Prozesssimulation
	SKW	Spezielle Kapitel der Werkstoffkunde
	SPE	Systematische Produkt- und Prozessentwicklung

Wahlkatalog CAPE

s	BFN	Betriebsfestigkeitsnachweis
	DST	Dünnschichttechnologie
	KKU	Konstruieren mit Kunststoffen
	MAD	Maschinendynamik
	MPS	Moderne Produktionssysteme
	PPG	Produktionsgerechte Produktgestaltung
w	FEMA	Finite Elemente Anwendungen
	FKU	Fertigungstechnik Kunststoffe
	FTS	Fluidtechnische Komponenten und Systeme
	GFV	Generative Fertigungsverfahren
	MDE	Messdatenerfassung
	OFD	Oberflächendesign
	PAO	Prozessanalyse und Optimierung
	PLM	Product Lifecycle Management
	SKW	Spezielle Kapitel der Werkstoffkunde
	SPE	Systematische Produkt- und Prozessentwicklung

Legende

s	Angebot im Sommersemester
w	Angebot im Wintersemester

Übersicht über die Wahlkataloge für die Masterstudiengänge
Stand Prüfungsordnung PO 2018 (01.10.2018)