

## Amtliche Bekanntmachungen

Herausgegeben im Auftrage des Rektors von der Abteilung 1.1 des Dezernates 1.0  
der RWTH Aachen, Templergraben 55, 52056 Aachen

Nr. 2011/032	28.03.2011	Redaktion: Sylvia Glaser
S. 1 - 116		Telefon: 80-99087

**Prüfungsordnung  
für den Masterstudiengang  
Verfahrenstechnik  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 24.03.2011**

**Für die vorliegende Prüfungsordnung (PO) gibt es eine aktualisierte PO des Studiengangs, die unter Nummer 2013/151 veröffentlicht wurde.**

Aufgrund der §§ 2 Abs. 4, 64 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 31. Oktober 2006 (GV. NRW S.474), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes zum Ausbau der Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen vom 8. Oktober 2009 (GV. NRW 2009 S. 516), hat die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) folgende Prüfungsordnung erlassen:

## Inhaltsübersicht

### I. Allgemeines

- § 1 Geltungsbereich und akademischer Grad
- § 2 Ziel des Studiums und Sprachenregelung
- § 3 Zugangsvoraussetzungen
- § 4 Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte
- § 5 Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen
- § 6 Prüfungen und Prüfungsfristen
- § 7 Formen der Prüfungen
- § 8 Zusätzliche Module
- § 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten
- § 10 Prüfungsausschuss
- § 11 Prüfende und Beisitzende
- § 12 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester
- § 13 Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs
- § 14 Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

### II. Masterprüfung und Masterarbeit

- § 15 Art und Umfang der Masterprüfung
- § 16 Masterarbeit
- § 17 Annahme und Bewertung der Masterarbeit
- § 18 Bestehen der Masterprüfung

### III. Schlussbestimmungen

- § 19 Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen
- § 20 Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades
- § 21 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 22 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

### Anlagen:

1. Modulkatalog
2. Studienverlaufsplan

### Anhang:

### Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Masterstudiengang Verfahrenstechnik.
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums verleiht die Fakultät für Maschinenwesen den akademischen Grad eines Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH).

### § 2

#### Ziel des Studiums und Sprachenregelung

- (1) Im Masterstudiengang Verfahrenstechnik werden die im Bachelorstudiengang erworbenen Kenntnisse so verbreitert und vertieft, dass die Absolventin bzw. der Absolvent zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit befähigt wird.
- (2) Bei dem Masterstudiengang handelt es sich um einen konsekutiven Masterstudiengang.
- (3) Das Studium findet in deutscher Sprache statt, einzelne Lehrveranstaltungen finden in englischer Sprache statt.
- (4) Die Masterarbeit kann wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.

### § 3

#### Zugangsvoraussetzungen

- (1) Zugangsvoraussetzung ist ein anerkannter erster Hochschulabschluss, durch den die fachliche Vorbildung für den Masterstudiengang nachgewiesen wird. Anerkannt sind Hochschulabschlüsse, die durch eine zuständige staatliche Stelle des Staates, in dem die Hochschule ihren Sitz hat, genehmigt oder in einem staatlich anerkannten Verfahren akkreditiert worden sind.
- (2) Für die fachliche Vorbildung im Sinne des Absatzes 1 ist es erforderlich, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in den nachfolgend aufgeführten Bereichen über die für ein erfolgreiches Studium im Masterstudiengang Verfahrenstechnik erforderlichen Kenntnisse verfügt:
  - Insgesamt 120 CP aus dem ingenieurwissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich exklusive der berufspraktischen Tätigkeit
  - Grundlagenmodule aus dem Bachelorstudiengang Maschinenbau der RWTH Aachen University im aufgeführten Umfang:

Modul	CP
<b>Mechanik I</b>	<b>18</b>
<b>Mechanik II</b>	
<b>Mechanik III</b>	
<b>Maschinengestaltung I</b>	<b>13</b>
<b>CAD-Einführung</b>	

<b>Maschinengestaltung II</b>	
<b>Maschinengestaltung III</b>	
<b>Thermodynamik I</b>	7
<b>Thermodynamik II</b>	
<b>Wärme- und Stoffübertragung I</b>	6
<b>Werkstoffkunde I</b>	8
<b>Werkstoffkunde II</b>	
<b>Regelungstechnik</b>	6
<b>Strömungsmechanik I</b>	6
<b>Mathematik I</b>	17
<b>Mathematik II</b>	
<b>Mathematik III</b>	

- (3) Der Prüfungsausschuss kann eine Zulassung mit der Auflage verbinden, bestimmte Kenntnisse bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen. Art und Umfang dieser Auflagen werden vom Prüfungsausschuss individuell auf Basis der im Rahmen des vorangegangenen Studienabschlusses absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkoordinatorin bzw. dem Studienkoordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater. Für Absolventen eines 6-semesterigen Bachelorstudiums legt der Prüfungsausschuss Leistungen im Umfang von mindestens 30 CP fest, die bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen sind. Sind aufgrund der Differenzen in den in Absatz 2 definierten fachlichen Grundlagen weitere Auflagen im Umfang von mehr als 30 CP notwendig, ist eine Zulassung zum Masterstudiengang Verfahrenstechnik nicht möglich.
- (4) Für den Studiengang in deutscher Sprache ist die ausreichende Beherrschung der deutschen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen, die Deutsch nicht als Muttersprache erlernt, die ihre Studienqualifikation nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben bzw. nach erfolgreichem Abschluss eines deutschsprachigen ersten Hochschulabschlusses, für den der Nachweis nicht Voraussetzung war. Es werden folgende Nachweise anerkannt:
- TestDaF (Niveaustufe 4 in allen vier Prüfungsbereichen),
  - Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang (DSH, Niveaustufe 2 oder 3),
  - Deutsches Sprachdiplom der Kultusministerkonferenz – Zweite Stufe (KMK II),
  - Kleines Deutsches Sprachdiplom (KDS), Großes Deutsches Sprachdiplom oder Zentrale Oberstufenprüfung (ZOP) des Goethe-Institutes,
  - Deutsche Sprachprüfung II des Sprachen- und Dolmetscher Institutes München.
- (5) Für den Zugang ist weiterhin der Nachweis der Ableistung der berufspraktischen Tätigkeit erforderlich. Die berufspraktische Tätigkeit umfasst insgesamt 20 Wochen nach näherer Bestimmung durch den Prüfungsausschuss.
- (6) Die Feststellung, ob die Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind, trifft der Prüfungsausschuss in Absprache mit dem Studierendensekretariat, bei ausländischen Studienbewerberinnen bzw. -bewerbern in Absprache mit dem International Office.
- (7) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die schon einen Masterstudiengang an der RWTH oder an anderen Hochschulen studiert haben, müssen vor der Einschreibung bzw. bei der Umschreibung in diesen Studiengang beim hiesigen Prüfungsausschuss die Anrechnung bisher erbrachter positiver und negativer Prüfungsleistungen beantragen, um eingeschrieben bzw. umgeschrieben werden zu können.

#### **§ 4**

##### **Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte**

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Masterarbeit drei Semester (eineinhalb Jahre). Das Studium kann in jedem Semester aufgenommen werden.
- (2) Das Studium ist modular aufgebaut. Die einzelnen Module beinhalten die Vermittlung bzw. Erarbeitung eines Stoffgebietes und der entsprechenden Kompetenzen. Eine Beurteilung der Studienergebnisse durch eine Prüfung oder eine andere Form der Bewertung muss vorgesehen werden. Das Studium enthält einschließlich des Moduls Masterarbeit insgesamt 8-16 Module. Alle Module sind im Modulkatalog definiert (s. Anlage 1).
- (3) Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden gemäß § 9 bewertet und gehen mit CP gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen (Selbststudium). Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP, der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 90 CP.
- (4) Der Studienumfang beläuft sich zuzüglich der Masterarbeit auf 30-60 Semesterwochenstunden (Kontaktzeit in SWS). Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit eines Semesters. Die angegebenen SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen. Darüber hinaus sind Zeiten zur Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen aufzubringen. Diese Zeiten gehen gemäß Absatz 3 in die Zuweisung der entsprechenden CP-Anzahl ein.
- (5) Die RWTH stellt durch ihr Lehrangebot sicher, dass die Regelstudienzeit eingehalten werden kann, dass insbesondere die für einen Studienabschluss erforderlichen Module und die zugehörigen Prüfungen sowie die Masterarbeit im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

#### **§ 5**

##### **Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen**

- (1) Die Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Verfahrenstechnik stehen den für diesen Studiengang eingeschriebenen oder als Zweithörerinnen bzw. Zweithörer zugelassenen Studierenden sowie grundsätzlich Studierenden anderer Studiengänge und Gasthörerinnen und Gasthörern der RWTH zur Teilnahme offen. Für jede Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung über ein modulares Anmeldeverfahren erforderlich. Anmeldefrist und Anmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem rechtzeitig bekannt gegeben. Eine Orientierungsabmeldung von einer Lehrveranstaltung, die über ein Semester läuft, ist bis zum letzten Freitag im Mai bzw. November möglich (Orientierungsphase). Im Falle einer Orientierungsabmeldung bei semesterfixierten Pflichtveranstaltungen erfolgt eine Wiederanmeldung zur nächsten turnusmäßigen Lehrveranstaltung und es ist keine erneute Abmeldung von der Veranstaltung möglich. Abweichend davon ist bei Blockveranstaltungen eine Abmeldung bis einen Tag vor dem ersten Veranstaltungstag möglich.
- (2) Machen es der angestrebte Studienerfolg, die für eine Lehrveranstaltung vorgesehene Vermittlungsform, Forschungsbelange oder die verfügbare Kapazität an Lehr- und Betreuungspersonal erforderlich, die Teilnehmerzahl einer Lehrveranstaltung zu begrenzen, so erfolgt dies nach Maßgabe des § 59 Abs. 2 HG. Dabei sind Studierende, die im Rahmen ihres Studiengangs auf den Besuch einer Lehrveranstaltung angewiesen sind vorrangig zu berücksichtigen (semesterfixierte Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung). Als weitere Kriterien

werden in der nachfolgenden Reihenfolge gesetzt: Die semestervariable Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung, die Wahlleistung (§ 6 Abs. 1) und die freiwillige Zusatzleistung (gemäß § 8 Abs. 1) und der freie Zugang (Absatz 1).

## **§ 6 Prüfungen und Prüfungsfristen**

- (1) Die Gesamtheit der Masterprüfung besteht aus den Prüfungsleistungen zu den einzelnen Modulen sowie der Masterarbeit. Die Prüfungen und die Masterarbeit werden studienbegleitend abgelegt und sollen innerhalb der festgelegten Regelstudienzeit abgeschlossen sein. Während der Prüfung müssen die Studierenden eingeschrieben sein. Die Module innerhalb des Curriculums gliedern sich in Pflicht- und Wahlpflichtmodule sowie ggfs. Wahlmodule. Pflichtmodule sind verbindlich vorgegeben. Wahlpflichtmodule gestatten eine Auswahl aus einer vorgegebenen Aufstellung alternativer Module durch die Studierenden. Darüber hinaus kann ein definierter Wahlbereich vorgesehen werden, aus dem von den Studierenden frei gewählt werden kann. Dieser Wahlbereich ist nicht mit den in § 8 genannten Zusatzmodulen gleichzusetzen. Zusatzmodule stellen Module dar, die im Studienplan nicht vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich - auf freiwilliger Basis- belegt werden.
- (2) Für den Besuch von Lehrveranstaltungen ist eine modulare Anmeldung erforderlich. Mit der Anmeldung zur Lehrveranstaltung in Pflichtmodulen und Wahlpflichtmodulen ist eine automatisierte Folgeanmeldung zu der dazugehörigen Prüfung möglich. Diese Folgeanmeldung erfolgt automatisch zum 1.12. für das Wintersemester bzw. 1.6. für das Sommersemester des jeweiligen Jahres. § 5 Abs. 1 bleibt davon unbenommen.
- (3) Die Studierenden sollen die Lehrveranstaltungen zu dem im Studienplan vorgesehenen Zeitpunkt besuchen. Die genauen An- und Abmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben. Die Meldung zu einer Prüfung ist zugleich eine bedingte Meldung zu den Wiederholungsprüfungen. § 5 Abs. 1 bleibt hiervon unberührt.
- (4) Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass in jedem Prüfungszeitraum zu den zur Masterprüfung gehörenden Fächern des jeweiligen Semesters Prüfungen erbracht werden können. In den Fächern sind mindestens zwei Prüfungstermine pro Jahr anzubieten, im Falle von Klausuren sind diese zu Vorlesungsbeginn anzukündigen.
- (5) Die gesetzlichen Mutterschutzfristen, die Fristen der Elternzeit und die Ausfallzeiten aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder einen in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten sind zu berücksichtigen.
- (6) Macht die Kandidatin bzw. der Kandidat durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie bzw. er wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung oder chronischer Krankheit nicht in der Lage ist, eine Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Bei der Festlegung von Pflichtpraktika bzw. verpflichtenden Auslandsaufenthalten sind Ersatzleistungen zu gestatten, wenn diese aufgrund der Beeinträchtigung auch mit Unterstützung durch die Hochschule nicht nachgewiesen werden können.

- (7) Beurlaubte Studierende sind nicht berechtigt, an der RWTH Leistungsnachweise zu erwerben oder Prüfungen abzulegen. Dies gilt nicht für die Wiederholung von nicht bestandenen Prüfungen und für Leistungsnachweise (Erfahrungsberichte) für das Auslands- oder Praxissemester selbst. Außerdem gilt dies nicht, wenn die Beurlaubung aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder eines in gerader Linie Verwandten oder im ersten Grad Verschwägerten erfolgt.

## § 7 Formen der Prüfungen

- (1) Eine Prüfung ist im Regelfall eine Klausurarbeit oder eine mündliche Prüfung. Prüfungen können aber auch in Form eines Referates, einer Hausarbeit, einer Studienarbeit, einer Projektarbeit oder eines Kolloquiums erbracht werden. Im Rahmen eines Moduls kann die Vorlage von Teilnahmenachweisen sowie Leistungsnachweisen anstelle einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung verlangt werden. Leistungsnachweise können in den gleichen Formen wie die Prüfungen erworben werden. Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung.
- (2) Die endgültige Form der Prüfungen im Fall von alternativen Möglichkeiten nach Modulkatalog und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. § 14 Abs. 5 bleibt davon unberührt. Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließen.

Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden muss.

- (3) In den **mündlichen Prüfungen** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag. Durch die mündliche Prüfung soll ferner festgestellt werden, ob die Kandidatin bzw. der Kandidat über breites Grundlagenwissen verfügt. Mündliche Prüfungen werden entweder von mehreren Prüfenden (Kollegialprüfung) oder von einer bzw. einem Prüfenden in Gegenwart einer bzw. eines sachkundigen Beisitzenden als Gruppenprüfung mit nicht mehr als vier Kandidatinnen bzw. Kandidaten oder als Einzelprüfung abgelegt. Hierbei wird jede Kandidatin bzw. jeder Kandidat in einem Prüfungsfach bzw. Stoffgebiet grundsätzlich nur von einer Prüfenden bzw. einem Prüfenden geprüft. Vor der Festsetzung der Note gemäß § 9 Abs. 1 hat die bzw. der Prüfende die Beisitzende bzw. den Beisitzenden zu hören. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin bzw. dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben. Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt pro Kandidatin bzw. Kandidat mindestens 15 und höchstens 45 Minuten. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend. Im Rahmen einer Gruppenprüfung ist darauf zu achten, dass der gleiche Zeitrahmen pro Kandidatin bzw. Kandidat wie bei einer Einzelprüfung eingehalten wird.
- (4) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, können nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen bzw. Zuhörer zugelassen werden, sofern die Kandidatin bzw. der Kandidat nicht widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

- (5) In den **Klausurarbeiten** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem mit den geläufigen Methoden des Faches erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Die Dauer einer Klausur beträgt zwischen 60 und 240 Minuten. Die genaue Prüfungsdauer ist im Modulkatalog angegeben. Eine Einlesezeit, die nicht in die Bearbeitungszeit eingeht, ist darüber hinaus möglich.
- (6) Im Rahmen von Klausuren können auch Multiple Choice Aufgaben gestellt werden. Einzelheiten der Bewertung sind § 9 Abs. 2 bis 3 zu entnehmen.
- (7) Jede Klausurarbeit ist von der bzw. dem Prüfenden zu bewerten. Wird eine Klausurarbeit gemäß § 13 Abs. 4 von zwei Prüfenden bewertet, so ergibt sich die Note der Klausurarbeit aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen. Die Prüfenden können fachlich geeigneten Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeitern, die einen entsprechenden Mastergrad oder einen vergleichbaren oder höherwertigen Abschluss haben, die Vorkorrektur der Klausurarbeit übertragen. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend.
- (8) Ein **Referat** ist ein Vortrag von mindestens 15 und höchstens 45 Minuten Dauer auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie zur wissenschaftlichen Ausarbeitung eines Themas unter Berücksichtigung der Zusammenhänge des Faches in der Lage sind und die Ergebnisse mündlich vorstellen können.
- (9) Im Rahmen einer **schriftlichen Hausarbeit** wird eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der Lehrveranstaltung ggf. unter Heranziehung der einschlägigen Literatur und weiterer geeigneter Hilfsmittel sachgemäß bearbeitet und geeigneten Lösungen zugeführt. Die Hilfsmittel werden zusammen mit der Aufgabenstellung bekannt gegeben. § 7 Abs. 7 Satz 2 gilt entsprechend.
- (10) In **schriftlichen Hausaufgaben**, die begleitend während des Semesters ausgegeben und bewertet werden, soll die bzw. der Studierende schrittweise auf nachfolgende Prüfungsleistungen vorbereitet werden. Bei diesen semesterbegleitenden Hausaufgaben besteht die Möglichkeit einer Anrechnung bis zu einem Umfang von 10 % auf eine nachfolgende abschließende Prüfungsleistung in der jeweiligen Lehrveranstaltung. Die Dozentin bzw. der Dozent gibt zu Beginn des Semesters, spätestens jedoch bis zum Termin der ersten Veranstaltung im Campus-System, die genauen Kriterien für den Erwerb von Bonuspunkten an.
- (11) Im Rahmen einer **Projektarbeit** wird selbstständig eine eng umrissene, wissenschaftliche Problemstellung unter Anleitung schriftlich dokumentiert.
- (12) Im Rahmen einer **Studienarbeit** bearbeiten die Studierenden eine Aufgabenstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs.
- (13) Prüfungen gemäß Absatz 8 bis 11 können auch als Gruppenleistung zugelassen werden, sofern eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist.
- (14) Im **Kolloquium** sollen die Studierenden nachweisen, dass sie im Gespräch mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten mit der Prüferin bzw. dem Prüfer und weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums Zusammenhänge des Faches erkennen und spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang einzuordnen vermögen. Das Kolloquium kann mit einem Referat gemäß Absatz 8 beginnen.
- (15) Im **Praktikum** sollen die Studierenden das selbstständige experimentelle Arbeiten, die Auswertung von Messdaten und die wissenschaftliche Darstellung der Messergebnisse erlernen. Als Prüfungsleistungen in den Praktika können das Fachwissen der Studierenden, das



experimentelle Geschick und die Qualität der wissenschaftlichen Ausarbeitung bewertet werden. Werden die Praktika in Kleingruppen durchgeführt, wird die Leistung der bzw. des Studierenden bewertet.

## **§ 8**

### **Zusätzliche Module**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich in weiteren, frei wählbaren Modulen Prüfungsleistungen unterziehen (zusätzliche Module). Diese müssen vor Anmeldung der Prüfung beim Prüfungsausschuss per Studienplanänderung beantragt werden.
- (2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten an den Prüfungsausschuss in das Zeugnis aufgenommen, jedoch bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

## **§ 9**

### **Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten**

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von den jeweiligen Prüfenden festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:
 

1 = sehr gut	eine hervorragende Leistung;
2 = gut	eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;
3 = befriedigend	eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;
4 = ausreichend	eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;
5 = nicht ausreichend	eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt.

Durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 können zur differenzierten Bewertung Zwischenwerte gebildet werden. Die Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen. Nicht benotete Leistungen erhalten die Bewertung „bestanden“ bzw. „nicht bestanden“.

- (2) Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen. Die Bewertungskriterien müssen auf dem Klausurbogen sowie 14 Tage vor der Prüfung per Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden. Eine Klausur mit ausschließlich Multiple Choice Aufgaben gilt als bestanden, wenn
  - a) 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - b) die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreitet, die erstmals an der Prüfung teilgenommen haben.

Die Vergabe von Negativpunkten ist nicht zulässig.

- (3) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat gemäß Absatz 2 die Mindestzahl der Aufgaben richtig beantwortet und damit die Prüfung bestanden, so lautet die Note wie folgt:
- sehr gut, falls sie bzw. er mindestens 75%
  - gut, falls sie bzw. er mindestens 50% aber weniger als 75%
  - befriedigend, falls sie bzw. er mindestens 25% aber weniger als 50%
  - ausreichend, falls sie bzw. er keine oder weniger als 25%
- der darüber hinausgehenden Aufgaben zutreffend beantwortet hat.
- (4) Besteht eine Klausur sowohl aus Multiple Choice als auch aus anderen Aufgaben, so werden die Multiple Choice Aufgaben nach den Absätzen 2 und 3 bewertet. Die übrigen Aufgaben werden nach dem für sie üblichen Verfahren beurteilt. Die Note wird aus den gewichteten Ergebnissen beider Aufgabenteile errechnet. Die Gewichtung erfolgt nach dem Anteil der Aufgabenarten an der Klausur.
- (5) Eine Bewertung der Prüfung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Prüfung bzw. bei der Abgabe einer zu bewertenden Leistung im Studiengang eingeschrieben ist. Die Bewertung für die Prüfungen ist nach spätestens sechs Wochen mitzuteilen, dabei muss sichergestellt werden, dass die Bewertung spätestens zehn Tage vor einer möglichen Wiederholungsprüfung vorliegt.
- (6) Eine Prüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist. Wenn eine Prüfung aus mehreren Teilleistungen besteht, ergibt sich die Note unter Berücksichtigung aller Teilleistungen. Hierbei muss jede Teilleistung mindestens mit der Note „ausreichend“ (4,0) bewertet worden oder bestanden sein. Für die Noten gilt Absatz 7 entsprechend.
- (7) Ein Modul ist bestanden, wenn alle zugehörigen Prüfungen mit einer Note von mindestens „ausreichend“ (4,0) bestanden sind, und alle weiteren zugehörigen CP (z.B. Teilnahme- und Leistungsnachweise) erbracht sind. Für jedes Modul werden die CP gemäß Anlage (Modulkatalog) angerechnet.
- (8) Die Gesamtnote wird aus den Noten der Module und der Note der Masterarbeit gebildet. Die Gesamtnote der bestandenen Masterprüfung lautet:
- |  |                 |
|--|-----------------|
| bei einem Durchschnitt bis 1,5         | = sehr gut,     |
| bei einem Durchschnitt von 1,6 bis 2,5 | = gut,          |
| bei einem Durchschnitt von 2,6 bis 3,5 | = befriedigend, |
| bei einem Durchschnitt von 3,6 bis 4,0 | = ausreichend.  |
- (9) Bei der Bildung der Noten und der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (10) Anstelle der Gesamtnote „sehr gut“ nach Absatz 8 wird das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, wenn die Masterarbeit mit 1,0 bewertet und der gewichtete Durchschnitt aller anderen Noten der Masterprüfung nicht schlechter als 1,3 ist.

## § 10 Prüfungsausschuss

- (1) Für die Organisation der Prüfungen und die durch diese Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben bildet die Fakultät für Maschinenwesen einen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss besteht aus der bzw. dem Vorsitzenden, deren bzw. dessen Stellvertretung und fünf weiteren stimmberechtigten Mitgliedern. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertretung

und zwei weitere Mitglieder werden aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren, ein Mitglied wird aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei Mitglieder werden aus der Gruppe der Studierenden gewählt. Für die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden Vertreterinnen bzw. Vertreter gewählt. Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren und aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt zwei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Wiederwahl ist zulässig.

- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden, und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Darüber hinaus hat der Prüfungsausschuss regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, der Fakultät über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten zu berichten. Er gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienverlaufsplanes und legt die Verteilung der Noten und der Gesamtnoten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden übertragen. Dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an die Fakultät.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder deren bzw. dessen Stellvertretung zwei weitere stimmberechtigte Professorinnen bzw. Professoren oder deren Vertretung und mindestens zwei weitere stimmberechtigte Mitglieder oder deren Vertreterinnen bzw. Vertreter anwesend sind. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nichtöffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die Vertreterinnen bzw. Vertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (7) Der Prüfungsausschuss bedient sich bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben der Verwaltungshilfe des Zentralen Prüfungsamts (ZPA).
- (8) Zur Studienberatung und fachlichen Beratung des Prüfungsausschusses bestellt der Prüfungsausschuss auf Vorschlag der Kommission für Lehre eine Masterbetreuerin oder einen Masterbetreuer sowie deren oder dessen Stellvertretung aus der Gruppe der hauptamtlichen Professorinnen und Professoren der Fakultät für Maschinenwesen. Die Amtszeit beträgt drei Jahre.

## § 11

### Prüfende und Beisitzende

- (1) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestellt die Prüfenden. Die Prüfenden bestellen ggfs. die Beisitzenden. Die Bestellung ist aktenkundig zu machen. Zu Prüfenden dürfen nur Personen bestellt werden, die mindestens die entsprechende oder eine vergleichbare Abschlussprüfung abgelegt und, sofern nicht zwingende Gründe eine Abweichung

erfordern, in dem der Prüfung vorangehenden Studienabschnitt eine selbständige Lehrtätigkeit in dem betreffenden Modul ausgeübt haben. Zu Beisitzenden dürfen nur Personen bestellt werden, die über einen entsprechenden oder gleichwertigen Abschluss verfügen.

- (2) Die Prüfenden sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig. § 10 Abs. 6 Satz 2 gilt entsprechend. Dies gilt auch für die Beisitzenden.
- (3) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann für die Masterarbeit sowie die schriftlichen bzw. mündlichen Prüfungen Prüfende vorschlagen. Auf die Vorschläge der Kandidatin bzw. des Kandidaten soll nach Möglichkeit Rücksicht genommen werden. Die Vorschläge begründen jedoch keinen Anspruch.
- (4) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass der Kandidatin bzw. dem Kandidaten die Namen der Prüfenden rechtzeitig bis Mitte Mai bzw. November bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem ist ausreichend.

## **§ 12**

### **Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester**

- (1) Bestandene und nicht bestandene Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem gleichen Studiengang erbracht worden sind, werden von Amts wegen angerechnet. Bestandene und nicht bestandene Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des Grundgesetzes sind bei Gleichwertigkeit anzurechnen; dies gilt auf Antrag auch für Leistungen an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage der eingereichten Unterlagen anrechnen.
- (2) Gleichwertigkeit von Leistungen ist festzustellen, wenn Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang und in den Anforderungen denjenigen im Masterstudiengang Verfahrenstechnik im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für die Gleichwertigkeit von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaft zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 2 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit ist in der Regel eine Fachvertreterin bzw. ein Fachvertreter zu hören.
- (4) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „angerechnet“ aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (5) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 und 2 erfolgt die Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die im Geltungsbereich des Grundgesetzes erbracht wurden, von Amts wegen. Die bzw. der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen.

- (6) Die Anrechnung setzt voraus, dass an der RWTH im Masterstudiengang Verfahrenstechnik noch Leistungen zu erbringen sind. Insofern kann eine an einer anderen Hochschule abgelegte Masterarbeit nicht angerechnet werden, da diese regelmäßig die letzte Prüfungsleistung darstellt.

### **§ 13**

#### **Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs**

- (1) Bei „nicht ausreichenden“ Leistungen können die Prüfungen zweimal, die Masterarbeit kann einmal wiederholt werden. Die Rückgabe des Themas der Masterarbeit ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung der ersten Masterarbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hat.
- (2) Erreicht eine Kandidatin bzw. eine Kandidat in der zweiten Wiederholung einer Klausur die Note „nicht ausreichend“ (5,0) und wurde diese Note nicht auf Grund eines Täuschungsversuchs, eines Versäumnisses oder eines Rücktritts ohne triftige Gründe gemäß § 14 Abs. 2 festgesetzt, so ist ihr bzw. ihm vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ die Möglichkeit zu bieten, sich einer mündlichen Ergänzungsprüfung zu unterziehen. Für die Abnahme der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 7 Abs. 3 entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.
- (3) Die wiederholte Masterarbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Für die Frist gilt § 8 Abs. Studienbeitrags- und Hochschulabgabengesetz entsprechend. Wer diese Frist überschreitet, verliert ihren bzw. seinen Prüfungsanspruch, es sei denn, dass sie bzw. er das Versäumnis nicht zu vertreten hat.
- (4) Prüfungsleistungen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen, mit denen ein Studiengang laut Studienverlaufsplan abgeschlossen wird, und in Wiederholungsprüfungen, bei deren endgültigem Nichtbestehen keine Ausgleichsmöglichkeit vorgesehen ist, sind von mindestens zwei Prüfenden zu bewerten. § 7 Abs. 7 bleibt davon unberührt.
- (5) Wiederholungsprüfungen können von den Prüfenden in schriftlicher und mündlicher Form abgenommen werden. Die Studierenden werden spätestens zwei Wochen vor der Wiederholungsprüfung per Aushang darüber informiert, ob die Wiederholungsprüfung mündlich oder schriftlich durchgeführt wird.
- (6) Setzt sich eine Prüfung aus mehreren Prüfungsteilen zusammen, muss im Falle des Nichtbestehens eines Prüfungsteils lediglich der nicht bestandene Prüfungsteil wiederholt werden.
- (7) Ein Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn noch zum Bestehen erforderliche Prüfungen nicht mehr wiederholt werden können.
- (8) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn zum Bestehen eines Moduls notwendige Leistungen nicht mehr wiederholt werden können oder wenn die zweite Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ bewertet wurde oder als „nicht ausreichend“ bewertet gilt.

**§ 14****Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich bis eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen einmal je Prüfungsleistung von Prüfungen abmelden. Die Abmeldung von einer Prüfung ist zugleich eine Meldung zu der Prüfung zum nächsten Prüfungstermin.
- (2) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie bzw. er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. In diesem Fall besteht kein Anrecht auf eine mündliche Ergänzungsprüfung. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (3) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten ist die Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer Vertrauensärztin bzw. eines Vertrauensarztes, die bzw. der vom Prüfungsausschuss benannt wurde, verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind anzurechnen. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (4) Die Kandidatin bzw. der Kandidat hat bei schriftlichen Prüfungen - mit Ausnahme von Klausuren unter Aufsicht - an Eides statt zu versichern, dass die Prüfungsleistung von ihr bzw. von ihm ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.
- (5) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, z.B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Feststellung wird von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder von der für die Aufsichtsführung zuständigen Person getroffen und aktenkundig gemacht. Eine Kandidatin bzw. ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder der aufsichtführenden Person in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches wird die Kandidatin bzw. der Kandidat zudem exmatrikuliert werden.
- (6) Belastende Entscheidungen sind der Kandidatin bzw. dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

**II. Masterprüfung und Masterarbeit****§ 15****Art und Umfang der Masterprüfung**

- (1) Die Masterprüfung besteht aus
  1. den Prüfungen und sonstigen Leistungen zu den in Anlage 1 aufgeführten Modulen sowie
  2. der Masterarbeit und dem Masterkolloquium.

- (2) Die Reihenfolge der Lehrveranstaltungen sowie der Prüfungen und Leistungsnachweise sollte sich am Studienverlaufsplan orientieren. Prüfungen und Leistungsnachweise werden studienbegleitend abgelegt. Das Thema der Masterarbeit kann erst ausgegeben werden, wenn 45 CP erreicht sind.
- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulhandbuch bestimmt.

## **§ 16 Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit besteht aus einer schriftlichen Arbeit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Sie soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, ein Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung selbstständig zu bearbeiten.
- (2) Die Masterarbeit kann von jeder bzw. jedem in Forschung und Lehre an der RWTH tätigen Professorin bzw. Professor in der Fakultät für Maschinenwesen ausgegeben und betreut werden. Lehrbeauftragte und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter können bei der Betreuung mitwirken. In Ausnahmefällen kann die Masterarbeit mit Zustimmung des Prüfungsausschusses außerhalb der Fakultät bzw. außerhalb der RWTH ausgeführt werden, wenn sie von einer der in Satz 1 genannten Personen betreut wird.
- (3) Auf besonderen Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass sie bzw. er zum vorgesehenen Zeitpunkt das Thema einer Masterarbeit erhält. Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen.
- (4) Die Masterarbeit kann im Einvernehmen mit der Prüferin bzw. dem Prüfer wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.
- (5) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses teilt der Kandidatin bzw. dem Kandidaten den Abgabetermin mit. Der Zeitpunkt der Ausgabe sowie die Themenstellung sind aktenkundig zu machen.
- (6) Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt in der Regel 22 Wochen. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlage 80 Seiten nicht überschreiten. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von 22 Wochen Vollzeitarbeit erreicht werden kann. In Absprache mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer und der Fachstudienberatung kann eine Bearbeitung in Teilzeit in einem Zeitraum von maximal 44 Wochen stattfinden. Dies ist beim Prüfungsausschuss zu beantragen und muss von diesem genehmigt werden. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten vier Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Ausnahmsweise kann der Prüfungsausschuss im Einzelfall auf begründeten Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten und bei Befürwortung durch die Aufgabenstellerin bzw. den Aufgabensteller die Bearbeitungszeit um bis zu sechs Wochen verlängern.
- (7) Die Ergebnisse der Masterarbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Masterkolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

**§ 17****Annahme und Bewertung der Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim Zentralen Prüfungsamt abzuliefern. Der Abgabetermin ist aktenkundig zu machen. Wird die Masterarbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Eine Bewertung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Abgabe im Studiengang eingeschrieben ist.
- (2) Prüfende bzw. Prüfender soll diejenige bzw. derjenige sein, die bzw. der das Thema gestellt hat. Die Arbeit stellt regelmäßig die letzte Prüfungsleistung dar und ist stets von zwei Prüfenden gemäß § 9 Abs.1 mit einer schriftlichen Begründung zu bewerten. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 9 Abs. 1 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „nicht ausreichend“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine dritte Prüfende bzw. ein dritter Prüfender zur Bewertung der Masterarbeit bestimmt, die bzw. der die Note im Rahmen der Vornoten innerhalb von vier Wochen abschließend festlegt.
- (3) Die Bekanntgabe der Note soll – mit Ausnahme Absatz 2 Satz 4 – spätestens acht Wochen nach dem jeweiligen Abgabetermin erfolgen. Erfolgt diese Bekanntgabe nicht fristgerecht, ist der Prüfungsausschuss berechtigt, andere Prüfende zu bestimmen.
- (4) Für die schriftliche Ausarbeitung der Masterarbeit werden 27 CP vergeben. Das Kolloquium wird benotet und geht mit der Gewichtung von 3 CP in die Note ein.

**§ 18****Bestehen der Masterprüfung**

Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Module bestanden sind und die Note der Masterarbeit mindestens „ausreichend“ (4,0) lautet. Mit Bestehen der Masterprüfung ist das Masterstudium beendet.

**III. Schlussbestimmungen****§ 19****Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Masterprüfung bestanden, so erhält sie bzw. er spätestens drei Monate nach der letzten Prüfungsleistung über die Ergebnisse ein Zeugnis. Das Zeugnis enthält die Module und die Masterarbeit mit den jeweiligen Noten und CP sowie die Gesamtnote. In das Zeugnis werden auch das Thema der Masterarbeit sowie die zusätzlichen Module aufgenommen. Die Gesamtnote wird sowohl verbal als auch als Zahl mit einer Dezimalstelle angegeben. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.
- (2) Das Zeugnis trägt das Datum des Tages, an dem die letzte Prüfung bestanden oder der letzte Leistungsnachweis erbracht wurde.
- (3) Das Zeugnis wird in deutscher und englischer Sprache abgefasst.



- (4) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten eine in deutscher und englischer Sprache abgefasste Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Dekanin bzw. dem Dekan der Fakultät und der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet.
- (5) Mit dem Zeugnis wird der Absolventin bzw. dem Absolventen ein in deutscher und englischer Sprache abgefasstes Diploma Supplement ausgehändigt. Das Diploma Supplement informiert über das individuelle fachliche Profil des absolvierten Studienganges. Das Diploma Supplement weist auch eine ECTS-Bewertungsskala aus.
- (6) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, erteilt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.
- (7) Studierende, welche die Hochschule ohne Studienabschluss verlassen, erhalten auf Antrag ein Leistungszeugnis über die insgesamt erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen.

## **§ 20**

### **Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung die Kandidatin bzw. der Kandidat getäuscht hat, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin bzw. der Kandidat hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.
- (3) Vor einer Entscheidung ist der bzw. dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (4) Das unrichtige Prüfungszeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues auszustellen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.
- (5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, sind der akademische Grad durch die Fakultät abzuerkennen und die Urkunde einzuziehen.

## **§ 21**

### **Einsicht in die Prüfungsakten**

- (1) Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist die Möglichkeit zu geben, frühestens drei Tage nach Bekanntgabe der Noten Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftlichen Prüfungsarbeiten zu nehmen. Zeit und Ort der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note mitzuteilen. Für die Einsichtnahme wird den Studierenden mindestens 30 Minuten Zeit eingeräumt.

- (2) Sofern Absatz 1 keine Anwendung findet, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten nach Abschluss des Prüfungsverfahrens auf Antrag Einsicht in die schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt.
- (3) Der Antrag ist binnen eines Monats nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## **§ 22**

### **Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen**

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach der Veröffentlichung in Kraft und wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht.
- (2) Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die sich ab Sommersemester 2011 erstmalig für den Masterstudiengang Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen eingeschrieben haben.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Maschinenwesen vom 08.02.2011.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 24.03.2011

gez. Schmachtenberg  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Schmachtenberg

## Anlage 1

### Modulkatalog

Dieser Modulkatalog gibt den aktuellen Stand gemäß dem Tag der Beschlussfassung der Prüfungsordnung wieder, nachfolgende Änderungen, die sich nicht auf die Prüfungsformen beziehen, werden unter dem Link [www.maschinenbau.rwth-aachen.de](http://www.maschinenbau.rwth-aachen.de) bekannt gegeben.

### Modul: Chemische Verfahrenstechnik [MSVT-1002]

MODUL TITEL: Chemische Verfahrenstechnik						
ALLGEMEINE ANGABEN						
Fachsemester	Dauer	Kreditpunkte	SWS	Häufigkeit	Turnus Start	Sprache
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN						
Inhalt			Lernziele			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I</li> <li>Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch</li> <li>SRK isotherm/adiabatisch</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II</li> <li>RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese</li> <li>Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mikrokinetik chemischer Reaktionen</li> <li>Homogen katalysierte Reaktionen</li> <li>Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I</li> <li>Molekulare Transportvorgänge</li> <li>Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II</li> <li>Diffusion in porösen Medien</li> <li>(Molekular, Knudsen, Poiseuille)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III</li> <li>Transport an Phasengrenzflächen</li> <li>Stofftransport ohne chem. Reaktion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik I</li> <li>Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport</li> <li>Gas/Feststoffreaktionen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik II</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte und insbesondere eigenständige Berechnungen und aktive Beteiligung in den Übungen und einem Gruppenprojekt (innerhalb der Übungen) zur Auslegung eines Reaktors zur heterogen katalysierten Gasphasenreaktion</li> <li>sind die Studierenden mit den Berechnungsgrundlagen zur Auslegung idealer Reaktoren mit Wärmetönung vertraut;</li> <li>kennen sie wesentliche Stofftransportvorgänge sowie deren Einfluss auf chemische Reaktionen und können diese modellieren;</li> <li>können die Studierenden mit Hilfe von Modellierungsansätzen das Verhalten realer Reaktoren beschreiben;</li> <li>lernen sie neue Reaktor- und Verfahrenstechnologien der chemischen Verfahrenstechnik kennen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch ein Gruppenprojekt innerhalb der Übung stärken die Studierenden ihre Teamfähigkeit</li> <li>Sie schulen ihre Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der gemeinsamen Ergebnispräsentation</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik III</li> <li>• Flüssig/Flüssig-Reaktionen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung chemischer Reaktoren I</li> <li>• Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell)</li> <li>• Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung chemischer Reaktoren II</li> <li>• Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien I</li> <li>• Membranreaktoren</li> <li>• Mikroreaktoren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien II</li> <li>• Brennstoffzelle und Reformierung</li> <li>• Heterogene Reaktionen im Umweltschutz</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenprojekt 1</li> <li>• Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen</li> <li>• Literaturquellen für Stoffdaten</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenprojekt 2</li> <li>• Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes</li> <li>• Auslegung und Präsentation</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstechnik</li> <li>• Grundoperationen der Verfahrenstechnik</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Chemische Verfahrenstechnik [MSVT-1002.a]		6	0
Vorlesung Chemische Verfahrenstechnik [MSVT-1002.b]		0	2
Übung Chemische Verfahrenstechnik [MSVT-1002.c]		0	1

**Modul: Mechanische Verfahrenstechnik [MSVT-1003]**

<b>MODUL TITEL: Mechanische Verfahrenstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeitstheorie:</li> <li>• Grundlagen der Dimensionsanalyse</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeitstheorie:</li> <li>• Modellübertragung, Grundlagen und Beispiele</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Feststoffzerkleinerung:</li> <li>• Methoden</li> <li>• Modellierung von Zerkleinerungsmaschinen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Zerstäuben:</li> <li>• Prinzip, Oberflächenspannung, Zerstäubungsvorrichtungen</li> <li>• Energiebedarf der Zerstäubung, ähnlichkeitstheoretische Darstellung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Kornverteilungen:</li> <li>• Korngrößenmessverfahren</li> <li>• Spezielle Größenverteilungen, RRS-Verteilung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Partikelhaufwerke:</li> <li>• Spezifische Oberfläche</li> <li>• Oberflächenbestimmung, Messverfahren</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Siebung:</li> <li>• Kennzeichnung eines Siebprozesses</li> <li>• Siebmethoden und -maschinen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Sedimentation:</li> <li>• Auslegung von Sedimentationsapparaten</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Zentrifugation:</li> <li>• Auslegung von Zentrifugen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren:</li> <li>• Gaszyklon: Prinzip, Dimensionierung</li> <li>• Hydrozyklon: Prinzip, Dimensionierung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration:</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung vorgestellten sowie prinzipgleiche Verfahren aus den Bereichen der Zerkleinerung und der mechanischen Stofftrennung selbstständig modelltheoretisch zu beschreiben. Sie können außerdem das Grundprinzip der Prozesse erfassen und Apparate der mechanischen Verfahrenstechnik für bestimmte Anforderungen auslegen.</li> <li>• Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapillarmodell zur Beschreibung der Filtration</li> <li>• Filtrationsapparate, Filtermedien</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration:</li> <li>• Theoretische Beschreibung der Filtration (Konstanter Durchsatz, konstante Druckdifferenz)</li> <li>• Optimaler Betrieb diskontinuierlich arbeitender Filter</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen und Rühren:</li> <li>• Rührertypen, Ermittlung der Antriebsleistung</li> <li>• Aufwirbeln von Suspensionen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen und Rühren:</li> <li>• Wärmetransport an gerührte Substanzen</li> <li>• Homogenisieren</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Mechanische Verfahrenstechnik [MSVT-1003.a]		6	0
Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik [MSVT-1003.b]		0	2
Übung Mechanische Verfahrenstechnik [MSVT-1003.c]		0	1

**Modul: Modellierung technischer Systeme [MSVT-1004]**

<b>MODUL TITEL: Modellierung technischer Systeme</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung und Abgrenzung der Begriffe 'Prozess' und 'Modell'</li> <li>'Prozessgrößen' und 'Modellgleichungen' als grundlegende Konzepte der Modellentwicklung</li> <li>Vorstellung der Modellgleichungsstruktur bestehend aus Bilanzgleichungen, konstitutiven Gleichungen und weiteren Gleichungen zur Beschreibung des Verhaltens verfahrenstechnischer Prozesse</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Phasen</li> <li>Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der differentiellen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, konvektiver und diffusiver Transportterm und Quellterm</li> <li>Herleitung der differentiellen Gesamtmassenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch aus der allgemeinen differentiellen Bilanzgleichung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen</li> <li>Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine integrale Bilanzgleichung für Phasen</li> <li>Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der integralen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, Transportterm, Quellterm und Austauschterm</li> <li>Herleitung der integralen Massenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch, Impulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz aus der allgemeinen integralen Bilanzgleichung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme</li> <li>Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen</li> <li>Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Grundlagen einer systematischen Modellentwicklung für verfahrenstechnische Prozesse. Sie kennen Analysemethoden zur Bewertung von mathematischen Modellen und können die Merkmale allgemeiner Modellbausteine benennen.</li> <li>Die Studierenden verstehen die Bedeutung der einzelnen mathematischen Terme der Modellgleichungen, können diese interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen über das Verhalten des modellierten Prozesses ziehen.</li> <li>Die Studierenden können die Methoden der Modellentwicklung und Analyse auf neue unbekannte Prozesse anwenden.</li> <li>Aufgrund der weit gefächerten interdisziplinären Herkunft verfahrenstechnischer Prozesse bringen die Studierenden Kenntnisse anderer Fachrichtungen ein, beispielsweise der chemischen, mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie der Anlagentechnik und Prozesseleittechnik.</li> <li>Die Studierenden können die Phänomene eines verfahrenstechnischen Prozesses isolieren, ihre prozesstechnische Relevanz bestimmen und darauf aufbauend Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad entwickeln.</li> <li>Die Studierenden können die Güte von Prozessmodellen anhand geeigneter Analysemethoden beurteilen, alternative Modelle kritisch vergleichen und ggf. verbessern.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>			

<p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Systemtheorie</li> <li>• Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Methoden der Systemtheorie auf Modelle als spezielle Systeme</li> <li>• Einführung von Modellbausteinen zur Modellstrukturierung im Sinne der Systementwicklung</li> <li>• 'Komponenten' und 'Verknüpfungen' als spezielle Modellbausteine zur Modelldarstellung im Sinne der Systemdarstellung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Modellbausteine</li> <li>• Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle</li> <li>• Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundoperationen der Verfahrenstechnik</li> <li>• Reaktionstechnik</li> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Modellierung technischer Systeme [MSVT-1004.a]		6	0
Vorlesung/Übung Modellierung technischer Systeme [MSVT-1004.bc]		0	3



**Modul: Höhere Regelungstechnik [MSVT-1101]**

<b>MODUL TITEL: Höhere Regelungstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung von Reglern mittels der Verfahren Betragsoptimum und Symmetrisches Optimum</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Wurzelortskurve</li> <li>• Auslegung von Reglern mittels der Wurzelortskurve</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelkreise mit nichtlinearen Reglern</li> <li>• Beschreibungsfunktion</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Z-Transformation</li> <li>• Lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf zeitdiskreter Steuerungen und Regelungen</li> <li>• Regler mit endlicher Einstellzeit</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polplatzierung durch Zustandsrückführung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimale Zustandsregelung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsbeobachtung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellgestützte Prädiktive Regelung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellgestützte Prädiktive Regelung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste Regelung linearer Systeme</li> <li>• Parameterraumverfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsanalyse nichtlinearer Systeme</li> <li>• Flachheit</li> <li>• Flachheitsbasierte Vorsteuerung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste Regelung nichtlinearer Systeme</li> <li>• Sliding Mode Control</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden weiterführende Verfahren zur Synthese von Reglern für nichtlineare und lineare Strecken anwenden</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren im Frequenzbereich und im Zeitbereich anzuwenden</li> <li>• Sie kennen Regelungsmethoden, die auf einer zeitkontinuierlichen sowie auch einer zeitdiskreten Modelldarstellung basieren</li> <li>• Die Studierenden können Kriterien für den geschlossenen Regelkreis formulieren und sind in der Lage, entsprechend der gestellten Anforderungen adäquate Regelverfahren anzuwenden</li> <li>• Um weiterführenden Kriterien Rechnung zu tragen, erhalten die Teilnehmer zudem Einblick in moderne bzw. aktuell weiter entwickelte Verfahren wie z.B. Modellgestützte Prädiktive Regelung, Verfahren der Robusten Regelung oder Sliding Mode Control</li> <li>• Durch viele Beispiele in Vorlesung und insbesondere Übung können die Studierenden die vorgestellten Verfahren der Regelungstechnik auf praktische Aufgabenstellungen anwenden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Mess- und Regelungstechnik		Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>				
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Prüfung Höhere Regelungstechnik [MSVT-1101.a]		5	0	
Vorlesung Höhere Regelungstechnik [MSVT-1101.b]		0	2	
Übung Höhere Regelungstechnik [MSVT-1101.c]		0	2	

**Modul: Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung [MSVT-1102]**

<b>MODUL TITEL: Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Vorstellung des Modellprozesses der Modellfabrik für Forschung und Lehre am IRT</li> <li>• Automatisierungshierarchien, durchgängige Automatisierung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Prozessen und Systemen</li> <li>• R&amp;I Fließbilder</li> <li>• Übung zu R&amp;I Fließbildern am Beispiel des kontinuierlichen Teils der Modellfabrik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilte Automatisierungssysteme</li> <li>• Industrielle Kommunikation</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten und Strukturen in der Feldebene: HART, Profibus, Profinet</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereignisdiskrete Systeme im Überblick (Bool'sche Schaltungen, Automaten, Petrinetze)</li> <li>• Grundkonzepte der SPS Programmierung</li> <li>• SPS Programmierung nach IEC 61131-5</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PID-Regler im praktischen Einsatz</li> <li>• Regelungsstrukturen und ihre Einsatzmöglichkeiten</li> <li>• Übung zur SPS-Programmierung nach IEC 61131-5 mit STEP7</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldnahe Komponenten</li> <li>• Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten von Sensoren und Aktoren</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Prozessleitsystems am Beispiel von PCS7/WinCC</li> <li>• Grundlagen der Prozessleitsystem-Projektierung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessautomatisierung mit Industrierobotern: Robotertypen, Einsatzgebiete und Programmierung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung (in 3 Gruppen, die wöchentlich zwischen den Stationen rotieren):</li> <li>• Projektierung eines Prozessleitsystems</li> <li>• Programmierung eines Industrieroboters</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Automatisierungshierarchien.</li> <li>• Sie sind in der Lage, R&amp;I Fließbilder zu interpretieren und darauf aufbauend Strukturen für Prozessregelungen oder andere technische Sachverhalte zu planen und zu generieren. Hierfür ist eine umfassende Kenntnis regelungstechnischer und systemtheoretischer Grundlagen wie sie im Modul Regelungstechnik vermittelt werden eine notwendige Voraussetzung.</li> <li>• Die Studierenden sind in Lage, Konfigurationen von Prozessleitsystemen zu verstehen und darauf aufbauend einfache Projektierungen durchzuführen.</li> <li>• Den Studierenden ist das Konzept der verteilten Automatisierung bekannt. Sie können Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation unter technischen und Anwendungs-Aspekten klassifizieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsprinzipien verschiedener Sensoren und Aktoren zu unterscheiden und für eine gegebene Aufgabenstellung ein geeignetes Feldgerät auszuwählen.</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen ereignisdiskreter Systeme und ihrer Beschreibungsformen nach IEC 61131-5. Sie können diese Beschreibungsformen selbständig auf Prozesse anwenden und zu einem SPS-Programm entwickeln.</li> <li>• Die Studierenden kennen Einsatzgebiete und Arten von Industrierobotern. Sie können einfache Handling-Aufgaben selbständig zu einer Robotersteuerung entwickeln, auch unter Berücksichtigung typischerweise auftretender Probleme beim Einsatz mehrachsiger Systeme (z.B. Singularitäten).</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Konzepte der vertikalen Integration bzw. der durchgängigen Automatisierung, die ein verknüpfendes Element zwischen allen Teilen der Vorlesung und Übung sind, können die Studenten die ingenieurmäßige planerische Tätigkeit und die betriebswirtschaftliche Praxis zueinander in Beziehung setzen und auf dieser Basis Lösungsmöglichkeiten bewerten und auswählen.</li> <li>• Den Studierenden können, die gelernten theoretischen Sachverhalte sehr gut auf die Praxis beziehen, da am Lehrstuhl die Modellfabrik für Lehre und Forschung sowie eine Roboter-Schulungszelle als Anschauungs- und Übungsobjekte zur Verfügung stehen.</li> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eigenständig Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. Dabei werden die einzelnen Teile der Vorlesung miteinander verknüpft und von den Studierenden auf neue, komplexere Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Durch Arbeit in den Übungen in Kleingruppen werden die Studierenden zu kollektiven Lernprozessen angeregt.</li> <li>• Indem sie sich universeller Darstellungsmethoden wie</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPS-Programmierung für eine komplexe Steuerungsaufgabe</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung (in 3 Gruppen, die wöchentlich zwischen den Stationen rotieren):</li> <li>• Projektierung eines Prozessleitsystems</li> <li>• Programmierung eines Industrieroboters</li> <li>• SPS-Programmierung für eine komplexe Steuerungsaufgabe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung (in 3 Gruppen, die wöchentlich zwischen den Stationen rotieren):</li> <li>• Projektierung eines Prozessleitsystems</li> <li>• Programmierung eines Industrieroboters</li> <li>• SPS-Programmierung für eine komplexe Steuerungsaufgabe</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. Exkursion zu einem Unternehmen der Region (sofern genügend Vorlesungstermine vorhanden sind)</li> <li>• Einblick in die automatisierungstechnische Praxis und Möglichkeiten, Kontakte zu knüpfen</li> </ul>	<p>R&amp;I Fließbildern bedienen, sind die Studierenden dazu in der Lage, sich interdisziplinär fachlich auszutauschen und mit Vertretern anderer Fachrichtungen gemeinschaftlich fachübergreifende Problemstellungen zu lösen.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>	<p>Eine mündliche Prüfung</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung [MSVT-1102.a]		6	0
Vorlesung Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung [MSVT-1102.b]		0	2
Übung Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung [MSVT-1102.c]		0	1

**Modul: Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren [MSVT-1107]**

<b>MODUL TITEL: Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung (dient dem grundlegenden Verständnis, warum optische Strömungsmessung sinnvoll ist)</li> <li>• Anforderungen an die Strömungsmessverfahren</li> <li>• Klassifizierung von optischen Strömungsmessverfahren</li> <li>• Grundlagen der geometrischen Optik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Einführung in die Wellenoptik (da es sich um optische Messtechniken handelt, dient dieser Teil der Vorlesung einer Vertiefung und Spezialisierung des Wissens über den Teil der Optik, der für die Vorlesung notwendig ist)</li> <li>• Grundlagen zum Aufbau von Lasern und Kamerasystemen (dient dem Verständnis, wann welche Messinstrumente in der Praxis Anwendung finden um später selbständig Möglichkeiten und Grenzen der Methoden abschätzen zu können)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die partikelbehafteten Messverfahren</li> <li>• Erzeugung von Partikeln und Einbringen in die Strömung</li> <li>• Vor- und Nachteile der partikelbehafteten Messmethoden</li> <li>• Hinführung zur Messtechnik durch Beispiele an einfachen Messverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zur Wechselwirkung von Licht und Materie</li> <li>• Rayleighstreuung und Miestreuung (Dieses grundlegende Wissen über die Licht - Materie Wechselwirkung ermöglicht den Studierenden ein tiefer gehendes physikalisches Verständnis der Messmethoden und ihrer Grenzen)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die PIV (Particle Image Velocimetry), eine der derzeit verbreitetsten Messmethoden. Anhand dieser Methode wird das Verständnis und die Grundlagen vieler wichtiger optischer Aufbauten vermittelt.</li> <li>• Grundlagen der Aufbauten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtige Anwendung der Messinstrumente (Optik, Laser, Kamera) bei der PIV</li> <li>• Prinzip der PIV anhand verschiedener realer Messergebnisse</li> <li>• Einführung in die Analysemethoden und Abschätzung der Relevanz und Richtigkeit von Messergebnissen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Vergleich von simulierten Messungen, die mit Analysealgorithmen ausgewertet wurden, dient dem Verständnis der Anwendbarkeit und den von der Methode gesetzten Grenzen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Darstellung (in Wort und Bild) der wichtigsten optischen Strömungsmessverfahren und ihrer Anwendungen sollen die Studierenden die physikalischen Grundlagen der Messverfahren und verwendete Apparaturen (Laser, Kamera, Optik, etc.) verstehen.</li> <li>• Durch die erlangte Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren sollen die Studierenden in die Lage gebracht werden vorgegebene Strömungszustände zu analysieren und insbesondere geeignete Messmethoden zu ihrer Charakterisierung auszuwählen.</li> <li>• Im Rahmen von entsprechenden Laborübungen wird von den Studierenden gefordert und mit ihnen geübt, auf Grundlage der behandelten optischen Strömungsmessverfahren für einen gegebenen Strömungszustand Versuchsreihen zu entwickeln und durchzuführen.</li> <li>• Durch die Analyse und kritische Beurteilung der in der Laborübung gewonnenen Resultate, sollen die Studierenden Handlungsalternativen für weiterführende Messreihen entwickeln. Dies wird durch die in der Vorlesung gewonnene Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Verfahren ermöglicht.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen der Laborübungen wird von den Studierenden eine Analyse der Problemstellung, sowie der Vorschlag passender Strömungsmessmethoden gefordert. Dies und die nach der Laborübung erfolgte Bewertung der Ergebnisse schulen die Kompetenz, die richtigen Methoden auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Durchführung der Laborexperimente in Kleingruppen soll kollektive Lernprozesse und Teamfähigkeit fördern.</li> </ul>			

- Erweiterung der Messmethode für 3D Messungen mittels Stereoskopie. Auch hier lernen die Studierenden die Möglichkeiten und Grenzen der Methoden kennen.

8

- Einführung in die GIV (Gaseous Image Velocimetry). Dies ist eine Ausdehnung der zuvor erlernten PIV auf eine Messmethode ohne die Verwendung von Partikeln, aber mit ähnlicher Vorgehensweise.
- Einführung in die vollständige Auswertung der Messungen anhand von Beispielmessungen.

9

- Einführung in das LFT (Laser Flow Tagging). Hierbei erlernen die Studierenden die Messmethode und dass das LFT eine Erweiterung der GIV ist, um Strömungen ohne Partikel messbar zu machen.
- Bestimmung der Auswertemethoden und Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen des LFT
- Abschließender Vergleich der drei oben genannten Messmethoden (dies dient dem Verständnis und der richtigen Einschätzung, wann welche Messmethoden in der Anwendung Sinn machen.)

10

- Hinführung zu den Messmethoden, welche Geschwindigkeiten über den Doppler-Effekt messen.
- Einführung in eine herkömmliche Messmethode die LDA (Laser Doppler Anemometrie). (Den Studierenden wird das notwendige physikalische Verständnis des Doppler-Effekts im Rahmen der Vorlesung vermittelt)

11

- Erweiterung der Messmethode LDA, um über dieses Verfahren in drei Richtungen Geschwindigkeiten messen zu können.

12

- Einführung in die DGV (Doppler Global Velocimetry)
- Vermittlung des Messverfahrens, der Möglichkeiten und Grenzen.

13

- Einführung in die FRS (Filtered Rayleigh Scattering)
- Vermittlung des Messverfahrens, der Möglichkeiten und Grenzen

14

- Abschließende Wiederholung der angeführten Messmethoden
- Vergleich auf Anwendbarkeit (hier lernen die Studierenden selbständig anhand von vorgegebenen Beispielen, Messmethoden korrekt auszuwählen und Ihre Vor- und Nachteile richtig zu deuten)

15

- Die Laborübung wird als Blockveranstaltung abgehalten. Dies ermöglicht eine intensive Beschäftigung der Studierenden mit der Entwicklung und Umsetzung mehrerer Messaufbauten. Sie lernen so, wie man gezielt mit verschiedenen Methoden an Fehleranalyse und Fehlerbehebung herangeht. Der Termin für eine solche Veranstaltung wird mit den Studierenden flexibel abgesprochen, findet aber am Ende der Vorlesungszeit statt.

<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik</li> <li>• Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (nicht optisch)</li> <li>• Kenntnisse im Bereich der Optik</li> <li>• Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik</li> </ul>		Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>				
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Prüfung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren [MSVT-1107.a]		5	0	
Vorlesung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren [MSVT-1107.b]		0	2	
Übung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren [MSVT-1107.c]		0	2	

**Modul: Alternative Energietechniken [MSVT-1109]**

<b>MODUL TITEL: Alternative Energietechniken</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über die Energiewirtschaft (Weltweite und Deutsche Entwicklung, Reserven, Ressourcen, CO2-Problem, Energieverbrauch, Prognosen)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertungsgrößen (Wirkungsgrade, Kumulierter Energieaufwand, Amortisationszeit, Erntefaktor)</li> <li>• Betriebliche, Ökologische Ökonomische Bewertungsgrößen</li> <li>• Soziale und Gesellschaftliche Aspekte</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft-Wärmekopplung, Fernwärme, Tertiäre Ölgewinnung, Ölgewinnung aus Ölsand und Ölschiefer</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rationelle Energieumwandlung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Verfahren der Kohlenutzung (Kohlevergasung, -verflüssigung)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solarenergie (Solarfarm, -tower, Niedertemperatur Kollektor)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photovoltaik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windenergie</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserkraftwerke (Laufwasser, Pumpspeicher, OTEC)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezeitenenergie, Wellenenergie, Geothermische Energie</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoffwirtschaft</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzelle</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovative Reaktorkonzepte</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen energiesystematische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche Energiesysteme bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ökonomischer Kriterien untersuchen, berechnen und bewerten</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Energiesysteme (fossil, nuklear, regenerativ) bewerten und zu klassifizieren</li> <li>• Sie Studierenden können die Methoden zur thermodynamischen Bewertung und Optimierung auf Prozesse der Energieumwandlung anwenden</li> <li>• Die Studierenden sind fähig verschiedenste Energieumwandlungssysteme kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu bewerten (Wärmetechnik, Ökologie, Ökonomie, Ressourcenschonung, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte)</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten</li> </ul>			



15 • Kernfusion			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Alternative Energietechniken [MSVT-1109.a]		5	0
Vorlesung Alternative Energietechniken [MSVT-1109.b]		0	2
Übung Alternative Energietechniken [MSVT-1109.c]		0	2

**Modul: Introduction to Molecular Simulations [MSVT-1110]**

<b>MODUL TITEL: Introduction to Molecular Simulations</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• General Introduction</li> <li>• Basics: Probabilities, statistics, Monte Carlo sampling</li> <li>• Connections to statistical mechanics</li> <li>• Monte Carlo methods for atomic systems</li> <li>• Monte Carlo methods for atomic systems (cont.)</li> <li>• Monte Carlo methods for atomic systems (cont.)</li> <li>• Molecular dynamics: Basic principles</li> <li>• Molecular dynamics: Advanced concepts</li> <li>• Molecular dynamics: Advanced concepts (cont.)</li> <li>• Analyzing results of molecular simulations</li> <li>• Analyzing results of molecular simulations (cont.)</li> <li>• Analyzing results of molecular simulations (cont.)</li> <li>• Challenges: Efficiency and accuracy</li> <li>• Special topics</li> </ul>			<p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will understand the capabilities and limitations of different forms of molecular simulation, and be able to evaluate which approach is most suitable for a particular application.</li> <li>• Students will be able to develop tools to manipulate and analyze the large data sets associated with molecular simulations.</li> <li>• Students will be able to evaluate new algorithms and methods for suitability, correctness, and efficiency.</li> <li>• Students will be able to understand the role molecular simulations can play in interfacing with other kinds of simulations, and within the larger scientific and engineering community.</li> </ul> <p>Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will have the opportunity to use high-performance computing applications</li> <li>• Students will also be able to work on their communication skills in written English.</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic thermodynamics, chemistry and physics</li> <li>• Previous programming experience (programming or scripting languages)</li> </ul>			Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Introduction to Molecular Simulations [MSVT-1110.a]					5	0
Vorlesung Introduction to Molecular Simulations [MSVT-1110.b]					0	2
Übung Introduction to Molecular Simulations [MSVT-1110.c]					0	1

**Modul: Chemie für Verfahrenstechniker [MSVT-1112]**

<b>MODUL TITEL: Chemie für Verfahrenstechniker</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	3	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
1 - Einführung: Ammoniaksynthese 2 - Nomenklatur in der Chemie 3 - Chemische Grundlagen 4 - Prinzip der Katalyse 5 - Petrochemische Prozesse: - Crackreaktionen 6 - Petrochemische Prozesse: - Reformierungen 7 - Petrochemische Prozesse: - Dampfreformierung 8 - Petrochemische Prozesse: - Methanol aus Synthesegas 9 - Aromaten 10 - Olefine 11 - Hydroformylierung 12 - Mineralsäuren 13 - Chlor-Alkali-Elektrolyse 14 - Hochofenprozess 15 - Polymerchemie			Fachbezogen: - Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Chemische Prozesskunde. - Sie kennen die molekular-chemischen Transformationen wichtiger Beispielprozesse entlang der Wertschöpfungskette von (meist petrochemischen) Ausgangsstoffen zu Zwischen- und Endprodukten. - Sie können die in den (im Semester zuvor gehörten) Veranstaltungen Grundoperationen der Verfahrenstechnik und Reaktionstechnik erarbeiteten Prinzipien des Reaktordesigns und der Reaktionsführung auf stoffliche Beispiele übertragen.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Chemie für Verfahrenstechniker [MSVT-1112.a]					3	0
Vorlesung Chemie für Verfahrenstechniker [MSVT-1112.b]					0	3

**Modul: In situ-Spektroskopie zur Prozessführung [MSVT-1113]**

<b>MODUL TITEL: In situ-Spektroskopie zur Prozessführung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	3	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Grundlagen der Spektroskopie-Arten UV, Vis, MIR, NIR, ATRMIR, Raman, NMR; ex-situ/in-situ/operando; Vorstellung verfügbarer Geräte; Beispiele aus der Produktion; Probleme und Lösungsansätze; regelungstechnische Grundlagen			Die Studierenden können bei Fragestellungen aus der chemischen Produktion fundierte Vorschläge zur Implementierung spektroskopischer Methoden machen.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
			Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung In situ-Spektroskopie zur Prozessführung [MSVT-1113.a]					3	0
Vorlesung In situ-Spektroskopie zur Prozessführung [MSVT-1113.b]					0	2
Übung In situ-Spektroskopie zur Prozessführung [MSVT-1113.c]					0	1

**Modul: Modellgestützte Schätzmethoden [MSVT-1118]**

<b>MODUL TITEL: Modellgestützte Schätzmethoden</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können inverse Probleme erkennen.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die grundlegenden Fehlermodelle benennen.</li> <li>Die Studierenden sind mit den Grundlagen aus der angewandten Stochastik vertraut und kennen z. B. die Bedeutung einer Zufallsvariable.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen Schätzverfahren und deren Anwendungsgebiete.</li> <li>Die Studierenden kennen die Maximum-Likelihood Methode und können diese anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen die Methode der kleinsten Fehlerquadrate und können demonstrieren, in welchen Fällen diese ein so genannter 'best linear unbiased estimator' (BLUE) ist.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestellttheit analysieren.</li> <li>Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Eigenvektorzzerlegung darstellen und auf Beispiele anwenden.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestellttheit erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die abgeschnittene Singulärwertzerlegung zum Lösen schlecht gestellter Probleme nutzen und begründen, warum die Methode sinnvoll ist.</li> <li>Die Studierenden kennen die Singulärwertzerlegung und können diese anwenden.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften der Diskretisierung begründen.</li> <li>Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften iterativer Löser erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die Tikhonov Regularisierung erläutern.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Diskrepanzprinzip erläutern und anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen wesentliche Methoden zur Wahl des Regularisierungsparameters.</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage die Schlechtgestellttheit eines Problems zu analysieren.</li> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten regularisierungsstrategien zur Lösung schlecht gestellter Probleme und können diese auf konkrete Probleme anwenden.</li> <li>Die Studierenden können die Angemessenheit eines mathematischen Modells für einen Prozess beurteilen.</li> <li>Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf konkrete Beispiele anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt)</li> <li>Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können das L-Kurven Kriterium erläutern und anwenden.</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können den Luenberger Beobachter analysieren und erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können Lösungsstrategien inverser Probleme auf den Problemkreis der Zustandsschätzung anwenden.</li> <li>• Sie können den Begriff der Beobachtbarkeit für LTI-Systeme erläutern.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen.</li> <li>• Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen.</li> <li>• Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen.</li> <li>• Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Konzepte der optimale Versuchsplanung und können diese auf Beispielprobleme anwenden.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industrieumfeld kennen und können diese klassifizieren.</li> </ul>	
<p><b>Voraussetzungen</b></p>	<p><b>Benotung</b></p>
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium )</li> <li>• Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)</li> </ul>	<p>Eine schriftliche Prüfung</p>

<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Modellgestützte Schätzmethoden [MSVT-1118.a]		5	0
Vorlesung Modellgestützte Schätzmethoden [MSVT-1118.b]		0	2
Übung Modellgestützte Schätzmethoden [MSVT-1118.c]		0	2

**Modul: Rheologie [MSVT-1123]**

<b>MODUL TITEL: Rheologie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe:</li> <li>• Grundbeanspruchungen</li> <li>• Scherversuch, Dehnversuch</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Stoffklassen:</li> <li>• Newtonsche Flüssigkeiten</li> <li>• Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Stoffklassen:</li> <li>• Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften</li> <li>• Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie</li> <li>• Plastische Stoffe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Strömungen und Beanspruchungen:</li> <li>• Rohrströmung</li> <li>• Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung des Kontinuums:</li> <li>• Mathematische Beschreibung</li> <li>• Spannungstensor</li> <li>• Impulsbilanz</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Allgemeine Zustandsfunktion</li> <li>• Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Newtonsche Flüssigkeit</li> <li>• Reiner-Rivlin-Flüssigkeit</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Maxwell'sches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Kelvin-Voigt'sches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper)</li> <li>• Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheometrie:</li> <li>• Viskosimeterströmung</li> <li>• Rohrrheometer</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In verfahrenstechnischen Prozessen werden in vielen Fällen flüssige Systeme wie Suspensionen oder Lösungen behandelt, die komplexe Fließeigenschaften aufweisen. Die Studierenden sind in der Lage, solche Systeme zu erkennen und ihr Verhalten zu modellieren.</li> <li>• Die Studierenden sind mit der mathematischen Beschreibung strömender Kontinua vertraut und in der Lage, diese auf Flüssigkeiten mit komplexen Fließeigenschaften anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen klassische Modelle zur Beschreibung komplexer Fließeigenschaften und können sie für einfache Geometrien auf praktische Probleme anwenden.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Rheometrie. Sie kennen die gebräuchlichsten Messsysteme und gängige Auswertemethoden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			



<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Rheometrie:</li> <li>• Couette- / Searle-Rheometer</li> <li>• Kegel-Platte-Rheometer</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Rheometrie:</li> <li>• Auswertemöglichkeiten</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäre Rheometrie:</li> <li>• Relaxationsversuch, Retardationsversuch</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäre Rheometrie:</li> <li>• Schwingversuch</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Strömungsprobleme:</li> <li>• Weißenbergeffekt</li> <li>• Strahlaufweitung</li> <li>• Pumpeffekt</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Rheologie [MSVT-1123.a]		6	0
Vorlesung Rheologie [MSVT-1123.b]		0	2
Übung Rheologie [MSVT-1123.c]		0	1

**Modul: Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSVT-1125]**

<b>MODUL TITEL: Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Modellierung der Stoffeigenschaften von Gemischen</li> <li>• Das GE-Modell UNIQUAC und Parameterbestimmung mit Bondi-Tabellen</li> <li>• Weitere Korrelationen mit Bondi</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der kombinatorische Beitrag der UNIQUAC-Gleichung</li> <li>• Gittermodelle und (Semi-)Empirische Erweiterungen</li> <li>• Besonderheiten für lange Kettenmoleküle</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Zusammensetzung</li> <li>• Gittertheorien und Näherungen</li> <li>• GE-Modelle in der Literatur</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung von Stoffdaten</li> <li>• Benutzung und Wichtigkeit von Stoffdaten</li> <li>• Wichtigste Datenquellen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten und Verfügbarkeit von Stoffdaten</li> <li>• Abschätzung von Reinstoffdaten</li> <li>• Datenblätter und Sicherheit</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritische Daten</li> <li>• Lydersen, Ambrose, und Joback Gruppenbeitragsmethoden</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampf-Flüssigkeits-Gleichgewicht und das UNIFAC-Modell</li> <li>• Dampfdruckkurve und azentrischer Faktor</li> <li>• Dichte, Viskosität und Wärmekapazität</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Grenzflächen</li> <li>• Grenzflächenspannung</li> <li>• Benetzung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Modellierung der Phasengrenze</li> <li>• Die Kelvin-Gleichung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung zwischen Phasen und Phasengrenzen</li> <li>• Adsorption an Phasengrenzen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen auch mit Hilfe von historische Literaturquellen die Hintergründe etablierter Zustandsgleichungen und Exzessenthalpiemodelle.</li> <li>• Die Studierenden kennen durch Beispiele Modellkonzepte für die Berechnung häufig benötigter Stoffeigenschaften.</li> <li>• Die Studierenden kennen durch Vergleich mit experimentellen Daten die Schwächen und die Stärken der in der Lehrveranstaltung durchgenommenen Modelle.</li> <li>• Die Studierenden sind durch Beispiele und Übungen befähigt, bei zukünftig auftretenden Problemen die besten verfügbaren Modelle auszuwählen und die Ergebnisse kritisch zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden wissen, wie die Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen die Grundoperationen beeinflussen.</li> <li>• Die Studierende kennen die thermodynamische Grundlagen zu Phasengrenzen.</li> <li>• Die Studierende wissen, wie die Eigenschaften der Grenzflächen die Grenzflächephänomene beeinflussen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können selbständig eine Internetrecherche zu einem vorgegebenem Thema durchführen und insbesondere verfügbare Informationen zu Stoffdaten von Reinstoffen und Gemischen finden.</li> <li>• Die Studierende sind durch die Übung befähigt, PC Anwendungen für die Modellierung der Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen zu benutzen und zu entwickeln.</li> </ul>			

<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusionskoeffizienten nach Fick und Maxwell-Stefan</li> <li>• Vergleich und Zusammenhang der Diffusionskoeffizienten nach Fick und Maxwell-Stefan</li> <li>• Unterschiedliche Diffusionskoeffizienten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die molekularen Simulationen und die statistische Thermodynamik</li> <li>• Das kanonische Ensemble</li> <li>• Methode des maximalen Terms</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischenmolekulare Kräfte und Potentiale</li> <li>• Simulationstechniken: das Monte-Carlo-Verfahren, Molekulardynamik</li> <li>• Quantenmechanische Berechnungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsgleichungen</li> <li>• Das ideale Gas</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSVT-1125.a]		6	0
Vorlesung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSVT-1125.b]		0	2
Übung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSVT-1125.c]		0	1

**Modul: Laser in Bio- und Medizintechnik [MSVT-1127]**

<b>MODUL TITEL: Laser in Bio- und Medizintechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie</li> <li>• Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen</li> <li>• Marktsituation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung</li> <li>• Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht</li> <li>• Optische Systeme zur Anregung und Detektion</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung</li> <li>• Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien</li> <li>• Energietransport</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkmechanismen in biologischen Materialien</li> <li>• Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung</li> <li>• Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren für medizintechnische Produkte</li> <li>• Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung</li> <li>• Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte</li> <li>• Laserunterstützte Oberflächenmodifikation</li> <li>• Photochemische Funktionalisierung von Implantaten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser in der Therapie</li> <li>• Laser in der Weichgewebechirurgie</li> <li>• Laser in der Hartgewebechirurgie</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser in der Ophthalmologie</li> <li>• Photodynamische Therapie</li> <li>• Laserinduzierte Thermotherapie</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik</li> <li>• Fluoreszenzverfahren</li> <li>• Optische Kohärenztomographie</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Biotechnologie</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und Chemie und können diese berechnen.</li> <li>• Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung mit biologischen Materialien und Materie sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden.</li> <li>• Wirkungsmechanismen für verschiedene Gewebetypen und Wechselwirkungen mit biologischen Medien und chemischen Verbindungen können für praxisrelevante Spezialfälle beschrieben und berechnet werden.</li> <li>• Wichtige Anwendungen von Lasern in der Medizin sind bekannt und können im Kontext einer Anwendung des Lasers in den Lebenswissenschaften eingeordnet werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten</li> <li>• Funktionalisierung von Biochips</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellbasierte Laserverfahren</li> <li>• Zellmanipulation</li> <li>• Optische Pinzette</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten</li> <li>• Lasertranspektion und photonische Genmanipulation</li> <li>• Proteinmanipulation mit Laserstrahlung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Bioanalytik</li> <li>• Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>• Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Chemie</li> <li>• Photochemische Prozesse</li> <li>• Femtochemie</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborexkursion</li> <li>• Klinikumsexkursion</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> <li>• Laser in der Mikrotechnik</li> <li>• Medizintechnik</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Laser in Bio- und Medizintechnik [MSVT-1127.a]		6	0
Vorlesung Laser in Bio- und Medizintechnik [MSVT-1127.b]		0	2
Übung Laser in Bio- und medizintechnik [MSVT-1127.c]		0	2

**Modul: Physikalische Festkörperchemie [MSVT-1129]**

<b>MODUL TITEL: Physikalische Festkörperchemie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Übersicht</li> <li>• Kristallgitter</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungen und Bänder in Festkörpern</li> <li>• Bänder</li> <li>• Metalle</li> <li>• Freies Elektronengas</li> <li>• Wärmekapazität des freien Elektronengases</li> <li>• Elektrische Leitfähigkeit</li> <li>• Isolatoren und Halbleiter</li> <li>• Dotierung</li> <li>• Halbleiterbauelemente</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperthermodynamik</li> <li>• Ionenkristalle: Struktur</li> <li>• Ionenkristalle: Gitterenergie</li> <li>• Gitterschwingungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Defekte in Festkörpern (Defektchemie)</li> <li>• Makroskopische Evidenz für Gitterfehler</li> <li>• Mikroskopische Modelle von Punktdefekten</li> <li>• Thermodynamik von Punktdefekten</li> <li>• Nichtstöchiometrische Verbindungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion</li> <li>• Diffusionsmechanismen</li> <li>• Selbstdiffusion</li> <li>• Sekundärionenmassenspektrometrie</li> <li>• Tracerdiffusion</li> <li>• Diffusion im Konzentrationsgradienten</li> <li>• Temperaturabhängigkeit der Diffusion</li> <li>• Irreversible Thermodynamik</li> <li>• Chemische Diffusion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperreaktionen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends der Physikalischen Chemie fester Stoffe.</li> <li>• Die Studierenden können theoretische Modelle der Festkörperstruktur auf aktuelle Fragestellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, experimentelle Resultate sinnvoll zu interpretieren und können Konsequenzen ableiten und vorhersagen.</li> <li>• Die Studierenden können die logische Richtigkeit einer wissenschaftlichen Argumentation beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).</li> </ul>			

Voraussetzungen	Benotung		
	Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Titel	Prüfungsdauer (Minuten)	CP	SWS
Prüfung Physikalische Festkörperchemie [MSVT-1129.a]		5	0
Vorlesung Physikalische Festkörperchemie [MSVT-1129.b]		0	2
Übung Physikalische Festkörperchemie [MSVT-1129.c]		0	2

**Modul: Supercomputing in Engineering [MSVT-1130]**

<b>MODUL TITEL: Supercomputing in Engineering</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	4	jedes 2. Semester	SS 2011	English
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1+2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intro: Why we need supercomputers</li> <li>• Modeling of engineering problems: flows and structures</li> <li>• Basic equations: conservation of mass, momentum, energy</li> </ul> <p>3+4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic numerical methods for systems: Finite Volume</li> <li>• Phenomena in compressible and incompressible flows</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>5+6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation on supercomputers. History and state of the art</li> <li>• Supercomputer architectures and large multi-core clusters</li> <li>• Basic parallelization techniques for shared/distributed memory</li> <li>• Software and memory: arrays, pointers, table lookups, ...</li> <li>• Example: memory needs in high resolution turbulent flows, data structures for structured/unstructured meshes, table lookups in real gas/combustion</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>7+8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software development: How to deal with multi-core systems</li> <li>• Examples: plasma thruster simulation, Domain Decomposition (MPI) for the fields, loop parallelization (OpenMP) for the particles</li> <li>• Software development: How to deal with multi-core systems</li> <li>• Examples: Load balancing for moving particles in fields</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>9+10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic numerical methods for flow and structure: Finite Elements from structured to unstructured meshes: Sparse data representation</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>11+12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-scale/ Multi-physics simulations</li> <li>• Example: Hierarchical representation of physical phenomena</li> <li>• Basics of aero-elastics</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>13+14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coupling techniques for multi-scale problems</li> <li>• Coupling techniques for multi-physics problems</li> <li>• Tutorial: presentation</li> </ul>			<p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling of engineering problems like compressible/ incompressible fluid flow, plasma flows, electromagnetic fields, particle laden flows, flows with real gas effects</li> <li>• Knowledge about computer architectures and implications on software</li> <li>• Understanding of efficiency and performance</li> <li>• Choosing the right numerical method for a given combination of engineering problem and computing system</li> </ul> <p>Not with respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solving problems in team work</li> <li>• Presentation</li> </ul>			



<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge in advanced mathamtics</li> <li>• Basic knowledge in modeling and simulation techniques</li> <li>• Parallelization</li> </ul>		One written or oral examination.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>				
<b>Titel</b>	<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Prüfung Supercomputing in Engineering [MSVT-1130.a]		6	0	
Vorlesung/Übung Supercomputing in Engineering [MSVT-1130.bc]		0	4	

**Modul: Numerische Strömungsmechanik I [MSVT-1132]**

<b>MODUL TITEL: Numerische Strömungsmechanik I</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	4	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerische Strömungsmechanik</li> <li>• Beispiele von Strömungssimulationen</li> <li>• Grundlegende Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Variierende mathematische Formulierungen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Bedeutung der Charakteristiken</li> <li>• Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen</li> <li>• Abbruchfelder und Konsistenz</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsmethoden für skalare Gleichungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen</li> <li>• Diskrete Strömungstheorie</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Neumann Analyse</li> <li>• CFL Bedingung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hirt'sche Stabilitätsanalyse</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Iterationsverfahren</li> <li>• Konvergenz iterativer Lösungsmethoden</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ILU, Krylov-Unterraum Methoden</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrgittermethoden</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten</li> <li>• Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik.</li> <li>• Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen.</li> <li>• Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden.</li> <li>• Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften.</li> <li>• Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata.</li> <li>• Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen.</li> <li>• Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen.</li> <li>• Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen.</li> <li>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.</li> </ul>			

<p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen</li> <li>• adaptive Lösungsmethoden</li> <li>• Dreiecks- und Tetraedernetze</li> <li>• Hierarchische kartesische Netze</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorisierung und Parallelisierung von</li> <li>• Lösungsalgorithmen</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I,II</li> <li>• Höhere Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Strömungsmechanik II</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Numerische Strömungsmechanik I [MSVT-1132.a]		4	0
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I [MSVT-1132.b]		0	2
Übung Numerische Strömungsmechanik I [MSVT-1132.c]		0	1

**Modul: Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie [MSVT-1134]**

<b>MODUL TITEL: Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	3	2	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung I: Produktfokussierung</li> <li>• geeigneter Biokatalysator</li> <li>• geeignetes Medium und Reaktionstechnik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung II: Verfahren</li> <li>• Unterschiede zwischen bulk und Feinchemikalien</li> <li>• Beispiele: Antibiotika, Aminosäuren, Phenylacetylcarbinol</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymkinetik I:</li> <li>• Mechanismen</li> <li>• Grundlagen der Enzymkinetik, Inhibierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymkinetik II</li> <li>• Mehrsubstratreaktionen</li> <li>• Beschreibung der Enantioselektivität</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymstabilität</li> <li>• Mechanismen der Denaturierung und Desaktivierung</li> <li>• Kinetik der Deaktivierung, Betriebsstabilität, TTN</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Hydrolyse vs. Synthese</li> <li>• Beispiele: Ester, Penicilline</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Screening I</li> <li>• Metagenom - Ansätze</li> <li>• Beispiel: R-Aminosäuren</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Screening II</li> <li>• Gerichtete Evolution</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotika: Penicilline, Cephalosporine</li> <li>• thermodynamisch vs. kinetisch kontrollierte Synthese</li> <li>• Effekte von Immobilisierung, Reaktortyp (FBR vs. kRKR)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosäuren: Methionin etc. I</li> <li>• dynamische vs. kinetische Razematspaltung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosäuren: Methionin etc. II</li> <li>• Amidase / Acylase im Vergleich zu Hydantoinase /</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Thermodynamik, Enzymkinetik und -stabilität.</li> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Werkzeuge für Enzymscreening und -verbesserung und können ihre Vor- und Nachteile benennen.</li> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche industrielle enzymtechnische Prozesse.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die die Bedeutung der katalysierten (biochemischen) Reaktion als Randbedingung für die Auslegung von Enzymreaktoren.</li> <li>• Die Studierenden können oben beschriebene Grundlagen auf beliebige Reaktionen anwenden, d.h. ein geeignetes Enzym auswählen, den Aktivitäts- Selektivitäts- und Stabilitätseinfluß bewerten, sowie ein geeignetes Reaktorkonzept vorschlagen.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Katalysator- oder Prozessverbesserungen vorschlagen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<p>Carbamoylase - Prozess</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymmembranreaktor</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosäuren: tert-Leucin etc.</li> <li>• Oxidoreduktionen für S-Aminosäuren, Novartis Hydrolyseprozess für R-Aminosäuren</li> <li>• Cofaktorstabilität</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phenylacetylcarbinol</li> <li>• C-C-Verknüpfung mit Pyruvaldecarboxylase</li> <li>• Ganze Zellen vs. isolierte Enzyme (BASF)</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biokatalyse in unkonventionellen Medien</li> <li>• ionische Flüssigkeiten, organische Lösungsmittel</li> <li>• Gasphase, überkritische Fluide</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstechnik</li> <li>• Bioprozesskinetik</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie [MSVT-1134.a]		3	0
Vorlesung Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie [MSVT-1134.b]		0	2

**Modul: Wasser- und Abwassertechnologie [MSVT-1138]**

<b>MODUL TITEL: Wasser- und Abwassertechnologie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	4	4	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Veranstaltung:</li> <li>Überblick über die Gewässersituation / Wasserversorgung</li> <li>Überblick über (Ab)wasserinhaltsstoffe</li> <li>Schadwirkungen des Abwassers</li> <li>Anfallstellen des Abwassers</li> <li>Überblick über Verfahren zur (Ab)wasserreinigung</li> <li>Anforderungen an die Behandlung von kommunalem Abwasser</li> <li>Anforderungen an die Behandlung von industriellem Abwasser</li> <li>Aspekte der Hygiene bei der Aufbereitung von Trink- und Brauchwasser</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rechtsgrundlagen des (industriellen) Umweltschutzes:</li> <li>Grundlegende Prinzipien</li> <li>Begriffsbestimmungen</li> <li>Genehmigungen</li> <li>Zugang zu Informationen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserhaushaltsgesetz</li> <li>Abwasserabgabengesetz</li> <li>(Ab)wasserverordnung</li> <li>Emissionsgrenzwerte</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanische Ab- und Trinkwasserreinigung:</li> <li>Sedimentation</li> <li>Zentrifugation</li> <li>Filtration</li> <li>FlotationFlockung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membranverfahren:</li> <li>Grundlagen der druckgetriebenen Membranverfahren</li> <li>Abtrennung partikulärer Stoffe mittels Ultra- (UF) und Mikrofiltration (MF)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abtrennung gelöster Stoffe mittels Nanofiltration (NF) und Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO)</li> <li>Verfahrensvarianten und Kombinationsverfahren (UF, MF, NF, RO)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemisch-physikalische Abwasserreinigung</li> <li>Fällung</li> <li>Adsorption</li> <li>Ionenaustausch</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über verfügbare Technolgien zur Behandlung belasteter Abwässer.</li> <li>Sie kennen die wichtigsten natürlichen und alternativen Süßwasserressourcen (z.B. Meerwasser) und kennen technische Methoden zu deren Aufbereitung (Entsalzungs-, Entkeimungs- und Reinigungstechniken).</li> <li>Sie können für unterschiedlich stark belastete Abwässer geeignete Lösungsansätze zur Aufbereitung anbieten.</li> <li>Sie sind in der Lage, Abwasserbehandlungstechnolgien in bestehende Prozesse zu integrieren, z.B. im Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes. Die Studierenden sind mit wesentlichen Grundlagen gesetzlicher Rahmenbedingungen im Bereich der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung vertraut.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch Erarbeitung und Präsentation eines fachbezogenen Themas werden die Studierenden zu Selbständigkeit und Eigeninitiative angehalten. Sie stärken ihre Präsentationsfähigkeiten und erlernen die effektive Nutzung moderner Recherchewerkzeuge.</li> </ul>			

<p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Abwasserreinigung:</li> <li>• Mikroorganismen als Träger des biologischen Umsatzes</li> <li>• Grundlagen des mikrobiellen Stoffwechsels, anaerobe und aerobe Verfahren zur (Ab)wasserreinigung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nährstoffelimination</li> <li>• Reaktoren</li> <li>• Verfahrensanordnungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Entkeimung und Sterilisation von (Ab)wasser:</li> <li>• Oxidationsverfahren</li> <li>• Ozonierungsverfahren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation mittels Wasserstoffperoxid</li> <li>• Abwasserverbrennung</li> <li>• Naßoxidation</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridverfahren:</li> <li>• Einführung die Hybridverfahren</li> <li>• Auslegung von Hybridverfahren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Abwasserreinigung und Salzwasseraufbereitung:</li> <li>• Strippung</li> <li>• Destillation</li> <li>• Eindampfung</li> <li>• Flüssig - Flüssig - Extraktion</li> <li>• Abwasserverbrennung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsintegrierter Umweltschutz:</li> <li>• Vorgehen beim produktionsintegrierten Umweltschutz</li> <li>• Wassermanagement</li> <li>• Praxisbeispiele (Integration von Abwasserreinigungstechnologien in bestehende Prozesse)</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Ein Referat und eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Wasser- und Abwassertechnologie [MSVT-1138.a]		4	0
Vorlesung Wasser- und Abwassertechnologie [MSVT-1138.b]		0	2
Seminar Wasser- und Abwassertechnologie [MSVT-1138.d]		0	2

**Modul: Angewandte Quantenchemie für Ingenieure [MSVT-1140]**

<b>MODUL TITEL: Angewandte Quantenchemie für Ingenieure</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	4	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Applications</li> <li>• Mathematical basics, experimental evidence of QM effects</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Properties of the Schrödinger equation and of wave functions</li> <li>• Discussion of the analytical solutions for a particle in a box and the harmonic oscillator</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussion of the analytical solutions for the rigid rotator and the hydrogen atom</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approximations for the helium atom and multi-electron atoms</li> <li>• Bron-Oppenheimer approximation</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LCAO approximation</li> <li>• Hybrid orbitals</li> <li>• Hückel Theory</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roothaan expansion (basis sets I) and Hartree-Fock method</li> <li>• Geometry optimization I</li> <li>• Gaussian software package</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermi and Coulomb correlation: configuration interaction, Möller-Plesset perturbation theory, Coupled Cluster Theory</li> <li>• Geometry optimization II</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculation of ideal gas functions</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis sets II</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electron Correlation II: Static electron correlation</li> <li>• Calculations in the condensed phase I: Car-Parinello MD, Continuum solvation models</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculations in the condensed phase II: intermolecular interaction &amp; predictive Equation of state</li> </ul>			<p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding of the theoretical basics of quantum mechanics.</li> <li>• Knowledge of the strengths and weaknesses of the most important approximation methods.</li> <li>• In the tutorials the students will acquire the skills necessary to use quantum mechanical software packages to compute properties required in practical engineering applications</li> </ul> <p>Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• none</li> </ul>			



<p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Density functional theory: basics &amp; most relevant functionals</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ab initio reaction kinetics: calculation of potential energy surfaces, transition state theory, tunneling</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure [MSVT-1140.a]		4	0
Vorlesung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure [MSVT-1140.b]		0	2
Übung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure [MSVT-1140.c]		0	1

**Modul: Energiesystemtechnik [MSVT-1141]**

<b>MODUL TITEL: Energiesystemtechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	3	jedes 2. Semester	SS 2011	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Energieerzeugung</li> <li>• Wärmepumpen und Kältemaschinen</li> <li>• Die Wärmequelle</li> <li>• Thermodynamische Bewertung</li> <li>• Mechanische Wärmepumpen</li> <li>• Thermische Wärmepumpen</li> <li>• Offene Wärmepumpen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technik der Wärmepumpe</li> <li>• Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK)</li> <li>• Gekoppelte Energieerzeugung</li> <li>• Thermodynamik der KWKK</li> <li>• Technik der KWKK</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverteilung</li> <li>• Wärmeübertrager und Speicher</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm- und Kaltwassernetze</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiemanagement</li> <li>• Betriebliches Energiemanagement</li> <li>• Kommunales Energiemanagement</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle Prozesswärmewirtschaft</li> <li>• Wärmerückgewinnung</li> <li>• Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik</li> <li>• Integration externer Betriebsmittel</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese richtig anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben Kenntnis der typischen Arbeitsabläufe in der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese selbstständig abzuarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Wärmepumpen und Kälteanlagen und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Kraft-Wärme-Kälte Kopplungs Aggregaten und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Optimierungspotentiale in Industriebetrieben, bei kommunalen Energieversorgern und im Gebäudesektor zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage diese Optimierungspotentiale ökologisch und ökonomisch zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Konzepte zu entwerfen, die die Nutzung dieser Potentiale ermöglichen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage energiesystemtechnische Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. (Methodenkompetenz)</li> <li>• Durch Lösen der Übungen in Kleingruppen sind die Studierenden in der Lage Aufgabenstellungen im Team zu bearbeiten. (Teamarbeit)</li> </ul>			

<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration von Wärmetechnischen Anlagen</li> <li>• Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortwärmewirtschaft</li> <li>• Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt</li> <li>• Verstromung industrieller Fortwärme</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &amp;#8230;):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewirtschaft</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Energiesystemtechnik [MSVT-1141.a]		5	0
Vorlesung Energiesystemtechnik [MSVT-1141.b]		0	2
Übung Energiesystemtechnik [MSVT-1141.c]		0	1

**Modul: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (4 Credits) [MSVT-1901]**

<b>MODUL TITEL: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (4 Credits)</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	4	0	jedes Semester	SS 2011	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Mathematisch oder naturwissenschaftlich oder technisches Wahlpflichtfach aus dem gesamten Angebot der RWTH Aachen im Umfang von 4 Leistungspunkten.						
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Wahlpflichtfach RWTH mit 4 Credits [MSVT-1901.a]					4	0

**Modul: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (5 Credits) [MSVT-1902]**

<b>MODUL TITEL: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (5 Credits)</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	5	0	jedes Se- mester	SS 2011	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Mathematisch oder naturwissenschaftlich oder technisches Wahlpflichtfach aus dem gesamten Angebot der RWTH Aachen im Umfang von 5 Leistungspunkten.						
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Wahlpflichtfach RWTH mit 5 Credits [MSVT-1902.a]					5	0

**Modul: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (6 Credits) [MSVT-1903]**

<b>MODUL TITEL: Wahlpflichtfach aus dem Angebot der RWTH (6 Credits)</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
1	1	6	0	jedes Se- mester	SS 2011	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Mathematisch oder naturwissenschaftlich oder technisches Wahlpflichtfach aus dem gesamten Angebot der RWTH Aachen im Umfang von 6 Leistungspunkten.						
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Wahlpflichtfach RWTH mit 6 Credits [MSVT-1903.a]					6	0

**Modul: Bioprozesskinetik [MSVT-2001]**

<b>MODUL TITEL: Bioprozesskinetik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	6	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismn</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wachstum filamentöser Mikroorganismen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase</li> <li>• Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultivierung phototropher Organismen (Algen)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shift- und Pulsexp. bei Prozessen mit Produktinhibierung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemosat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO<sub>2</sub>-stat, pH-stat, RQstat)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung</li> <li>• Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzellichtefermentationen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente</li> <li>• Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des pH-Wertes</li> <li>• Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Wachstums- und Produktbildungskinetiken für typische Fermentationsprozesse mit z.B. Hefen, Algen, Pilzmycelen und können diese in mathematischen Modellen abbilden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Wechselwirkung der menschlich beeinflussten Reaktorumgebung mit den eingesetzten Mikroorganismen geeignet in die Bioprozessmodelle zu integrieren und deren Auswirkung zu interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Reaktorkonfiguration und eingestellte oder nachgeführte Prozessbedingungen basierend auf der Bioprozesskinetik zu optimieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen</li> <li>• Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstechnik</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Bioprozesskinetik [MSVT-2001.a]		6	0
Vorlesung Bioprozesskinetik [MSVT-2001.b]		0	2
Übung Bioprozesskinetik [MSVT-2001.c]		0	1



**Modul: Thermische Trennverfahren [MSVT-2005]**

<b>MODUL TITEL: Thermische Trennverfahren</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	6	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren</li> <li>Diskontinuierliche Destillation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kontinuierliche einstufige Destillation</li> <li>Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren</li> <li>Modellierung einer Verstärkungskolonne basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren</li> <li>Auslegung der Verstärkungskolonne nach dem McCabe-Thiele-Verfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses</li> <li>Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktion des Abtriebteils</li> <li>Konstruktion des Zulaufs</li> <li>Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bauformen von Bodenkolonnen</li> <li>Bauformen von Füllkörper- und Packungskolonnen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wirksamkeit von Einbauten</li> <li>Belastungsgrenzen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung und Überblick zur Extraktion</li> <li>Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm</li> <li>Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion</li> <li>Anforderungen an Extraktionsmittel</li> <li>Bauformen von Extraktionskolonnen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die verschiedenen zur Verfügung stehenden thermischen Trennverfahren einordnen und vergleichen.</li> <li>Die Studierenden können für eine Trennaufgabe das am besten geeignete thermische Trennverfahren auswählen.</li> <li>Die Studierenden sind fähig Trennapparate detailliert zu modellieren.</li> <li>Die Studierenden sind fähig den apparativen Aufwand von Trennkolonnen mit Short-Cut-Verfahren abzuschätzen.</li> <li>Die Studierenden kennen praktische Ausführungen von Kolonnen.</li> <li>Die Studierenden kennen den Einfluss von Betriebsparametern auf das Trennverhalten der Kolonnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit</li> <li>PC-basierte Gruppenübung</li> <li>Laborübung</li> </ul>			

<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Überblick zur Absorption</li> <li>• Anforderungen an das Lösungsmittel</li> <li>• HTU-NTU-Verfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens</li> <li>• Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrstoffdestillation</li> <li>• Kristallisation</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &amp;#8230;):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Thermische Trennverfahren [MSVT-2005.a]		6	0
Vorlesung Thermische Trennverfahren [MSVT-2005.b]		0	2
Übung Thermische Trennverfahren [MSVT-2005.c]		0	1

**Modul: Verfahrenstechnisches Seminar [MSVT-2006]**

<b>MODUL TITEL: Verfahrenstechnisches Seminar</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	2	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in das Thema</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. + 2. Fachvortrag (Lehrende)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortbildungskurs "Wissenschaftliche Informationsquellen und Wege der Literaturbeschaffung" der BTH</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3. Fachvortrag (Lehrende)</li> <li>Themenvergabe</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortbildungskurs Präsentationstechniken ZLW-IMA</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4. + 5. Fachvortrag (Lehrende)</li> </ul> <p>7-13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenfassung, Abschluss (Lehrende)</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vor Kursbeginn wird ein Thema ausgewählt, das aus verfahrenstechnischer Sicht besondere Relevanz und Aktualität besitzt. Dieses Thema wird in den ersten Lehreinheiten von den Professoren der Verfahrenstechnik vorgestellt und aus Sicht der unterschiedlichen Fachrichtungen beleuchtet. Die Veranstaltung schließt mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse und einem Ausblick auf die zukünftige Entwicklung.</li> <li>Die Studierenden wählen ein zugehöriges Thema aus, das sie in den folgenden Wochen anhand einer Literaturrecherche ausarbeiten. Sie lernen damit sowohl die Komplexität verfahrenstechnischer Fragestellungen kennen, als auch die Möglichkeiten, diese Komplexität durch Zerlegen in Teilaufgaben zu strukturieren.</li> <li>Durch die jeweils neue Wahl eines Leitthemas setzen sich die Studierenden mit einem jeweils aktuellen Thema der Verfahrenstechnik auseinander, für das sie nicht nur vorhandenes Wissen zusammentragen, sondern auch neue Denk- und Lösungsansätze entwickeln, vorstellen und diskutieren.</li> <li>Die Studierenden blicken über rein technische Aspekte hinaus und kennen die in der Verfahrenstechnik oft wesentliche Interaktion von fachlichen, gesellschaftlichen und gesetzlichen Anforderungen.</li> <li>Themenbeispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>Trinkwasser (Verfügbarkeit, Bedarf / Verschiedene Quellen und klassische Aufbereitungsverfahren (chemisch, biologisch, mechanisch, thermisch) / Technische Trends / Kreislaufschließung / Gesellschafts- und geopolitische Aspekte)</li> <li>Bioraffinerie (Rohstoffauswahl und -verfügbarkeit / Aufarbeitung verschiedener Rohstoffe / Zielprodukte und ihre Herstellung / Integration der Verfahren in bestehende Raffinerien)</li> </ul> </li> <li>Prozessintensivierung (Verschiedene Beispiele aus den verschiedenen VT-Gebieten / Hybride Verfahren mit Querschnittscharakter, z.B. Reaktivdestillation / Technische und ökonomische Bewertung der Verfahren / Anwendungsgebiete / Zukünftige Trends, Chancen für die Verfahrenstechnik)</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beherrschen Techniken und Strategien der Literaturrecherche.</li> <li>Sie sind in der Lage, ein fachliches Thema zu erarbeiten und ihre Teilleistung in den Kontext der übergeordneten Fragestellung einzuordnen.</li> <li>Sie können ihr Thema vor einer Gruppe präsentieren und in einer fachlichen Diskussion vertiefen.</li> </ul>			

Voraussetzungen		Benotung		
		Ein Referat		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN				
Titel		Prüfungsdauer (Minuten)	CP	SWS
Verfahrenstechnisches Seminar [MSVT-2006.a]			4	2

**Modul: Verfahrenstechnische Projektarbeit [MSVT-2007]**

<b>MODUL TITEL: Verfahrenstechnische Projektarbeit</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	8	6	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabenbeispiel: Auslegung einer Anlage zur technischen Umsetzung eines neuartigen verfahrenstechnischen Prozesses</li> <li>• Einführung in das Themengebiet durch die Lehrenden</li> <li>• Einarbeitung und Literaturrecherche</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptvergleich und Auswahl des grundlegenden Prozesses</li> <li>• Präsentation und Bericht über Konzeptauswahl</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich von Prozessvarianten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründete Entscheidung über die Wahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich der verwendeten Einzelapparate</li> <li>• Präsentation und Bericht über die Auswahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung in die Simulationssoftware</li> <li>• Präsentationstraining</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung der Einzelapparate mittels der Simulationssoftware</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Bericht über die Auslegung der Einzelapparate</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopplung der Einzelapparate zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameterstudien zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellungsplanung</li> </ul> <p>13</p>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden bearbeiten eine aktuelle Problemstellung aus der verfahrenstechnischen Forschung in einer Gruppe. Dies umfasst die fachliche Einarbeitung in das Thema sowie das Erarbeiten und Umsetzen einer Lösungsstrategie.</li> <li>• Die Aufgabenstellung beinhaltet Fragen aus mehreren verfahrenstechnischen Disziplinen. Die Studierenden erweitern daher ihren fachlichen Horizont über ihre eigene Vertiefungsrichtung hinaus.</li> <li>• Die Studierenden verfügen je nach Aufgabenstellung über praktische Erfahrungen mit numerischen Simulationswerkzeugen bzw. mit experimentellem Arbeiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind durch das weitgehend selbstständige Arbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsansätze zu erarbeiten und Entscheidungen hinsichtlich Verfahrensauswahl zu treffen.</li> <li>• Durch vorgegebene Zeitrahmen für Teilaufgaben wird industrienahes Arbeiten simuliert und die Studierenden darauf vorbereitet. Dies fördert die selbstständige Organisation und Zeiteinteilung (Projektmanagement).</li> <li>• Ferner erfordert die Bearbeitung eines komplexen Gesamtthemas als Gruppe einen ständigen Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern, so dass Kommunikationsfähigkeit und kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> <li>• Im Rahmen der regelmäßigen Übungen werden von den Studierenden Arbeitsergebnisse in Form von Vorträgen und in Zwischenberichten vorgestellt. Diese werden sowohl inhaltlich als auch vom Präsentationsstil beurteilt und verbessert. Die Studierenden sind daher in der Lage, ihre Ergebnisse in wissenschaftlichen Texten und Vorträgen zu präsentieren.</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Gesamtprozessberechnungen</li> <li>• Untersuchungen zur Prozesssteuerung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlichkeitsberechnungen</li> <li>• Wirtschaftlicher Vergleich zu bestehenden Verfahren</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussvortrag und Bericht</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Ein Abschlussvortrag und ein Abschlussbericht		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Verfahrenstechnische Projektarbeit [MSVT-2007.a]		8	6

**Modul: Kraftwerksprozesse [MSVT-2103]**

<b>MODUL TITEL: Kraftwerksprozesse</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Kraftwerksprozesse [MSVT-2103.a]					4	0
Vorlesung Kraftwerksprozesse [MSVT-2103.b]					0	2
Übung Kraftwerksprozesse [MSVT-2103.c]					0	1

**Modul: Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik [MSVT-2104]**

<b>MODUL TITEL: Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	2	2	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Thema</li> <li>• Wiederholung Messtechnisches Labor und Abgrenzung</li> <li>• Erläuterung der Vortragsthemen</li> <li>• Themenvergabe, Team-Bildung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trends in der Fluidmesstechnik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trends in der Feststoffmesstechnik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Praxisbeispiel</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung von Messdaten</li> <li>• Datenabgleich</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Praxisbeispiel</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreißer, Datenglättung</li> <li>• Varianz / Kovarianz</li> <li>• Fehlerverteilung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praxisbeispiel</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach der Teilnahme kennen die Studierenden die in der VT verfügbaren Messverfahren. Sie wissen, welche Methoden sich für welche Messaufgabe eignen. Die Vor- und Nachteile der Methoden sind ihnen bekannt, und sie können die mit Hilfe einer Methode gewonnenen Messdaten hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Verlässlichkeit bewerten.</li> <li>• Angesichts der Vielzahl von Kombinationen von Messaufgabe und -methode wird dieses Wissen nicht durch reines Auswendiglernen erworben. Vielmehr sind sich die Studierenden der physikalisch/chemischen Hintergründe der Messmethoden bewusst und können auf dieser Grundlage über die vorgestellten Beispiele hinaus extrapolieren und bewerten.</li> <li>• Das Seminar setzt auf den schon gelehrteten Inhalten der BSc-Veranstaltung "Messtechnisches Labor" auf.</li> <li>• Nach einführenden Vorlesungen bekommen die Studierenden einzeln oder in Teams ein oder zwei Themen, die sie als Vortrag vorbereiten. Nicht vergebene Themen werden von Assistenten vorgetragen. Die Themen stellen eine sinnvolle Zusammenstellung verschiedener Messmethoden oder Messaufgaben dar. Mögliche Themen sind:  Kalometrie, Kraftmessungen, Elektrische Messverfahren, Spektroskopie, Chromatographie, Bildgebende Verfahren, NMR, Röntgenverfahren, Messung typischer Prozessgrößen/Grundeinheiten, Charakterisierung poröser Feststoffe, Charakterisierung von Polymeren</li> <li>• Daneben sollen die Studierenden ausgewählte Messapparaturen live erleben und Messaufgaben damit lösen, und in der Vortragsvorbereitung Kontakt zu Assistenten aufnehmen, die einen Vertreter der jeweiligen Klasse durch ihre Arbeit kennen und dadurch einen tieferen Einblick ermöglichen (Vorteile, Probleme, praktische Hinweise, Einsatzgebiet etc).</li> <li>• Begleitend werden neue Trends in der Fluid- und Feststoffmesstechnik vorgestellt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der systematischen Bewertung von Messdaten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen die Literaturrecherche als Methode kennen und setzen sie zur Vortragsvorbereitung ein.</li> <li>• Die Studierenden üben sich im Vorbereiten und Halten eines fachlichen Vortrags und der anschließenden Diskussionsleitung.</li> <li>• Wird ein Vortrag im Team erarbeitet, lernen die Studierenden die Koordination der Arbeiten und das Zusammenführen zu einem gemeinsamen Ergebnis.</li> <li>• Durch den Kontakt zu Mitarbeitern der Lehrstühle und den Versuchsapparaturen werden persönliche Kontakte und Netzwerke geknüpft.</li> </ul>			



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnisches Labor o.ä.</li> </ul>	Ein oder zwei Referate		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik [MSVT-2104.a]		2	0
Seminar Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik [MSVT-2104.b]		0	2

**Modul: Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik [MSVT-2105]**

<b>MODUL TITEL: Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung, Versuchsplanung</li> <li>Übung: Bioreaktortechnik, kontinuierliche Fermentation und Modellierung</li> <li>Fermentercharakterisierung, Aufbau und Inbetriebnahme einer kontinuierlichen Kultur, Batch-Fermentation</li> <li>Gäransätze für Wein (Hefegärung) und Sake (Fed-batch-Oberflächenkultur)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übung: Biotransformation, Fed-batch-Fermentation, Amylase-Produktion</li> <li>Amylase - Screening aus Bodenproben</li> <li>Biotransformation von Steroiden mit <i>S. cerevisiae</i></li> <li>Sauerstoff- und Leistungseintrag im Schüttelkolben</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übung: Protokollerstellung, Weinherstellung, Sakeherstellung, Bilanzierung</li> <li>Fed-batch-Fermentation</li> <li>Analytik für Amylase Screening und Steroidbiotransformation</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übung: Oberflächenverfahren, Sterilisierung</li> <li>Bilanzierung, Versuchsende Wein, Sake und kontinuierliche Kultur</li> <li>Kolloquium, Protokolle, Versuchspräsentation, Abschlußklausur</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>das Praktikum findet als 4-wöchige Blockveranstaltung statt</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen, Batch, Fed-batch und kontinuierlichen Fermentationen, die dazugehörige Steriltechnik und Standardanalytik (pH, OD, BTM, pO<sub>2</sub>) kennen und können sie anwenden.</li> <li>Die Studierenden lernen wesentliche Biokatalysatoren: Amylase, Lipase, Ganzzellsysteme kennen und können sie anhand geeigneter Methoden, z.B. Aktivitätstests, Dünnschichtchromatographie, charakterisieren.</li> <li>Die Studierenden können chemisches Rechnen anwenden, sowie verstehen die Berechnungsverfahren für Sauerstofflöslichkeit und Sauerstofftransferrate wenden diese an.</li> <li>Die Studierenden lernen, nach gesuchten Enzymaktivitäten mit Selektionsagar zu screenen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Studierenden einer anderen Fachrichtung kennen und entwickeln ein Bewußtsein für Fachtermini und Stärken der jeweils anderen Ausbildungsrichtung.</li> <li>Die Studierenden können experimentelle Arbeiten planen und geeignete Versuchsprotokolle mündlich und schriftlich präsentieren.</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Mikrobiologie</li> <li>Reaktionstechnik</li> <li>Bioprozesskinetik</li> </ul>			<p>Eine schriftliche Prüfung</p>			

<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik [MSVT-2105.a]		4	0
Praktikum Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik [MSVT-2105.b]		0	3

**Modul: Produktaufarbeitung [MSVT-2106]**

<b>MODUL TITEL: Produktaufarbeitung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	3	2	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation</li> <li>• Allgemeine Einführung</li> <li>• Einführung in die Fallstudien</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudie - Grobreinigung</li> <li>• Zell Aufschluß</li> <li>• Flokulation</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrifugation</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtration</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expanded bed Adsorption</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expanded Bed Adsorption</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnet Separation</li> <li>• Wässrige Zwei-Phasen Systeme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromatographie</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromatographie</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudie pDNA</li> <li>• Fallstudie mAb</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudie pDNA</li> <li>• Fallstudie mAb</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusion body refolding</li> <li>• Löslichkeit</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozess Entwicklung - HTS</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die typischen Unit operations für Proteinaufreinigung und können diese auslegen.</li> <li>• Die Studierenden entwickeln ein Prozessverständnis für Proteinaufreinigungsverfahren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, für ein Protein in einem gegebenen Produktionssystem einen geeigneten Aufarbeitungsrouten vorzuschlagen und zu begründen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>	
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioprozesskinetik</li> <li>• Thermische Trennverfahren</li> </ul>		Eine schriftliche Prüfung	
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Produktaufarbeitung [MSVT-2106.a]		3	0
Vorlesung Produktaufarbeitung [MSVT-2106.b]		0	2

**Modul: Combustion Chemistry [MSVT-2111]**

<b>MODUL TITEL: Combustion Chemistry</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Reaction Kinetics</li> <li>• kinetic gas theory, chemical bonds, radicals and their stability</li> <li>• Information on mechanisms from macroscopic rates</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physicochemical fundamentals of combustion</li> <li>• Reaction pathways in combustion, high T hydrocarbon oxidation, examples</li> <li>• Accurate experiments: Current state of the H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> reaction kinetics (of H+O<sub>2</sub>+M up to 1000 bar )</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiments in Autoignition kinetics 1</li> <li>• Introduction to peroxy chemistry and its influence on engine types</li> <li>• Fundamentals of elementary kinetics in auto-ignition (Developing detailed models from fundamentals and limited experimental data)</li> <li>• Experimental methods to probe elementary reactions at each regime (single reaction, submechanisms, global models)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiments in Autoignition kinetics 2</li> <li>• Determining the rate coefficients of an 'nth' important reaction in a global model</li> <li>• Brief introduction to experimental methods and principles of spectroscopic techniques employed</li> <li>• Shock tube - Laser spectroscopy ( e.g. reactions of Alkyl + O<sub>2</sub> products (OH, HO<sub>2</sub> etc; RSFR+ O<sub>2</sub>)</li> <li>• Flow reactor- Laser spectroscopy/Mass-spectrometry</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The PES (Potential energy surface)</li> <li>• 'Types' of PES, visualisation, QM calculation</li> <li>• Activation energy and entropy</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partition function and its quantitative influence</li> <li>• Molecular vibrations, rotation &amp; translation</li> <li>• Effect on chemical equilibrium and on the transition state</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiments in Autoignition kinetics 3</li> </ul>			<p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding of theoretical and experimental methods to investigate chemical aspects of radical chain reactions which are the basis for combustion</li> <li>• Understanding of the relevance of these processes for technical processes &amp; areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) &amp; applications.</li> <li>• This knowledge will enable students to determine the chemical combustion properties of novel fuel components that are needed to model a combustion process</li> </ul> <p>Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• none</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapping the PES and determining rate constants at a 'sub-mechanism level' using experiments</li> <li>• Flow reactor - optical measurements/ laser spectroscopy; Time resolved Mass - Spectrometry (ALS-MBMS); TOF-MS</li> <li>• Global and comprehensive models -- experimental</li> <li>• Shock tube - ignition delays, TOF-MS, Emission measurements, GC-MS analysis etc.</li> <li>• Flames, jet stirred reactors, laminar flow reactors, engine experiments</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamics on the PES</li> <li>• Classical mechanical determination of paths and rates,</li> <li>• Tunneling, (variational)-TST, microcanonical treatment</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressure dependent reactions</li> <li>• Master Equation</li> <li>• RRKM</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental methods for elementary kinetics of soot formation 1</li> <li>• Molecular level (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub> and RSFR combination) kinetics</li> <li>• PAH level ( measurements of rates using LIF techniques)</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental methods for elementary kinetics of soot formation 2</li> <li>• Particle level (LII and RAYLIX measurements)</li> <li>• Experimental methods in NO<sub>x</sub> formation chemistry: N-ARAS &amp; CH+N<sub>2</sub> reaction ( experiments and theory- current state)</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Current applications and research needs/trends in Combustion chemistry</li> <li>• TMFB approach and strategy used in combustion chemistry modeling and experiments</li> <li>• Automatic model generation (Reaction Mechanism Generator, EXGAS)</li> <li>• Fundamentals of such methods ( Benson rules, group and bond additivity)</li> <li>• Model refinement using both experiments and theory (as per current status)</li> <li>• Future research needs and a general outlook (Grand Challenges of combustion in the 21st century)</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine mündliche Prüfung.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Combustion Chemistry [MSVT-2111.a]		4	0
Vorlesung Combustion Chemistry [MSVT-2111.b]		0	2
Übung Combustion Chemistry [MSVT-2111.c]		0	1

**Modul: Angewandte molekulare Katalyse [MSVT-2114]**

<b>MODUL TITEL: Angewandte molekulare Katalyse</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	3	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Gemeinsamkeiten und Unterschiede metallorganischer und enzymatischer Katalyse; Methoden der Katalysatorentwicklung (rational design, high throughput techniques, directed evolution); Implementierung molekularer Katalyse in unterschiedlichen Bereichen von Grundchemikalien zu Pharmazeutika; Industrielle asymmetrische Katalyse mit chemischen und biochemischen Methoden; Immobilisierung molekularer Katalysatoren; Ausgewählte Beispiele: z.B. Hydroformylierung, Carbonylierung, (asym.) Hydrierung, (asym.) Oxidation, Dimerisierung und Oligomerisierung von Olefinen, Olefinmetathese, C-C Verknüpfung, (dynamische) kinetische Racematspaltung, Methionin Synthese; aktuelle Trends, z.B. C-H Aktivierung, Kaskaden-Reaktionen, bio-metallorganische Hybridkatalysatoren.			Molekulares und reaktionstechnisches Verständnis der wichtigsten technischen Anwendungen der molekularen Katalyse; Kenntnis über Potenzial und Limitierung moderner katalytischer Methoden im industriellen Einsatz; Fähigkeit zur Beurteilung unterschiedlicher Ansätze und Verfahrensalternativen.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
keine			Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Angewandte molekulare Katalyse [MSVT-2114.a]				60	3	0
Vorlesung Angewandte molekulare Katalyse [MSVT-2114.b]					0	2
Übung Angewandte molekulare Katalyse [MSVT-2114.c]					0	1



**Modul: Fortgeschrittene Polymersynthese [MSVT-2115]**

<b>MODUL TITEL: Fortgeschrittene Polymersynthese</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	3	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Anionische Polymerisation, Ringöffnende Polymerisation, Copolymerisation, Oxazolinpolymerisation, Proteinanalytik, Metallocen-katalysierte Polymerisation			Die Studierenden sollen einen Einblick in moderne Syntheseverfahren für funktionelle Makromoleküle erhalten und die wichtigsten Methoden erlernen.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
			Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>				<b>Prüfungs- dauer (Mi- nuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Fortgeschrittene Polymersynthese [MSVT-2115.a]					3	0
Vorlesung Fortgeschrittene Polymersynthese [MSVT-2115.b]					0	2
Übung Fortgeschrittene Polymersynthese [MSVT-2115.c]					0	1

**Modul: Mehrphasenströmung [MSVT-2116]**

<b>MODUL TITEL: Mehrphasenströmung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	6	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungsvorgängen:</li> <li>• Erhaltungsgrößen</li> <li>• Transportansätze</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungsvorgängen:</li> <li>• Beschreibung mehrphasiger Strömungen (Kontinuumsansatz, kinetische Theorie)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Einzelpartikel</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln:</li> <li>• Formeinfluss, Schwarmverhalten, Wandeinfluss</li> <li>• Turbulenzeinfluss der kontinuierlichen Phase</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln in Kraftfeldern:</li> <li>• Schwerefeld</li> <li>• Elektrisches Feld (Beispiel: E-Abscheider)</li> <li>• Zentrifugalfeld</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Oberflächenspannung, Krümmungsdruck</li> <li>• Quasistatische Bildung von Blasen und Tropfen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Dynamische Bildung von Blasen und Tropfen</li> <li>• Zerstäubung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Blasen und Tropfen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von partikelbeladenen Strömungen:</li> <li>• Kontinuums-Ansatz , Euler-Euler-Ansatz</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von partikelbeladenen Strömungen:</li> <li>• Euler-Lagrange-Ansatz (Beispiel: Zyklon)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbelschichtsysteme:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Partikelschüttungen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In nahezu allen verfahrenstechnischen Apparaten spielen mehrphasige Strömungen eine große Rolle. Die Studierenden sind daher mit den Grundlagen der mathematischen Beschreibung von mehrphasigen, insbesondere Fluid-Partikel-Strömungen, vertraut. Sie sind in der Lage, mehrphasige Strömungssysteme zu klassifizieren sowie geeignete Modellvorstellungen hierfür auszuwählen und umzusetzen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen sowohl die ingenieurmäßige Beschreibung von Mehrphasenströmungen als auch die rigorose Modellierung, wie sie in kommerziellen numerischen Strömungssimulationswerkzeugen angewandt wird.</li> <li>• Die Studierenden sind mit den Auslegungsgrundlagen für wichtige verfahrenstechnische Apparate vertraut, in denen mehrphasige Strömungen auftreten (Zyklon, Wirbelschicht, pneumatischer und hydraulischer Transport).</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbelschichtsysteme:</li> <li>• Zustandsformen, Druckverlust</li> <li>• Lockerungsgeschwindigkeit, Betriebsgeschwindigkeit</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatischer und hydraulischer Transport:</li> <li>• Förderzustände, Druckverlust</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flüssig-Gas-Systeme:</li> <li>• Filmsysteme , Blasensysteme</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Behandlung von mehrphasigen Strömungen - Fallbeispiele</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Mehrphasenströmung [MSVT-2116.a]		6	0
Vorlesung Mehrphasenströmung [MSVT-2116.b]		0	2
Übung Mehrphasenströmung [MSVT-2116.c]		0	1

**Modul: Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117]**

<b>MODUL TITEL: Angewandte numerische Optimierung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	4	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition: Mathematische Optimierung</li> <li>• Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen</li> <li>• Beispiele für Optimierungsprobleme</li> <li>• Klassifizierung von Optimierungsproblemen</li> <li>• Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen 2: Gradient, Hessematrix, Konvexität</li> <li>• Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte Probleme</li> <li>• Lösungskonzepte für unbeschränkte Probleme: direkte, indirekte numerische Lösung, Prinzip des Line Search und der Trust Region</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung</li> <li>• Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren</li> <li>• Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren</li> <li>• Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate</li> <li>• Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme</li> <li>• Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung</li> <li>• Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Programmierung (LP):</li> <li>• Innere-Punkt-Methoden für LPs</li> <li>• Simplex-Verfahren für LPs</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadratische Programmierung (QP):</li> <li>• Lösung des KKT-Systems für QPs</li> <li>• Active-Set-Methode für QPs</li> <li>• Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen das Aufstellen von mathematischen Optimierungsproblemen mit Gütefunktion, Modell und Beschränkungen als Basis zur Lösung von beliebigen Problemen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Herleitung der Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Probleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Notwendigkeit einer numerischen Lösung für allgemeine mathematische Optimierungsprobleme verstanden und können die numerischen Grundkonzepte in eigenen Algorithmen implementieren.</li> <li>• Jeder Student hat die Klassifizierung von Optimierungsproblemen verstanden und kann beliebige Probleme in die entsprechende Klasse einordnen. Ferner hat jeder Student das Wissen, welche numerische Methode er zur Lösung eines solchen Problems benötigt.</li> <li>• Jeder Student hat die Optimierungsmethode exemplarisch an Aufgabestellung aus dem Maschinenbau/der Verfahrenstechnik angewandt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Student erlernt die Fähigkeit zur Teamarbeit bei Programmieraufgaben durch Kleingruppenübungen mit dem Programm Matlab (Teamarbeit).</li> <li>• Die Studierenden werden durch die Hausarbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eine konkrete Lösung zu erarbeiten (Methodenkompetenz).</li> </ul>			

<p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methode der Projizierten-Gradienten für QPs</li> <li>• Innere-Punkt-Methoden für QPs</li> <li>• Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP):</li> <li>• Strafterm-Methoden für NLPs</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Log-Barrier Methode für NLPs</li> <li>• Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs</li> <li>• SQP-Verfahren: Line-Search SQP</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Optimierungsprobleme:</li> <li>• Schichtkristallisator</li> <li>• Destillationskolonne</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung:</li> <li>• Branch and Bound</li> <li>• Outer-Approximation</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die dynamische Optimierung:</li> <li>• Optimalitätsbedingungen</li> <li>• Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung</li> <li>• Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren</li> <li>• Herleitung der Sensitivitätsgleichungen</li> <li>• Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme</li> <li>• Kurzeinführung in die Zustandsschätzung</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung</li> <li>• 3 Programmierübungen</li> </ul>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117.a]		4	0
Vorlesung Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117.b]		0	2
Übung Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117.c]		0	2

**Modul: Industrielle Umwelttechnik [MSVT-2119]**

<b>MODUL TITEL: Industrielle Umwelttechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	5	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die industrielle Umwelttechnik</li> <li>• Problemstellung</li> <li>• Ziele</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der industriellen Umwelttechnik</li> <li>• Historische Entwicklung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Umweltrechtes</li> <li>• Emissions-/Immissionsschutz</li> <li>• Wasserrecht</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadwirkungen</li> <li>• Umwelttoxikologie</li> <li>• Gewerbetoxikologie</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertungsverfahren</li> <li>• Risiko-Analysen, Umweltgefährdungspotentiale und</li> <li>• Life-Cycle-Analysen von Produkten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm</li> <li>• Gefährdungspotential</li> <li>• Minderungsmaßnahmen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feste Abfälle:</li> <li>• Entsorgung und</li> <li>• Recycling</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staub</li> <li>• Emissionen</li> <li>• Schadwirkungen</li> <li>• Staubabscheidung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gase und Dämpfe</li> <li>• Emissionen</li> <li>• Abluftreinigungsverfahren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Verfahren und Oxidationsverfahren der Abwasserreinigung</li> <li>• Grundlagen</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den wesentlichen Quellen industrieller Emissionen vertraut. Sie können typische industrielle Abwasser- und Abgaszusammensetzungen bewerten und kennen die entsprechenden Nachweismethoden. Außerdem sind ihnen die wichtigsten rechtlichen Grundlagen des Emissions- bzw. Immissionsschutzrechtes bekannt. Über Bewertungsmethoden können Sie Umwelt Risiken von Produkten oder deren Produktionsprozessen erfassen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen der wesentlichen Verfahren der industriellen Abwasser- und Abgasreinigung. Anhand zahlreicher Beispiele erlangen die Studierenden einen Einblick in praxisnahe Fragestellungen des industriellen Umweltschutzes. Dabei lernen sie sowohl die Vor- und Nachteile der end-of-pipe-Technologien als auch die Grundlagen des produktionsintegrierten Umweltschutzes kennen. Durch einfache Auslegungsrechnungen erhalten die Studierenden einen Einblick in die Dimensionen der Anlagen des industriellen Umweltschutzes.</li> <li>• Bei einer fachbezogenen Exkursion lernen die Studierenden ein Anwendungsbeispiel vor Ort kennen. Durch Diskussion mit den Anlagenbetreibern können praktische Fragestellungen erörtert werden, die in der Vorlesung nicht explizit behandelt wurden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Erarbeitung und Präsentation eines fachbezogenen Themas werden die Studierenden zu Selbstständigkeit und Eigeninitiative angehalten. Sie stärken ihre Präsentationsfähigkeiten und erlernen die effektive Nutzung moderner Recherchewerkzeuge.</li> </ul>			

<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemisch-physikalische und biologische Verfahren zur Abwasserreinigung</li> <li>• Grundlagen</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsintegrierter Umweltschutz I</li> <li>• Grundlagen, Methodik</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsintegrierter Umweltschutz II</li> <li>• Anwendungen auf konkrete Fälle</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Punkte, Diskussion</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Präsentation,</li> <li>• eine mündliche Prüfung optional</li> </ul>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Industrielle Umwelttechnik [MSVT-2119.a]		5	0
Vorlesung Industrielle Umwelttechnik [MSVT-2119.b]		0	2
Übung Industrielle Umwelttechnik [MSVT-2119.c]		0	1

**Modul: Membranverfahren [MSVT-2120]**

<b>MODUL TITEL: Membranverfahren</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	4	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Membranverfahren</li> <li>• Triebkräfte</li> <li>• Transportwiderstände</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen</li> <li>• organischer und</li> <li>• anorganischer Membranen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des Stofftransportes in Membranen</li> <li>• Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen</li> <li>• Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulkonstruktionen</li> <li>• Anforderungen an Modulkonstruktion</li> <li>• Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffaustausch an Membranen</li> <li>• Triebkraftmindernde Effekte</li> <li>• Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen</li> <li>• Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moduloptimierung</li> <li>• Strömungsführung im Modul</li> <li>• Definition einer Optimierungszielfunktion</li> <li>• Beispiele</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenentwurf</li> <li>• Modulanordnung</li> <li>• Investitions-, laufende und spezifische Kosten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultra- und Mikrofiltration</li> <li>• Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen</li> <li>• Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO)</li> <li>• Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck</li> <li>• Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut.</li> <li>• Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen.</li> <li>• Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandten Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können.</li> <li>• Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.</li> </ul>			



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanofiltration (NF)</li> <li>• Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten</li> <li>• Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt</li> <li>• Vergleich NF / RO</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pervaporation / Dampfermeation</li> <li>• Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter</li> <li>• Verfahrensauslegung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodialyse (ED)</li> <li>• Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen</li> <li>• Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaspermeation</li> <li>• Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrankontaktoren</li> <li>• Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung</li> <li>• Anwendungen und Ausblick</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation und Optimierung mit ASPEN+</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englische Fremdsprachenkenntnisse</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Membranverfahren [MSVT-2120.a]		4	0
Vorlesung Membranverfahren [MSVT-2120.b]		0	2
Übung Membranverfahren [MSVT-2120.c]		0	2

**Modul: Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik [MSVT-2121]**

<b>MODUL TITEL: Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	4	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Themengebiet durch die Lehrenden</li> <li>• Einarbeitung und Literaturrecherche</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptvergleich und Auswahl des grundlegenden Prozesses</li> <li>• Präsentation und Bericht über Konzeptauswahl</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich von Prozessvarianten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründete Entscheidung über die Wahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich der verwendeten Einzelapparate</li> <li>• Präsentation und Bericht über die Auswahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung in die Simulationssoftware</li> <li>• Präsentationstraining</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung der Einzelapparate mittels der Simulationssoftware</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Bericht über die Auslegung der Einzelapparate</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopplung der Einzelapparate zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameterstudien zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellungsplanung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Gesamtprozessberechnungen</li> <li>• Untersuchungen zur Prozesssteuerung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen aktuelle Trends in der verfahrenstechnischen Forschung und Industrie und verstehen technische wie auch wirtschaftliche Hintergründe.</li> <li>• Den Studierenden sind die Grundlagen der Prozessmodellierung und -simulation bekannt und sie können Auslegungsberechnungen für verfahrenstechnische Prozesse wie auch für einzelne Apparate durchführen.</li> <li>• Verfahrensauswahl und Auslegung von verschiedensten Einzelapparaten aus dem Bereich der Mechanischen und Chemischen Verfahrenstechnik sind den Studierenden bekannt.</li> <li>• Die grundlegende Herangehensweise für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und deren Bewertung ist den Studierenden geläufig.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind durch das weitgehend selbstständige Arbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsansätze zu erarbeiten und Entscheidungen hinsichtlich Verfahrensauswahl zu treffen.</li> <li>• Durch vorgegebene Zeitrahmen für Teilaufgaben wird industrienahes Arbeiten simuliert und die Studierenden darauf vorbereitet. Dies fördert die selbstständige Organisation und Zeiteinteilung (Projektmanagement).</li> <li>• Ferner erfordert die Bearbeitung eines komplexen Gesamtthemas als Gruppe einen ständigen Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern, so dass Kommunikationsfähigkeit und kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> <li>• Im Rahmen der regelmäßigen Übungen werden von den Studierenden Arbeitsergebnisse in Form von Vorträgen und in Zwischenberichten vorgestellt. Diese werden sowohl inhaltlich als auch vom Präsentationsstil beurteilt und verbessert. Die Studierenden sind daher in der Lage, ihre Ergebnisse in wissenschaftlichen Texten und Vorträgen zu präsentieren.</li> </ul>			

14 • Wirtschaftlichkeitsberechnungen • Wirtschaftlicher Vergleich zu bestehenden Verfahren  15 • Abschlussvortrag und Bericht			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Ein Abschlussvortrag und –bericht		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik [MSVT-2121.a]		4	0
Vorlesung Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik [MSVT-2121.b]		0	2
Übung Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik [MSVT-2121.c]		0	2

**Modul: Grundlagen der Luftreinhaltung [MSVT-2122]**

<b>MODUL TITEL: Grundlagen der Luftreinhaltung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsdefinition - Schadstoffe:</li> <li>• Wirkung von Schadstoffen auf Mensch und Umwelt</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung von Schadstoffen:</li> <li>• Verbrennungsprozesse</li> <li>• Weitere technische Prozesse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Schadstoffemissionen:</li> <li>• Messprinzipien und -verfahren für Stäube und Schadgase</li> <li>• Kontinuierliche und diskontinuierliche Messverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primärmaßnahmen zur Luftreinhaltung:</li> <li>• Emissionsarme Produktionsverfahren und Brennstoffe</li> <li>• Reduzierung des Primärenergiebedarfs, Prozessoptimierung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staubabscheidung, Grundlagen:</li> <li>• Charakterisierung von Stäuben, Korngrößenverteilungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staubabscheidung, Prinzip:</li> <li>• Aerodynamisches Verhalten von Staubpartikeln</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparate zur Staubabscheidung:</li> <li>• Massenkraftabscheider, Elektrische Abscheider</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparate zur Staubabscheidung:</li> <li>• Filternde Abscheider, Nassabscheider</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadgasabscheidung, Waschverfahren:</li> <li>• Absorption, Grundlagen</li> <li>• Bauarten von Absorbieren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadgasabscheidung, Waschverfahren:</li> <li>• Auslegung</li> <li>• Waschmittel</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadgasabscheidung, Halbtrockene Verfahren:</li> <li>• Grundlagen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Luftschadstoffe aus technischen Prozessen und deren Auswirkung auf die Umwelt. Sie sind selbständig in der Lage, für eine beliebige Abgasbehandlungsaufgabe in einem industriellen Prozess die notwendigen prinzipiellen Schritte auszuwählen und sinnvoll miteinander zu verschalten.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Auslegungsgrundlagen sowohl der Apparate zur Abscheidung von Stäuben und anderen festen Verunreinigungen als auch der Prozesse zur Abtrennung von Schadgasen (z.B. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>).</li> <li>• Neben den oben genannten Sekundärmaßnahmen gehören auch prozesstechnische Maßnahmen zur Minimierung der Schadstoffemissionen (Primärmaßnahmen) zum Wissen der Studierenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadgasabscheidung, Trockene Verfahren:</li> <li>• Adsorption, Grundlagen</li> <li>• Wahl des Adsorbens</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abtrennung von Stickoxiden:</li> <li>• Selektive Nicht-Katalytische Reduktion (SNCR)</li> <li>• Selektive Katalytische Reduktion (SCR)</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranverfahren:</li> <li>• Biologische Gasreinigung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschaltungskonzepte von Gasreinigungssystemen:</li> <li>• Industrielle Anwendungsbeispiele</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Grundlagen der Luftreinhaltung [MSVT-2122.a]		4	0
Vorlesung Grundlagen der Luftreinhaltung [MSVT-2122.b]		0	2
Übung Grundlagen der Luftreinhaltung [MSVT-2122.c]		0	1

**Modul: Anlagenweite Regelung [MSVT-2124]**

<b>MODUL TITEL: Anlagenweite Regelung</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	4	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in das Thema der anlagenweiten Regelung</li> <li>Wiederholung graphischer Symbole und Kennbuchstaben der EMSR-Technik, um die Regelstrukturen verstehen zu können.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der wichtigsten Prozessgrößen, deren Klassifikation und Auswahl</li> <li>Einführung der Freiheitsgradanalyse, teilweise Wiederholung und Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik</li> <li>Einführung in die Software Matlab, die als Standard-Software zur Lösung relevanter Fragen im Bereich anlagenweite Regelung verwandt wird</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung von Mehrgrößenregelung, als Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik</li> <li>Diskussion von Regelkreisstrukturen, die häufige Anwendung in Theorie und Praxis erhalten</li> <li>Einführung des Tennessee Eastman Prozesses, als Standardbeispiel für anlagenweite Regelung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung und Erweiterung der Systemdarstellungen, die für die anlagenweite Regelung benötigt werden</li> <li>Die Hauptregelaufgaben der Prozesse werden herausgearbeitet Lerneinheiten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systemdarstellung bzw. die Einführung der zwei möglichen Verhalten von Systemen</li> <li>Analyse des stationären Verhaltens von Prozessen als Standardfall</li> <li>Freiheitsgradanalyse und Regelparametrierung als Methoden in der industriellen Praxis</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des dynamischen Verhaltens von Prozessen</li> <li>Aufzeigen dieser Systemeigenschaften</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilität und Richtungsabhängigkeit von Mehrgrößensystemen als wichtige Anforderung an anlagenweite Regelung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dezidierte Betrachtung der Eigenschaften von Mehrgrößensystemen mit zentraler Regelung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind mit dem allgemeinen Aufgabengebiet der Prozessführung vertraut. Ihnen wird die Problematik dargestellt, die auftritt, wenn mehrere Apparate in einer Anlage mit einer komplexen Regelstruktur betrieben werden.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Mehrgrößenregelsysteme und spezielle Regelkreisstrukturen.</li> <li>Die Studierenden verstehen die beiden gängigen Systemdarstellungen des Zustandsraums und des Frequenzbereichs.</li> <li>Sie können das Verhalten von stationären und dynamischen Systemen analysieren.</li> <li>Die Studierenden können ein System mittels der Kriterien Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Stabilität charakterisieren.</li> <li>Sie kennen die Unterschiede und die Vor- bzw. Nachteile zwischen einer zentralen und einer dezentralen Regelung.</li> <li>Die Studierenden kennen verschiedene Ansätze, um eine anlagenweite Regelung zu erstellen.</li> <li>Die Studierenden lernen den Umgang mit Matlab.</li> <li>Im Verlauf der Laborübung regeln die Studierenden eine Technikumskolonne und verstehen die Bedeutung der Prozessführung in der Praxis.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden halten jeweils ein Referat über eine Publikation aus dem Themenbereich der anlagenweiten Regelung.</li> <li>Sie werden während der Übungseinheiten mit der simulationsgestützten Analyse von dynamischen Systemen vertraut.</li> </ul>			

<p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei zentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei dezentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenführung aller vorhergehend eingeführten Methoden zur anlagenweiten Regelung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung der Besonderheiten bei dezentraler Regelung: Paarung von Stell- und Regelgrößen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammentragen der erlernten Erkenntnisse und praktische Umsetzung des Erlernten bei der Regelung einer realen Technikumskolonne</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Als weiterführendes Thema: Einführung in lineare modellprädiktive Regelung</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung</li> <li>• Ein Referat</li> </ul>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Anlagenweite Regelung [MSVT-2124.a]		4	0
Vorlesung Anlagenweite Regelung [MSVT-2124.b]		0	2
Übung Anlagenweite Regelung [MSVT-2124.c]		0	2

**Modul: Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren [MSVT-2126]**

<b>MODUL TITEL: Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktive Trennverfahren</li> <li>• Reaktivrektifikation</li> <li>• Reaktivextraktion</li> <li>• weitere Reaktivverfahren</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Azeotrop -und Extraktivrektifikation</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensivierung von Trennverfahren</li> <li>• Einleitung</li> <li>• Trennwandkolonnen</li> <li>• Trennmaschinen</li> <li>• Simulated-Moving-Bed Chromatographie</li> <li>• Dispersionstrennung mit Einbauten</li> <li>• Mini -und Mikroplant Technik</li> </ul> <p>In diesen Bereichen werden sowohl die Grundlagen und Bauformen als auch Methoden zur Verfahrensauslegung vorgestellt und diskutiert. Die Studierenden erhalten dabei die Möglichkeit einzelne Themen selbstständig vorzubereiten und seminaristisch zu präsentieren.</p>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Intensivierung von Trennverfahren durch überlagerte Reaktion und durch geeignete apparative Gestaltung.</li> <li>• Die Studierenden kennen Methoden zur Rektifikation von Azeotropen.</li> <li>• Die Studierenden können Rektifikationskolonnen von Mehrstoffgemischen auslegen.</li> <li>• Die Studierenden können neue Trenntechniken, mit denen sie konfrontiert werden, bewerten und sowohl Vorteile als auch Einschränkungen in der Anwendung beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation von Vorlesungsinhalten</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Trennverfahren</li> </ul>			<p>Eine mündliche Prüfung</p>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>			
Prüfung Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren [MSVT-2126.a]		4	0			
Vorlesung Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren [MSVT-2126.b]		0	2			
Übung Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren [MSVT-2126.c]		0	1			



**Modul: Kolloidchemie [MSVT-2128]**

<b>MODUL TITEL: Kolloidchemie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch / Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Gesamtübersicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung kolloidaler Systeme</li> <li>Theorien zur Stabilität von Dispersionen und Emulsionen: DLVO Theorie, sterische Stabilisierung,</li> <li>Depletion-Wechselwirkung,</li> <li>Assoziationskolloide,</li> <li>Phasendiagramme,</li> <li>Stabilität und Flockung kolloidaler Dispersionen</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen moderne Vorstellungen über die Stabilität von Dispersionen, Emulsionen und Polymerlösungen.</li> <li>Sie verstehen den Einfluss chemischer (pH-Wert, Salzgehalt, Zusatz organischer Stoffe) und physikalischer Größen (Konzentration, Temperatur, Teilchenform) auf die Stabilität kolloidaler Systeme und sind in der Lage, kolloidchemische Messungen zu interpretieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
			Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>			
Prüfung Kolloidchemie [MSVT-2128.a]		4	0			
Vorlesung Kolloidchemie [MSVT-2128.b]		0	2			
Übung Kolloidchemie [MSVT-2128.c]		0	1			

**Modul: Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I [MSVT-2131]**

<b>MODUL TITEL: Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	3	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgleichgewicht:</li> <li>• A1 Schätzung eines Löslichkeitsprodukts</li> <li>• Einflüsse auf Reaktionsgleichgewichte am Beispiel des Löslichkeitsprodukts eines schwerlöslichen Salzes</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure/Base-Titration (starke Säure/Base)</li> <li>• T1/2 Alkalimetrie: Schwefelsäure (Starke Säure) oder Acidimetrie: Natronlauge (Starke Base)</li> <li>• Vertiefung des Themengebietes Säuren und Basen, Puffersysteme und pHWert</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure/Base-Titration (schwache Säure/Base)</li> <li>• T3/4 Alkalimetrie: Essigsäure (Schwache Säure) oder Acidimetrie: Hydrogencarbonat (Schwache Base)</li> <li>• Vertiefung des Themengebietes Säuren und Basen, Puffersysteme und pHWert</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytischer Einsatz eines Ionentauschers</li> <li>• T5 Titrimetrische Bestimmung von Nitrat mittels eines Kationentauschers</li> <li>• Einsatz und Verwendung von Ionentauschern</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redox-/ Fällungtitration:</li> <li>• T13 Iodometrie: Kupfer(II)-Ionen (Rücktitration)</li> <li>• Vertiefung von Redoxreaktionen am Beispiel der iodometrischen Titration von Kupfer</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplextometrische Titration:</li> <li>• T7 Chelatometrie: Calcium-Ionen mit EDTA</li> <li>• Vertiefung des Themengebiets Metallkomplexe</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytische Methoden:</li> <li>• A2 Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF): Zerstörungsfreie Bestimmung der Zusammensetzung einer Feststoffprobe</li> <li>• Einsatz einer modernen Analysenmethode an z.B. Legierungen mit selbstständiger Auswertung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen den Umgang mit den üblichen Laborgeräten und Chemikalien</li> <li>• Sie verfügen über Kenntnisse über den Gefahr - und Umweltschutz sowie das exakte analytische Arbeiten unter besonderer Berücksichtigung der Genauigkeit der Versuche (Signifikanz und Fehlerrechnung).</li> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Phänomene und den Verlauf einfacher Experimente beschreiben.</li> <li>• Einsatz moderner Analytikmethoden (XRF)</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beweisen ihre Befähigung zur Teamarbeit durch intensive Zusammenarbeit bei den Versuchen.</li> <li>• Durchführung einzelner Versuche in Kleingruppen zu 2 bzw. 3 Studierenden</li> </ul>			

<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Chemie (für Maschinenbauer)		Versuchsprotokolle		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>				
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I [MSVT-2131.a]		3	3	

**Modul: Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie [MSVT-2133]**

<b>MODUL TITEL: Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	3	2	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Begriffe, Definitionen, Geschichte</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung von Schadstoffen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltmedien: Boden, Wasser, Luft</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltrelevante organische Fremdstoffe</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltrelevante anorganische Schadstoffe</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abiotische Transformationsprozesse</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltanalytik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bioverfügbarkeit, Aufnahme von Schadstoffen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Toxikokinetik, Bioakkumulation</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Akute Toxizität</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biotische Transformationsprozesse</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanismus spezifische Toxizität</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Indirekte Effekte auf Ökosysteme; Risikoanalyse und -bewertung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Profil Institut für Umweltforschung</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden haben Kenntnisse und Methodenwissen, um Umweltchemikalien in verschiedenen Matrices und deren ökotoxische Effekte auf Organismen, Populationen und Ökosysteme zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>Insbesondere kennen sie den 'Boden' als komplexes Ökosystem und haben Einblicke in die vielfältigen biotischen und abiotischen Wechselwirkungen gewonnen.</li> <li>Außerdem kennen die Studierenden wichtige Methoden der Umweltanalytik und des Biotesting.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>			

<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie für Verfahrenstechniker</li> <li>• Chemisches Praktikum</li> <li>• Vorlesung Ökologie</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie [MSVT-2133.a]		3	0
Vorlesung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie [MSVT-2133.b]		0	2

**Modul: Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSVT-2135]**

<b>MODUL TITEL: Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	5	4	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Brennstoffzellentechnik</li> <li>• Brennstoffzellen in der Energietechnik</li> <li>• Funktionsprinzip von Brennstoffzellen</li> <li>• Einteilung der Brennstoffzellentypen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalisch-chemische Grundlagen I</li> <li>• Zellreaktionen und Elektrodenprozesse</li> <li>• Thermodynamik der Brennstoffzellen</li> <li>• Kinetik der Elektrodenprozesse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalisch-chemische Grundlagen II</li> <li>• Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen</li> <li>• Leitfähigkeitsmechanismen</li> <li>• Elektrochemische Meßverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Grundlagen I</li> <li>• Wirkungsgrad</li> <li>• Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge</li> <li>• Stofftransport in Brennstoffzellen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Grundlagen II</li> <li>• Wärmetransport in Brennstoffzellen</li> <li>• Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie</li> <li>• Regelung des Stofftransports</li> <li>• Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellensysteme I</li> <li>• Brenngasversorgung</li> <li>• Entschwefelung</li> <li>• Reformierung</li> <li>• Brenngasreinigung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellensysteme II</li> <li>• Sauerstoffversorgung</li> <li>• Verfahrenstechnische Komponenten</li> <li>• Reglerkonzepte</li> <li>• Stromwandlungsmethoden</li> <li>• Gesamtsysteme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Brennstoffzellentypen I</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die fachlichen Grundlagen der Brennstoffzellentechnik, insbesondere die zugrundeliegende Elektrochemie</li> <li>• Die Studierenden wenden maschinenbauliche Grundlagen auf die Brennstoffzellentechnik an</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der Prozesse in BZ-Systemen und können die Systeme berechnen und auslegen</li> <li>• Die Studierenden wenden die gelegten Grundlagen anhand der vorherrschenden BZ-Systeme an</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den werkstofflichen Aufbau der vorherrschenden BZ-Systeme</li> <li>• Die Studierenden können die Eignung der verschiedenen Energieträger für Brennstoffzellen beurteilen</li> <li>• Die Studierenden können aufgrund der gewonnenen Übersicht über die verschiedenen Anwendungen diese in der fachlichen Diskussion vertreten</li> <li>• Die Studierenden kennen die wirtschaftlichen Aspekte der BZ-Technik</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden durch die Übung in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und mit Hilfe relevanter Kriterien zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> <li>• Im Rahmen von Laborübungen werden in Kleingruppen unter wissenschaftlicher Anleitung praktische Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten durchgeführt und gemeinsam ausgewertet und vorgestellt (Teamarbeit, Präsentation)</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle</li> <li>• Direkt-Methanol-Brennstoffzelle</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Brennstoffzellentypen II</li> <li>• SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)</li> <li>• MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieträger für Brennstoffzellen I</li> <li>• Wasserstoff und dessen Herstellung</li> <li>• Wasserstoffspeicherung</li> <li>• Kohlenwasserstoffe</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieträger für Brennstoffzellen II</li> <li>• Alkohole (Methanol und Ethanol)</li> <li>• Energieketten</li> <li>• Biomasse</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellenanwendungen I</li> <li>• Stationäre Anwendungen</li> <li>• Fahrzeuganwendungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellenanwendungen II</li> <li>• Portable Anwendungen</li> <li>• Markteintritt</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftliche Aspekte</li> <li>• Kostenstrukturen von Brennstoffzellensystemen</li> <li>• Bewertung der Kosten neuer Technologien</li> <li>• Kundenrelevanz technischer Aspekte von Brennstoffzellensystemen</li> <li>• Grundlagen der Kostenabschätzung über Lernkurven</li> <li>• Lernkurven ausgewählter Systeme zur Stromerzeugung</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung</li> </ul>	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSVT-2135.a]		5	0
Vorlesung Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSVT-2135.b]		0	2
Übung Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSVT-2135.c]		0	2

**Modul: Medizinische Verfahrenstechnik [MSVT-2139]**

<b>MODUL TITEL: Medizinische Verfahrenstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartmentmethoden</li> <li>• Begrifflichkeiten der medizinischen Verfahrenstechnik und Abgrenzung von benachbarten Gebieten</li> <li>• Anwendungsbeispiele des verfahrenstechnischen Grundwissens in physiologischen Bereichen, z.B. Strömungsmechanik in der Entwicklung einer Blutpumpe</li> <li>• Der Mensch als verfahrenstechnische Anlage</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik</li> <li>• Diagnostische und therapeutische Hilfsmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik</li> <li>• Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion und Zusammensetzung des Blutes</li> <li>• Fließeigenschaften (Rheologie) und mechanische Stabilität des Blutes als Grundlage für die Berechnung und Auslegung von Geräten, in denen das Blut mechanisch beansprucht wird, z.B. in Blutpumpen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikro-zirkulation</li> <li>• Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes</li> <li>• Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin</li> <li>• Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie</li> <li>• Auftrennungsmethoden für Blutplasma</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Kenntnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion</li> <li>• Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Vorlesung werden ausgewählte, verfahrenstechnisch interessante Inhalte aus der Pharma- und Medizintechnik behandelt. Dadurch sind die Studierenden mit interdisziplinären Aspekten der Verfahrens- und Medizintechnik vertraut.</li> <li>• Sie können verfahrenstechnische Kenntnisse aus Strömungsmechanik sowie dem Stoffund Wärmetransport im Bereich der Medizintechnik anwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben Verständnis für das Blutverhalten und die Funktionsweise der menschlichen Organe im Hinblick auf die Verfahrenstechnik entwickelt.</li> <li>• Dadurch sind sie in der Lage, Probleme bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Apparate für medizinische Anwendung zu lösen (z.B. künstliche Organe oder Apparate für die Blutfraktionierung).</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			



<p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nierenerkrankungen</li> <li>• Künstliche Niere</li> <li>• Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lunge: Atmungsweg und Atmungsorgane</li> <li>• Mechanismen des Stoffaustausches der Atemgase</li> <li>• Funktionsstörungen der Lunge</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der künstlichen Beatmung</li> <li>• Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Lunge: Oxygenator</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion des Herzens und der Herzklappen</li> <li>• Gefäßsystem und Blutkreislauf</li> <li>• Technik der Blutpumpe: Das künstliche Herz</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderung an die Wasserqualität für medizinische und pharmazeutische Zwecke</li> <li>• Technik der Reinstwassererzeugung für medizinische und pharmazeutische Zwecke</li> <li>• Sterilisationsverfahren in der Pharma- und Medizintechnik</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartmentmethoden</li> <li>• Medikamentenentwicklung, Kinetik der Wirkstoffabgabe</li> <li>• Zusammenhang Wirkstoff - Wirkort - Elimination des Wirkstoffs</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien in der Medizintechnik:</li> <li>• z.B. künstliche Leber</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Medizinische Verfahrenstechnik [MSVT-2139.a]		4	0
Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik [MSVT-2139.b]		0	2
Übung Medizinische Verfahrenstechnik [MSVT-2139.c]		0	1

**Modul: Enzymprozesstechnik [MSVT-2142]**

<b>MODUL TITEL: Enzymprozesstechnik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Enzymprozesstechnik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biokatalysatoren und ihr Aufbau</li> <li>Traumreaktionen</li> <li>Biomimetische Katalysatoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ziele und Begrenzungen enzymkatalysierter Reaktionen</li> <li>Übung 1</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Homogene Enzymkatalyse</li> <li>Michaelis-Menten-Kinetik</li> <li>Übung 2</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Komplexe Enzymkinetiken</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetische Razematspaltung</li> <li>Kinetisch kontrollierte Synthese</li> <li>Übung 3</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lagerstabilität und Betriebsstabilität</li> <li>Übung 4</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Heterogene Enzymkatalyse</li> <li>Immobilisierung von Enzymen</li> <li>Reaktions-Diffusions-Systeme</li> <li>Übung 5</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enzymreaktoren für homogene und heterogene Reaktionen</li> <li>Übung 6</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konventionelle und unkonventionelle Reaktionsmedien</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessintegration</li> <li>Übung 7</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enzymprozessentwicklung</li> <li>Fallstudie</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden einen Überblick über die Elemente der Enzymprozesstechnik (Biokatalysatoren, Reaktanden, Prozesse) erhalten</li> <li>Die Studierenden werden Informationen über Enzyme recherchieren oder geeignete Experimente vorschlagen können</li> <li>Die Studierenden werden aus Informationen über Enzymprozesse geeignete Modelle herleiten und anhand dieser Modelle experimentelle Ergebnisse analysieren können</li> <li>Die Studierenden werden Enzymreaktoren berechnen und auslegen können</li> <li>Die Studierenden werden Reaktorkonzepte vorschlagen und beurteilen können.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>			

<p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzzellbiotransformationen</li> <li>• Zellfreie Synthese</li> <li>• Synthetische Biologie</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudie</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englischkenntnisse (Die Vorlesungsunterlagen sind in englischer Sprache gehalten)</li> </ul>	Eine schriftliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Enzymprozesstechnik [MSVT-2142.a]		4	0
Vorlesung Enzymprozesstechnik [MSVT-2142.b]		0	2
Übung Enzymprozesstechnik [MSVT-2142.c]		0	1

**Modul: Angewandte molekulare Thermodynamik [MSVT-2143]**

<b>MODUL TITEL: Angewandte molekulare Thermodynamik</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kreditpunkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
2	1	4	3	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations</li> <li>• Classical Thermodynamics</li> <li>• Statistical Mechanics</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical Mechanics</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical Electrostatics</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum Mechanics</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer Simulation</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Ideal Gas</li> <li>• Definition and Significance</li> <li>• The Canonical Partition Function</li> <li>• Factorization of the Molecular Partition Function</li> <li>• The Equation of State</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mixing Properties</li> <li>• Individual Contributions</li> <li>• Equilibrium Constant</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excess Function Models</li> <li>• General Properties</li> <li>• Intermolecular Potential Energy</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple Model Molecules</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complex Model Molecules</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equation of State Models</li> <li>• General Properties</li> <li>• Intermolecular Potential Energy</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung von Grundlagen aus den Fachgebieten klassische, statistische und Quantenmechanik sowie Elektrodynamik, die Anwendungen im Bereich der molekularen Thermodynamik haben.</li> <li>• Auf dieser breiten Grundlage wird ein umfassendes Rahmenwerk zur Ableitung von Erkenntnissen über das Verhalten fluider Systeme formuliert.</li> <li>• Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

13 • The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models			
14 • Perturbation Models			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
	Eine mündliche Prüfung		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSVT-2143.a]		4	0
Vorlesung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSVT-2143.b]		0	2
Übung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSVT-2143.c]		0	1

**Modul: Masterarbeit [MSVT-9999]**

<b>MODUL TITEL: Masterarbeit</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachse- mester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Kredit- punkte</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus Start</b>	<b>Sprache</b>
3	1	30	0	jedes Se- mester	SS 2012	

## Anlage 2 Studienverlaufsplan

	Modulverantwortliche	Modul	Σ LP	V	Ü/L	Σ SWS	Sommer / Winter
Übergreifender Pflichtbereich	Büchs	Bioprozesskinetik	6	2	1	3	w
	Melin	Chemische Verfahrenstechnik	6	2	1	3	s
	Modigell	Mechanische Verfahrenstechnik	6	2	1	3	s
	Marquardt	Modellierung technischer Systeme	6	2	1	3	s
	Pfennig	Themische Trennverfahren	6	2	1	3	w
	Büchs, Marquardt, Melin, Modigell, Pfennig	Verfahrenstechnisches Seminar	4	0	2	2	w
	Büchs, Marquardt, Melin, Modigell, Pfennig	Verfahrenstechnische Projektarbeit	8	0	6	6	w
		Wahlpflichtfächer gemäß Katalog	12 bis 14				sw
		Wahlpflichtfach (mathematisch/naturwissenschaftlich/technisch) aus dem gesamten Angebot der RWTH	4 bis 6				sw
		Masterarbeit	30			22 Wochen	s
Übergreifender Wahlpflichtbereich	Abel	Höhere Regelungstechnik	5	2	2	4	s
	Abel	Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung	6	2	1	3	s
	Bardow	Angewandte molekulare Thermodynamik	4	2	1	3	w
	Leonhard	Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	4	2	1	3	s
	Bardow	Energiesystemtechnik	5	2	1	3	w
	Wirsum	Kraftwerksprozesse	4	2	1	3	w
	Büchs, Marquardt, Melin, Modigell, Pfennig	Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik	2	0	2	2	w
	Büchs / Schwaneberg	Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik	4	0	3	3	w
	Büchs / Hubbuch	Produktaufarbeitung	3	2	0	2	w
	Grünefeld	Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	5	2	2	4	s
	Allelein	Alternative Energietechniken	5	2	2	4	s
	Ismail	Introduction to Molecular Simulations	5	2	1	3	s
	Leonhard / Fernandes	Combustion Chemistry	4	2	1	3	w
	Liauw / Hölderich	Chemie für Verfahrenstechniker	3	3	0	3	s
	Liauw	In situ-Spektroskopie zur Prozessführung	3	2	1	3	s
	Leitner	Angewandte molekulare Katalyse	3	2	1	3	w
	Möller	Fortgeschrittene Polymersynthese	3	2	1	3	w
	Modigell	Mehrphasenströmung	6	2	1	3	w
	Marquardt	Angewandte numerische Optimierung	4	2	2	4	w
	Marquardt	Modellgestützte Schätzmethoden	5	2	2	4	s
	Melin	Industrielle Umwelttechnik	5	2	1	3	w
	Melin	Membranverfahren	4	2	2	4	w
	Modigell	Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik	4	2	2	4	w
	Modigell	Grundlagen der Luftreinhaltung	4	2	1	3	w
	Modigell	Rheologie	6	2	1	3	s
	Marquardt	Anlagenweite Regelung	4	2	2	4	w
	Pfennig	Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen	6	2	1	3	s
	Pfennig	Prozessintensivierung und Themische Hybridverfahren	4	2	1	3	w
	Poprawe	Laser in Bio- und Medizintechnik	6	2	2	4	s
	Richtering	Kolloidchemie	4	2	1	3	w
	Martin	Physikalische Festkörperchemie	5	2	2	4	s
	Röller	Supercomputing in Engineering	6	2	2	4	s
	Simon	Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I	3	0	3	3	w
	Schröder	Numerische Strömungsmechanik I	4	2	1	3	s
	Schäffer	Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie	3	2	0	2	w
	Büchs	Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie	3	2	0	2	s
	Spieß	Enzymprozessertechnik	4	2	1	3	w
	Stolten	Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	5	2	2	4	w
	Melin	Wasser- und Abwassertechnologie	4	2	2	4	s
	Melin	Medizinische Verfahrenstechnik	4	2	1	3	w

## Anhang

### Anhang zur Rahmenordnung für einen Masterstudiengang

#### Glossar

##### **Abmeldung**

Es besteht die Möglichkeit, sich von Prüfungen wieder abzumelden. Die einzelnen Möglichkeiten sind in der jeweiligen Prüfungsordnung geregelt.

##### **Akademische Grade**

Nach einem erfolgreich abgeschlossenen Studium wird ein akademischer Grad verliehen.

Im Fall eines Masterstudiums wird der Grad eines „Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc.RWTH)“ verliehen. Bei den Geisteswissenschaften wird der Mastergrad „Master of Arts RWTH Aachen University (M. A. RWTH)“ verliehen.

##### **Akkreditierung**

Die Akkreditierung stellt ein besonderes Instrument zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle dar. Ihr Ziel ist, zur Sicherung von Qualität in Lehre und Studium durch die Festlegung von Mindeststandards beizutragen. Die Akkreditierung obliegt einer externen Instanz (Rat, Agentur, Kommission), die nach einem vorgegebenen Maßstab prüft und entscheidet, ob der Studiengang die betreffenden Anforderungen erfüllt.

##### **Anmeldung zu Prüfungen**

Hierzu gelten die jeweils auf den Webseiten des ZPA aktualisierten Verfahren.

##### **Berufspraktische Tätigkeit**

Einzelne Studiengänge sehen vor, dass die Studierenden berufspraktische Tätigkeiten (Praktikum) nachweisen müssen. Die Einzelheiten sind der entsprechenden Prüfungsordnung zu entnehmen. Es wird empfohlen sich rechtzeitig zu informieren, da teilweise Praktika vor Aufnahme des Studiums nachzuweisen sind.

##### **Beurlaubung**

Bei Vorliegen eines wichtigen Grundes kann gemäß der Einschreibeordnung eine Beurlaubung gewährt werden. Der Antrag auf Beurlaubung ist während der Rückmeldefrist zu stellen. Auskünfte hierzu erteilt das Studierendensekretariat der RWTH.

##### **Blockveranstaltung**

Unter einer Blockveranstaltung ist eine Veranstaltung zu verstehen, die sich nicht über ein ganzes Semester erstreckt, sondern konzentriert auf wenige Tage – z. B. eine Woche - stattfindet.



### **CAMPUS Informationssystem**

Das webbasierte Informationssystem der RWTH. Es umfasst neben weiteren Online-Services das Vorlesungsverzeichnis, die An- und Abmeldung von Veranstaltungen und Prüfungen, die Prüfungsordnungsbeschreibungen und das persönliche Studierendenportal mit individuellen Stundenplänen.

### **Credit Points**

Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden bewertet und gehen mit Leistungspunkten (Credit Points – CP) gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen. Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP. Der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 120 CP.

### **Curriculum**

Das Wort Curriculum wird gelegentlich mit „Lehrplan“ oder „Lehrzeitvorgabe“ gleichgesetzt. Ein Lehrplan ist in der Regel auf die Aufzählung der Unterrichtsinhalte beschränkt. Das Curriculum orientiert sich mehr an Lehrzeiten und am Ablauf des Studiengangs.

### **Diploma Supplement**

Das Diploma Supplement (DS) ist ein Zusatzdokument, um erworbene Hochschulabschlüsse und die entsprechende Qualifikation zu beschreiben. Das DS erläutert das deutsche Hochschulsystem mit seinen Abschlussgraden sowie die verleihende Hochschule, v. a. aber die konkreten Studieninhalte des absolvierten Studiengangs. Das DS wird in englischer und deutscher Sprache ausgestellt und dem Zeugnis beigelegt. Das DS dient auch der Information der Arbeitgeber.

### **Leistungsnachweis**

Ein Leistungsnachweis ist die Bescheinigung über eine individuelle Studienleistung und damit eine Form der Prüfungsleistung. Ein Leistungsnachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden. Leistungsnachweise können z. B. in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Studienarbeiten usw. erworben werden.

### **Modul**

Module bezeichnen einen Verbund von Lehrveranstaltungen, die sich einem bestimmten thematischen oder inhaltlichen Schwerpunkt widmen. Ein Modul ist damit eine inhaltlich und zeitlich abgeschlossene Lehr- und Lerneinheit, die sich aus verschiedenen Lehrveranstaltungen zusammensetzt.

## **Modulhandbuch**

Im Modulhandbuch sind die einzelnen Module hinsichtlich

- Fachsemester
- Dauer
- SWS
- Häufigkeit
- Turnus
- Sprache
- Inhalt
- Lernziele
- Voraussetzungen
- Benotung
- Prüfungsleistung

beschrieben. Das Modulhandbuch ist insbesondere für die Studierenden zu erstellen und muss veröffentlicht werden.

## **Modulare Anmeldung**

Unter einer modularen Anmeldung wird die Anmeldung zu einer Veranstaltung (Lehrveranstaltung, Seminar, Prüfung usw.) für eine (Teil-)Leistung eines einzelnen Moduls verstanden. Modulare Anmeldungen werden über modulare Anmeldeverfahren des CAMPUS-Informationssystems (Modul-IT) durchgeführt.

## **Mündliche Ergänzungsprüfung**

Wenn man auch bei der zweiten Wiederholung einer Klausur durchfällt und die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgestellt wird, besteht die Möglichkeit der mündlichen Ergänzungsprüfung. Aufgrund dieser mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.

## **Multiple Choice**

Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen.

## **Orientierungsphase**

Als Orientierungsphase werden die ersten fünf Wochen nach Beginn der Vorlesungen bezeichnet.

## **Orientierungsabmeldung**

Innerhalb der ersten fünf Wochen ist die Abmeldung von einer Lehrveranstaltung möglich.

## **Prüfungsausschuss**

Für die Organisation der Prüfungen bilden die Fakultäten entsprechende Prüfungsausschüsse. Die Einzelheiten sind in den Prüfungsordnungen geregelt.

## **Prüfungsleistungen**

Unter Prüfungsleistungen versteht man sämtliche Leistungen, die im Rahmen des Studiums erbracht werden müssen. Dazu zählen der Besuch von Lehrveranstaltungen sowie Prüfungen in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Hausarbeiten, Studienarbeiten, Kolloquien, Praktika, Entwürfe und die Abschlussarbeit.

**Pflichtbereich**

Der Pflichtbereich umfasst Lehrveranstaltungen, die fest vorgeschrieben sind und von allen Studierenden besucht werden müssen.

**Prüfungseinsicht**

Nach Bekanntgabe der Noten können die Studierenden Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftliche Prüfungsarbeit nehmen.

**Regelstudienzeit**

Die Regelstudienzeit bezeichnet die Studiendauer, in der ein berufsqualifizierender Abschluss erreicht werden kann. An der RWTH Aachen beträgt die Regelstudienzeit in einem Masterstudien-gang derzeit drei bzw. vier Semester.

**Semesterwochenstunde (SWS)**

Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit des Semesters. Die SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen.

**Semesterfixiert/Semestervariabel**

Eine Prüfungsleistung ist semesterfixiert, wenn sie zwingend in genau einem festgelegten Fachsemester des Studiums erbracht werden muss. Andernfalls ist eine Prüfungsleistung semestervariabel.

**Studienberatung**

Die Zentrale Studienberatung informiert allgemein über Studienmöglichkeiten an der RWTH Aachen und gibt Hilfestellungen bei Prüfungsvorbereitungen sowie Bewerbungsverfahren. Die Fachstudienberatung gibt detaillierte Auskünfte zu fachbezogenen Fragen.

**Studienbeginn**

In der Regel beginnt das Studium in einem Wintersemester. Es kann teilweise auch in einem Sommersemester aufgenommen werden.

**Teilnahmenachweis**

Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung. Ein Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden.

**Transcript of Records**

Das Transcript of Records (ToR) ist eine Abschrift der Studierendendaten, das eine detaillierte Übersicht über bestandene Module samt Lehrveranstaltung, Note und CP

**Wahlveranstaltung**

Es kann ein Wahlbereich vorgesehen werden, der von den Studierenden nachgewiesen werden muss, aber frei gewählt werden kann.

**Wahlpflichtveranstaltung**

Wahlpflichtveranstaltungen sind aus einer vorgegebenen Aufstellung in einem bestimmten Umfang nachzuweisen.

**ZPA-initiierte Zwangsanmeldung bei Wiederholungsprüfungen**

Zwangsanmeldungen werden grundsätzlich zum nächstmöglichen Prüfungstermin als automatisierte Anmeldung im ZPA für alle Studierende durchgeführt, die eine Prüfung nicht bestanden oder sich von einer Prüfung abgemeldet haben. Studierende werden über diese Anmeldungen nicht gesondert benachrichtigt, die Zwangsanmeldungen sind über CAMPUS Office im Virtuellen Zentralen Prüfungsamt sichtbar.

**Zusatzmodul**

Zusatzmodule sind Module, die nicht im Studienplan vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich – auf freiwilliger Basis – belegt werden.