

## **3. Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung**

### **für den Master-Studiengang**

#### **Verfahrenstechnik**

#### **der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 27.11.2014**

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 1 des Hochschulzukunftsgesetzes Nordrhein-Westfalen vom 16.09.2014 (GV. NRW S. 547), hat die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) folgende Prüfungsordnung erlassen:

## Artikel I

Die Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Verfahrenstechnik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) vom 24.03.2013, zuletzt geändert durch die zweite Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung vom 06.08.2014 (Amtliche Bekanntmachungen der RWTH Aachen, Nr. 2014/138), wird wie folgt geändert:

**1. Ab dem Wintersemester 2014/2015 wird das folgende Modul nicht mehr angeboten:**

- Ausgewählte Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik

**Studierende, die sich im schwebenden Prüfungsverfahren befinden, können dieses Modul bis zum Ende des Sommersemesters 2015 beenden.**

**2. Ab dem Wintersemester 2014/2015 werden die Modulbeschreibungen der folgenden Module durch die entsprechenden Fassungen in Anlage 1 dieser Änderungsordnung ersetzt:**

- Angewandte numerische Optimierung
- Numerical Methods in Mechanical Engineering (vorher: „Foundations of Numerical Methods in Mechanical Engineering“)

**Studierende, die die geänderten Module vor dem Wintersemester 2014/2015 begonnen haben, können diese nach den bisherigen Bedingungen bis zum Ende des Sommersemester 2015 beenden. Auf Antrag an den Prüfungsausschuss können die neuen Module gewählt werden.**

**3. Ab dem Wintersemester 2014/2015 wird der Modulkatalog um die folgenden Module erweitert:**

- Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide
- Energy from Biofuels
- Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik
- Mustererkennung und Neuronale Netze
- Regenerative Brennstoffe

**Die Modulbeschreibung befindet sich in Anlage 2 dieser Änderungsordnung.**

**4. Ab dem Wintersemester 2014/2015 wird der Studienplan durch die Fassung in Anlage 3 dieser Änderungsordnung ersetzt.**

## Artikel II

Diese Änderungsordnung wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht, tritt am Tage nach ihrer Bekanntmachung in Kraft und findet auf alle in den Master-Studiengang Verfahrenstechnik eingeschriebenen Studierenden Anwendung.

Ausgefertigt aufgrund der Beschlüsse des Fakultätsrates der Fakultät für Maschinenwesen vom 16.10.2012, 06.05.2014 und 03.06.2014.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 27.11.2014

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

**Anlage 1: Geänderte Modulbeschreibungen**

**Modul: Angewandte numerische Optimierung / Applied Numerical Optimization [MSVT-2117]**

<b>MODUL TITEL: Angewandte numerische Optimierung / Applied Numerical Optimization</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>• 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>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>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>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>		
Keine	<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]	20	4	0
Vorlesung Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117.b]		0	2
Übung Angewandte numerische Optimierung [MSVT-2117.c]		0	2

**Modul: Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSVT-2983]**

<b>MODUL TITEL: Numerical Methods in Mechanical Engineering</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	7	5	jedes 2. Semester	WS 2014/2015	englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von der intuitiven Wahrnehmung zur mathematischen Formulierung ingenieurwissenschaftlicher Probleme; Beispiele.</li> <li>• Wahl der Voraussetzungen und mathematischen Werkzeuge für die Problemformulierung.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassen von Lösungswegen (Übersicht):</li> <li>• Analytische Lösungen, Näherungslösungen, direkte Näherungen, Näherungslösungen nach Transformation des Problems.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassen von physikalischen Problemen: Diskrete Systeme, kontinuierliche Systeme.</li> <li>• Gleichgewichts-, Eigenwert- und Ausbreitungsprobleme.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integralformen.</li> <li>• Schwache Formulierung eines Problems.</li> <li>• Die Methode der gewichteten Residuen.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Variationsrechnung.</li> <li>• Funktionale.</li> <li>• Mit einer Integralform assoziierte Funktionale.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Stationaritätsprinzip.</li> <li>• Stationaritätsbedingungen.</li> <li>• Beispiele aus der Mechanik.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode der Lagrangeschen Multiplikatoren.</li> <li>• Gemischte und komplementäre Formulierungen.</li> <li>• Katalog von Funktionalen, die in der Kontinuumsmechanik auftreten, und ihre Anwendungen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung von Integralformen.</li> <li>• Punktkollokation.</li> <li>• Bereichskollokation.</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode von Galerkin.</li> <li>• Die Methode der kleinsten Quadrate.</li> <li>• Beispiele.</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen der gängigen numerischen Methoden im Maschinenbau.</li> <li>• Die Studierenden können die Brücke zwischen der physikalischen Formulierung eines Problems und einer für numerische Näherungsmethoden geeigneten mathematischen Formulierung schlagen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die einzelnen Schritte und die spezifischen Transformationen, die auf dem Weg zur numerischen Näherungslösung erforderlich sind.</li> <li>• Die Studierenden können eine Vielzahl von Näherungsmethoden für Probleme konstruieren und anwenden, die durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden.</li> <li>• Die Studierenden können ein geeignetes Näherungsverfahren wählen und die Ergebnisse, die mit verschiedenen Näherungsmethoden erzielt wurden, analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können das Erlernte für die Entwicklung neuer Näherungsmethoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, die Konsistenz und Korrektheit von numerischen Methoden kritisch zu beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			

<p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode von Ritz.</li> <li>• Beispiele.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Integrationsverfahren.</li> <li>• Die Newton-Cotes-Methode.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode von Gauß.</li> <li>• Beispiele.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode der Finiten Elemente.</li> <li>• Formfunktionen, Konstruktion der finiten Elemente.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrixdarstellung in der Methode der Finiten Elemente.</li> <li>• Steifigkeitsmatrix.</li> <li>• Randbedingungen.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele aus den Ingenieurwissenschaften.</li> <li>• Software-Pakete in den Ingenieurwissenschaften.</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>		
Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung</li> </ul>	Eine 90-minütige Klausur		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungs- dauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSVT-2983.a]	90	7	0
Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSVT-2983.b]		0	3
Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSVT-2983.c]		0	2

**Anlage 2: Neue Module**

**Modul: Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide [MSVT-2150]**

<b>MODUL TITEL: Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Fachsemester	Dauer	Kreditpunkte	SWS	Häufigkeit	Turnus Start	Sprache
2	1	3	2	jedes 2. Semester	WS 2014/2015	Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clean Coal Technologies in Power Sector, Carbon Capture and Storage (CCS) options and their potentials</li> <li>• Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC): Towards zero emission power plants</li> <li>• Industrial Entrained Flow Coal Gasifiers. Designs and principles of operation</li> <li>• IGCC Power Plants with CCS</li> <li>• Coal gasification with subsequent polygeneration. The CtX path</li> <li>• Oxycoal firing Power Plant, Design and principles of operation</li> <li>• Oxycoal firing plants with CCS</li> <li>• Simulation of coal combustion/gasification processes. Modelling approaches</li> <li>• Oxygen production. Air separation units (ASU) in Oxycoal and coal gasification plants. Cost of oxygen production and its impact on the overall process efficiency</li> </ul>			<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxycoal-Verbrennung: Grundlagen und Technik</li> <li>• Feststoffvergasung: Grundlagen und Technik</li> <li>• Simulationen von Feststoffvergasungsprozessen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärme- und Stoffübertragung</li> <li>• Strömungsmechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> </ul> <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Verbrennung</li> <li>• Wärmeübertrager und Dampferzeuger</li> </ul>			<p>Eine max. 45-minütige mündliche Prüfung.</p> <p>Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.</p>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
Titel	Prüfungsdauer (Minuten)	CP	SWS			
Mündliche Prüfung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide [MSVT-2150.a]	45	3	0			
Vorlesung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide [MSVT-2150.b]		0	2			

**Modul: Energy from biofuels [MSVT-2146]**

<b>MODUL TITEL: Energy from biofuels</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Fachsemester	Dauer	Kreditpunkte	SWS	Häufigkeit	Turnus Start	Sprache
2	1	3	2	jedes 2. Semester	WS 2012/2013	englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
Inhalt			Lernziele			
<p>The students shall obtain a basic understanding of biofuels production processes. The influence of biomass structure on the resulting biofuels composition, characteristics of biofuels, combustion modeling and energy balances are examined. The application and potentials of renewable fuels in IC engines, gas turbines and furnaces are evaluated. The potential and application of hydrogen is discussed.</p> <p>1 Introduction to biofuels - structure and composition of biofuels, emissions, energy situation and future scenarios</p> <p>2 Biomass structure, overview of biofuel conversion processes, first, second and third generation biofuels, biodiesel production, first energetic evaluations of conversion processes</p> <p>3 Biomass gasification and pyrolysis: reactions, processes and apparatuses</p> <p>4 Pilot plants for BtL-processes: - Güssing: CHP plant with additional Fischer-Tropsch diesel production - Chemrec: entrained flow gasification of blackliquor for dimethyl ether synthesis - Bioliq: decentralized pyrolysis and centralized entrained flow gasification with subsequent fuel synthesis</p> <p>5 Energetic evaluation of biofuels from different production pathways including land use change, evaluation of by-products and N2O emissions</p> <p>6 Combustion characteristics of biofuels, influence of oxygenates on soot formation, kinetic modeling of biodiesel</p> <p>7 Biofuels in the transportation sector: challenges and potential of biodiesel and bioethanol application in conventional IC engines</p> <p>8 Biofuels in the transportation sector: challenges and potential of biodiesel and bioethanol application in conventional IC engines</p> <p>9 Biofuel application in gas turbines, requirements for biofuels in stationary applications and as aviation fuel</p> <p>10 Hydrogen: potential, production and application, hydrogen as energy carrier</p>			<p>Fachbezogene Lernziele: The students have a basic understanding of biofuels production processes. They are familiar with the modeling of biofuels combustion processes, its application in IC engines and gas turbines. They can apply general energetic and carbon footprint evaluation strategies to biofuels applications.</p> <p>Nicht fach bezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.)</p>			
Voraussetzungen			Benotung			
Keine			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Klausur</li> <li>• Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.</li> </ul>			

<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Titel</b>	<b>Prüfungs- dauer (Minuten)</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Prüfung Energy from biofuels [MSVT-2146.a]	60	3	0
Vorlesung/Übung Energy from biofuels [MSVT-2146.bc]		0	2

**Modul: Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik / Modeling in Electrochemical Process Engineering [MSVT-2147]**

<b>MODUL TITEL: Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik / Modeling in Electrochemical Process Engineering</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Fachsemester	Dauer	Kreditpunkte	SWS	Häufigkeit	Turnus Start	Sprache
2	1	5	4	jedes 2. Semester	WS 2012/2013	deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prinzipien der elektrochemischen Modellierung und Simulation</li> <li>2. Elektrochemische Prinzipien</li> <li>3. Empirisches Kennlinienmodell zur Beschreibung von Brennstoffzellen</li> <li>4. Poröse Strukturen in der elektrochemischen Verfahrenstechnik</li> <li>5. Modelle zur Beschreibung des Brennstoffzellenverhaltens auf Zellebene (iotherm)</li> <li>6. Beschreibung von Stoff- und Wärmeübertragung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik</li> <li>7. Modelle zur Beschreibung des Brennstoffzellenverhaltens</li> <li>8. Protonen und Wassertransport in Membranen von PEMFC</li> <li>9. Prinzipien der Zweiphasenströmung in Brennstoffzellenkomponenten</li> <li>10. Mehrphasenmodell einer PEMFC</li> <li>11. Gleichverteilung der Gase in Zellen und Stacks</li> <li>12. Zell- und Stackmodelle</li> <li>13. Beschreibung einfachen Systems</li> </ol>			<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Modellierung und Simulation von elektrochemischen Energiewandlern.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der physikalischen und chemischen Effekte innerhalb von Brennstoffzellen.</li> <li>• Die Studierenden wenden die Grundgleichungen zur Beschreibung von Brennstoffzellen an.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Aussagekraft von Simulationen und sind in der Lage, die Grenzen der Modelle zu diskutieren.</li> <li>• Die Studierenden können aufgrund des gewonnenen Verständnisses in Bezug auf Brennstoffzellen Modellierung und Simulation fachliche Diskussionen führen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren und Lösungen zu erarbeiten.</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung</li> </ul>			<p>Eine 90-minütige Klausur oder eine 30-minütige mündliche Prüfung. Die Modulnote ist die Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung.</p>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
Titel	Prüfungsdauer (Minuten)	CP	SWS			
Prüfung Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik [MSVT-2147.a]	90 / 30	5	0			
Vorlesung/Übung Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik [MSVT-2147.bc]		0	4			

**Modul: Mustererkennung und Neuronale Netze / Introduction to Pattern recognition and Neural networks [MSVT-2959]**

<b>MODUL TITEL: Mustererkennung und Neuronale Netze / Introduction to Pattern recognition and Neural networks</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Fachsemester	Dauer	Kreditpunkte	SWS	Häufigkeit	Turnus Start	Sprache
2	1	6	5	jedes 2. Semester	WS 2011/2012	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung/Motivation.</li> <li>• Bayessche Entscheidungsregel.</li> <li>• Training und Lernen.</li> <li>• Modellfreie Methoden.</li> <li>• Mischverteilungen und Clusteranalyse.</li> <li>• Stochastische endliche Automaten.</li> <li>• Merkmalsextraktion.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuition für die grundlegenden Verfahren der Mustererkennung entwickeln.</li> <li>• Erlernen grundlegender Algorithmen und Prinzipien zur Mustererkennung.</li> <li>• Die Fähigkeiten zum selbständigen Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung erwerben und lernen die grundlegenden Techniken der Mustererkennung sicher zu beherrschen.</li> <li>• Einüben der vermittelten Inhalte durch exemplarische Umsetzung von speziellen Problemen der Mustererkennung.</li> <li>• Überblick über die grundlegenden Verfahren der Mustererkennung mit dem Ziel grundlegende Probleme der Mustererkennung eigenständig zu lösen.</li> </ul>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Keine			Eine 120-minütige Klausur			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
Titel	Prüfungsdauer (Minuten)	CP	SWS			
Vorlesung Mustererkennung und Neuronale Netze [MSVT-2959.a]	120	0	3			
Übung Mustererkennung und Neuronale Netze [MSVT-2959.b]		0	2			
Prüfung Mustererkennung und Neuronale Netze [MSVT-2959.c]		6	0			

**Modul: Regenerative Brennstoffe / Renewable Fuels [MSVT-2145]**

<b>MODUL TITEL: Regenerative Brennstoffe / Renewable Fuels</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	englisch/deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Die Studierenden sollen ein grundlegendes Verständnis für die Herstellung verschiedener Biokraftstoffe mittels chemischer und biotechnologischer Verfahren, sowie deren Nutzung in Verbrennungsprozessen erwerben.</p> <p><b>Inhalt</b>                  In der Vorlesung des ITMCs sollen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der für die chemische Produktion verfügbaren Rohstoffe, den Rohstoffwandel, der chemischen Wertschöpfungskette sowie der chemischen Reaktionstechnik als Grundlage der Umwandlung von Biomasse erwerben. In der Vorlesung der AVT.BioVT werden Zucht und Anbau von Energiepflanzen, biologische Verfahren zum Aufschluss von nachwachsenden Rohstoffen (Hydrolyse) und Fermentationsverfahren behandelt. Die betrachteten Verfahren werden hinsichtlich ihrer Effizienz und Praktikabilität bewertet.</p> <p>In der Vorlesung des ITV werden die Besonderheiten von Kraftstoffeigenschaften, Verbrennungsmodellierung und Energiebilanzen von regenerativen Brennstoffen betrachtet. Die Anwendung und Potentiale von regenerativen Kraftstoffen in Arbeitsmaschinen wie Verbrennungsmotoren und Gasturbinen und in Feuerungen sollen von den Studierenden bewertet werden können. Die Biodieselsynthese wird in einem Laborversuch praktisch veranschaulicht.</p> <p><b>Lerneinheiten ITMC</b></p> <p>1                  Rohstoffbasis der chemischen Industrie, Wertschöpfungsketten, Realisierung chemischer Reaktionen im technischen Maßstab, Nachhaltigkeit in der Chemie; Bedeutung, Struktur und Wandel der chemischen Industrie; Zielvorstellung für ideale chemische Synthesen; Bewertung chemischer Verfahren</p> <p>2                  Molekulare und reaktionstechnische Grundlagen der industriellen Stoffumwandlung; Grundarten der Reaktionsführung; Grundtypen chemischer. Reaktionsapparate; Verweilzeitverhalten; Wärmebilanz; Kenngrößen chemischer Reaktionen/Verfahren</p> <p>3                  Grundlagen der katalytischen Stoffumwandlung biogener Rohstoffe, die katalytische Funktion; Energieprofil katalysierter Reaktionen; Aufbau und Funktionsweise homogener und heterogener Katalysatoren; Steuerung von Aktivität und Selektivität, Herstellung von Biodiesel durch Veresterung von Fetten als Beispiel für eine katalysierte Stoffumwandlung</p> <p>4                  Raffinerieprozesse und ihre Alternativen (nachwachsende Rohstoffe); Vorkommen und Zusammensetzung von Erdöl; Crackverfahren und ihre Folgeprodukte; Reformieren; alternative Verfahren zur Herstellung und Nutzung von Synthesegas, Fischer-Tropsch-Prozess</p>			<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen chemische und biotechnologische Verfahren für die Herstellung von Biokraftstoffen der ersten, zweiten und dritten Generation und können diese hinsichtlich ihrer Effizienz und Praktikabilität bewerten.</li> <li>• Desweiteren kennen sie Ansätze zur Verbrennungsmodellierung von regenerativen Kraftstoffen und können Anwendung und Potentiale von Biokraftstoffen in Arbeitsmaschinen wie Verbrennungsmotoren und Gasturbinen und in Feuerungen bewerten. dlegendes Verständnis für die Besonderheiten der Energiebilanz und der Eigenschaften von regenerativen Brennstoffen erwerben. Die Potentiale und die Anwendung von regenerativen Brennstoffen in Arbeitsmaschinen wie Verbrennungsmotoren und Gasturbinen sowie in Feuerungen sollen von den Studenten bewertet werden können.</li> </ul>			

<p>5 Struktur und chemischer Aufbau der Biomasse und von Biopolymeren, Diskussion ausgewählter Produktionsverfahren am Beispiel der selektiven Nutzung von Lignocellulose</p> <p>6 Spezielle Herausforderungen bei der katalytischen Stoffumwandlung biogener Rohstoffe; Prozesskunde und Grundoperationen</p> <p><b>Lerneinheiten AVT.BioVT</b></p> <p>1 Photosynthese, energetische Effizienz, Vergleich mit Solartechnologie und anderen Verfahren, Kohlenstoffkreislauf in der Natur, klimatische Verhältnisse</p> <p>2 Zucht und Anbau von Energiepflanzen, geeignete Pflanzensorten, Ertrag, Zusammensetzung, Fragen der Bewässerung, Düngung</p> <p>3 Ethanolgärung; geeignete Rohstoffe, Hydrolyse nachwachsender Rohstoffe, Enzympräparat für enzymatischen Aufschluss (Zellulose, Hemizellulosen, Lignin), Verfahren mit Hefen und mit Bakterien (<i>Zyomonas mobilis</i>), Stoffwechselwege und -stöchiometrie, Toleranz gegenüber Stressfaktoren Verfahren zur Verzuckerung von Stärke</p> <p>4 Ethanolgärung; Simultane Verzuckerung von Stärke oder Cellulose und Fermentation, Möglichkeiten der gentechnischen Optimierung, Batch und kontinuierliche Verfahren, einstufige, mehrstufige kontinuierliche Anlagen, Insitu-Produktgewinnung</p> <p>5 Butanol/Aceton-Gärung; eingesetzte Mikroorganismen, Stoffwechselwege und -stöchiometrie, Toleranz gegenüber den Produkten, Batch und kontinuierliche Verfahren, Insitu-Produktgewinnung</p> <p>6 Verfahren der Methangärung; beteiligte Mikroorganismen, Stoffwechselwege und -stöchiometrie, thermodynamische Voraussetzungen zum Zusammenspiel der acetogenen Bakterien und der Methanbakterien, einstufige Verfahren, mehrstufige Verfahren</p> <p>7 Synthesegasfermentation; Quellen von Syngas, eingesetzte Mikroorganismen, Stoffwechselwege und Stöchiometrie, Reaktordesign, Vergleich mit Fischer-Tropsch-Verfahren</p> <p><b>Lerneinheiten ITV</b></p> <p>1 Einführung in die Thematik der Biokraftstoffe - Struktur, Zusammensetzung, Emissionen, Energiesituation und Zukunftsszenarien</p> <p>2 Aufbau von Biomasse, Überblick über Verfahren zur Umwandlung biogener Rohstoffe: erste, zweite und dritte Generation Biokraftstoffe, Prozess der Biodieselherstellung und erste energetische Bewertung verschiedener Prozesse</p> <p>3 Vergasung und Pyrolyse von Biomasse: Reaktionen, Prozesse und Apparate</p> <p>4 Pilotanlagen für BtL-Prozesse: - Güssing: KWK-Anlage mit zusätzlicher Fischer-Tropsch Dieselproduktion - Chemrec: Entrained flow Gasifizierung von Schwarzlaug - Bioliq: Dezentrale Pyrolyse und zentrale entrained flow Gasifizierung mit anschließender Kraftstoffsynthese</p> <p>5 Energetische Bewertung von Biokraftstoffen aus verschiedenen Herstellungsverfahren mit Landnutzungsänderung, Bewertung von Beiprodukten und N<sub>2</sub>O-Emissionen</p> <p>6 Besonderheiten der Verbrennungskinetik von Biokraftstoffen, Einfluss von Oxygenaten auf Rußbildung, Modellierung von Biodiesel</p>	
--	--

<p>7 Direkte Verbrennung von Biomasse: Verbrennungsprozess, Optionen der Prozessführung und Anlagen</p> <p>8 Biokraftstoffen im Transportsektor: Potential und Herausforderung beim Einsatz von Biodiesel in Dieselmotoren und Ethanol in Ottomotoren</p> <p>9 Einsatz von Biokraftstoffen in Gasturbinen: Anforderungen an biogene Kraftstoffe für den stationären Einsatz und als Kraftstoff für den Luftverkehr, Brennkammertypen</p> <p>10 Wasserstoff: Potential, Herstellung und Anwendung, sowie Wasserstoff als Energieträger</p>			
<p><b>Voraussetzungen</b></p>	<p><b>Benotung</b></p>		
<p>Keine</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Klausur</li> <li>• Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.</li> </ul>		
<p><b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Titel</b></p>	<p><b>Prüfungsdauer (Minuten)</b></p>	<p><b>CP</b></p>	<p><b>SWS</b></p>
<p>Prüfung Regenerative Brennstoffe [MSVT-2145.a]</p>	<p>180</p>	<p>5</p>	<p>0</p>
<p>Vorlesung/Übung Regenerative Brennstoffe [MSVT-2145.bc]</p>		<p>0</p>	<p>4</p>

### Anlage 3: Studienplan

## Masterstudiengang Verfahrenstechnik der RWTH Aachen University

### Übersicht über die Studienabschnitte und darin zu erbringende Credit Points

Studienabschnitt	Credit Points
Übergreifender Pflichtbereich	42
Wahlpflichtbereich	12-14
Mathematischer / naturwissenschaftlicher / technischer Wahlpflichtbereich	4-6
Masterarbeit (22 Wochen)	30
	90

### Übersicht über die in den Studienabschnitten zu belegenden Module

Übergreifender Pflichtbereich							
Modulverantwortliche	Dozenten	Modul	CP	V	Ü/L	Σ SWS	Sommer / Winter
Büchs	Büchs	Bioprozesskinetik	6	2	1	3	w
Wessling	Wessling	Chemische Verfahrenstechnik	6	2	1	3	s
Modigell	Modigell	Mechanische Verfahrenstechnik	6	2	1	3	s
Mitsos	Mitsos	Modellierung technischer Systeme	6	2	1	3	s
Jupke	Jupke	Thermische Trennverfahren	6	2	1	3	w
Büchs, Mitsos	Büchs, Mitsos, Modigell, Spieß, Wessling	Verfahrenstechnisches Seminar	4	0	2	2	sw
Büchs, Mitsos	Büchs, Mitsos, Modigell, Spieß, Wessling	Verfahrenstechnische Projektarbeit	8	0	6	6	w

## Übersicht über die in den Studienabschnitten wählbaren Module

Übergreifender Wahlpflichtbereich							
Modulverantwortliche	Dozenten	Modul	CP	V	Ü/L	Σ SWS	Sommer / Winter
Allelein	Allelein	Alternative Energietechniken	5	2	2	4	s
Leitner	Leitner	Angewandte molekulare Katalyse	3	2	1	3	w
Bardow	Bardow	Angewandte molekulare Thermodynamik	4	2	1	3	w
Mitsos	Mitsos	Angewandte numerische Optimierung	4	2	2	4	w
Leonhard	Leonhard	Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	4	2	1	3	s
Mhamdi	Mhamdi	Anlagenweite Regelung	4	2	2	4	w
Liauw / Hölderich	Liauw / Hölderich	Chemie für Verfahrenstechniker	3	3	0	3	s
Kneer	Toporov	Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide	3	2	0	2	w
Leonhard / Fernandes	Leonhard / Fernandes	Combustion Chemistry	4	2	1	3	w
Wiechert	Wiechert	Computational Systems Biotechnology	7	3	2	5	s
N.N.	N.N.	Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen	6	2	1	3	s
Schäffer	Schäffer	Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie	3	2	0	2	w
Bardow	Bardow	Energiesystemtechnik	5	2	1	3	w
Pitsch	Pitsch	Energy from Biofuels	3	2	1	3	w
Spieß	Spieß	Enzymprozesstechnik	4	2	1	3	w
Möller	Möller	Fortgeschrittene Polymersynthese	3	2	1	3	w
Modigell	Modigell	Grundlagen der Luftreinhaltung	4	2	1	3	w
Grünefeld	Grünefeld	Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	5	2	2	4	s
Stolten	Stolten	Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	5	2	2	4	w
Abel	Abel	Höhere Regelungstechnik	5	2	2	4	s
Büchs / Schwaneberg	Büchs / Schwaneberg	Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik	4	0	3	3	w
Liauw	Liauw	In situ-Spektroskopie zur Prozessführung	3	2	1	3	s
Ismail	Ismail	Introduction to Molecular Simulations	5	2	1	3	s
Ismail	Ismail	Introduction to Polymer Physics	3	2	0	2	w
Wessling	Wessling	Industrielle Umwelttechnik	5	2	1	3	w
Richtering	Richtering	Kolloidchemie	4	2	1	3	w
Wirsum	Wirsum	Kraftwerksprozesse	4	2	1	3	w
Poprawe	Poprawe / Gillner	Laser in Bio- und Medizintechnik	6	2	2	4	s
Noll	Noll	Lasermesstechnik	6	2	2	4	s
Wessling	Wessling / Yüce	Medizinische Verfahrenstechnik	4	2	1	3	w
Wessling	Wessling	Membranverfahren	4	2	2	4	w
Büchs, Modigell, Spieß, Wessling	Büchs, Mitsos, Modigell, Spieß, Wessling	Messtechnik und Analytik in der Verfahrenstechnik	2	0	2	2	s
Mhamdi	Mhamdi	Modellgestützte Schätzmethode	5	2	2	4	s
Lehnert	Lehnert/Reimer	Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik	5	2	2	4	w
Schröder	Schröder / Meinke	Numerische Strömungsmechanik I	4	2	1	3	s
Martin	Martin	Physikalische Festkörperchemie	5	2	2	4	s
Simon	Simon	Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I	3	0	3	3	w
Büchs / Hubbuch	Büchs / Hubbuch	Produktaufarbeitung	3	2	0	2	w
Abel	Abel	Prozessleittechnik und Anlagenautomatisierung	6	2	1	3	s
Büchs / Pitsch	Büchs / Pitsch	Regenerative Brennstoffe	5	4	0	4	w
Modigell	Modigell	Rheologie	6	2	1	3	s
Bernsdorf	Bernsdorf	Supercomputing in Engineering	6	2	2	4	s
Wintgens	Wintgens	Wasser- und Abwassertechnologie	4	2	2	4	s

Wahlpflichtbereich Mathematisch / naturwissenschaftlich / technisch aus dem gesamten Angebot der RWTH **							
Modulverantwortliche	Dozenten	Modul	CP	V	Ü/L	Σ SWS	Sommer / Winter
<b>Technik &amp; Naturwissenschaften</b>							
Bardow	Bardow	Angewandte molekulare Thermodynamik	4	2	1	3	w
Jeschke S.	Jeschke S. / Hartmann	Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse	5	4	0	4	w
Corves	Corves	Bewegungstechnik	6	2	2	4	w
Büchs	Büchs	Bioreaktortechnik	3	2	1	3	s
Loosen	Loosen	Computergestütztes Optikdesign	6	2	2	4	s
Sauer	Sauer	Computational Contact Mechanics	5	2	2	4	w
Itskov	Itskov	Continuum Mechanics	6	2	2	4	s
Corves	Corves	Dynamik der Mehrkörpersysteme	6	2	2	4	s
Bardow	Bardow	Energiesystemtechnik	5	2	1	3	w
Müller D. / Allelein	Müller D. / Allelein	Energiewirtschaft	4	2	1	3	s
Schröder	Schröder	Fahrzeug- und Windradaerodynamik	5	3	1	4	s
Markert	Markert	Failure of Structures and Structural Elements	4	2	0	2	s
Kneer	Kneer	Feuerungstechnik	3	1	1	2	w
Itskov	Itskov	Foundations of Finite Element Methods	5	2	2	4	w
Markert	Markert	Numerical Methods in Mechanical Engineering	7	3	2	5	w
Olivier	Olivier	Gasdynamik	6	2	2	4	s
Jeschke S.	Jeschke S. / Schilberg	Informatik im Maschinenbau II - Hardwarenahe Programmierung und Simulation	5	2	2	4	sw
Jeschke S.	Jeschke S.	Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	5	2	2	4	w
Jeschke S.	Jeschke S. / Savelsberg	Innovationsmanagement im Güterfernverkehr	5	2	2	4	w
Poprawe	Poprawe / Hengesbach / Weitenberg	Laserstrahlquellen	6	2	2	4	w
Corves	Corves	Maschinendynamik starrer Systeme	6	2	2	4	s
Schmidt	Schmidt	Nonlinear Structural Mechanics	5	2	1	3	s
Schröder	Schröder / Meinke	Numerische Strömungsmechanik I	4	2	1	3	s
Schröder	Schröder / Meinke	Numerische Strömungsmechanik II	3	1	1	2	w
Büchs	Büchs	Reaktionstechnik	4	2	1	3	w
Itskov	Itskov	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	6	2	2	4	w
Itskov	Itskov	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	6	2	2	4	s
N.N.	N.N.	Thermodynamik der Gemische	4	2	1	3	w
Schröder	Schröder	Strömungsmessverfahren I	3	2	0	2	s
Schröder	Schröder	Strömungsmessverfahren II	3	1	1	2	w
Schröder	Schröder	Strömungs- und Temperaturgrenzschichten	3	2	0	2	s
Kneer	Kneer	Wärme- und Stoffübertragung II	5	2	1	3	s

Modulverantwortliche	Dozenten	Modul	CP	V	Ü/L	Σ SWS	Sommer / Winter
<b>Informatik</b>							
Naumann	Naumann	Adjoint Compilers	4	2	2	4	unregel.
Thomas	Thomas	Angewandte Automatentheorie	7	4	2	6	-
Rumpe	Rumpe	Angewandte Software-Entwicklung in der Automobiltechnik	2	1	0	1	w
Kobbelt	Kobbelt	Basic Techniques in Computergraphics	6	3	2	5	w
Vöcking	Vöcking	Berechenbarkeit und Komplexität	6	3	2	5	w
Naumann	Naumann	Combinatorial Problems in Scientific Computing	4	2	1	3	w
Naumann	Naumann	Computational Differentiation	6	3	1	4	w
Leibe	Leibe	Computer Vision	6	3	1	4	w
Seidl	Seidl	Data Mining Algorithms	6	3	2	5	w
Jarke	Jarke	Datenbanken und Informationssysteme	6	3	2	5	s
Ney	Ney	Digital Processing of Speech and Image Signals	6	3	2	5	unregel.
Triesch	Triesch	Diskrete Strukturen	6	3	1	4	w
Kowalewski	Kowalewski	Dynamische Systeme für Informatiker	6	3	1	4	w
Vöcking	Vöcking	Effiziente Algorithmen	6	3	2	5	s
Nagl / Lichter / Schroeder	Nagl / Lichter / Schroeder	Einführung in die Softwaretechnik	4	3	2	5	w
Kowalewski	Kowalewski	Eingebettete Systeme	6	3	2	5	s
Thomas	Thomas	Formale Systeme, Automaten, Prozesse	6	3	2	5	s
Kobbelt	Kobbelt	Geometry Processing	6	3	2	5	s
Kobbelt	Kobbelt	Globale Beleuchtung und Image-based Rendering	6	3	2	5	s
Kobbelt	Kobbelt	Grafikprogrammierung in OpenGL	6	3	2	5	w
Unger	Unger	Algorithmische Graphentheorie	6	3	2	5	w
Seidl	Seidl	Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche	6	3	2	5	unregel.
Ney	Ney	Introduction to Automatic Speech Recognition	6	3	2	5	unregel.
Ney	Ney	Introduction to Pattern Recognition	6	3	2	5	unregel.
Ney	Ney	Mustereerkennung und Neuronale Netze	6	3	2	5	w
Lichter	Lichter	Objektorientierte Softwarekonstruktion	6	3	2	5	w
Bücker	Bücker	Parallele Algorithmen	4	2	1	3	unregel.
Kobbelt	Kobbelt	Polynomial curves and surfaces	6	3	2	5	w
Müller M.	Müller M.	Programmierung von Hochleistungsrechnern	4	2	1	3	unregel.
Kowalewski	Kowalewski	Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme	6	2	1	3	s
Lichter	Lichter	Software-Projektmanagement	7	3	2	5	s
Lichter	Lichter	Software-Qualitätssicherung	6	3	2	5	s
Ney	Ney	Statistical Methods in Natural Language Processing	6	3	1	4	unregel.
Kobbelt	Kobbelt	Subdivision Curves and Surfaces	6	3	2	5	s
Kowalewski / Lakenmeyer	Kowalewski / Lakenmeyer	Technische Informatik	8	4	2	6	w

<b>Mathematik</b>							
Dahmen	Dahmen	Approximation und Datenanalyse	9	4	2	6	s
Noelle	Noelle	Finite Elemente- und Volumenverfahren	9	4	2	6	unregel.
Krieg	Krieg	Funktionentheorie I	9	4	2	6	w
Reusken	Reusken	Iterative Löser	9	4	2	6	s
Plesken	Plesken	Kontrolltheorie	9	4	2	6	s
Dahmen / Reusken	Dahmen / Reusken	Numerische Analysis IV	9	4	2	6	s
Reusken	Reusken	Numerische Mathematik	5	2	2	4	s
Triesch / N.N.	Triesch / N.N.	Optimierung A	9	4	2	6	unregel.
Triesch / N.N.	Triesch / N.N.	Optimierung B	9	4	2	6	unregel.
Melcher	Melcher	Partielle Differentialgleichungen I	9	4	2	6	s
Melcher	Melcher	Partielle Differentialgleichungen II	9	4	2	6	w
Dahmen	Dahmen	Seminar: Aktuelle Themen der Numerik	3	2	0	2	w
Cramer	Cramer	Statistik	6	3	1	4	s
Wagner	Wagner	Variationsrechnung I	9	4	2	6	w
Wagner	Wagner	Variationsrechnung II	9	4	2	6	s

**\*\* Die hier aufgelisteten Module sind Empfehlungen und können in CAMPUS über modulare Anmeldeverfahren angemeldet werden. Fächer außerhalb dieses Kataloges sind möglich, müssen aber über eine Studienplanänderung beantragt und genehmigt werden. Eine Anmeldung ist nach erfolgter Genehmigung nur persönlich im Zentralen Prüfungsamt möglich.**