Fachhochschule Köln
Cologne University of Applied Sciences

Fakultät für Anlagen,
Energie- und Maschinensysteme

Fakultät für Anlagen-, Energie- und Maschinensysteme

Modulhandbuch für den Studiengang

Master Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung

Stand: 5.08.2013

Studienverlauf des Studiengangs Master Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung

Semester	M-Nummer	Modulbezeichnung	Credits
1.			
	401	Numerische Lösungsverfahren	5
	402	Projektmanagement und Projektcontrolling	5
	403	Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik	5
	404	Masterprojekt 1	10
	430 ff	Wahlpflichtmodul 1	5
		Gesamt	**30**
2.			
	405	Personalführung und Teams	5
	406	Prozessintegration	5
	407	Process Engineering Conferences	5
	408	Masterprojekt 2	5
	430 ff	Wahlpflichtmodul 2	5
	430 ff	Wahlpflichtmodul 3	5
		Gesamt	**30**
3.			
	408	Masterarbeit und Kolloquium	28 + 2
		Gesamt	**30**
		Credits 1.-3. Sem. Gesamt	**90**

Erläuterung der Modulnummer:

Die erste Ziffer der Modulnummer steht für die Fakultät:

9 = Fakultät 09

Die zweite Ziffer steht für die Unterscheidung Bachelor- oder Masterstudiengang

B = Bachelor

M = Master

Die dritte Ziffer steht für die Studienrichtung bzw. Studiengang

1 = Studiengang Maschinenbau

2 = Studiengang Erneuerbare Energien

4 = Studiengang Verfahrenstechnik – Prozessintensivierung

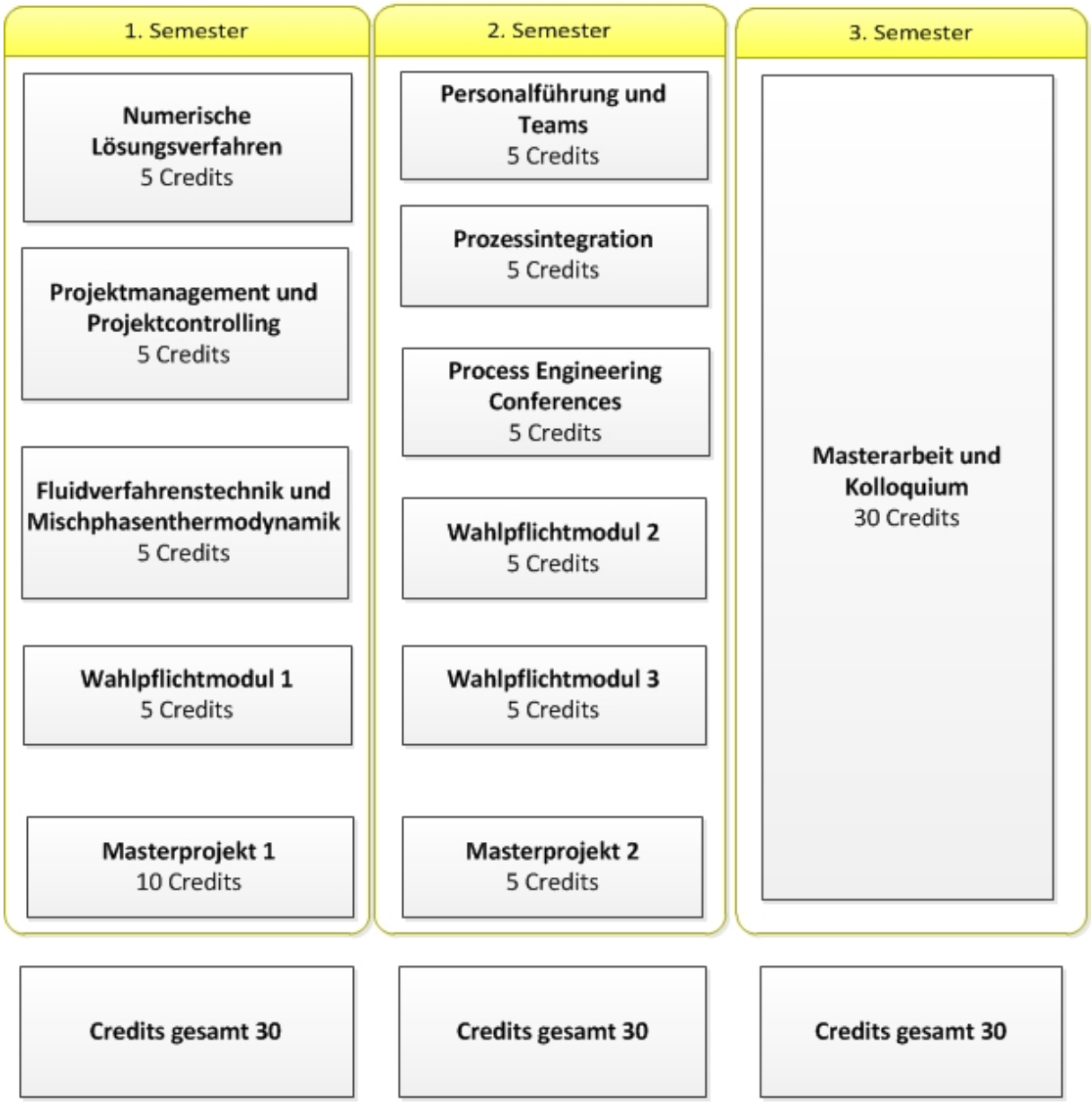
5 + 6 = Studiengang Master Rettungsingenieurwesen, wobei

5 = Studienrichtung Rettungsingenieurwesen

6 = Studienrichtung Brandschutzingenieurwesen

Die vierte und fünfte Ziffer sind fortlaufende Nummern, wobei die Module zwar mehrere Nummern haben können, allerdings pro Studienrichtung im Master exakt einer Nummer zugeordnet sein müssen. So ist anhand der Modulnummern erkennbar, welcher Fakultät, welchem Studiengang und ggf. welcher Studienrichtung ein Modul zugeordnet ist.

Studienverlaufsplan Masterstudiengang Verfahrenstechnik – Prozessintensivierung



Modulnummer 9M401	Modulbezeichnung **Numerische Lösungsverfahren**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Prof. Dr. rer. nat. Schuh
Modulziele	Die Studierenden können numerische Verfahren zur Lösung von Bilanzgleichungen, zur Optimierung und zur nicht-linearen Regression beschreiben, auswählen und anwenden. Sie können einen in einer höheren Programmiersprache geschriebenen Quellcode interpretieren, modifizieren und selbstständig einen strukturierten und kommentierten Quellcode erstellen.
Modulinhalte	• Konvergenz, Fehlerkontrolle und numerische Dispersion • numerische Steifigkeit • Iterationsverfahren • Lösung großer linearer Gleichungssysteme • Interpolation mit Polynomen • Splines • numerische Lösung partieller Differentialgleichungssysteme • finite Differenzen und finite Elemente • Optimierung - Lineare Programmierung - nicht–lineare Regression - Hill-Climbing - Optimierprobleme mit Nebenbedingungen - Minimierung von Quadratsummen • Evolutionäre Algorithmen • Monte-Carlo Simulation • Anwendungen mit Matlab und Comsol - FEM zur Festigkeitsberechnung - CFD - Multiphysics, Lösung gekoppelter Material- und Enthalpiebilanzen

Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit Rechenübungen am PC
Leistungsnachweis	mündliche Prüfung (65%) und Hausaufgaben (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar 30 Std. Übungen 30 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1
Empfohlene Literatur	• Moler, C.B.: Numerical Computing with MATLAB, Society for Industrial Mathematics, 2010 • Edgar, T.F.; Himmelblau, D.M., Lasdon, L.S.: Optimization of Chemical Processes, McGraw Hill, 2001 • Constantinides, A.; Mostoufi, N.: Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications, Prentice Hall, 1999

Modulnummer 9M402	Modulbezeichnung **Projektmanagement und Projektcontrolling**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Berufungsstelle „Anlagen- und Energieverfahrenstechnik“
Modulziele	Die Studierenden können Methoden nennen und beschreiben, die für das Management von Projekten der Prozessindustrie notwendig und etabliert sind. Sie haben diese Methoden auf ein virtuelles Projekt übertragen und können die Stärken und Schwächen der Methoden erläutern und bewerten.
Modulinhalte	• Konvergenz, Fehlerkontrolle und numerische Dispersion • Zielfestlegung • Projektorganisation • Zeitplan • Kostenplanung - Projektcontrolling - Projektpriorisierung - Projektkontrolle - Projektsteuerung - Projektänderung - Projektbeurteilung - Berichtswesen • Projekte im Anlagenbau - Projektphasen - Projektorganisation - Investitionskostenschätzung • Wirtschaftlichkeitsstudie • Internes Rechnungswesen • Externes Rechnungswesen • Rechtliche und organisatorische Grundlagen - Gesellschaftsformen (DE, EU, international) - Steuern - Verträge

	• Operatives Management, Methoden • Marketing
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit Projektarbeit
Leistungsnachweis	mündliche Prüfung (65%) und Projekt (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1
Empfohlene Literatur	• Kraus, O.-E. (Hrsg): Managementwissen für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Springer (2010) • Kuster, J.; et al., Handbuch Projektmanagement, Springer (2008) • Pinnells, J.R.; Pinnells, E.: Risikomanagement in Projekten, Gabler (2007) • Ebert, B.: Technische Projekte, Wiley-VCH (2002)

Modulnummer 9M403	Modulbezeichnung **Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Braun
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Braun
Modulziele	Die Studierenden können die Thermodynamik realer Mehrphasensysteme erläutern und geeignete Methoden zur Berechnung von Aktivitäten und Fugazitäten auswählen und anwenden. Sie legen komplexe Trennprozesse verfahrenstechnisch aus. Darüber hinaus wenden sie moderne Arbeitsmethoden an.
Modulinhalte	Die Modulinhalte orientieren sich an aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten und beziehen sich im Wesentlichen auf folgende Gebiete: • Vertiefte Grundlagen der Mehrphasenthermodynamik • Berechnung von Stoffdaten und Phasengleichgewichten • Verfahrenstechnische Dimensionierung von Rektifikationskolonnen zur Trennung von nicht-idealen Mehrkomponentensystemen • Extraktion mit überkritischen Medien • Spezielle Membranprozesse
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit Rechenübungen
Leistungsnachweis	mündliche Prüfung
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar 30 Std. Übung 30 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1

Empfohlene Literatur	• Stephan, P., et al.: Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen. Band 2: Mehrstoffsysteme und chemische Reaktionen, Springer (2010) • Pfennig, A.: Thermodynamik der Gemische, Springer (2003)

Modulnummer 9M404	Modulbezeichnung **Masterprojekt 1**
Credits	10
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Dozenten des Studiengangs Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung
Modulziele	Die Studierenden können selbstständig in vorgegebener Frist eine einschlägige gestellte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe planen und bearbeiten. Sie dokumentieren die Ergebnisse im Rahmen etablierter wissenschaftlicher Gepflogenheiten klar und verständlich.
Modulinhalte	Die Masterprojekte bestehen aus der eigenständigen Bearbeitung einer einschlägigen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der Verfahrenstechnik und der schriftlichen Darstellung der herangezogenen wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse. Die Masterprojekte umfassen Aspekte der aktuellen Forschungsaktivitäten der am Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik (IAV) aktiven Arbeitsgruppen. Die Studierenden sind damit ein tragender Teil der angewandten Forschung und direkt in die Forschungsarbeit eingebunden.
Lehrmethoden/-formen	Individuelle Projektarbeit, durch Professoren begleitet
Leistungsnachweis	Schriftlicher Projektbericht
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	300 Std./10 Credits Eigenarbeit 300 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1
Empfohlene Literatur	• Ebel, H.F.; Bliefert, C.; Kellersohn, A.: Erfolgreich Kommunizieren, Wily-VCH, Weinheim (2000) • Perry, R., H.; Green, D. W.: Perry's Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill (2007)

Modulnummer 9M405	Modulbezeichnung **Personalführung und Teams**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Hansmeier, Dipl.-Päd.
Modulziele	Die Studierenden nennen und beschreiben Methoden der Personal- und Teamführung. Sie können Aspekte heterogener und interdisziplinärer Teams nennen und beschreiben und sind in der Lage, Konflikt- und Widerstandsszenarien zu beschreiben und zu analysieren. Die Studierenden wenden die Methoden im Rahmen von praktischen Übungen an und bewerten diese.
Modulinhalte	• Rhetorik - der Redner - die Rede • Führung und Zusammenarbeit - Führung - Führungsorganisation - Führungsarbeit im Projektmanagement • Aspekte von Teams - Teamarbeit im Projekt - Kriterien der Teamzusammenstellung - Rollen und Funktionen - Zusammenarbeit fördern - Motivation - Entwicklungsphasen von Gruppen • Widerstand und Konflikt - Widerstand - Konflikt - Konfliktlösung • Methoden der Teamführung - Agenda - Kickoff-Veranstaltung - Moderation der Arbeitsprozesse - Projektsitzungen leiten

	- Analysen im Team - Konsens entwickeln - Konfliktstile • Personalrecht, Deutschland - Betriebsverfassungsgesetz
Lehrmethoden/-formen	Seminar
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung und Handhabungsprüfung
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Seminar 60 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1
Empfohlene Literatur	• Kraus, O.-E. (Hrsg): Managementwissen für Naturwissenschaftler und Ingenieure. Springer (2010) • Kuster, J.; et al., Handbuch Projektmanagement. Springer (2008) • Kirchner, B.; et al.: Rhetorik für Manager. Gabler (2006)

Modulnummer 9M406	Modulbezeichnung **Prozessintegration**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann, Prof. Dr.-Ing. Braun, Berufungsstelle „Anlagen- und Energieverfahrenstechnik“, „Partikeltechnologie“ sowie „Fluidverfahrenstechnik“
Modulziele	Die Studierenden analysieren verfahrenstechnische Prozesse, erkennen Engpässe und identifizieren diejenigen Prozessschritte, Teilprozesse oder Grundoperationen, die die Gesamteffizienz eines Prozesses beeinträchtigen. Sie nennen und beschreiben ausgewählte integrierte Prozesse und erläutern diese anhand von kommentierten Skizzen. Sie können ausgewählte integrierte Prozesse bilanzieren und verfahrenstechnisch dimensionieren.
Modulinhalte	• Systematische Prozessanalyse - Value Engineering • Bilanzierung integrierter Grundoperationen • Nicht-konventioneller Energieeintrag: Ultraschall, Mikrowelle, Radiowellen, Laser, UV • Integration von Wärmeübertragung und chemischen Reaktionen - autotherme Reaktionen - Verdampfungskühlung durch Reaktanten • Integration von Trennprozessen und chemischen Reaktionen - Reaktivrektifikation - Reaktivabsortion - Reaktivextraktion - Reaktivkristallisation - Membranreaktor • Integration von Prozessen der Feststoffverfahrenstechnik mit chemischen Reaktionen - katalytische Filter - Reaktionsmühle - Reaktivagglomeration • Integrierte Apparate - Trennwandkolonne

	- Wärmeübertrager mit mehr als zwei Fluiden
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit PC-Übungen und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%) und Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar mit PC-Übungen 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M2
Empfohlene Literatur	• Sundmacher, K.; Seidel-Morgenstern, A.; Kienle, A. (Hrsg.) Integrated Chemical Processes, Wiley-VCH (2005)

Modulnummer 9M407	Modulbezeichnung **Process Engineering Conferences**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Dozenten und Dozentinnen des Studiengangs Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung
Modulziele	Die Studierenden schlagen im Rahmen eines vorgegebenen thematischen Rahmens und eines „Call For Papers“ ein wissenschaftlich relevantes Thema vor. Sie können zu diesem Thema einen Abstract in englischer Sprache verfassen wie es zur Einreichung eines Beitrages für eine wissenschaftliche Konferenz notwendig ist. Sie verfassen, ebenfalls in englischer Sprache, folgende Formate, wie sie für eine wissenschaftliche Konferenz in Form und Zielsetzung üblich sind: • Paper • Poster • Oral Presentation Die Studierenden halten eine Vortrag in englischer Sprache und können Diskussionen zu Fachvorträgen führen.
Modulinhalte	• Recherche • Verfassen eines Abstracts • Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels (*paper*) • Erstellen eines wissenschaftlichen Posters (*poster presentation*) • wissenschaftlicher Vortrag (*oral presentation*) • Erstellen eines Konferenzbandes (*conference proceedings*)
Lehrmethoden/-formen	Forschendes Lernen, In-house Scientific Conference: „Process Engineering Conferences“ Begleitung durch ein Seminar
Leistungsnachweis	Wissenschaftliches Paper, Poster oder Vortrag (je 50 %)
Voraussetzungen	Keine

Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Seminar 15 Std. Vor- und Nachbereitung 135 Std
Empfohlene Einordnung	Semester M2
Empfohlene Literatur	• Ebel, H.F.; Bliefert, C.; Kellersohn, A.: Erfolgreich Kommunizieren, Wily-VCH, Weinheim (2000)

Modulnummer 9M408	Modulbezeichnung **Masterprojekt 2**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Dozenten und Dozentinnen des Studiengangs Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung
Modulziele	Die Studierenden können selbstständig einen Themenvorschlag für ihr Masterprojekt erarbeiten und diesen begründen. Sie planen und bearbeiten selbstständig in vorgegebener Frist diese selbstdefinierte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe. Sie dokumentieren die Ergebnisse im Rahmen etablierter wissenschaftlicher Gepflogenheiten klar und verständlich.
Modulinhalte	Das Masterprojekt besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer selbst identifizierten ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der Verfahrenstechnik und der schriftlichen Darstellung der herangezogenen wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse. Die Masterprojekte umfassen Aspekte der aktuellen Forschungsaktivitäten der am Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik (IAV) aktiven Arbeitsgruppen. Die Studierenden sind damit ein tragender Teil der angewandten Forschung und direkt in die Forschungsarbeit eingebunden.
Lehrmethoden/-formen	Forschendes Lernen, durch eine Professorin/einen Professor begleitet
Leistungsnachweis	Schriftlicher Projektbericht
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Eigenarbeit 150 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M2
Empfohlene Literatur	• Ebel, H.F.; Bliefert, C.; Kellersohn, A.: Erfolgreich Kommunizieren, Wily-VCH (2000) • Perry, R., H.; Green, D. W.: Perry's Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill (2007)

Modulnummer 9M408	Modulbezeichnung **Masterarbeit und Kolloquium**
Credits	28 + 2
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Dozenten und Dozentinnen des Studiengangs Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung
Modulziele	Die Studierenden bearbeiten selbstständig innerhalb einer vorgegebenen Frist eine gestellte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe aus dem Fachgebiet der Verfahrenstechnik und stellen die Ergebnisse klar und verständlich nach wissenschaftlichen Kriterien dar. Sie leisten dabei einen Transfer und erweitern den Stand der Wissenschaft und Technik. Im Masterkolloquium begründen die Studierenden mündlich und selbstständig die fachlichen Grundlagen, die angewandten Methoden, die Auswertung und die Ergebnisse ihrer Masterarbeit. Sie erläutern fachübergreifende Zusammenhänge und außerfachliche Bezüge.
Modulinhalte	Masterarbeit • Die Masterarbeit besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der Verfahrenstechnik sowie aus der schriftlichen Darstellung der angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse. • Die Masterarbeit umfasst Aspekte der aktuellen Forschungsaktivitäten der am IAV aktiven Arbeitsgruppen. • Die Studierenden sind damit ein tragender Teil der angewandten Forschung und direkt in die Forschungsarbeit eingebunden.
Lehrmethoden/-formen	Masterarbeit: Forschendes Lernen. Eigenständige Projektarbeit aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften, in der Regel allein durch einen Professor / eine Professorin angeleitet.
Leistungsnachweis	schriftlicher Bericht, Vortrag und mündliche Prüfung
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	900 Std./30 Credits Masterarbeit 840 Std.

	Kolloquium 60 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M3
Empfohlene Literatur	Wissenschaftliche Fachliteratur, Recherche z. B. über www.scopus.com

Wahlpflichtmodule

Modulnummer	Modulname
9M430	Prozessdatenanalyse
9M431	Prozesssimulation und Modellierung
9M432	Prozessentwicklung
9M433	Energieintegration
9M434	Entwicklung verfahrenstechnischer Produkte
9M435	Heterogene Reaktionssysteme
9M436	Technologie kleiner Partikeln
9M437	Lebensmitteltechnik

Modulnummer 9M430	Modulbezeichnung **Prozessdatenanalyse**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Haber
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Haber
Modulziele	Die Studierenden beschreiben moderne daten- und modellbasierte Methoden der Prozessdatenanalyse, wählen geeignete Methoden aus und wenden diese an. Sie können Messdaten auf Plausibilität prüfen, die Daten vorbehandeln und auf Korrelationen analysieren. Sie legen dar, wie man aus komplexen, mehrdimensionalen Datensätzen mittels Hauptkomponentenanalyse die wesentlichen Informationen herausholen kann. Sie schätzen Modellstrukturen und Modellparameter mittels Regression und planen Experimente mittels statistischer Versuchsplanung. Die Studierenden beschreiben die Modellbildung mittels neuronaler Netze und interpretieren die Ergebnisse und erläutern die Funktion von Softsensoren. Sie analysieren Betriebsdaten, beurteilen die Regelungsqualität und erarbeiten Verbesserungsvorschläge.
Modulinhalte	• Prozessdatenvorbehandlung (fehlende Daten, „Ausreißer", Filter) • Linearitäts-/Nichtlinearitätstest, harmonische Analyse • Statistische Tests für die Fehlererkennung • Korrelationsanalyse • Parameterschätzung mit der Methode der kleinsten Quadrate (statische und dynamische Modelle), Modellstruktursuche • Grundlagen der statistischen Versuchsplanung • Hauptkomponentenanalyse (PCA) • Modellbildung mit neuronalen Netzen, Softsensoren • Statistische Prozessüberwachung (SPC) • Beurteilung der Regelungsqualität aus Betriebsdaten • Grundlagen der Fehlerdiagnose von Anlagen
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit integrierten Rechenübungen und Laborpraktikum

Leistungsnachweis	Schriftliche und mündliche Prüfung sowie begleitende Leistungsnachweise
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Vorlesung, Seminar, Übungen 60 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Looser, R.: Statistische Messdatenauswertung, Francis (2003)

Modulnummer 9M431	Modulbezeichnung **Prozesssimulation und Modellierung**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Modulziele	Die Studierenden beschreiben, analysieren und entwickeln ausgewählte instationäre (zeitabhängige) verfahrenstechnische Prozessmodelle. Sie handhaben ein kommerzielles Simulationswerkzeug (Chemcad) sowie interpretieren und modifizieren sie einen vorhandenen Quellcode (Matlab). Sie erstellen selbstständig im Rahmen einer Projektarbeit im Team einen strukturierten und kommentierten Quellcode.
Modulinhalte	• Modellbildung in der Verfahrenstechnik • stationäre und instationäre Prozesssimulation • kommerzielle Simulationswerkzeuge • stationäre Standardmodelle (Chemcad) - Wärmeübertrager - Reaktoren - Rektifikation - Absorption - Kombination von Modellen (Gibbs reactor, flash) • instationäre Standardmodelle (Chemcad) - Batchreaktor - Batchrektifikation • Formulierung dimensionsloser Bilanzgleichungen - Arbeitstechniken - dimensionslose Kenngrößen • Modellbildung und Simulation instationärer Prozesse an ausgewählten Beispielen: - kontinuierlich betriebene Rührkesselkaskade - Regelung der Temperierung einer exothermen Reaktion - nicht-isothermer Rohrreaktor mit axialer Dispersion - Rektifikation eines Zweistoffgemischs - Extraktionskolonne mit Rückvermischung und Regelung

	- Anfahren eines Doppelrohrwärmeaustauschers - Trocknung eines Feststoffs - Waschen eines Filterkuchens - Membran zur Gastrennung - Ausbreitung von Abwässern in einem Fließgewässer
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit PC-Übungen und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar mit PC-Übungen 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Ingham, J.; Dunn, I.J.; Heinzle, E.; Prenosil, J.E. Chemical Engineering Dynamics, Wiley-VCH (2002)

Modulnummer 9M432	Modulbezeichnung **Prozessentwicklung**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Modulziele	Die Studierenden können die speziellen fachlichen Aspekte der Analyse und Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse nennen, erläutern und anwenden. Sie können Beispiele aus den Bereichen der Chemischen Verfahrenstechnik, der Fluidverfahrenstechnik, der Feststoffverfahrenstechnik und der Bioverfahrenstechnik nachvollziehen, bewerten die gewonnenen Erkenntnisse und übertragen diese auf verwandte Fragestellung. Die Studierenden erwerben eigene Erfahrungen zu den spezifischen Arbeitsmethoden anhand der Bearbeitung eines betreuten Projekts im arbeitsteiligen Team. Sie übertragen ihr Wissen und die Arbeitstechniken auf verwandte Fragestellungen.
Modulinhalte	• Projektorganisation • Projektdokumentation • Prozessdesign - strukturierte Methoden - heuristische Regeln - Prozessvarianten und Bewertung - Optimierung - Anwendung • Prozessanalyse • Maßstabsvergrößerung - Methoden - Anwendung • Physikalische Modelle und mathematisch Modellierung • Softwarewerkzeuge • Analyse der Gefahren und Risiken (CHAIR, PAAG) • Ökonomische Analyse • Ökologische Analyse • Entwicklung eines verfahrenstechnischen Prozesses im Projektteam

Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit PC-Übungen und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (Wiki 35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar mit PC-Übungen 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Vogel, G. H.: Process Development. Wiley-VCH (2005) • Mizrahi, J.: Developing an Industrial Chemical Process. CRC Press (2002) • Tatterson, G. B.: Process Scaleup and Design. Greensboro (2002) • Kletz, T.: What Went Wrong? Case Histories of Plant Disasters. Gulf Professional Publishing (1999) • IVSS: Gefahrenermittlung, Gefahrenbewertung ISSA Prevention Series No. 2027 (G) ISBN 92-843-7122-8 (1997) • Peters, M. S.; Timmerhaus, K. D.; West, R. E.: Plant Design and Economics for Chemical Engineers. McGraw-Hill (2003) • Perry, R. H.; Green, D. W.: Perry's Chemical Engineer's Handbook. McGraw-Hill (2007)

Modulnummer 9M433	Modulbezeichnung **Energieintegration**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Berufungsstelle „Anlagen- und Energieverfahrenstechnik
Modulziele	Die Studierenden nennen, erläutern und bewerten Methoden und Prozesse zur Energieintegration verfahrenstechnischer Prozesse. Sie analysieren im Spannungsfeld fixe Kosten / variable Kosten komplexe Wärmeübertragernetzwerke und optimieren diese.
Modulinhalte	• Optimierung von Wärmeübertragernetzwerken - Pinchanalyse kontinuierlicher Prozesse - Subnetze - Anwendung genetischer Algorithmen - Anfahren • Pinchanalyse bei absatzweise betriebenen Prozessen • Energiespeicher - fühlbare Wärme - latente Wärme - physiko-chemische Speicher • Nutzung von Abwärme • Kraft-Wärme-Kopplung • Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung • Organic-Rankine-Prozess • Kalina-Prozess • Dynamische Simulation von Wärmeübertragernetzwerken
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit PC-Übungen und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar mit PC-Übungen 60 Std.

	Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Pehnt, M. (Hrsg): Energieeffizienz, Springer (2010) • Kemp, I.C.: Pinch Analysis and Process Integration (2007) • Morand, R.; et al.: Prozessintegration mit der Pinch Analyse, Handbuch zum BFE Einführungskurs, Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm für Verfahrenstechnische Prozesse (2006)

Modulnummer 9M434	Modulbezeichnung **Entwicklung verfahrenstechnischer Produkte**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Berufungsstelle „Partikeltechnologie“
Modulziele	Die Studierenden nennen und beschreiben Methoden zur Entwicklung verfahrenstechnischer Produkte. Sie wenden die einschlägigen Methoden und Werkzeuge an und können die Stärken und Begrenzungen der Methoden und Werkzeuge beschreiben und beurteilen. Die Studierenden können erläutern, wie man sich in ein Produktentwicklungsteam integriert und arbeiten in einem Produktentwicklungsteam effizient mit.
Modulinhalte	• Einführung - Produkte, Prozesse und Anlagen • Produktentwicklung vs. Prozessentwicklung • Produktanforderungen - Ermittlung der Kundenanforderungen - Wege zu neuen Ideen - Bewertung von Ideen - Planung und Auswertung von Experimenten • Ermittlung der Herstellkosten - variable Kosten - fixe Kosten • Produktauswahl - Auswahl auf Basis thermodynamischer Kriterien - Auswahl auf Basis kinetischer Kriterien - weniger objektive Auswahlkriterien, Auswahlmatrices • Sensitivitätsanalyse und Risikoanalyse • Verarbeitung zum Endprodukt, Produktformulierung • Beispielprojekte Produktentwicklung - Kunststoffprodukte, z.B. PLA-Flasche - Lebensmittelprodukte, z.B. Instant Alkopop - Haushaltschemikalien, z.B. Fußbodenreiniger - Körperpflegemittel, z.B. Shampoo - Agrochemikalien, z.B. Pflanzenschutzmittel, Coating

Lehrmethoden/-formen	Proseminar und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Cussler, E.L.; Moggridge, G.D.: Chemical Product Design, Cambridge University Press (2001) • Bröckel, U.; Meier, W.; Wagner, G.: Product Design and Engineering: Best Practices, Wiley-VCH (2007) • Rähse, W.: Produktdesign in der chemischen Industrie, Springer (2007) • Ulrich, K.; Eppinger, S.: Product Design and Development, McGraw-Hill (2003) • Coulson, J. M.; Richardson, J. F.: Chemical Engineering, Vol. 1, 2 & 3, Elsevier (2004) • Perry, R. H.; Green, D. W.: Perry's Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill (2007)

Modulnummer 9M435	Modulbezeichnung **Heterogene Reaktionssysteme**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Modulziele	Die Studierenden nennen und erläutern Konzepte zur Beschreibung der Kopplung von Wärmetransport und Stofftransport mit chemischen Reaktionen. Sie identifizieren korrekte Prozessbedingungen, wählen geeignete Reaktoren für komplexe Reaktionssysteme aus und legen reale industrielle Reaktoren reaktionstechnisch aus. Die Studierenden können Experimente an heterogenen Reaktionssystemen planen, auswerten und experimentelle Daten interpretieren. Sie strukturieren die notwendigen Berechnungsschritte selbstständig und lösen die vermaschten Bilanzgleichungen für Material und Enthalpie analytisch oder numerisch.
Modulinhalte	• Reaktionen und Geschwindigkeitsgesetze komplexer Reaktionssysteme • nicht-katalytische Gas/Feststoff-Reaktionen - Shrinking-Core Model • katalytische Gas/Feststoff-Reaktionen - Katalysatorwirkungsgrad - Slurryreaktor - Festbettreaktor - Wirbelbettreaktor • Gas/Flüssig-Reaktionen - Konzept des Verstärkungsfaktors • Auslegung von Reaktoren für Gas/Flüssig-Reaktionen - Blasensäule - Füllkörperkolonne - begaster Rührwerksbehälter - Sprühturm • Hydraulische Dimensionierung - Betreibbarkeit - zulässiger Druckverlust

	- minimale Herstellkosten • Bioreaktoren - aerobe und anaerobe Fermentation - kinetische Ansätze - Steriltechnik - Scherung
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit PC-Übungen und Projektarbeit
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar mit PC-Übungen 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Emig, G.; Klemm, E.: Technische Chemie - Einführung in die chemische Reaktionstechnik, Springer (2005) • Missen, R. W.; Mims, C. A.; Saville, B. A.: Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics, Wiley New York (1999) • Cussler, E.L.: Diffusion - Mass Transfer in Fluid Systems Cambridge University Press (1997) • Maćkowiak, J.: Fluiddynamik von Füllkörpern und Packungen, Springer (2003)

Modulnummer 9M436	Modulbezeichnung **Technologie kleiner Partikeln**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Berufungsstelle „Partikeltechnologie“
Modulziele	Die Studierenden können Apparate, Maschinen und Verfahren der Technologie kleiner Partikeln nennen, beschreiben und verfahrenstechnisch auslegen. Sie können die Partikelneigenschaften wie Partikelngröße, Partikelngrößenverteilung, spezifische Oberfläche, Porosität, Porenstruktur, die physiko-chemischen Oberflächeneigenschaften und die Löslichkeit gezielt modifizieren. Ziel dieser Modifikationen sind Produkte mit definierten Funktionen aus und mit Partikeln im Bereich von Partikelngrößen in den Größenbereichen mm, µm, nm.
Modulinhalte	• Analysentechniken - Partikelngrößenverteilung - spezifische Oberfläche - Porengröße und Porengrößenverteilung • Adsorption und Desorption an Feststoffoberflächen • Herstellverfahren für Partikeln < 0,5 µm • Sprühtrocknen • Gefriertrocknen • Mahlen • Abscheiden • Kristallisation • Schmelzkristallisation • Coating • Dispergieren in niedrig- und hochviskosen Fluiden • Produkte mit spezifischen Funktionen - Wirkstofffreisetzung - Löslichkeit - Reaktivität
Lehrmethoden/-formen	Proseminar mit Projektarbeit

Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung (65%), Projektarbeit (35%)
Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Proseminar 60 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Otterstedt, J.-E.; Brandreth, D.A.: Small Particles Technology, Springer (2010)

Modulnummer 9M437	Modulbezeichnung **Lebensmitteltechnik**
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rieckmann
Dozenten	Herr Dr.-Ing. Emde
Modulziele	Die Studierenden nennen und erläutern die Eigenschaften ausgewählter Apparate und Prozesse der Lebensmitteltechnik. Sie bewerten durch besondere Detailbetrachtungen und über das Grundlagenwissen hinaus, auch forschungsrelevante, praktische und branchen-spezifische Aspekte. Die Studierenden beschreiben, wie in industrieller Forschung und Produktion Gesamt- oder Teilprojekte auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen erfolgreich bearbeitet werden. Sie analysieren Fragestellungen der Lebensmitteltechnik, entwickeln neue Prozesse und wenden ihre für die Branche relevante Forschungskompetenz an.
Modulinhalte	• spezielle Grundlagen der Lebensmitteltechnik • Prozesstechnik in der Lebensmittelproduktion • Bilanzierung und Modellierung von Prozessen zur Produktion von Lebensmitteln • Apparate- und Anlagendesign in der industriellen Praxis • Wirtschaftlichkeitsaspekte bei der Prozess- und Anlagenplanung • Auslegung von Misch- und Rührapparaten • hygienegerechte Gestaltung von Produktionsanlagen • Fermentationsprozesse zur Produktion oder Umwandlung von Lebensmitteln oder Lebensmittelinhaltstoffen • Prozesse in der Öl- und Fettverarbeitung • Technik und Verfahren in der Getränketechnologie • Technologien und Rohstoffe für Bioraffineriekonzepte unter Berücksichtigung der Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion • innovatives Wasser- und Abwassermanagement in der Lebensmittelindustrie • Projektarbeit (Einführung, Bearbeitung, Vortrag) • Exkursion (Vorbereitung, Firmenbesuch, Bericht)

Lehrmethoden/-formen	Proseminar, Übung, Projektarbeit, Exkursion
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung, Vortrag, Bericht
Voraussetzungen	Modul „Feststoffverfahrenstechnik und Fluidverfahrenstechnik“
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits Vorlesung 30 Std. Übung, Projektarbeit und Exkursion 30 Std. Vor- und Nachbereitung inkl. Projektarbeit 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	• Holzapfel W.: Mikrobiologie der Lebensmittel. Lebensmittel pflanzlicher Herkunft. Behr’s Verlag, Hamburg, 2007 • Yanniotis S.: Solving Problems in Food Engineering. Springer, New York, 2008 • Schuchmann H.P., Schuchmann H.: Lebensmittelverfahrenstechnik, Wiley-VCH, Weinheim 2005 • Hauser G.: Hygienische Produktion Band 1 und 2, Wiley-VCH, Weinheim, 2008