

Thermodynamik

Dozent: Jürgen Köhler
Umfang: Vorlesung (3 SWS), Hörsaalübung (1 SWS) und Seminargruppe (2 SWS)
Semester: WS

Wärme- und Stoffübertragung

Dozent: Jürgen Köhler
Umfang: Vorlesung (2 SWS), Hörsaalübung (1 SWS) und Seminargruppe (1 SWS)
Semester: SS

Thermodynamik der Gemische

Dozent: Jürgen Köhler / Gabriele Raabe
Umfang: Vorlesung (2 SWS) und Hörsaalübung (1 SWS)
Semester: WS

Thermodynamics and Statistics

Dozent: Jürgen Köhler
Umfang: Vorlesung (2 SWS) und Hörsaalübung (1 SWS)
Semester: SS

Molekulare Simulation

Dozent: Jürgen Köhler / Gabriele Raabe
Umfang: Vorlesung (2 SWS)
Semester: SS

Fahrzeugklimatisierung

Dozent: Jürgen Köhler / Nicholas Lemke
Umfang: Vorlesung (2 SWS)
Semester: WS

Thermodynamik in chemischen Prozesssimulationen

Dozent: Sönke Bröcker
Umfang: Vorlesung (2 SWS) und Hörsaalübung (1 SWS)
Semester: WS

Objektorientierte Simulationsmethoden in der Thermo- und Fluidodynamik

Dozent: Jürgen Köhler / Wilhelm Tegethoff
Umfang: Vorlesung (2 SWS) und Hörsaalübung (1 SWS)
Semester: SS/WS

Modellierung thermischer Systeme in Modelica

Dozent: Jürgen Köhler / Wilhelm Tegethoff
Umfang: Vorlesung (2 SWS) und Hörsaalübung (1 SWS)
Semester: SS/WS

Energetechnisches Labor

Dozenten: Reinhard Leithner, Günter Kosyna, Jürgen Köhler
Umfang: Übung (4 SWS)
Semester: WS

Seminar für Energie-, Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik

Dozenten: Dozenten der Fachrichtung Energie- und Verfahrenstechnik/Bioverfahrenstechnik

Umfang: Seminar (2 SWS)

Semester: SS/WS

Seminar für Thermodynamik

Dozenten: Jürgen Köhler, wiss. Mitarbeiter

Umfang: Seminar (2 SWS)

Semester: SS/WS

Inhalte der Lehrveranstaltungen:

Thermodynamik

- Grundbegriffe der Thermodynamik
 - Thermodynamisches System
 - Extensive, intensive Zustandsgrößen
 - Prozessgrößen
- Bilanzen und Erhaltungssätze
 - Allgemeine Bilanzierung
 - Massen-, Stoff-, Impuls-, Energie- und Entropiebilanz
- Thermodynamische Relationen
 - Eulersche Gleichung
 - Gleichung von Gibbs-Duhem
 - Enthalpie, freie Energie, freie Enthalpie
 - Maxwell-Relationen
- Fundamentalgleichungen und Zustandsgleichungen
- Grundlegende thermodynamische Zustandsänderungen und Prozesse
 - Isobare, isochore und isotherme Zustandsänderung
 - Die Wärmekapazität
 - Adiabate isentrope Zustandsänderung
 - Polytrope Zustandsänderung
 - Der Carnotsche Kreisprozess
- Gleichgewichtsbedingungen
- Arbeitsvermögen und Exergie
- Ideales Gas
 - Thermische und kalorische Zustandsgleichung; Wärmekapazität
 - Zustandsänderungen idealer Gase
- Reale Stoffe
 - Zustandsgrößen im Zweiphasengebiet
 - Diagramme im Zweiphasengebiet
 - Zustandsgleichungen
 - Dampf-Flüssigkeits-Gleichgewicht
 - Clausius-Clapeyronsche Gleichung
 - Gibbsche Phasenregel
 - Zustandsänderungen
- Thermodynamische Prozesse
 - Einmalige Prozesse
 - Verbrennungsmaschinen
 - Offene Prozesse
 - Wärmekraftprozesse
 - Kälteprozesse
- Feuchte Luft

Wärme- und Stoffübertragung

- Wärmeübertrager
- Eindimensionale stationäre Wärmeleitung
- Mehrdimensionale instationäre Wärmeleitung
- Konvektive Wärmeübertragung ohne Phasenwechsel
- Konvektive Wärmeübertragung mit Phasenwechsel
- Wärmestrahlung
- Strahlung schwarzer Körper
- Strahlungseigenschaften realer Körper
- Strahlungsaustausch
- Diffusion, konvektiver Stofftransport

Thermodynamik der Gemische

- Einführung in die Thermodynamik der Gemische: Grundbegriffe, Gemische idealer Gase und Gas-Dampf-Gemische
- Fundamentalgleichung von Gemischen und das chemische Potential
- Der erste Hauptsatz für Systeme mit veränderlicher Stoffmenge
- Zustandsgleichungen, Eulersche Gleichung und die Gleichung von Gibbs-Duhem
- Gibbsche Phasenregel und Phasendiagramme
- Thermodynamische Potentiale und Zustandsgrößen realer Gemische
- Phasenzerrfall und Phasengleichgewichte: Gleichgewichtsbedingungen, Berechnung von Phasengleichgewichten, Konsistenzkriterien, Differentialgleichungen der Phasengrenzkurven
- Thermodynamik der chemischen Reaktionen

Thermodynamics and Statistics

- Basic Considerations
 - Thermodynamic Systems
 - Extensive and Intensive Properties
 - Process Variables
- Balances and Conservation Laws
 - Mass Balance
 - Momentum Balance
 - Energy Balance: Total Energy, Kinetic Energy, Internal Energy, Gibbs Relation
 - Entropy Balance
- Thermodynamic Relations
 - Euler Equation
 - Gibbs-Duhem Relation
 - Maxwell Relations
- Fundamental Equations and Equations of State
- Heat and Work Interactions
 - Isobaric, Isochoric, Isothermal, Isentropic, Polytropic Changes of State
 - Carnot Cycle
- Equilibrium Criteria
- Ideal Gas
- Properties of Real Substances
- Statistical Thermodynamics
 - Foundations
 - Applications

Bemerkung: Die Vorlesung wird auf Englisch gehalten!

Molekulare Simulation

- Grundlagen aus der statistischen Thermodynamik: Begriff des Ensembles, Zustandssummen, Zustandssumme des idealen Gases, Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung
- Monte Carlo Simulation: Inportant Sampling, Simulation in verschiedenen Ensembles, spezielle Algorithmen zur Simulation von Phasengleichgewichten
- Molekulardynamik: Finite Differenzen Methoden, Bestimmung von Stoffeigenschaften, Simulation in verschiedenen Ensembles, Simulation von Molekülen
- Modelle zur Beschreibung der Wechselwirkungsenergie: Arten der intra- und intermolekularen Wechselwirkungen, empirische und ab initio Potentialfunktionen
- Simulationstechniken: Dimensionslose Variablen, Initialisierung einer Simulation, periodische Randbedingungen, Nachbarlisten

Bemerkung: Voraussetzungen sind die Vorlesungen Thermodynamik und Thermodynamik der Gemische, sowie Programmierkenntnisse. Die Teilnehmer müssen sich vor Vorlesungsbeginn in eine Liste eintragen.

Fahrzeugklimatisierung

- Thermischer Komfort, Luftgüte, Sicherheitsaspekte
- Lüftung und Luftkonditionierung
- Kühlmittelkreislauf
- Kältemittelkreislauf
 - Kältemittel
 - Komponenten
 - Treibhausproblematik
- Alternativen
- Kohlendioxid als Kältemittel
- Fortgeschrittene Technologien
- Technische Anwendungen

Bemerkung: Die Vorlesung wird teilweise von Herrn Prof. Köhler, teilweise von Herrn Dr.-Ing. Lemke gehalten und entstand unter Mitwirkung von Dr. Specht ([Volkswagen AG](#)). Grundkenntnisse in der Thermodynamik sind zum Verständnis hilfreich.

Thermodynamik in chemischen Prozesssimulationen

Für die Auslegung chemischer Prozesse und ihrer Anlagen muss das thermo-dynamische Verhalten der beteiligten Stoffe bekannt sein. Es kann mit unterschiedlichen thermodynamischen Methoden und Modellen berechnet werden. Dabei ist die Auswahl des richtigen Rechenweges entscheidend für die Güte der berechneten Stoffdaten und damit grundlegend für die gesamte Prozessauslegung. Um die richtige Auswahl zu treffen, muss ein Ingenieur die thermodynamischen Methoden und Modelle mit ihren physikalischen Grundlagen kennen.

Hier wird diese Vorlesung ansetzen und thermodynamische Rechenmethoden und Modelle behandeln, die in der chemischen Prozesssimulation von Bedeutung sind. Neben den theoretischen Grundlagen werden die Anwendung der Methoden und Modelle in der Industrie in den Vordergrund gestellt. Hierzu bringt der Dozent Erfahrungen aus seiner beruflichen Tätigkeit bei der Degussa-Hüls AG ein. An Beispielen wird das praktische Vorgehen bei der Beschreibung des thermo-dynamischen Verhaltens komplexerer Stoffsysteme erläutert.

Vorlesungsinhalte sind:

- Bedeutung und Aufgaben der Thermodynamik in chemischen Prozesssimulationen
- Thermodynamische Modellierung von Apparaten und Prozessen, Behandlung praktischer Beispiele
- Berechnung von Reinstoffdaten: empirische und physikalische Modelle, Rechenmethoden
- Modelle für reale Gemische: Aufbau und Anwendung von Zustandsgleichungen und gE-Modellen
- Beschreibung von Elektrolytsystemen: Grundlagen, praktische Modelle
- Modellierung chemischer Reaktionen und deren Kinetik

Bemerkung: Voraussetzung ist die Vorlesung Thermodynamik der Gemische. Die Vorlesung wird als Blockveranstaltung durchgeführt, und die Teilnehmer müssen sich vor Vorlesungsbeginn in eine Liste eintragen.

Objektorientierte Simulationsmethoden in der Thermo- und Fluidodynamik

- Intensivkurs C++
- Grundlagen der objektorientierten Beschreibung auf der Basis von C++
 - Aggregation
 - Vererbung
 - Polymorphismus
- Objektorientierte Modellierung einfacher Energiesysteme auf der Basis des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik unter Berücksichtigung von Enthalpieströmen und unterschiedlicher Wärmetransportmechanismen (Leitung, Konvektion, Strahlung, Kontakt),
- Stationäre und instationäre Formulierungen des 1. Hauptsatzes
- GUI (graphical user interface) mit der plattformunabhängigen Bibliothek QT (als zusätzliche freiwillige Übung)

Bemerkung: Es handelt sich um eine Blockveranstaltung, die Termine sind beim Dozenten zu erfragen. Voraussetzung sind Grundkenntnisse im Programmieren und in der Thermodynamik.

Modellierung thermischer Systeme in Modelica

- Objektorientierte und gleichungsbasierte Formulierung von Algebra-Differentialgleichungssystemen (ADGL-Systemen) zur Beschreibung z.B. thermischer Systeme mit Hilfe der Simulationssprache Modelica (www.modelica.org)
- Einführung in die Sprache Modelica mit Hilfe der Arbeitsumgebung Dymola
- ADGL-Systeme und Lösungsverfahren inkl. Index-Reduzierung
- Hybride (ereignisorientierte) Modellierung
- Beispiele: Beschreibung von physikalischen Bilanzen, Stoffdaten realer Fluide, Bridgman-Tabellen, stationäre und transiente Modellierung von Wärmeübertragern mit realen Stoffen, Erstellung einer objektorientierten Modellbibliothek zur Simulation von Kälte- und Klimatisierungssystemen, knotenbasierte Modellbibliothek zur objektorientierten Beschreibung von Wärmeübertragungsmechanismen.

Bemerkung: Es handelt sich um eine Blockveranstaltung, die Termine sind beim Dozenten zu erfragen.

Energietechnisches Labor

Das energietechnische Labor wird gemeinsam vom Institut für Thermodynamik, Pfeiderer Institut für Strömungsmechanik (PFI) und Institut für Wärme- und Brennstofftechnik (IWBT) durchgeführt. Es werden zehn verschiedene Versuche angeboten. Jeder Teilnehmer muss fünf davon auswählen, zwei des PFIs, zwei des IWBTs und einer des IFTs.

Für jeden Versuch findet jeweils eine bzw. zwei Wochen vor der Versuchsdurchführung eine Vorbesprechung statt. In der Zeit zwischen der Vorbesprechung und dem Versuch ist der Stoff der Vorbesprechung zu erarbeiten. Bestehende Unklarheiten sollten vor dem Versuchstag mit dem Betreuer geklärt werden, da während der Versuche selbstständig gearbeitet werden soll.

Zu jedem Versuch ist von jeder Gruppe ein Laborbericht anzufertigen. Der Bericht ist entsprechend der Institutsrichtlinien abzufassen und eine Woche nach dem Versuch bei dem Betreuer abzugeben. Nach Abgabe des Berichts findet ein Kolloquium statt.

Die Labornote errechnet sich aus den Noten für den Bericht (Gruppennote), für die Beteiligung am Versuch (individuelle Note) und für das Kolloquium (individuelle Note).

Bemerkung: Die Termine der Vorbesprechungen und der Versuche werden in der ersten Vorbesprechung bekanntgegeben. Die Einteilung der Versuchsgruppen erfolgt ebenfalls in dieser Vorbesprechung.
Die Teilnehmer tragen sich bitte in die Listen ein, die in den drei Instituten ausliegen.

Seminar für Energie-, Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik

In diesem Seminar werden verschiedene Themen der Energie-, Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik in Form von Studentenreferaten vorgetragen. Jeder Teilnehmer hat einen Vortrag von 30 Minuten Dauer zu halten. Der Vortrag ist in freier Rede zu halten, es stehen die üblichen Hilfsmittel wie Wandtafel, Diaprojektor, Overheadprojektor und Beamer zur Verfügung. Im Anschluss an jeden Vortrag findet eine Diskussion statt. Es besteht für die Teilnehmer bei allen Vorträgen Anwesenheitspflicht. Weitere Informationen zum Seminar sowie die Seminarrichtlinien finden Sie unter <http://www.evt.tu-bs.de>.

Bemerkung: Nach Ablauf der in jedem Semester angegebenen Frist ist die Vortragsanmeldung aus organisatorischen Gründen nicht mehr möglich.