

Modulname: Effizienz in der Kälte- und Klimatechnik

Modulübersicht

EDV-Bezeichnung: MAMB240B, ASEM250B (MABM Schwerpunkt KKU; ASEM Schwerpunkt 2)

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Michael Arneemann

Modulumfang (ECTS): 6 CP

Einordnung (Semester): 2

Inhaltliche Voraussetzungen: Thermodynamik,
Grundlagen der Wärmeübertragung,
Grundlagen der Strömungsmechanik

empfohlen, hilfreich: Grundlagen der Kälte- und Klimatechnik

Voraussetzungen nach SPO: -

Kompetenzen:

Fachkompetenz

(Wissen und Verstehen, Fertigkeiten)

Die Studierenden

- verstehen den Aufbau von Zustandsgleichungen zur Berechnung von thermischen und kalorischen Stoffeigenschaften
- und können die relevanten Parameter für kubische EOS bestimmen und mit dieses EOS neue Stoffe mit bekannter chemischer Struktur berechnen
- kennen die relevanten Einflussgrößen auf die Kälte- bzw. Kühllast und die Wärme- bzw. Heizlast und können diese Lasten berechnen/bestimmen
- können auf der Basis dieser Ergebnisse Komponenten auslegen (insbesondere Verdichter und Wärmeübertrager.
- verstehen das Zusammenwirken relevanter Betriebsparameter (z. B. Temperaturen, Volumenstrom, Massenstrom, Drehzahl, Wärmekapazität, Leistungen, energetische Kennzahlen), können diese Wirkung grafisch darstellen und erklären
- kennen die Grundlagen der energetischen Bewertung von Kälte- und Klimaanlage (Massen-, Energie-, Entropie-, Exergiebilanzen, Gütegrade, Wirkungsgrade, Leistungszahlen, Nutzungsgrade) und können einzelne Komponenten, Baugruppen und ganze Systeme mit den genannten Methoden analysieren (berechnen, bewerten) und daraus Verbesserungspotenziale aufzeigen
- kennen die aktuellen Normen, Verordnungen und verstehen die Bedeutung der dort definierten Methoden und Kennzahlen zur Bewertung von Komponenten und Anlagen
- kennen (die) praktisch umsetzbaren Möglichkeiten, die Effizienz der untersuchten Systeme zu steigern
- und können deren Einfluss auf die energetische Effizienz rechnerisch bestimmen/abschätzen
- Können Kriterien zur Auswahl geeigneter Werkzeuge zur rechnergestützten Berechnung thermophysikalischer Stoffeigenschaften fluider Stoffe am Beispiel von Coolprop, REFPROP, EES nennen (Genauigkeit der Stoffdaten, Geschwindigkeit der Berechnung, Einfachheit der Bedienung, Zuverlässigkeit)
- Können mit der Software Coolpack und EES (Engineering Equation Solver) Stoffeigenschaften berechnen und in Diagrammen darstellen

- Können komplexe Kältemittelkreisläufe mit Einstoffkältemitteln und zeotropen Kältemittelgemischen modellieren und z.B. mit EES alle relevanten Stoffeigenschaften und Kennzahlen zur energetischen Bewertung berechnen (s.o.):
- können den Einfluss der Betriebsparameter auf den Betrieb der ausgelegten Komponenten (Verdichter, Wärmeübertrager) berechnen, darstellen, erklären.
- können subkritische, transkritische Prozesse berechnen.

Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden thermische Systeme modellieren und mit Hilfe aktueller, ausgewählter Softwaretools selbstständig beschreiben, simulieren, analysieren und Ergebnisse darstellen und detailliert erklären.

Überfachliche Kompetenz

(Sozialkompetenz und Selbstständigkeit, (personell, persönliche Kompetenz)

Während des Labors (im Rechner-Poolraum) arbeiten die Studierenden eigenständig/selbstständig und in Kleingruppen.

Selbstständiges, eigenständiges, unabhängiges Arbeiten:

Die Studierenden üben das Erstellen von Modellen, Aufstellen von Bilanzen, Programmieren der Gleichungen und Algorithmen, Analysieren Bewerten der Simulationsergebnisse.

Anschließend oder begleitend erfolgt eine Diskussion der einzelnen Handlungen und Teilschritte mit anderen Gruppenmitgliedern. Es folgt ggf. eine Fehlersuche, und der Versuch die Ursachen/Gründe für Unterschiede zu ergründen. In den Kleingruppen lernen die Studierenden gruppenspezifische Prozesse beim Lösen technischer Prozesse kennen.

Geübt wird (auch) das verantwortungsvolle, gründliche, fehlerfreie Bearbeiten, da sich das (ständige) aufwendige Vergleichen mit anderen als sehr zeitaufwendig gestaltet und nicht direkt/unmittelbar zum möglichen Fehler führt

Prüfungsleistungen:

Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer benoteten Modulprüfung von 60 min. Dauer oder einer mündlichen Prüfung von 20 min. bewertet. Sowohl die schriftliche Klausur, als auch die mündliche Prüfung sind benotet. Die Art der Prüfung legt der Dozent zum Vorlesungsbeginn fest. Eine praktische Arbeit ist Prüfungsvorleistung für MABM242B, ASEM252B.

Verwendbarkeit:

Die Studierenden sind in der Lage geeignete Methoden zur energetischen Bewertung von Anlagen auszuwählen und anzuwenden, z. B. auch für Wärmekraftmaschinen, Wärmepumpen, diese Anlage systematisch und detailliert zu analysieren und die Ergebnisse verständlich darzustellen und zu diskutieren.

| | |
|--|--|
| Lehrveranstaltung: | Energieeffizienz in der Kälte- und Klimatechnik |
| EDV-Bezeichnung: | MABM241B, ASEM251B |
| Dozent/in: | Prof. Dr.-Ing. Michael Arnemann |
| Umfang (SWS): | 2 SWS, 3 CP |
| Turnus: | jährlich |
| Art und Modus: | Vorlesung; Pflicht, Schwerpunktfach |
| Lehrsprache: | deutsch und englisch |
| <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische und ökologische Bedeutung der Kälte- und Klimatechnik • Vergleichsprozesse • Exergiebilanzen, • Kennzahlen zur Bewertung der Energieeffizienz: Leistungszahl, Arbeitszahl, Gütegrad, exergetische Wirkungsgrad, ex. Nutzungs- grund, • Kältelast, Kühllast • Auslegung einzelner Komponenten und ganzer Anlagen, • Betriebscharakteristiken von Komponenten und Anlagen • Vergleich genormter Methoden zur energetische Bewertung von Kälte- und Klimaanlage für Vollast und Teillast mit der exergetischen Bewertung • Darstellung in Energie und Exergie in Zustandsdiagrammen und Flussbildern • Konkrete Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durch <ul style="list-style-type: none"> o Lastreduktion o Kältemittel o Komponentenauswahl o Prozessoptimierung | |
| <p>Empfohlene Literatur:</p> <p>Aktuelle Normen: z. B. VDMA Einheitsblatt 24247, DIN V 18599, DIN EN 14825 Fratzsch, W.; Brodjanskij, V.M. (Mitarb.); Michalek, K. (Mitarb.); 1986 <i>Exergie : Theorie und Anwendung</i>. 1. Auflage. Springer Verlag Wien, ISBN 978-3-7091-9524-6 Korn, D.; 2011. <i>Effizienter Betrieb von Kälteanlagen. Energieeinsparung, Wärmerückgewinnung, Abwärmenutzung</i>. 2. Auflage. VDE-Verlag Berlin, ISBN 978-3-8007-3593 Pearson, S.F.; 2008. <i>Saving energy in refrigeration, air-conditioning and heat-pump technology</i>. 2. Auflage. IIR Book Paris, ISBN 978-2-9131-4966-3.</p> | |
| <p>Anmerkungen:</p> | |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Lehrveranstaltung: | Simulation thermischer Systeme |
| EDV-Bezeichnung: | MABM242B, ASEM252B |
| Dozent/in: | Prof. Dr.-Ing. Michael Arnemann |
| Umfang (SWS): | 2 SWS, 3 CP |
| Turnus: | jährlich |
| Art und Modus: | Labor; Pflicht, Schwerpunktfach |
| Lehrsprache: | deutsch und englisch |
| Inhalte: | |
| <p>Folgende Werkzeuge/Anwendungen werden exemplarisch im Detail vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coolpack und • EES (Engineering Equation Solver) <p>Mit Hilfe dieser Programme wird geübt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung und Darstellung von Stoffeigenschaften: (Mathematische Strukturen von Zustandsgleichungen zur Berechnung thermophysikalischer Stoffeigenschaften von Reinstoffen und Gemischen; Lösungsmethoden für diese Gleichungen) • Programmierung von Komponenten und Anlagen auf der Basis mathematischer Modelle • Berechnung der relevanten Zustands- und Prozessgrößen beispielhaft für Wärmekraftmaschinen, Wärmepumpen und Kälteanlagen z. B. Kompressionskälteanlagen, Absorptionskälteanlagen: jeweils: einstufig, zweistufig, Kaskadenanlagen mit unterschiedlichen Fluiden, sub- und transkritisch | |
| Empfohlene Literatur: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Begleitmaterial zur Vorlesung, gedruckt und in elektronischer Form, • Benutzerhandbücher der Software in elektronischer Form | |
| Anmerkungen: | |
| <p>Methode zur Erstellung von Modellen und deren Umsetzung in eine Programmiersprache ist auf andere Komponenten und Anlagen (z. B. für Wärmekraftmaschinen, Wärmepumpen) und eine andere Programmiersprache für die Studenten anwendbar.</p> | |