

## Technische Wärmelehre

| Datenfeld                            | Erklärung   |
|--------------------------------------|---|
| Titel                                | Technische Wärmelehre   |
| Credits                              | 5   |
| Autorenschaft/<br>Verantwortlichkeit | Prof. Dr.-Ing. Gernot Wilhelms<br>Fachhochschule Braunschweig / Wolfenbüttel  |
|                                      | Prof. Dr. Müller-Menzel / FH Lübeck   |
| Präsenzzeit                          | 2 Präsenzphasen a 6 h / 1 Präsenztermin Klausur 2 h   |
| Lerngebiet                           | Wirtschaftsingenieurwesen   |
| Lernziele / Kompetenzen              | <p>Nachdem die Studierenden das Modul Technische Wärmelehre durchgearbeitet haben, werden sie in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit den grundlegenden physikalischen Größen der Thermodynamik zu arbeiten (Kenntnis, Verständnis; Anwendung)</li> <li>• Aufgaben bezüglich der gegebenen Informationen und der zu bestimmenden Größen richtig zu erfassen (Analyse)</li> <li>• thermodynamische Systeme bezüglich ihres Zustandes, ihrer Eigenschaften und ihrer Wechselwirkungen mit der Umgebung zu unterscheiden (Kenntnis; Verständnis; Anwendung, Analyse)</li> <li>• den thermischen Zustand und einfache Zustandsänderungen des idealen Gases zu berechnen.(Anwendung)</li> <li>• die verschiedenen Formen von Arbeit zu unterscheiden und zu berechnen und Energiebilanzen aufzustellen.(Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• die verschiedenen Formen der kalorischen Zustandsgleichungen zu unterscheiden, (Kenntnis; Verständnis)</li> <li>• mit den kalorischen Zustandsgleichungen zu rechnen, (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• die richtigen Werte für die Stoffgröße Wärmekapazität zu ermitteln (Kenntnis; Verständnis; Anwendung; Analyse)</li> <li>• die kalorischen Zustandsgleichungen in Zusammenhang mit dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik anzuwenden. (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• die Definitionsgleichung der Entropie anzuwenden (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• Prozesse auf Irreversibilität hin zu untersuchen. (Analyse)</li> <li>• Zustandsänderungen des idealen Gases zu berechnen und diese im p,V- und im T,S-Diagramm darzustellen. (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• einfache Kreisprozesse zu berechnen und zu bewerten (Kenntnis; Verständnis; Anwendung; Beurteilung)</li> <li>• die sich bei Wärmeleitung einstellenden Temperaturverteilungen zu skizzieren und zu berechnen (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• die die Wärmeleitung beschreibenden Größen zu berechnen. (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• den Wärmeübergang bei erzwungener und bei freier Konvektion zu berechnen,(Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• Aufgaben zum Wärmedurchgang zu lösen und einfache Berechnungen von Wärmeübertragern durchzuführen (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• die grundlegenden Strahlungsgesetze anzuwenden, (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• einfache Berechnungen zur Emission von Strahlung durchzuführen und (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> <li>• einfache Aufgaben zur Wärmeübertragung durch Strahlung zu lösen. (Kenntnis; Verständnis; Anwendung)</li> </ul> <p>Fachkompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Grundgleichungen der Thermodynamik</li> <li>• Rechnen mit Größengleichungen</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• systematisches Bearbeiten von Aufgabenstellungen</li> <li>• Verwenden von Stoffwerten</li> </ul> <p>Methodenkompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten mit Größengleichungen</li> <li>• Lösen von Größengleichungen mit dem Taschenrechner</li> <li>• Aufstellen von Stoff- und Energiebilanzen</li> <li>• Die in Aufgabenstellungen gegebenen Informationen für die Rechnung aufbereiten</li> <li>• Stoffwerte ermitteln</li> </ul> <p>Bewertungskompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte energietechnischer Anlagen bewerten können.</li> </ul> <p>Entscheidungskompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anhand von Kriterien qualifizierte Entscheidungen zur Umsetzbarkeit von energietechnischen Konzepten treffen</li> <li>• ein Bewusstsein für die Konsequenz ihrer / seiner Entscheidungen haben</li> </ul>           |
| Voraussetzungen   | Grundlegende Kenntnisse mathematischer Begriffe und Algorithmen.  |
| Niveaustufe   | 4. Studiensemester  |
| Lernform  | Selbstarbeitsphasen (Online-Modul)<br>Laborversuche<br>Übungsklausuren  |
| Status  | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes                                      | in jedem Semester   |
| Präsenzinhalte<br><input type="checkbox"/> physisch notwendig | <p>1.Präsenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborversuch (Vorschlag Scrollverdichter); Dauer 2 h</li> <li>• Seminar – Wiederholung zurückliegender Lerninhalte und Beantwortung von Fragen: Dauer 2 h</li> <li>• Übungsklausur (wird korrigiert, aber nicht bewertet); Dauer 2 h</li> </ul> <p>2. Präsenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborversuch (Vorschlag Stirling-Motor); Dauer 2 h</li> <li>• Seminar – Wiederholung zurückliegender Lerninhalte und Beantwortung von Fragen: Dauer 2 h</li> <li>• Übungsklausur (wird korrigiert, aber nicht bewertet); Dauer 2 h</li> </ul> <p>3. Präsenz: Klausur; Dauer 2 h</p>  |
| Prüfungsvorleistungen und Prüfungsform                        | Die Präsenzveranstaltungen sind Pflichtveranstaltungen.<br>Schriftliche Abschlussklausur (2 h)  |
| Literatur   | Cerbe/Hoffmann: Einführung in die Thermodynamik, 13. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2002  |
| Weitere Hinweise  |   |
| Inhalte   | <p>Im Module Technische Wärmelehre wird das Arbeiten mit Größen und Größengleichungen vermittelt. Die Größen, die in der Thermodynamik vorkommen, werden behandelt und die thermische Zustandsgleichung des idealen Gases vorgestellt. Es wird die Begrifflichkeit der Thermodynamik erläutert, der 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik behandelt und die kalorische Zustandsgleichung vorgestellt. Nach der ausführlichen Darstellung der Zustandsänderungen des idealen Gases wird eine Einführung in die Kreisprozesse und die damit verbundenen Begrifflichkeit gegeben. Im abschließenden Kapitel Wärmeübertragung wird die Wärmeleitung, der konvektive Wärmeübergang und die Wärmestrahlung behandelt.</p> <p>Lehreinheit 1: Größen und Größengleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Größen und Größengleichungen</li> <li>• Masse</li> <li>• Stoffmenge</li> <li>• Volumen, Flächeninhalt, Länge</li> </ul> |

- Thermische Ausdehnung
- Temperatur
- Zeit
- Druck

#### Lehreinheit 2: Grundbegriffe der Thermodynamik

- Thermodynamisches System
- Zustand, Zustandsgrößen, Zustandsgleichungen
- Zustandsänderung, Prozess

#### Lehreinheit 3: Erster Hauptsatz der Thermodynamik

- Arbeit
- Innere Energie
- Wärme
- Erster Hauptsatz für geschlossene Systeme
- Erster Hauptsatz für offene Systeme
- Technische Arbeit
- Enthalpie
- Strömungs- und Arbeitsprozesse

#### Präsenzphase 1:

- Laborversuch (Vorschlag Scrollverdichter)
- Seminar – Wiederholung zurückliegender Lerninhalte und Beantwortung von Fragen
- Übungsklausur (wird korrigiert, aber nicht bewertet)

#### Lehreinheit 4: Kalorische Zustandsgleichungen

- Kalorische Zustandsgleichungen
- Kalorische Zustandsgleichungen des idealen Gases
- Kalorische Zustandsgleichung für inkompressible Fluide
- Kalorische Zustandsgleichung für isobare Wärmeübertragung
- Spezifische Wärmekapazitäten
- Spezifische Wärmekapazitäten des idealen Gases
- Wärmekapazitäten von Gemischen

#### Lehreinheit 5: Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

- Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

#### Lehreinheit 6: Zustandsänderungen des idealen Gases

- Zustandsänderungen des idealen Gases
- Isochore Zustandsänderungen des idealen Gases
- Isobare Zustandsänderungen des idealen Gases
- Isotherme Zustandsänderungen des idealen Gases
- Isentrope Zustandsänderungen des idealen Gases
- Polytrope Zustandsänderungen des idealen Gases
- Adiabate Zustandsänderungen des idealen Gases

#### Lehreinheit 7: Kreisprozesse

- Kreisprozesse
- Arbeit des reversiblen Kreisprozesses
- Der rechtslaufende Kreisprozess, Wärmekraftmaschine
- Der linkslaufende Kreisprozess, Wärmepumpe/Kältemaschine
- Der rechtslaufende Carnotprozess
- Der linkslaufende Carnotprozess

#### Präsenzphase 2:

- Laborversuch (Vorschlag Stirling-Motor)

- Seminar – Wiederholung zurückliegender Lerninhalte und Beantwortung von Fragen
- Übungsklausur (wird korrigiert, aber nicht bewertet)

Lehreinheit 8: Wärmeleitung

- Fouriersches Gesetz
- Wärmeleitung durch eine ebene Wand
- Wärmeleitung durch eine zylindrische Wand
- Wärmeleitung durch eine Hohlkugelwand

Lehreinheit 9: Wärmeübertragung durch Konvektion

- Wärmeübergang durch Konvektion
- Wärmeübergang
- Wärmedurchgang
- Wärmeübertrager

Lehreinheit 10: Wärmeübertragung durch Strahlung

- Wärmestrahlung
- Emission des schwarzen /nichtscharzen Körpers
- Reflexion, Absorption, Transmission
- Wärmeübertragung durch Strahlung

Präsenzphase 3: Schriftliche Abschlussklausur