

Lernzettel

Technische Bauteile und Systeme:
Wärmetauscher, Kessel, Kondensatoren,
Turbinen, Pumpen, Isolierung

Universität:	Technische Universität Berlin
Kurs/Modul:	Technische Wärmelehre (9 LP)
Erstellungsdatum:	September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Technische Wärmelehre (9 LP)

Lernzettel: Technische Bauteile und Systeme: Wärmetauscher, Kessel, Kondensatoren, Turbinen, Pumpen, Isolierung

(1) Überblick und Zielsetzung. Technische Bauteile und Systeme sind zentrale Bestandteile der Technischen Wärmelehre. Sie ermöglichen die gezielte Übertragung, Erzeugung und Nutzung von Wärme in technischen Prozessen. Wichtige Größen und Kennwerte finden sich in der Praxis in folgenden Bereichen wieder: Wärmedurchlass, Wärmeübertragung, Druck- und Strömungseigenschaften sowie thermische Verluste.

(2) Wärmetauscher. Funktionsprinzip: Übertragung von Wärme zwischen zwei Medien ohne Mediumaustausch. Typische Bauformen: Plattenwärmetauscher, Rohr-/Rohrbündel-Wärmetauscher, Gegenstrom- und Parallelstrom-Anordnung.

(2a) Kennwerte. Der Leistungsbezug erfolgt typischerweise über die Wärmeleistung

$$\dot{Q} = U A \Delta T_{\text{lm}},$$

wobei

$$\Delta T_{\text{lm}} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)},$$

$$\Delta T_1 = T_{\text{h,in}} - T_{\text{c,out}}, \quad \Delta T_2 = T_{\text{h,out}} - T_{\text{c,in}}.$$

U ist der Wärmeübergangskoeffizient, A die HTML-Waußfläche, $\dot{Q}$ die Wärmeleistung.

(2b) Beispielrechnung. Gegeben: $U = 250 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$, $A = 5 \text{ m}^2$, $\Delta T_{\text{lm}} = 40 \text{ K}$. Berechnung:

$$\dot{Q} = 250 \times 5 \times 40 = 50\,000 \text{ W} = 50 \text{ kW}.$$

(3) Kessel. Zweck: Wärmeenergie für Dampferzeugung oder Heißwassereinsatz bereitstellen. Typen: Dampfkessel, Heißwasserkessel, Kombikessel; meist mit Brennstoff- oder Elektronen-ergiebetrieb.

(3a) Grundgleichungen. Energetische Bilanz eines einfachen Kessels:

$$\dot{Q}_{\text{zu}} = \dot{m} c_p \Delta T \quad (\text{Wasser als Medium, adiabatisch angenommene Innere Energieänderung})$$

Alternativ für Dampferzeugung:

$$\dot{Q}_{\text{zu}} = \dot{m} \Delta h = \dot{m} (h_{\text{in}} - h_{\text{out}}),$$

wobei h die Enthalpie des Mediums ist.

(3b) Beispielrechnung. Wasser ($c_p \approx 4.18 \text{ kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$) von 20°C auf 120°C bei $\dot{m} = 2 \text{ kg s}^{-1}$:

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T = 2 \times 4.18 \times (120 - 20) = 2 \times 4.18 \times 100 = 836 \text{ kW}.$$

(4) Kondensatoren. Aufgabe: Dampf aus einem Druckzustand kondensieren und Wärme abführen. Typisch sind Oberflächen- oder luftgekühlte Kondensatoren.

(4a) Grundgleichung. Bei Kondensation wird die latente Wärme freigesetzt:

$$\dot{Q} = \dot{m} \Delta h_{\text{vap}} \quad (\Delta h_{\text{vap}} = h_g - h_f),$$

wobei Δh_{vap} die Verdampfungsenthalpie ist.

(4b) Beispielrechnung. Dampf mit $\dot{m} = 1 \text{ kg s}^{-1}$ kondensiert bei einer Verdampfungsenthalpie $\Delta h_{\text{vap}} \approx 2100 \text{ kJ kg}^{-1}$:

$$\dot{Q} = 1 \times 2100 = 2100 \text{ kW}.$$

(5) Turbinen. Dient der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Arbeit durch isentrope Zustandsänderung des Arbeitsmediums.

(5a) Grundgleichungen. Arbeit pro Masseinheit:

$$\dot{W}_{\text{out}} = \dot{m} (h_{\text{in}} - h_{\text{out}}).$$

Wirkungsgrad der Turbine:

$$\eta_t = \frac{\dot{W}_{\text{out}}}{\dot{Q}_{\text{in}}}.$$

(5b) Beispielrechnung. Eine Turbine arbeitet mit 1.0 kg/s hypothetischem Dampf, Einlassenthalpie $h_{\text{in}} = 2800 \text{ kJ kg}^{-1}$, Auslass $h_{\text{out}} = 1800 \text{ kJ kg}^{-1}$.

$$\dot{W}_{\text{out}} = 1.0 \times (2800 - 1800) = 1000 \text{ kW}.$$

(6) Pumpen. Ineffektive Energetik von Fluidsystemen; Pumpe erzeugt Druckanstieg gegen Fluidwiderstände.

(6a) Grundgleichungen. Ideale Pumpe (berücksichtigt literarisch):

$$\dot{W}_{\text{pump}} = \dot{m} (h_2 - h_1).$$

Für inkompressible Flüssigkeiten:

$$\dot{W}_{\text{pump}} \approx \dot{m} \frac{\Delta p}{\rho},$$

mit Δp dem Druckanstieg und ρ der Dichte.

(6b) Beispielrechnung. Wasserstrang mit $\dot{m} = 0.8 \text{ kg s}^{-1}$, Druckanstieg $\Delta p = 150 \text{ kPa}$, $\rho \approx 1000 \text{ kg m}^{-3}$:

$$\dot{W}_{\text{pump}} \approx 0.8 \times \frac{150\,000}{1000} = 0.8 \times 150 = 120 \text{ kW}.$$

(7) Isolierung. Zweck: Wärmeverluste minimieren, Energieeffizienz erhöhen. Wichtige Größen: Wärmeleitfähigkeiten k , Dicken L , Querschnittsfläche A ; Gesamt-Wärmedurchgangswiderstand.

(7a) Wärmedurchlasswiderstand. Gleichung für eine Schicht:

$$R_{\text{Si}} = \frac{L_i}{k_i A},$$

Summation über alle Schichten:

$$R_{\text{total}} = \sum_i \frac{L_i}{k_i A}.$$
$$\dot{Q} = \frac{T_i - T_o}{R_{\text{total}}}.$$

(7b) Alternative Darstellung über Wärmedurchgangskoeffizienten.

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}} A}, \quad \dot{Q} = U A \Delta T_{\text{lm}}.$$

(7c) Hinweise zur Praxis. - Isolierung reduziert Wärmedurchlauf, senkt Betriebskosten. - Materialauswahl: geringe Wärmeleitfähigkeit, gute Oberflächenhaftung; Randbedingungen: Temperaturspannungen, Feuchte. - Berücksichtigung feuchter Luft (falls relevant) und Wärmeübertragung durch Strahlung.

Stoffdaten und Stoffdiagramme (Stoffdaten). - Wichtige Größen: c_p (spezifische Wärmekapazität), ρ (Dichte), k (Wärmeleitfähigkeit), Δh_{vap} (Verdampfungsenthalpie). - Hinweis: Stoffdiagramme (z. B. Druck-Enthalpie-Plot) dienen zur Bestimmung von h und Verdampfungsenthalpien.

Hinweise zur Praxis. - Bei allen Bauteilen ist die Energieeffizienz zu beachten: minimale Verluste, optimale Betriebspunkte. - Sicherheits- und Betriebsvorschriften sind zu beachten (Druck, Temperaturen, Werkstoffe).