



Wärmeübertragung I

2. Übung (Bilanz)

1. Aufgabe

Ein Liter Wasser soll mit Hilfe eines elektrischen Tauchsieders zum Sieden gebracht werden. Das Wasser hat die Anfangstemperatur $T_A = 14\text{ °C}$.

Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der mittleren Wassertemperatur $T_W(t)$.

Wie lange dauert es, bis die Siedetemperatur $T_S = 100\text{ °C}$ erreicht ist, wenn der Tauchsieder die konstante elektrische Leistung von $\dot{W}_{el} = 1000\text{ W}$ aufnimmt?

Anmerkung: Wärmeverluste an die Umgebung sowie die Wärmekapazitäten des Tauchsieders und des Behälters dürfen vernachlässigt werden.

Daten: Mittlere spez. Wärmekapazität des Wassers $c_{p,W} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

Dichte des Wassers $\rho_W = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

2. Aufgabe

In einem Rührkessel soll eine Flüssigkeitsmasse M_L mit der Anfangstemperatur T_A und der mittleren spez. Wärmekapazität $c_{p,L}$ erwärmt werden. Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der Flüssigkeitstemperatur $T_L(t)$, wenn der Kessel (für $t > 0$) durch eine eingebaute Heizschlange beheizt wird, deren äußere Oberflächentemperatur T_O durch innen kondensierenden Dampf konstant gehalten wird. Der Wärmeübergangskoeffizient α zwischen Heizschlangenoberfläche A und Rührkesselinhalt sei dabei konstant.

Anmerkung: Wärmeverluste an die Umgebung, die zugeführte Rührerleistung und die zeitliche Änderung der Enthalpie der Heizelemente und der Kesselwand sind vernachlässigbar.

3. Aufgabe

Versuchen Sie, die Aufgaben 1 und 2 ohne die in den Anmerkungen angegebenen Vernachlässigungen zu lösen. Berücksichtigen Sie die auftretenden Wärmeverluste (näherungsweise) durch einen konstanten Wärmedurchgangskoeffizienten k_v zwischen Flüssigkeit und Umgebung.

Zahlenangaben für Aufgabe 3.1 (Tauchsieder):

Masse des Tauchsieders und des Behälters

$$M_s = 400 \text{ g}$$

mittlere spez. Wärmekapazität

$$c_{p,s} = 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

äußere Oberfläche des Behälters

$$A_v = 0,1 \text{ m}^2$$

Umgebungstemperatur

$$T_U = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient Wasser/Umgebung

$$k_v = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}}$$