

Übungen zur Thermodynamik

Serie 5: Arten des Wärmetransports und Wärmestrom

1. Der Nutzen von Untersätzen

Kaspar serviert die Suppe. Um die Tischoberfläche zu schonen, stellt er die 90°C heisse Suppenpfanne auf einer Korkunterlage (Dicke 0.90 cm, Durchmesser 17 cm) auf den Tisch (mit Zimmertemperatur).

- Wie viel Wärme wird innerhalb von 10.0 Minuten durch die Unterlage auf den Tisch übertragen ($\lambda_{\text{Kork}} \approx 0.040 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}}$)?
- Wie dick müsste eine gleich gut isolierende Holzunterlage sein, wenn wir beim Holz von einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{\text{Holz}} \approx 0.13 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}}$ ausgehen?

2. Der Leidenfrost-Effekt

Schau dir das auf agertsch.ch verlinkte Video zum **Leidenfrost-Effekt** an und beantworte danach folgende Fragen:

- Welche Art des Wärmetransports lässt einen Wassertropfen auf einer nicht allzu heissen Herdplatte (z.B. 120°C) relativ rasch verdampfen?
- Was passiert beim Leidenfrost-Effekt, dass ein Wassertropfen auf einer viel heisseren Herdplatte weniger schnell verdampft? Welche Art des Wärmetransports findet nun statt?

3. Wärmetransport im Pfannenboden

Bei einer modernen Kochpfanne für Glaskeramik- oder Gasherde besteht das Gehäuse in der Regel aus rostfreiem Stahl, während der Boden im Wesentlichen eine Kupferplatte ist.

- Worin bestehen die Vorteile dieser Materialwahl?

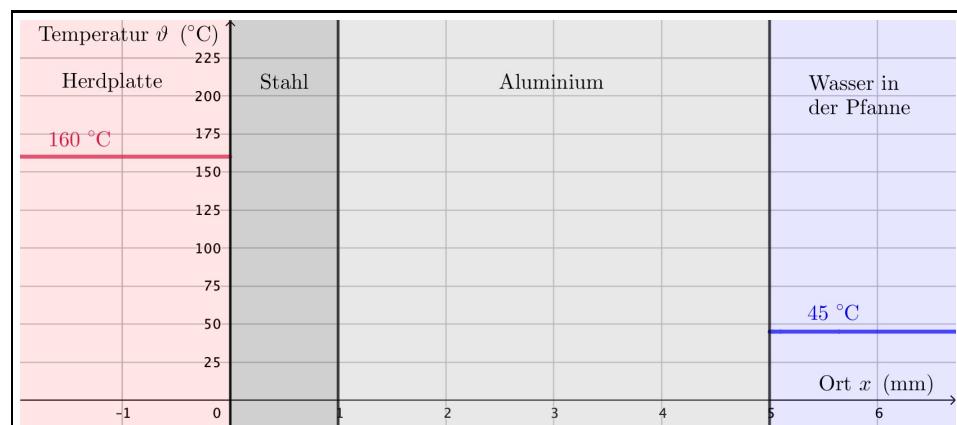
- Wir betrachten eine solche Pfanne mit einem Durchmesser von 19 cm, wobei der Pfannenboden 7.5 mm dick sei. Darin heize ich Wasser auf. Momentan betrage die Temperatur der Herdplatte 160°C und diejenige des Wassers 45°C .

Wie gross sind aktuell der **Wärmestrom** durch den, die **Wärmestromdichte** im und der **Temperaturgradient** im Pfannenboden?

- Schwieriger:** Bei einer anderen Art von Pfanne besteht der Boden zu unterst aus einer 1 mm dicken Stahlschicht und darüber liegt eine 4 mm dicke Aluminiumschicht.

Angenommen, ich würde mein Wasser mit dieser Pfanne aufheizen, wie würde im oben beschriebenen Moment der **Temperaturverlauf** im Pfannenboden aussehen?

Tipp: Denke über die Temperaturgradienten im Stahl und im Aluminium und über die Energiebilanzen der Materialien nach! Die Situation ist quasi-statisch...



4. Isolationsmassnahmen

In den Bergen kann die Aussentemperatur im Winter ziemlich tief sinken. Beim Haus von Freunden haben wir verschiedene Temperaturunterschiede gemessen. So herrschte zwischen der Innen- und der Aussenseite der 17 cm dicken Holzwand eine Temperaturdifferenz von 21°C , während dieser Temperaturunterschied bei einer 6.0 mm dicken, einfachen Fensterscheibe nur 1.5°C betrug.

Welche **Wärmestromdichten** gab es durch Wände und Fenster und wo sollten **Isolierungsmassnahmen** folglich ansetzen?

5. Wärmestrom beim Haarföhn

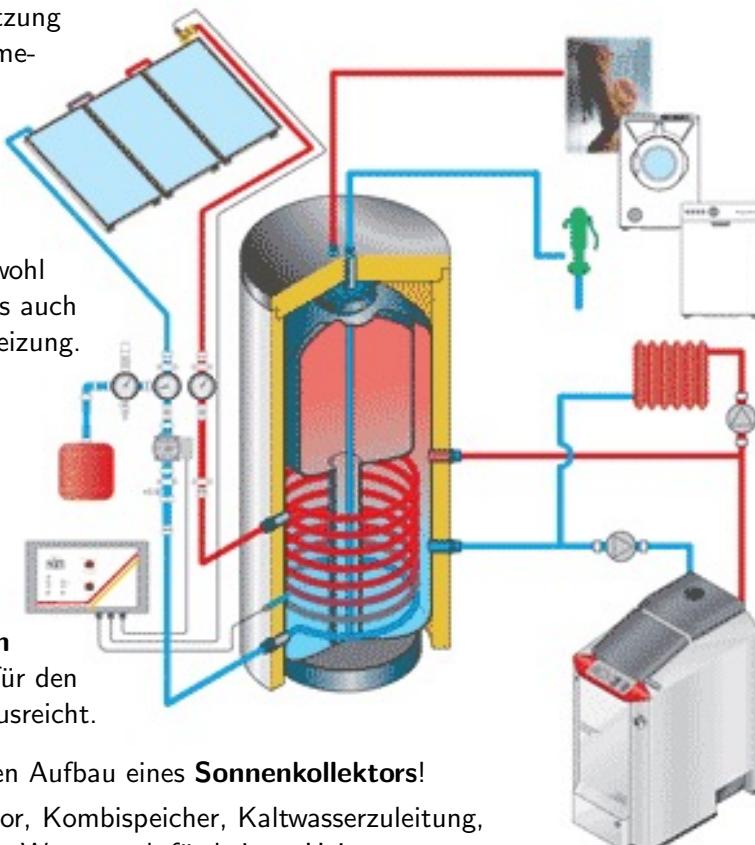
Ein Haarföhn beziehe eine elektrische Leistung von 1400 W. Schätze ab, wie gross der Wärmestrom und die Wärmestromdichte des Luftstroms sind, der vorne aus dem Föhn austritt! Ein paar Hinweise:

- Etwa 30 % der elektrischen Leistung werden für den Antrieb des Propellers des Föhns benötigt, der Rest wird für das Heizen der Luft verwendet.
- Hilfreiche Werte könnten die spezifische Wärmekapazität, aber vielleicht auch die Dichte von Luft sein. Erstere findet sich im Skript, letztere beträgt $\varrho_{\text{Luft}} \approx 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- Schätze weitere Angaben (Luftgeschwindigkeit, Föhndurchmesser, Temperaturen, etc.) selber ab.

6. Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Eine **Solaranlage** zur Heizungsunterstützung ist in der Lage, zusätzlich zum Heizwärmebedarf für die Brauchwassererwärmung auch einen Teil der Gebäudeheizung mit zu übernehmen. Die Verwendung einer solchen Heizungsunterstützung erfordert in der Regel den Einbau eines **Kombispeichers**. Dieser übernimmt sowohl die Versorgung mit Trinkwarmwasser, als auch die Einbindung der Solaranlage in die Heizung.

Grundsätzlich gilt: Die Einbindung einer solaren Heizungsunterstützung ist unkompliziert und auch nachträglich einfach zu realisieren. Zu beachten ist aber, dass eine Solaranlage die Beheizung eines Gebäudes in unseren Breiten nicht 100%-ig sicherstellen kann. Sie benötigt immer ein **zweites Heizsystem** "im Hintergrund", also ein Heizsystem für den Fall, dass die Energie der Sonne nicht ausreicht.



- (a) Informiere dich im Internet über den Aufbau eines **Sonnenkollektors**!
- (b) Identifiziere im Bild: Sonnenkollektor, Kombispeicher, Kaltwasserzuleitung, Wassertank für heißes Trinkwasser, Wassertank für heißes Heizwasser, zusätzliches Heizsystem, Zimmerheizkörper, Wärmetauscher des Sonnenkollektorkreislaufs?
- (c) Wofür steht die gelbe Schicht um den Kombiheizkörper?
- (d) Alle Arten des Wärmetransports sind für das Funktionieren dieser Anlage wichtig. Wo überall spielt die Konvektion, wo die Wärmeleitung und wo die Wärmestrahlung eine Rolle? Erläutere!
- (e) An einem schönen Tag fliesst im Kollektorkreislauf Wasser von 25°C zum Kollektor und es kommt Wasser von 73°C von dort zurück in den Kombispeicher – pro 10 Minuten 1.3 Liter. Wie gross ist der Wärmestrom vom Kollektor zum Kombispeicher?