

UWIS, Energietechnik und Umwelt, Kolloquium 5

Thomas Kuster, Roman Schenk

15. Mai 2006

1 Wärmeübergang und Wärmedurchgang

1.1 Wärmeübergangskoeffizient α

Proportionalitätskonstante zwischen Wärmestromdichte ($[\dot{q}] = \text{W m}^{-2}$) bezogen auf die wärmeübertragende Oberfläche und dem Temperaturgefälle zwischen der Oberfläche und dem Fluid. Der Wärmeübergangskoeffizient α hat die Einheit $[\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}]$.

$$\alpha = \frac{\dot{q}}{T_{\text{Fluid}} - T_{\text{Oberfläche}}}$$

1.2 Wärmedurchgang U

Der Wärmedurchgangskoeffizient bezeichnet den Wärmetransport von einem Medium 1 mit der Temperatur T_1 auf ein Medium 2 mit der Temperatur T_2 durch die Fläche A einer festen Wand. U hat die Einheit $[\text{W m}^{-2}]$

Der Wärmeübergang setzt sich aus dem Wärmeübergang innen der Wärmeleitung in der Wand und dem Wärmeübergang aussen zusammen, evtl. auch mit weiteren Wärmeübergängen im Innern der Wand (z. B. altes Backstein-Zweischalenmauerwerk welches wie folgt aufgebaut ist: Backstein – Luft – Backstein).

2 Wärmedurchgang durch eine Wand

Wärmeübergang dann Wärmeleitung und nochmals Wärmeübergang (Abbildung 1).

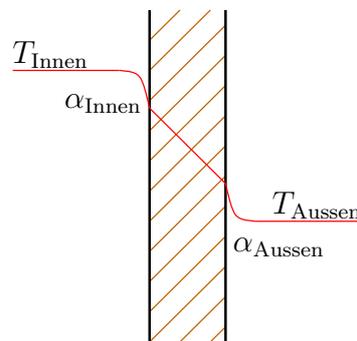


Abbildung 1: Temperaturverlauf (schematisch) in einer Wand

3 Unterschied: Wasser, Luft

3.1 18-gradiges Medium

$$\dot{q}_{\text{Wasser}} = (T_{\text{Körper}} - T_{\text{Wasser}}) \alpha_{\text{Wasser}} \quad (1)$$

$$\dot{q}_{\text{Luft}} = (T_{\text{Körper}} - T_{\text{Luft}}) \alpha_{\text{Luft}} \quad (2)$$

$$\alpha_{\text{Wasser}} \approx 50 \alpha_{\text{Luft}} \quad (3)$$

$$(1) \stackrel{(3)}{\Rightarrow} \dot{q}_{\text{Wasser}} = 50 \dot{q}_{\text{Luft}}$$

Da der Wärmeübergangskoeffizient von strömendem Wasser gegenüber von strömender Luft 50 mal grösser, empfinden wir 18-gradiges Wasser als kalt, da der Wärmefluss ins Wasser auch 50 mal grösser ist.

3.2 Sauna

3.2.1 Aufguss

Durch den Aufguss steigt die Feuchtigkeit in der Luft. Durch die gestiegene Feuchtigkeit kann Wasser auf der Haut (Schweiss) nicht mehr so gut wie vorher verdunsten (Dampfdruck ist höher) wodurch der Kühlungseffekt des Schweißes geringer ist. Ebenfalls wird der Wärmeübergangskoeffizient der Luft auf Grund des höheren Wasserdampfanteils grösser.

Wärme ist nicht gleich Temperatur, die Wärmekapazität von Wasser ist viel höher als die von Luft.

3.2.2 Temperatur an der Körperoberfläche

Der Körper versucht durch mehr Schwitzen (Verdunsten von Wasser an der Körperoberfläche) die Körpertemperatur auf gleichem Niveau zu halten. Der menschliche Körper kann sich nur durch Schwitzen an der Körperoberfläche

abkühlen. Eine steigende Körpertemperatur würde zu Fieber und anschliessenden Tod durch Hitze führen. Wir wissen aber, dass ein Sauna besuch nicht zu Fieber führt, wodurch auch klar ist dass die Temperatur der Körperoberfläche nicht einfach steigen kann.

4 U-Wert

4.1 U-Wert eines Bauteils

Der U -Wert eines Bauteils gibt den Wärmefluss durch dieses Bauteil wieder. Da eine Wand Mehrschichtig sein kann (z. B. Verputz – Mauerwerk – Dämmung – Aussenputz), können wir mit Hilfe des gegebenen U -Wertes leicht den Wärmefluss durch dies Wand ausrechnen.

Auch bei einem Fenster kann bei gegeben U -Wert leicht der Wärmefluss ausgerechnet werden, da alle Besonderheiten dieses Bauteiles im U -Wert enthalten sind (Wärmedämmglas, Glasrandverbund, Rahmen). Im Gegensatz zu der Wand kann der U -Wert des Fensters, nicht für ein baugleiches Fenster anderer Fläche verwendet werden (Verhältnis Rahmen Glas ändert sich, wodurch sich auch der U -Wert des Bauteils geringfügig ändert).

Der Wert für eine Wand mit Fenster kann ebenfalls nicht aus dem U -Wert des Fensters und dem der Wand berechnet werden, da es keinen Wandanschluss (Verbindung Wand, Fenster) gibt bei einzel Messungen.

4.2 U-Wert von zwei Gebäuden

Aus energetischer Sicht spielt nur der Wärmefluss eine Rolle, dieser ist jedoch zusätzlich von der Fläche abhängig. Ein grösseres Gebäude mit gleichem U -Wert ist somit energetisch schlechter. Aus dieser Sicht könnte man den U -Wert durch die Gebäudeaussenfläche Teilen, dadurch entsteht jedoch das Problem, dass baugleiche Gebäude mit gleicher Nutzfläche verschiedene Werte erhalten können (Gebäude mit weniger Kanten in der Oberfläche sind energetisch besser). Besser wäre es daher den U -Wert des Gebäudes mit seiner Oberfläche zu multiplizieren (Gesamtenergiefluss) und anschliessend durch die Nutzbarefläche zu teilen um den Wert zu normieren.

5 Flüssigkeitsgekühlter Motor

Die Zylinderwand durch welche das Kühlwasser strömt ist 82°C .

Temperatur unterhalb der Kühlwassertemperatur sind nicht möglich, da sonst auch das Kühlwasser kühler wäre. Die höchsten beiden Werte sind nicht möglich da die Wärmekapazität von Gasen relativ gering ist. 290°C ist evtl. auf Grund des vorher gesagten ebenfalls nicht möglich. Mehr als 100°C sind sowieso nicht möglich, da dann das Wasser im Motor sieden würde, was

zum Versagen des Kühlsystems führt (manchmal bei Passfahrten zu sehen, derjenige Fahrer hätte die Wassertemperatur im Auge behalten sollen).

6 Wärmeübergänge und Wärmeüberträger

6.1 Wärmeübergängen

Wärmeaustausch zwischen einem Feststoff und einem Fluid.

Wärmeüberträger siehe (6.2).

Übergang Mauerwerk (Feststoff) zu Innenluft (Fluid)

Dämmung „stehende Luft“: Mauerwerk – Wärmeübergang – Wärmeleitung in der Luft – Wärmeübergang – Mauerwerk

6.2 Wärmeüberträger

Enthalten immer zwei Wärmeübergänge, da es zu keiner Durchmischung der Fluide kommen darf.

Boiler Rohrspirale im inneren durch welches heisses Wasser vom Heizkessel fließt, erwärmt das Wasser im Bolier

Lüftungen Abluft erwärmt Zuluft

Kühler Autokühler (Luft kühlt Wasser), Kühlschränk (Luft kühlt Kühlmittel)

6.3 Funktionsweise

Wärmeübertragen ermöglichen eine Angleichung der Temperaturen der beiden Medien ohne dabei die Fluide miteinander zu mischen. Die beiden Fluide strömen getrennt durch eine gut wärmeleitende Wand aneinander vorbei, wodurch eine Wärmeübertragung vom wärmeren Fluid zum kälteren stattfindet. Die Fluide können auf verschiedene Arten aneinander vorbeigeführt werden, der Temperaturverlauf eines Gleich- und Gegenstromwärmeüberträgers ist in Abbildung 2 zu sehen.

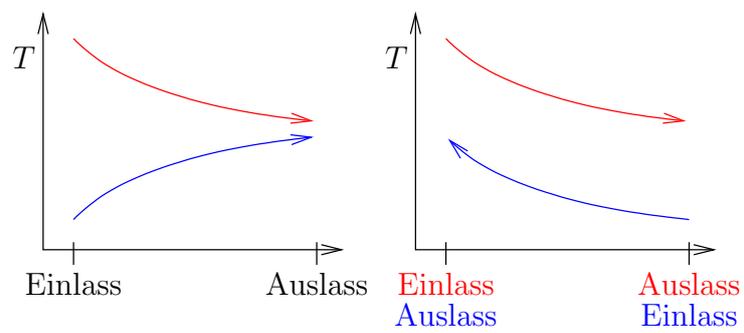


Abbildung 2: Temperaturverlauf (schematisch) in einem Gleichstrom- (links) und einem Gegenstromwärmeüberträger (rechts)