

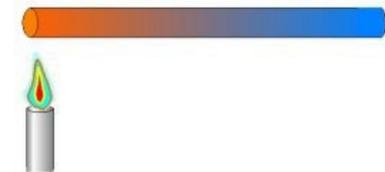
Grundlagen der Wärmeübertragung

Wärmeübertragung ist ein gerichteter Energietransport zwischen Festkörpern, Flüssigkeiten oder Gasen unterschiedlicher Temperatur, wobei die natürliche Transportrichtung der Wärmeenergie von hoher zu niedriger Temperatur erfolgt. Alle drei Arten der Wärmeübertragung liegen beim Energietransport vom Bauteil über den Kühlkörper an die Umgebung vor, wobei die Größenordnungen je nach Einsatzfall unterschiedlich sind.

Wärmeleitung

Wärmeleitung ist ein molekularer Transport von Wärme durch Schwingung zwischen einander berührenden Molekülen unter Wirkung eines Temperaturgefälles. Maßgeblich für die Wärmeleitung eines Körpers und dem daraus resultierenden Wärmestrom ist das Material und dessen Wärmeleitfähigkeit sowie die durchströmte Fläche und die zu durchströmende Weglänge. Die Wärmeleitfähigkeit des Materials wird als Wärmeleitfähigkeitskoeffizient λ in [W/mK] angegeben.

Je nach Wärmeleitfähigkeit, durchströmter Fläche und Weglänge ergibt sich der thermische Widerstand des betrachteten Körpers in K/W. Er beschreibt die Temperaturerhöhung des Körpers über die Umgebungstemperatur je zugeführtem Watt Leistung.

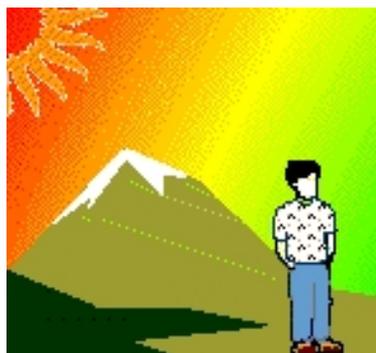


Wärmestrahlung

Als Wärmestrahlung bezeichnet man die Energieübertragung durch elektromagnetische Wellen im Wellenlängenbereich von 0,8 μm und 400 μm . Die Wärmestrahlung ist im Gegensatz zur Wärmeleitung nicht an ein Übertragungsmedium gebunden und ist von der Oberfläche und der Temperatur des strahlenden Körpers abhängig. Rauhe Körper strahlen stärker als glatte Körper. Die Wärmestrahlung nimmt mit der Temperatur des strahlenden Körpers zu, wobei ein dunkler Körper mehr Wärme absorbiert und emittiert, als ein Heller.

Bei der Strahlung gilt der Energieerhaltungssatz: $r + a + d = 1$
wobei: r = reflektierter Anteil; a = absorbierter Anteil; d = durchgelassener Anteil

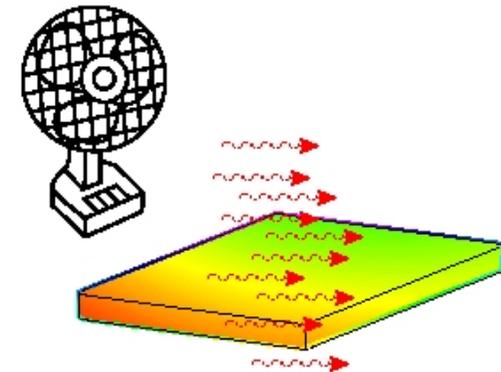
r , a und d hängen vom Material und von der Wellenlänge der auftreffenden Strahlung ab. Bei einem Kühlkörper erfolgt Wärmestrahlung überwiegend über die Oberfläche des Umfangs, da die Strahlung zwischen den Rippen zum größten Teil von den gegenüberliegenden Rippen absorbiert wird. Zur Verbesserung der Wärmeemission durch Strahlung ist es bei natürlicher Konvektion und hohen Oberflächentemperaturen günstig, den Kühlkörper schwarz zu eloxieren, da der Wärmeübergangskoeffizient vom Umgebungsmedium (der Luft) und der Oberflächenbeschaffenheit des Kühlkörpers abhängt, aber nicht vom Kühlkörpermaterial selbst.



Grundlagen der Wärmeübertragung

Konvektion

Konvektion ist ein Wärmeaustausch innerhalb einer Flüssigkeit, eines Dampfes oder eines Gases durch relativ zum umgebenden Medium bewegten Teilmengen. Die freie Konvektion entsteht aufgrund von Dichteunterschieden der Luft hervorgerufen durch Temperaturunterschiede. Wandnahe Luftschichten werden bedingt durch die Aufheizung durch die heiße Kühlkörperrippe spezifisch leichter als die weiter entfernt liegenden Schichten. Dadurch entsteht ein statischer Druckunterschied zwischen diesen Schichten, der eine aufwärts gerichtete Strömung bewirkt. Liegen die Kühlrippen zu eng beieinander wird die freie Konvektion behindert und die Rippen erwärmen sich gegenseitig. Erzwungene Konvektion (forcierte Kühlung) erfordert eine separate Konvektionsquelle in Form von Lüftern. Damit sich eine möglichst optimale Konvektion entwickeln kann, sollten die Kühlkörperprofile möglichst frei und mit vertikaler Rippenrichtung verbaut werden.

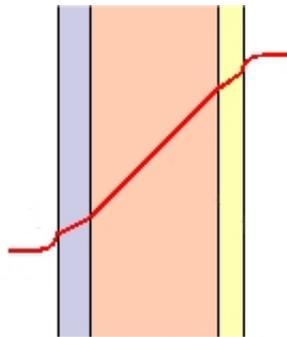


Laminare Strömung

Bewegung der Luft in parallelen Bahnen (Schichten). Laminare Strömungen sind Strömungen mit innerer Reibung aber ohne Wirbelbildung.

Turbulente Strömung

Oberhalb einer sog. kritischen Geschwindigkeit geht die laminare in eine turbulente Strömung über, wobei Wirbelbewegungen und somit Kräfte entstehen, die auch entgegen der Bewegungsrichtung der Strömung wirken. Turbulente Strömung ist ein wesentlicher Faktor zur Erreichung einer guten Wärmeableitung durch Konvektion. Bei der Wärmeableitung über einen Kühlkörper kommt der Konvektion im Gegensatz zur Wärmestrahlung eine wesentlich größere Bedeutung zu.



Wärmeübergang

Beim Übergang der Wärme vom Kühlkörper zur Umgebungsluft ist ein Wärmeübergangswiderstand zu überwinden, der vom Wärmeübergangskoeffizienten des Materials und von der durchströmten Fläche abhängig ist, wobei sich der Wärmeübergang nicht proportional zur Vergrößerung der Fläche erhöht, sondern bei einem Kühlkörper vom Rippenwirkungsgrad abhängt. Vereinfacht kann man sagen, dass der Rippenwirkungsgrad mit steigender Rippenhöhe abnimmt, da das Temperaturgefälle zur Rippenspitze abnimmt. In Bezug auf die Konvektion lässt sich der Wärmeübergang durch eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der Luft und durch wiederholtes Unterbrechen des Strömungsweges, also durch das Erzeugen turbulenter Strömungen, verbessern.