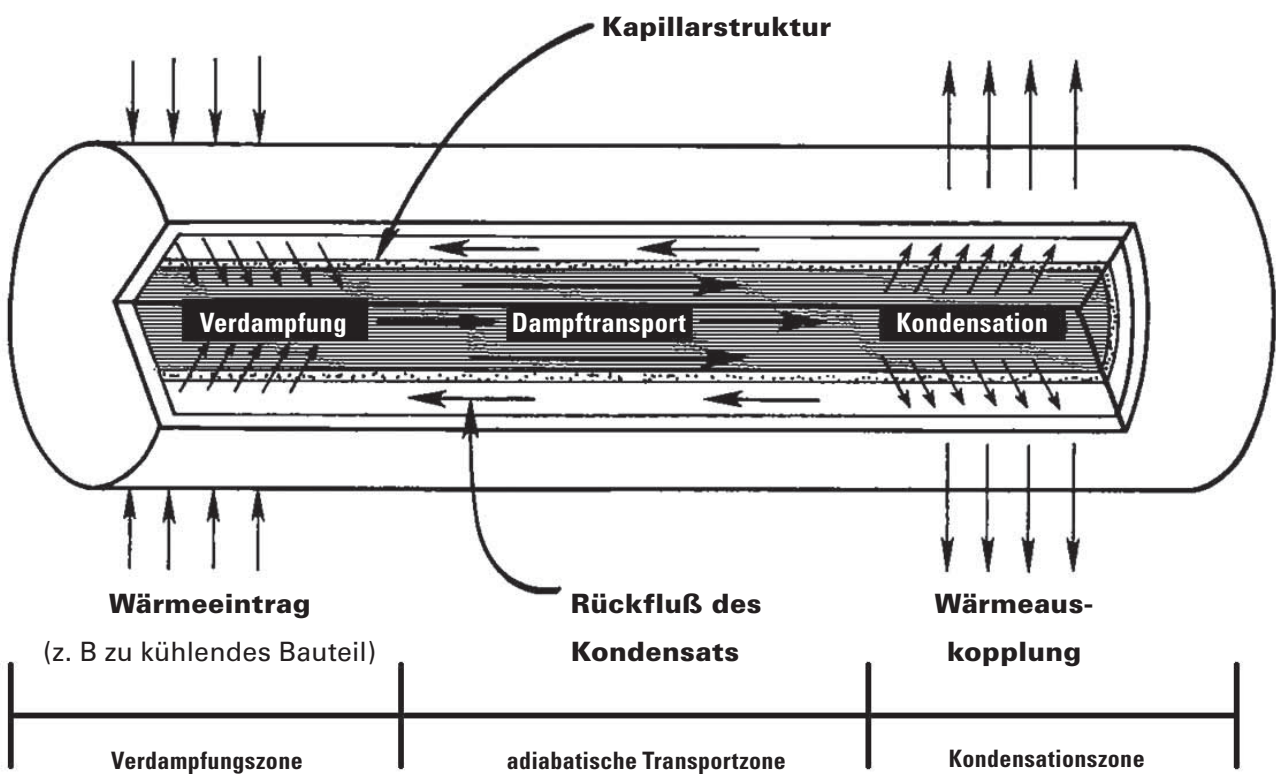




Aufbau

Eine Heatpipe oder ein Wärmerohr ist ein Bauteil, mit dem Wärme sehr effizient von einem Ort zu einem anderen transportiert werden kann. Es kann eine um 2 bis 3 Größenordnungen (100 bis 1000 mal) höhere Wärmemenge transportieren als ein Bauteil gleicher geometrischer Abmessungen aus massivem Kupfer.

Die Heatpipe nutzt den physikalischen Effekt, daß beim Verdampfen und Kondensieren einer Flüssigkeit enorm hohe Energiemengen umgesetzt werden.

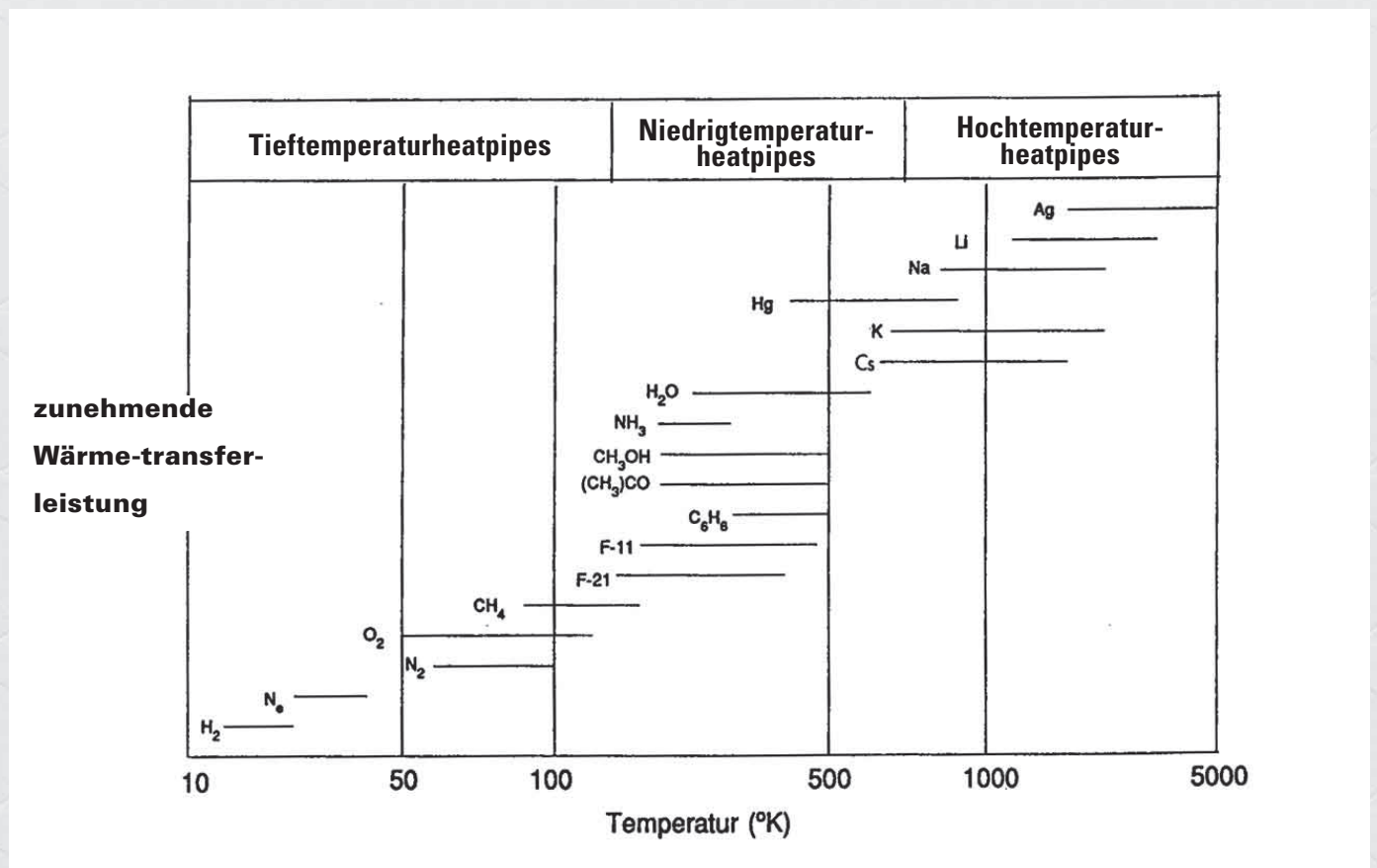




Arbeitsmittel

Die Wahl der Flüssigkeit (Arbeitsmittel) in der Heatpipe richtet sich nach dem Temperaturbereich, in dem Wärme transferiert wird.

In der Heatpipe herrscht ein Unterdruck (ca. 10^{-5} bar), so daß das Arbeitsmittel bereits bei niedrigen Temperaturen verdampft. So kann z. B. eine Heatpipe mit Wasser als Arbeitsmittel bereits bei einer Temperatur von 2 - 3°C arbeiten.





Kapillarkraft

Das Arbeitsmedium verdampft an der heißen Seite und kondensiert an der kalten Seite. Das Kondensat wird durch die Kapillarkräfte der inneren Struktur an den Ort der Verdampfung zurücktransportiert.

Je feiner die Struktur desto größer sind die Kapillarkräfte.

Kapillarkräfte wirken z. B. in einem Schwamm oder sorgen dafür, daß die Äste an der Spitze eines 30 m hohen Baumes noch mit Wasser versorgt werden.

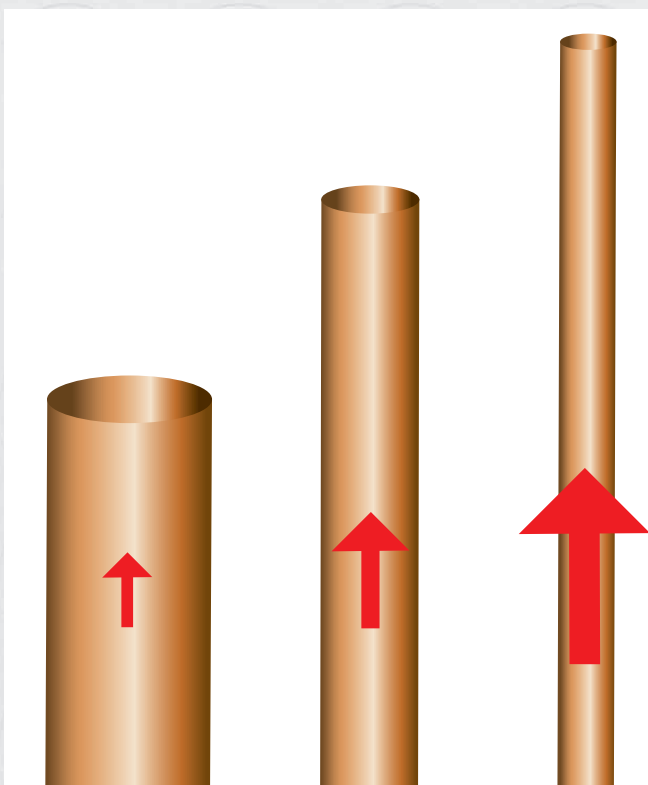
Hohe Oberflächenspannung + kleiner Radius = große Kapillarkräfte

Die Kapillarkräfte beeinflussen die Performance und Grenzen der Heatpipe entscheidend.

Es ist vorteilhaft, Kapillarstrukturen mit kleinen Radien zu nutzen, also kleine Maschenweite oder geringe Korngröße bei Sintermaterial.

Das Arbeitsmedium sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

- hohe Oberflächenspannung
- niedrige Viskosität
- gute Wärmeleitfähigkeit
- große Verdampfungsenthalpie
- weder extrem niedrige noch extrem hohe Dampfdrücke
- gute Benetzungsfähigkeit



**kleiner Röhrendurchmesser
--- hohe Wassersäule --- große Kapillarkräfte**



Auslegung

Eine korrekte Definition der Auslegungsparameter setzt die Kenntnis folgender Einflußfaktoren voraus:

- Leistung, die übertragen werden muß
- Verdampfungstemperatur (Temperatur der warmen Seite)
- Kondensationstemperatur (Temperatur der kalten Seite)
- Einbaulage (Gravitationseinfluß)
- Entfernung, über die die Wärme transportiert werden soll
- Verdampfer und Kondensatorgröße
- in einigen Fällen mechanische Belastungen wie Beschleunigung und Vibration

Lageabhängigkeit

Die Wirkung der Heatpipe wird von der Gravitation beeinflusst. Das an der kalten Stelle einer Heatpipe entstehende Kondensat wird von der Schwerkraft angezogen. Deshalb arbeitet die Heatpipe dann am effektivsten, wenn die warme Stelle (Verdampfungszone) unten und die kalte Stelle (Kondensationszone) oben ist. Die Kapillarstruktur innerhalb der Heatpipe kann so große Kräfte erzeugen, daß das Kondensat gegen die Richtung der Schwerkraft gefördert wird. Das bedeutet, daß die Verdampfungszone oberhalb der Kondensationszone liegen kann. In diesem Fall ist allerdings die Leistungsfähigkeit der Heatpipe deutlich reduziert. Durch richtige Dimensionierung und Wahl einer geeigneten Kapillarstruktur ist es in den meisten Fällen möglich, auch für diesen Fall ein geeignetes System zu konfektionieren.

Heatpipe als System

Die Heatpipe ist Bestandteil eines Systems zum Wärmetransfer.

Die Heatpipe wird so ausgelegt, daß sie ihre Aufgabe hinreichend erfüllt. Sie sollte aber aus Kosten- und Platzgründen nicht unnötig groß dimensioniert werden.

In den meisten Fällen sind die Anschlußflächen die leistungsbegrenzenden Faktoren. Die Heatpipe kann nur soviel Wärme transferieren wie aufgrund der herrschenden Temperaturdifferenzen an der Kondensations- und Verdampferseite ausgetauscht werden kann.

Montage

Häufig besteht der Wunsch, Heatpipes auf eine bestehende Konfiguration zu montieren und in bestimmte Richtungen zu biegen. Dies ist in begrenztem Umfang auch möglich, dabei sind jedoch einige Rahmenbedingungen zu beachten wie:

- Kapillarstruktur
- Material
- Durchmesser

Nachfolgend sind einige Hinweise zu Montage aufgeführt. Dabei sind die für die einzelnen Heatpipes festgelegten Mindestbiegeradien zu beachten.