



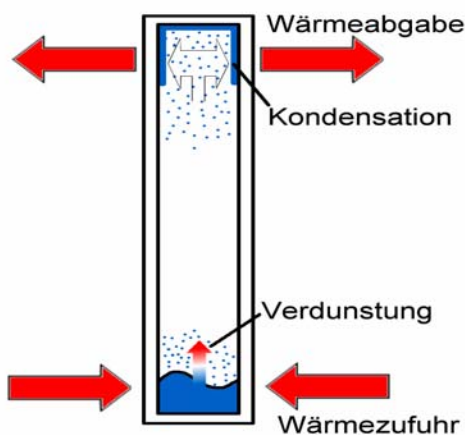
## Energietransport im Wärmerohr

### Lehrerinformation

Ein Wärmerohr (Heatpipe) ist ein Bauteil, mit dem thermische Energie (= Wärme) sehr effizient von einem Ort zu einem anderen transportiert werden kann. Es kann eine 100 bis 1000 mal höhere Wärmemenge transportieren als ein Bauteil gleicher geometrischer Abmessungen aus massivem Kupfer.

Das Wärmerohr nutzt den physikalischen Effekt, dass beim Verdampfen und Kondensieren einer Flüssigkeit enorm hohe Energiemengen umgesetzt werden. Die Heatpipe ist innen hohl und mit einer kleinen Menge Flüssigkeit gefüllt. Diese steht unter ihrem Dampfdruck<sup>1</sup>, der bei niedrigen Temperaturen deutlich unter dem atmosphärischen Druck unserer Umgebung liegen kann. Beispielsweise herrscht im Falle von Wasser als „arbeitende“ Flüssigkeit bei einer Betriebstemperatur von 20°C ein Druck von 0,023 bar<sup>2</sup>. Die Innenwand des vakuumdicht verschlossenen Wärmerohrs ist mit einer Kapillarstruktur - vergleichbar mit einem Docht - bedeckt. Diese Kapillarstruktur ist mit dem flüssigen Wärmetransportmittel (der „arbeitenden“ Flüssigkeit) gesättigt.

#### Funktion einer Heat-Pipe



Wird einer Stelle des Wärmerohres Energie zugeführt (siehe Abbildung), so verdampft dort die "arbeitende" Flüssigkeit aus der Kapillarstruktur. Der Dampf strömt in Richtung des Temperaturgefälles und kondensiert überall dort unter Abgabe der Verdampfungswärme, wo Energie abgeführt wird. Das Kondensat (verflüssigtes Wärmetransportmittel) wird von der Kapillarstruktur aufgesaugt, fließt zurück um erneut zu verdampfen. Es schließt sich ein Kreislauf, der schnell zirkulierend sehr effektiv thermische Energie transportiert.

Der Temperaturunterschied zwischen der Verdampfungs- und Kondensationszone im Wärmerohr ist äußerst gering. Man spricht daher auch von „isothermer“ Wärmeleitung.

#### Technische Anwendungen:

Wärmerohre können überall dort eingesetzt werden, wo man entlang eines geringen Temperaturgefälles wirkungsvoll und energetisch günstig Wärme transportieren will. Die Wahl der Flüssigkeit in den Wärmerohren richtet sich nach dem Temperaturbereich, in dem Wärme übertragen werden soll. Im vorliegenden Wärmerohr ist es Methanol. Je nach Kapillarstruktur lassen sich auch Wärmerohre konstruieren, die mit ihrer Kapillarkraft gegen die Schwerkraft arbeiten. So kann auf kleinstem Raum z. B. bei der Steuer- und Mikroelektronik überschüssige Wärme abgeführt werden (Elektronikkühlung, Raumfahrt). Gleiches gilt für die gewonnene Energie bei der Solartechnik. Schon seit langem wird mit diesem Prinzip der Dauerfrostboden an den Fundamenten der Alaska-Pipeline während der Sommermonate am Auftauen gehindert, da er die tagsüber aufgenommene Sonnenwärme über Heatpipes an die kalte Nachtluft abgibt.

<sup>1</sup> Der Dampfdruck ist eine Eigenschaft z.B. einer Flüssigkeit. Er ist ein Maß für den Anteil derjenigen Moleküle oder Atome, die genügend Energie haben, die zwischenmolekulare Kräfte zwischen den Flüssigkeitsmolekülen zu überwinden und in die gasförmige Phase zu wechseln.

<sup>2</sup> Das bedeutet hier, dass bei einer Temperatur von 20°C so viele (bzw. wenige) Wassermoleküle die Flüssigkeit verlassen können, dass sie einen maximalen Druck von 0,023 bar erreichen können.