

# WÄRMEPUMPE

## Grundlagen

Nach dem 2<sup>ten</sup> Gesetz der Thermodynamik fließt Wärme von warm nach kalt.

Maschinen die die natürliche Wärmerichtung umdrehen heißen:

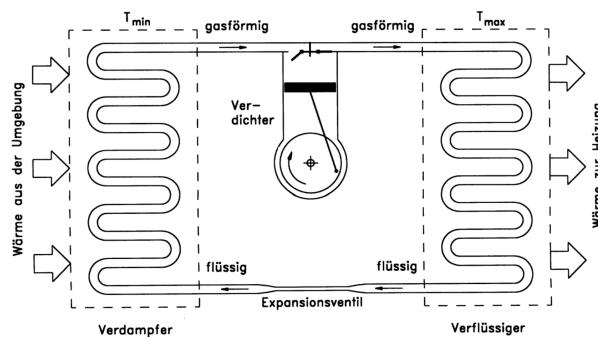
Wärmepumpen, es passiert als ein linksgäniger Kreisprozess.

## Prinzip

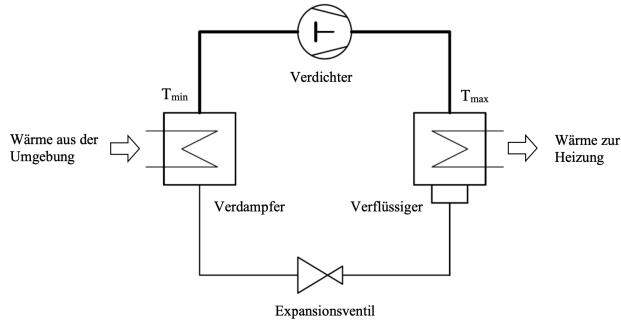
In einer Wärmepumpe gibt es 2 Wärmereservoirs. Ein warmes mit der Temperatur  $T_o$  und ein kaltes mit der Temperatur  $T_u$ . Zwischen den Wärmereservoirs ist ein mit einem Arbeitsgas gefüllten Arbeitszyylinder. Der Arbeitszyylinder kann mit den Wärmereservoirs in thermischem Kontakt sein.

Das Arbeitsgas im Arbeitszyylinder wird adiabat expandiert, bis die seine Temperatur unter  $T_u$  liegt. Dies führt dazu, dass nun Wärme vom kalten Reservoir an das noch kältere Arbeitsgas im Zylinder fließt. Der thermische Kontakt löst sich und es wird eine Arbeit mit einem Kolbel auf das Gas verrichtet. Das Gas wird adiabat komprimiert bis seine Temperatur über  $T_o$  liegt. Der Zylinder wird nun in thermischen Kontakt mit dem warmen Reservoir gebracht. Die Wärme fließt vom wärmeren Arbeitsgas zum warmen Reservoir. Ab hier wiederholtsolt sich der Prozess wieder.

## Schematische Darstellung



# Schaltplan



# Leistungszahl

Die Leistungszahl  $\varepsilon$  ist das Maß für die Effektivität der Wärmepumpe.

## **Kosten**

Bezahlt wird nur die Aufgewendete Arbeit  $W_{auf}$  der Wärmepumpe. Die benötigte Energie  $Q_{zu}$  wird der Umgebung entnommen und kostet somit nichts.

## **Formel**

Da nach dem idealen Carnotprozess die Leistungszahl  $\varepsilon = \frac{1}{\eta_c}$  ist gilt dem nach:

$$\varepsilon = \frac{1}{\eta_c} = \frac{T_o}{T_o - T_u}$$

Es gilt also, dass die Leistungszahl  $\varepsilon$  mit steigender Temperaturdifferenz  $\Delta T = T_o - T_u$  abnimmt. Die Wärmepumpe wird weniger effizient.

# Reale Wärmepumpen

Um die Leistungszahl zu erhöhen, wird in realen Wärmepumpen eine Änderung des Aggregatzustandes des Arbeitsmittels bewirkt. Hier wird das Arbeitsmittel verdampft und wieder abgekühlt. Da bei

## **Funktionsweise**

Einem kalten Reservoir zum Beispiel der Umgebung wird Wärme entzogen um das flüssige Arbeitsmittel zu verdampfen. Dies geschieht bei der Temperatur  $T_u$ . Im Verflüssiger wird nun der Druck so hoch erhöht, dass das Arbeitsmittel wieder kondensiert. Es gibt dabei Wärme ab sogenannte Kondensationswärme. Es hat nun die Temperatur  $T_o$ .

Das Arbeitsmittel soll nun bei niedriger Temperatur verdampfen und bei hoher Temperatur kondensieren. Dafür müssen unterschiedliche Drücke herrschen. Dieser Druck reguliert ein Verdichter der ebenfalls das Arbeitsmittel durch die Rohre pumpt. Der Druckunterschied wird durch ein Expansionsventil erhalten.

### ***Leistungszahl***

In der Praxis erreichen reale Wärmepumpen Leistungszahlen von:  
 $\varepsilon = 2,5 \dots 4,5$

### **Arbeitsmittel**

Das Arbeitsmittel sind die Umweltschädlichen FCKW eine abkürzung für Fluorkohlenwasserstoffe. Sie sind umweltschädlich da sie die Ozonschicht zerstören und müssen daher fachgerecht entsorgt werden.

### **Einsatz**

Wärmepumpen werden benutzt um zu Heizen. Um das zu bewirken müssen sie große Wärmemengen aufnehmen. Das macht sie effektiver und man muss weniger bezahlen. Deswegen werden die Rohrsysteme für Wärmepumpen tief in den Erdboden eingegraben um sie von Frost zu schützen.

Die Wärme muss jedoch bei möglichst niedriger Temperatur abgegeben werden. Das ist zum Beispiel der Fall bei Fußbodenheizungen oder ganz großen Heizkörpern.

Da die Wärmepumpe gegenüber eisigen Temperaturen empfindlich ist, muss oft ein konventionelles Heizsystem mit eingebaut sein man spricht dann von: **bivalenten Heizsystemen**.

Wärmepumpen kommen oft zum Einsatz, wo man die warme und kalte Seite der Wärmepumpe nutzen kann. Zum Beispiel in einem Kaufhaus in den Kühlräumen, wobei der Kühlraum gekühlt wird und der Rest des Kaufhauses geheizt wird.