

## Wärme

Energie kann in unterschiedlicher Weise in Körpern gespeichert sein und zwischen Körpern übertragen werden. In der Thermodynamik ist es üblich, für verschiedene Formen der Energie unterschiedliche Namen zu verwenden. Energie, die in einem Körper gespeichert ist, nennt man „Innere Energie“. Sie beschreibt den Zustand eines Körpers und ist deshalb eine Zustandsgröße. Bei Übertragung von Energie zwischen Körpern spricht man von einem Prozess. Die zugehörigen Größen nennt man Prozessgrößen. Es gibt nur zwei unterschiedliche Arten auf die Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen werden kann: Arbeit und Wärme. Arbeit ist in der Mechanik definiert. Die Energie, die nicht als Arbeit übertragen wird, nennt man *Wärme*.

Wärme als Energieform ist eine mengenartige (extensive) Größe. Energiemengen können addiert werden, wenn sie einem Körper zugeführt werden. Dies kommt auch im ersten Hauptsatz der Thermodynamik zum Ausdruck: die Änderung der Inneren Energie eines Körpers ergibt sich aus der Summe der zugeführten Wärme und der am Körper verrichteten Arbeit.

### Umwandlung in mechanische Arbeit

Verschiedene Energieformen können ineinander umgewandelt werden. Die Wärme nimmt dabei aber eine Sonderstellung ein. Sie kann nur zu einem gewissen Bruchteil in mechanische Energie umgewandelt werden. Mechanische Arbeit kann dagegen vollständig in Wärme umgewandelt werden. Reversibel arbeitende Wärmekraftmaschinen haben den höchst möglichen Wirkungsgrad (vgl. Carnot-Maschine) für die Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit. Sie benötigen für die Umwandlung immer zwei Wärmebäder, ein Bad dem die Wärme bei der Temperatur  $T_1$  entnommen wird und ein Zweites bei niedrigerer Temperatur  $T_2$  an das ein Teil der Wärme wieder abgegeben werden kann. Nur der Bruchteil von

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

kann im besten Fall in Arbeit umgewandelt werden. (Da bei der Aufnahme von Wärme aus dem heißen Bad auch Entropie aufgenommen wird, und bei der Abgabe von Arbeit keine Entropie abgegeben wird, kann nur durch die Abgabe einer hinreichenden Menge von Wärme an das kalte Bad die Entropie wieder abgeführt werden.)

### Energieentwertung

Alle konventionellen Kraftwerke und Verbrennungsmotoren basieren grundsätzlich auf dem Prinzip der Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit. Betrachtet man daher die Möglichkeit, Wärme in Arbeit umzuwandeln, als Wert, dann ist Wärme umso wertvoller je höher die Temperatur ist, bei der sie entnommen wird, da der nutzbare Anteil  $\eta$  größer ist. Mechanische Arbeit selbst ist zu 100% nutzbar und stellt den höchsten Wert dar. Man spricht daher auch von „Entwertung der Energie“ bei einer Umwandlung von Arbeit in Wärme. Diese Formulierung ist weniger in der Fachphysik aber sehr stark in der Fachdidaktik und Schule verbreitet, um auf die große Bedeutung dieses Sachverhaltes für die Energieversorgung der Menschen hinzuweisen.

## **Alltagssprache**

Der Begriff „Wärme“ führt häufig zu Verständnisproblemen wegen seiner Ähnlichkeit zur Alltagssprache. Dort wird aber nicht klar zwischen Temperatur als intensiver Zustandsgröße und dem Energietransport „Wärme“ als extensiver Prozessgröße unterschieden (Wärme als „warm sein“). Wärme wird deshalb auch manchmal „Wärmemenge“ genannt, um auf ihren mengenartigen Charakter hinzuweisen, und klar von der Temperatur abzugrenzen.

Weiterhin ist in der Alltagssprache „Kälte“ als Gegenteil von „Wärme“ gebräuchlich. Obwohl  $\Delta Q$  bei Prozessen positive und negative Werte annehmen kann, spricht man in der Fachsprache von der Entnahme oder Zuführung von Wärme aber niemals von der Übertragung von „Kälte“.

## **Messung**

Es gibt zwei verbreitete Messmethoden zur Messung einer Wärmemenge. Erstens: die Temperaturänderung eines Körpers mit bekannter Wärmekapazität wird gemessen und daraus die aufgenommene Wärmemenge berechnet. Zweites: mit der aufgenommenen Wärmemenge erfolgt ein Phasenübergang (z.B. Schmelzen von Eis). Aus der Menge des geschmolzenen Wassers kann die aufgenommene Wärme berechnet werden. Hierzu wird die spezifische Schmelzwärme (latente Wärme) des Stoffes benötigt. Letztere Methode erfolgt bei konstanter Temperatur, was ggf. ein Vorteil ist.