

Wärme

Materie besteht aus kleinen Teilchen. In einem festen Körper haben diese Teilchen feste Plätze, aber wackeln ein wenig um diesen Platz herum. In einer Flüssigkeit bleiben diese Teilchen eng beisammen, haben aber keine festen Plätze mehr und bewegen sich in der Flüssigkeit. In einem Gas können die Teilchen frei umherfliegen und stoßen einander oft. Wenn diese Stöße zufällig sind, gibt es eine unregelmäßige Bewegung vieler Teilchen. Diese Bewegung ist von außen her nicht sichtbar. All diese bewegten Teilchen haben Bewegungsenergie. Die Wärme Q ist die Summe der Bewegungsenergien der unregelmäßigen Bewegung all dieser Teilchen. Man misst sie in J [Joule].

Temperatur

Die Temperatur T ist ein Maß für die durchschnittliche Bewegungsenergie der unregelmäßigen Bewegung aller Teilchen. Deshalb ist die Angabe der Temperatur in Grad Celsius (0 °C für gefrierendes Wasser und 100 °C für siedendes Wasser in Meereshöhe) nicht die beste Weise, eine Temperatur anzugeben. Die Kelvin-Skala beginnt bei 0 K , wenn alle unregelmäßigen Bewegungen aufgehört haben. $0\text{ °C} = 273,15\text{ K}$ and $100\text{ °C} = 373,15\text{ K}$. Für Temperaturunterschiede gilt: $1\text{ K} = 1\text{ °C}$. Das Symbol für Temperatur in der Kelvin-Skala ist T . Die durchschnittliche Bewegungsenergie eines Teilchens in ungeordneter Bewegung ist $\bar{E}_{\text{kin}} = 3/2 \cdot k \cdot T$ mit $k = 1,3805 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$.

Wärme in der Materie

Um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1 K oder 1 °C zu erhöhen, müssen wir 4128 J in das Wasser geben.

Schmelzendes Eis benötigt 334.000 J pro kg Eis, um die Wasserteilchen (Moleküle) frei zu setzen, damit sie sich in der Flüssigkeit frei bewegen können.

Wenn wir die Wassermoleküle freisetzen wollen, damit sie die Flüssigkeit verlassen, brauchen wir $2.500.000\text{ J}$ pro kg Wasser. Diese frei fliegenden Wassermoleküle sind der Wasserdampf. Der menschliche Körper nutzt das zur Kühlung: Es bringt Schweiß auf die Haut, und dieser Schweiß ist meist Wasser. Wenn dieses Wasser zu Wasserdampf wird, entzieht es dem Körper die dafür benötigte Energie und kühlt so den Körper.

Wenn Wassermoleküle im Wasserdampf zusammenkommen und flüssige Tröpfchen bilden, wird die Energie, die wir eingesetzt haben, um sie freizusetzen, als Wärme wieder abgegeben. Das bedeutet, dass Wasserdampf viel Energie als "latente Wärme" gespeichert hat. Heißwasserdampf ist daher sehr gefährlich.

Atome schließen sich zu Molekülen zusammen, z.B. 2 Wasserstoffatome (H) und ein Sauerstoffatom (O) bilden zusammen ein Wassermolekül H_2O . Wenn 1 kg flüssiges Wasser durch Verbrennung von Wasserstoffgas in Luft entsteht, werden $15,9$ Millionen J freigesetzt. Chemische Reaktionen zwischen Molekülen oder Atomen nehmen viel Energie auf und geben viel Energie ab.

Gas und Temperatur

Gasmoleküle treffen auf eine Oberfläche der Größe A . Viele Treffer von vielen Molekülen geben eine Kraft F auf diese Oberfläche. Diese durch die Fläche A geteilte Kraft F ist der Druck $p = F/A$. Wenn wir ein Gas in einem geschlossenen Gefäß mit dem Rauminhalt V haben, verdoppelt sich die

Anzahl der Moleküle, die auf die Oberfläche pro Sekunde treffen, wenn wir das Gas auf die Hälfte seines Rauminhalts zusammendrücken, und wird halbiert, wenn wir den Rauminhalt doppelt so groß werden lassen. Wenn wir die Temperatur erhöhen, haben die Moleküle mehr Bewegungsenergie und ihre Zusammenstöße mit den Wänden des Volumens werden stärker und der Druck des Gases steigt. Wenn wir einen konstanten Druck haben und die Temperatur T senken, wird der Rauminhalt V kleiner. Bei $T = 0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$ ist der Rauminhalt des Gases = 0 l. Wenn wir einen Rauminhalt von 1 l bei $273,15 \text{ K} = 0 \text{ °C}$ haben, dann haben wir einen Rauminhalt von 2 l bei $2 \cdot 273,15 \text{ K} = 546,30 \text{ K} = 273,15 \text{ °C}$ und 3 l bei $3 \cdot 273,15 \text{ K} = 819,45 \text{ K} = 546,30 \text{ °C}$.

Dampfdruck

Beginnen wir mit einer Wasseroberfläche, über der kein Wasserdampf ist. Die Wärmebewegung der Moleküle im Wasser trifft einige Wassermoleküle so stark, dass sie die Wasseroberfläche verlassen und zu Molekülen des Wasserdampfes werden. Je höher die Temperatur T der Wasseroberfläche ist, desto mehr Wassermoleküle können die Flüssigkeit verlassen. Die Anzahl der Wassermoleküle im Wasserdampf nimmt zu. Die Moleküle im Wasserdampf fliegen herum, und einige von ihnen treffen auf die Wasseroberfläche und werden wieder Teil der Flüssigkeit. Die Anzahl dieser Treffer steigt mit der Anzahl der Wassermoleküle im Wasserdampf. Schließlich verlässt die gleiche Anzahl von Wassermolekülen pro Sekunde die Flüssigkeit und tritt in die Flüssigkeit ein. Dann ändert sich die Anzahl der Wassermoleküle pro cm^3 im Wasserdampf nicht mehr. Diese Zahl ändert sich jedoch stark mit der Temperatur der Flüssigkeit. Die folgende Tabelle gibt die maximale Wasserdampfmenge in 1 m^3 an, die von Luft mit einer bestimmten Temperatur transportiert werden kann.

T in °C	18	20	22	24	26	28	30	32	34
max. Wassergehalt in g/m^3	15,3	17,3	19,4	21,7	24,3	27,2	30,3	33,7	37,5

Die relative Luftfeuchtigkeit sagt aus, wie viel vom möglichen Wasser nun in der Luft ist. 50 % Luftfeuchtigkeit bei 26 °C bedeutet $50\% \text{ von } 24,3 \text{ g/m}^3 = 12,2 \text{ g/m}^3$. Wenn die relative Luftfeuchtigkeit über 95% liegt, kann die Luft nicht mehr viel Wasserdampf aufnehmen. Wir können unseren Körper nicht mehr dadurch abkühlen, dass unsere Haut Schweiß absondert, der beim Verdunsten dem Körper Wärme entzieht, und wir können nicht mehr viel leisten.

Warme Luft kann viel mehr Wasser transportieren als kalte Luft. Beim Abkühlen der Luft bleibt der Wasserdampf in der Luft, bis die relative Luftfeuchtigkeit 100% beträgt. Dann wird aus Wasserdampf Wasser, entweder als Tau oder als feiner Tropfen in Wolken und Nebel oder als Regentropfen. Viel Energie wird frei und erwärmt die Umgebungsluft. Diese Luft dehnt sich aus und wird leichter als die Umgebungsluft und geht nach oben. Diese Aufwärtsbewegung kann sehr stark werden, wenn neue Luft von unten angesaugt wird, aufsteigt und dabei dann mehr Energie abgibt und die Luft erwärmt, die dann umso schneller nach oben steigt. Dieser Prozess führt zu Gewittern, und wenn viel Luft beteiligt ist, sogar zu Wirbelstürmen.

Wenn sich Wasserdampf und etwas Wasser in einem geschlossenen Behälter befinden, erzeugen die Wassermoleküle einen Druck, indem sie auf die Wände des Behälters treffen. Steigt die Temperatur, kann der Druck sehr schnell ansteigen. Flaschen mit Propan und Butan enthalten Flüssigkeit und Gas. Wenn Sie diese Behälter zu stark erwärmen, kann der Druck schnell so groß werden, dass der Behälter explodiert.

Reibung

Eine Masse wird angestoßen und gleitet auf einem Tisch. Sie wird immer langsamer und bleibt schließlich stehen. Ein Teil der Bewegungsenergie der Masse wird zu unregelmäßiger Bewegungsenergie der Teilchen des Tisches und der Masse, d.h. sie ist Wärme geworden und die Temperatur der Masse und des Tisches steigt. Diese Übertragung der Bewegungsenergie in Wärme wird als Reibung bezeichnet. Sie wird in den Bremsen von Autos und Fahrrädern eingesetzt. Aufgrund der Reibung nimmt die Summe aus Bewegungsenergie und Lageenergie oft ab.

Übersetzt mit Hilfe von www.DeepL.com/Translator

Hier wurde verwendet: Houghton, J.T..The Physics of Atmospheres. Cambridge, London, New York,Melbourne 1979

© *Dr. Reiner Hennig. email: henniglumsum@yahoo.com*