

KÄLTETECHNIKEN

Einführung: Wie kann man Kälte erzeugen?

1. Kälte - Wärme - Temperatur

Wärme ist eine Energieform, die jeder Stoff und Körper mehr oder weniger enthält. Berühren wir einen Körper, fühlen wir, ob er heiß, warm, lau, kühl oder kalt ist. Damit bezeichnen wir seinen Wärmezustand, den man als Temperatur bezeichnet. Unser Gefühl ist ein unsicherer Wärmemesser!

Gehen wir im Winter aus einem geheizten Raum in einen ungeheizten, so empfinden wir diesen als kalt. Kommen wir aus großer Kälte im Freien in dasselbe Zimmer, so erscheint es uns als warm. In Wirklichkeit hat aber das Zimmer die gleiche Temperatur!

2. Messung der Temperatur

Zur Temperaturmessung werden deshalb Thermometer verwendet. Für die zahlenmäßige Festlegung kommen jedoch unterschiedliche Temperaturskalen zum Einsatz.

Die gebräuchlichste ist die Einteilung in **Grad Celsius** (°C). Der schwedische Astronom Celsius legte hierzu als Bezugspunkte den Schmelzpunkt des Eises (0 °C) und den Siedepunkt des Wasser (100 °C) bei normalem atmosphärischen Luftdruck (1013 hPa) fest. Diese Temperaturskala wird nach oben und unten entsprechend fortgeführt. Temperaturen, die größer (wärmer) sind als 0 °C werden plus, diejenigen, die kleiner (kälter) sind als minus bezeichnet.

In den USA werden die Temperaturen nach **Fahrenheit** gemessen. Der deutsche Physiker Fahrenheit legte den Nullpunkt seiner Skala auf die tiefste Temperatur des amerikanischen Winters im Jahre 1709 (-17,8 °C). Den Schmelzpunkt des Eises legte er auf 32 F und den Siedepunkt des Wassers auf 212 F. Beim Gefrieren von Lebensmitteln hat man der Einfachheit halber die Gefriertemperatur auf 0 F gelegt. Da die Gefriertechnik aus den USA kommt, wurde diese Lagertemperatur einfach übernommen. Nur so sind die -18 °C als angeblich erforderliche Lagertemperatur für die Gefriertechnik entstanden. Selbstverständlich lassen sich Lebensmittel aber auch Tiefgefrieren bei z.B. -15 °C.

3. Verfahren der Kälteerzeugung

Kühlen heißt Wärme entziehen. Es wird aber nicht Kälte erzeugt, sondern Wärme entzogen. Das Ergebnis ist dann eine tiefere Temperatur. Wenn man einen Raum kühlen will, so muss die Wärme von dort, wo sie unerwünscht ist dorthin gebracht werden, wo sie nicht schadet oder störend ist. Aufgrund von chemischen und physikalischen Gesetzen, kann Kälte "erzeugt" bzw. Wärme entzogen werden.

(Quelle: Mit freundlicher Genehmigung des Autors aus: **Service-Handbuch Grundlagen-Kältetechnik - Physikalische Grundlagen, Bauteile, Funktion Reparaturtechniken**)

4. Wir stellen auf 2 verschiedene Arten Kälte her:

A. Kältemischung (Anwendung: Lösungswärme - Salzstreuen im Winter)

Eine praktische Anwendung einer Kältemischung ist das Salzstreuen im Winter.

Durch das Streusalz wird das Eis bzw. der Schnee mit Salz gemischt. Der Schmelzpunkt dieses Gemisches liegt - je nach Konzentration - wesentlich tiefer als 0 °C. Die Eis-Salz bzw. Schnee-Salz-Mischungen lösen sich zu Salzwasser.

Bei vielen Mischungen (z.B. Salzwasserlösung) gibt es eine bestimmte Konzentration, die man als **Eutektikum** bezeichnet. Bei einer **eutektischen Mischung** wird ein **extrem kalter Schmelzpunkt** erreicht, der weit unter dem der Einzelkomponenten liegt. Weil man mit diesen chemischen Lösungen der Umgebung Wärme entziehen kann, werden sie als **Kältemischungen** bezeichnet.

Beispiel: Ein Mischungsverhältnis von 1 Teil Kochsalz und 3 Teilen Eis bewirkt, dass sich Salz in Eis zu Salzwasser löst und eine Temperaturabsenkung der Kältemischung auf -21 °C eintritt.

♣Projektaufgabe: Wieviel Kälte könnt ihr herstellen?

Wir stellen verschiedene Kältemischungen her und messen die Temperatur.

Nehmt dabei einen der angegebenen Stoffe und stellt mindestens 3 verschiedene Mischungen mit Eis her:

Vorgeschlagene Menge an Eis: jeweils ca. 30 bis 50 Gramm

Stoffe, die du wählen kannst und vorgeschlagene Versuchsmengen:

Natriumchlorid(Kochsalz)	NaCl	5g – 20 g
Calciumchlorid	CaCl ₂	15g – 75g
Kaliumchlorid:	KCl	50g -120g

Macht eine Grafik von eurem Versuch:

Temperatur (y-Achse) in Abhängigkeit von der Stoffmenge (x-Achse) her und bestimmt den eutektischen Punkt, also den tiefsten Schmelzpunkt bzw. Gefrierpunkt

B. Thermoelektrische Kälteerzeugung mit Peltier-Elementen

(Anwendung in mobilen, batteriebetriebenen Kühlboxen)

Thomas Johann Seebeck (1770-1831) Entdeckung der Thermoelektrizität (1821)
Seebeck-Effekt

Jean Charles Athanase Peltier (1785-1845) Entdeckung der Umkehrung der Thermoelektrizität (1834) Peltier-Effekt

Der Seebeck-Effekt: Werden zwei verschieden leitfähige Materialien miteinander verbunden und besteht zwischen diesen Verbindungsstellen eine Temperaturdifferenz, kann ein elektrischer Strom fließen.

Erklärung: An der warmen Seite befinden sich mehr Elektronen mit hoher Energie und wenige mit niedriger Energie. Durch Diffusion (wie bei Gasen) bewegen sich Elektronen mit hoher Energie zur kalten Stelle. Somit ist es eine Wärmeleitung mit Elektronenfluss. Dadurch kommt es zu einer Ladungstrennung → viele Elektronen auf kalter Seite; wenige Elektronen auf warmer Seite. Dies erzeugt eine Spannung; die sogenannte Thermospannung. Um diese Spannung messen zu können, braucht man zwei Metalle. Die Spannung hängt von der Temperaturdifferenz und der Hemmung des Elektronenflusses ab.

Peltier-Effekt: Beim Peltier-Effekt herrschen umgekehrte Verhältnisse: Fließt ein elektrischer Strom an einem Kontakt von einem Material A in einem Material B, entsteht eine Wärmequelle. Je nach Vorzeichen des Stromes kann eine Seite warm und die andere kalt werden.

Erklärung: Bewegte Elektronen transportieren nicht nur Ladung, sondern auch Energie. Höherenergetische Elektronen tragen stärker zum Strom bei, transportieren aber auch mehr Energie. Beim Übergang von einem zum anderen Material ändert sich die mit den Elektronen transportierte Energie. Die Energie wird entweder abgegeben oder aufgenommen. Elemente, die diesen Effekt haben, nennt man Peltier-Element oder thermoelektrische Elemente.

♣ Projektaufgabe:

1. Einfache Experimente mit dem Peltier-Element:

A. Material: Peltier-Element (12V), 2 Kabel mit Krokodilklemmen, eine 9V-Batterie, LabQuest mit Temperaturfühler

Durchführung:

- a.) Klebe mit einem Klebestreifen den Temperaturfühler auf einer Seite fest.
 - b.) Verbinde mit Hilfe Krokodilklemmen das rote Kabel des Peltier-Elements mit dem Plus-Pol und das schwarze Kabel mit dem Minus-Pol
 - c.) Miss die Temperatur mit dem LabQuest. Warte dabei einige Zeit bis sich die Temperatur nicht mehr ändert. Achte dabei darauf, dass du die zu messende Seite auf den Tisch legst.
 - d.) Mache das gleiche mit der anderen Seite des Peltier-Elements.
- Bei einem Peltier-Element wird meist die warme Seite stärker erwärmt als die kühle Seite abgekühlt. Wenn man eine kältere Temperatur möchte, muss man die warme Seite abkühlen.
-

B. Material: Material: Peltier-Element (12V), 4 Kabel mit Krokodilklemmen, zwei 9V-Batterie, LabQuest mit Temperaturfühler, Lüfter, wärmeleitende Paste

Durchführung:

- a.) Klebe mit einem Klebestreifen den Temperaturfühler auf der kühlenden Seite fest
- . b.)Verbinde mit Hilfe Krokodilklemmen das rote Kabel des Peltier-Elements mit dem Plus-Pol und das schwarze Kabel mit dem Minus-Pol. Mache das gleiche beim Kühler mit der anderen Batterie.
- c.) Lege das Peltier-Element mit der kalten Seite nach unten und gib auf die andere Seite etwas von der wärmeleitenden Paste. Stelle nun den Lüfter auf diese Seite.
- d.) Miss die Temperatur mit dem LabQuest. Warte dabei einige Zeit bis sich die Temperatur nicht mehr ändert.

C. Material: Peltier-Element, zwei Kabel mit Krokodilklemmen, Spannungsquelle, LabQuest mit Temperaturfühler

Durchführung:

- a.) Klebe mit einem Tesastreifen den Temperaturfühler auf einer Seite fest.
 - b.)Verbinde mit Hilfe Krokodilklemmen das rote Kabel des Peltier-Elements mit dem Plus-Pol und das schwarze Kabel mit dem Minus-Pol. Achtung: Benutze niemals eine größere Spannung als am Element angegeben ist!!!
 - c.) Miss die Temperatur mit dem LabQuest. Warte dabei einige Zeit bis sich die Temperatur nicht mehr ändert. Achte dabei darauf, dass du die zu messende Seite auf den Tisch legst.
 - d.) Mache das gleiche mit der anderen Seite des Peltier-Elements.
- Falls noch Zeit bleibt: Messen des Seebeck-Effekts
-

2. Wir bauen eine Kühlbox zum Kühlen einer kleinen Getränkedose:

Material: Peltier-Elemente, Styropor, Kühlelemente, Temperaturfühler

Filmanleitung:

<https://www.youtube.com/watch?v=I-cdhGbGjKE>

Macht zuerst eine Skizze mit genauem Maßstab

Anschließend wird die Box zusammengebaut und eine Getränkedose hineingestellt.

Die Temperatur wird über eine halbe Stunde lang gemessen und grafisch festgehalten.