

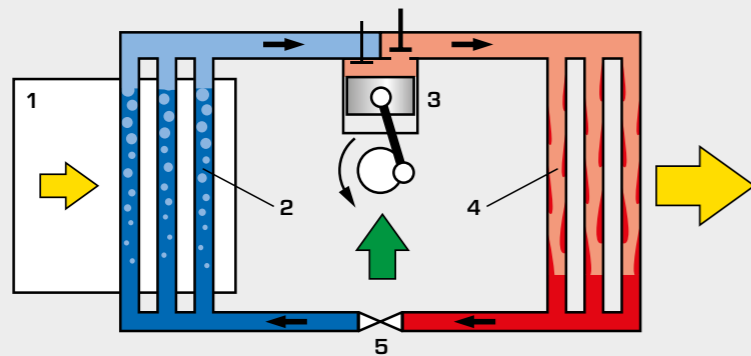
Basiswissen Prinzipien der Kälteerzeugung

Die Kältetechnik beschreibt das Abführen von Wärme aus einem zu kühlenden Raum. Thermische Energie wird infolge einer Temperaturdifferenz vom wärmeren zum kälteren Medium übertragen. Zur technischen Umsetzung des Wärmetransportes gibt es verschiedene Prinzipien, die hier vorgestellt werden.

Kompressionskälteanlagen sind in der praktischen Anwendung die am häufigsten anzutreffenden Kühlsysteme. In einer Kompressionskälteanlage durchströmt ein Kältemittel den Kältemittelkreislauf und erfährt dabei verschiedene Zustandsänderungen. Die Kompressionskälteanlage beruht auf dem physikalischen Effekt, dass beim Übergang vom flüssigen zum gasförmigen Zustand thermische Energie benötigt wird. Der Verdampfer **2** entzieht dem zu kühlenden Raum **1** thermische Energie. Durch unterschiedliche Drücke bei Ver-

dampfung und Kondensation können die Temperaturniveaus so eingestellt werden, dass ein Wärmetransport von der kalten zur warmen Seite stattfindet. Durch Verflüssigung **4** des Kältemittels wird die thermische Energie wieder abgegeben.

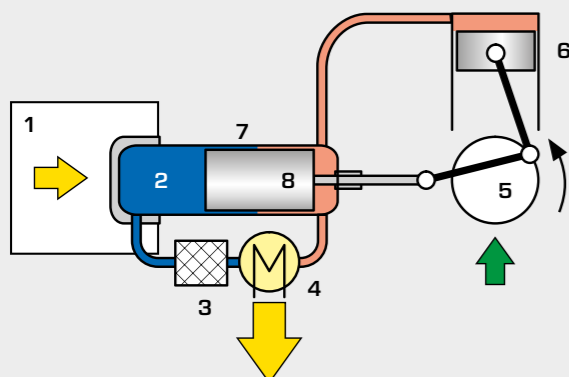
Zur Druckerhöhung können anstelle des gezeigten Kolbenverdichters **3** auch Schrauben-, Scroll-, Turbo- oder Dampfstrahlverdichter eingesetzt werden.



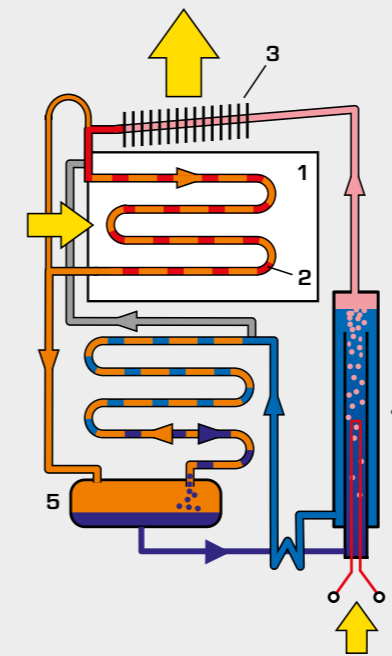
1 zu kühlender Raum oder Prozesskälte, 2 Verdampfer, 3 Verdichter, 4 Verflüssiger, 5 Expansionsventil;
 Kältemittel HD gasförmig, Kältemittel HD flüssig, Kältemittel ND flüssig, Kältemittel ND gasförmig,
 Wärme, mechanische Arbeit

Die **Stirling-Kältemaschine** ist in der praktischen Anwendung eine absolute Nischenlösung. Sie arbeitet nach demselben Prinzip, wie der Stirlingmotor, nur mit umgekehrter Drehrichtung. Die Stirling-Kältemaschine erlaubt die Realisierung von sehr tiefen Temperaturen z.B. bei der Verflüssigung von Gasen und Infrarotkameras.

Die Stirling-Kältemaschine besteht aus einem Arbeitszylinder **6** und einem Verdrängerzylinder **7**. Im Arbeitszylinder wird ein Arbeitsgas abwechselnd verdichtet und expandiert. Das verdichtete, heiße Gas gibt seine Wärme im Wärmeübertrager **4** ab. Bei der Expansion kühlt das Arbeitsgas ab und nimmt auf der kalten Seite **2** des Verdrängerzylinders Wärme aus dem zu kühlenden Raum **1** auf. Verdrängerkolben **8** und Arbeitskolben **6** werden über einen Kurbeltrieb **5** entsprechend phasenverschoben bewegt.



1 zu kühlender Raum oder Prozesskälte, 2 kalte Zylinderseite, 3 Rekuperator, 4 Wärmeübertrager, 5 Kurbeltrieb, 6 Arbeitszylinder, 7 Verdrängerzylinder, 8 Verdrängerkolben,
 kaltes Abgas, heißes Abgas,
 Wärme, mechanische Arbeit



Eine **Absorptionskälteanlage** arbeitet im Gegensatz zur Kompressionskälteanlage mit zwei Arbeitsmedien, einem Kältemittel und einem Lösungsmittel. Die beiden Arbeitsmedien werden im sog. Austreiber **4**, durch Zufuhr thermischer Energie, voneinander getrennt. Der ausgetriebene Kältemitteldampf strömt in den Verflüssiger **3** und verflüssigt sich. Im Anschluss verdampft das Kältemittel, bei niedrigem Druck, im Verdampfer **2** und führt dabei Wärme ab. Der dabei entstandene Kältemitteldampf strömt in den Absorber **5**, wo er vom Lösungsmittel absorbiert wird. Die Lösung aus Kältemittel und Lösungsmittel wird wieder in den Austreiber gefördert.

Der Einsatz von Absorptionskälteanlagen ist sinnvoll, wenn thermische Energie, z.B. Abwärme, vorhanden ist. In dem Fall kann über den Einsatz von Abwärme eine Kühlung realisiert werden.

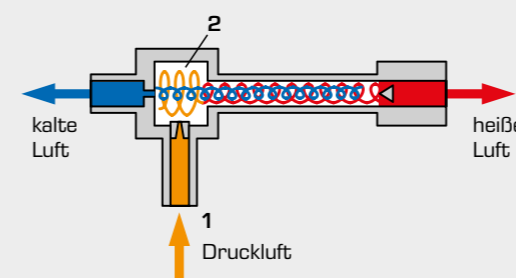
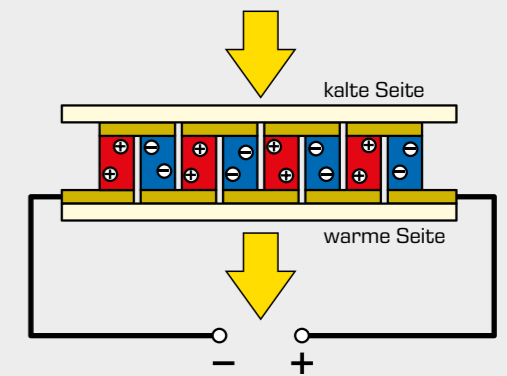
Darstellung am Beispiel der Stoffpaarung Ammoniak – Wasser

1 zu kühlender Raum oder Prozesskälte, 2 Verdampfer, 3 Verflüssiger, 4 Austreiber, 5 Absorber;
 Ammoniakdampf, flüssiges Ammoniak,
 arme Ammoniaklösung, reiche Ammoniaklösung,
 Wasserstoff, Wasserstoff und Ammoniakdampf,
 Wärme

Thermoelektrische Kälteanlagen basieren auf dem Peltier-Effekt. Ein Peltierelement erzeugt bei elektrischem Stromfluss eine Temperaturdifferenz und kann je nach Stromrichtung zum Heizen oder Kühlen eingesetzt werden.

Durch ein thermoelektrisches Element wird Strom geleitet. Dabei erwärmt sich jeweils ein elektrischer Kontakt, der andere kühlt sich ab. Zur Erhöhung der Leistung werden mehrere thermoelektrische Elemente in Reihe geschaltet, diese werden so angeordnet, dass kühlende und heizende Kontakte jeweils mit einer Deckplatte verbunden sind. Bei Stromfluss wird einer der Platten Wärme entzogen und auf die andere übertragen. Die kalte Platte entspricht der Nutzseite der thermoelektrischen Kälteanlage.

Peltierelemente können sehr niedrige Temperaturen erzeugen. Bei steigender Temperaturdifferenz sinkt allerdings der Wirkungsgrad. Peltierelemente sind einfach regelbar, besitzen keine beweglichen Komponenten und keine giftigen Betriebsstoffe.



1 Eintrittsöffnung, 2 Wirbelkammer

Der **Vortex-Kältegenerator** besitzt ein außergewöhnliches Wirkprinzip. In die Eintrittsöffnung **1** wird Druckluft eingeleitet. Die Druckluft wird tangential in eine sog. Wirbelkammer **2** eingeleitet und dabei in Rotation versetzt. Im Zentrum dieses Wirbels bildet sich ein kalter Luftstrom, während sich die Außenschicht des Wirbels erwärmt. Der kalte Luftstrom wird aus der Mitte des Wirbels abgeleitet und zur Kühlung verwendet.

Der Vorteil eines Vortex-Kältegenerators ist der besonders einfache Aufbau, ohne Einsatz beweglicher Komponenten, giftiger Betriebsstoffe oder elektrischer Versorgung. Nachteilig ist der geringe Wirkungsgrad.