



... EINE ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINE?

Wenn es darum geht, die Hölle einzufrieren, ist die Absorptionskältemaschine die erste Wahl

Damit die Hölle gefriert!

Hätte man einen Anschlag auf den Teufel und seine Heimstätte geplant, so wäre es sicher sinnvoll, ihn mit seinen eigenen Waffen zu schlagen. Denn das Höllenfeuer, könnte in Verbindung mit einer Absorptionskältemaschine hilfreich sein, wollte man diesen überhitzten Platz endlich gefrieren lassen.

Ziel muss es also sein, die Abwärme zu nutzen, um Kälte zu erzeugen. So widersinnig sich dieser Vorsatz anhört, so realistisch ist er trotzdem, jedenfalls was die Kälteerzeugung aus Wärme angeht. Grundlage dieser Überlegung ist erst einmal, dass eine Flüssigkeit Energie benötigt, um zu verdampfen. Träufelt man sich zum Beispiel Alkohol auf die Haut, so ist der kühlende Effekt bekannt.

VERDAMPFEN DURCH ABSORPTION

Der Alkohol verschwindet tatsächlich von der Hautoberfläche indem dieser verdampft. Hier sei als Beispiel der Ethylalkohol mit einer Siedetemperatur von etwa 35 °C genannt. Der flüssige Alkohol nimmt dabei begierig Energie auf, in diesem Beispiel Körperwärme. Diese Körperwärme wird in immer mehr Bewegungsenergie umgesetzt bis die Alkoholteilchen zu fliegen be-

ginnen, also gasförmig vorliegen. Zusammenfassend ist daher die wichtigste Voraussetzung für herkömmliche Kühlprozesse das Verdampfen einer Flüssigkeit, wobei die aufgenommene Verdampfungswärme die Kühlung auslöst. Um die Funktion einer Absorptionskältemaschine zu verstehen, sollte der Vorgang der Absorption bekannt sein. Absorption meint umgangssprachlich das Aufsaugen eines Stoffes. In diesem Kälteprozess sind zwei Stoffe, die sehr leicht eine sehr innige Verbindung eingehen, in einem Behälter zusammen untergebracht. Einer der beiden Stoffe, nämlich Lithiumbromid, ist gierig danach den anderen Stoff, nämlich Wasser, komplett aufzunehmen, zu absorbieren. Das Wasser für diese Absorption wird flüssig in diesen Behälter eingesprüht. Es verdampft, wie der eben erwähnte Alkohol, auf der Oberfläche eines Wärmetauschers. Der Kühleffekt auf diesem Wärmetauscher ergibt sich, ebenso wie beim Verdampfen des Alkohols auf der Haut, durch die Umsetzung von Wärmeenergie in Bewegungsenergie. Diesem Wärmetauscher wird also Wärmeenergie entzogen. Das nun dampfförmige Wasser kann in dieser Phase von dem gierigen Lithiumbromid aufgenommen, also absorbiert werden.

DIE LÖSUNG ZUR LÖSUNG

Man könnte diesen Prozess ständig fortsetzen, in dem man immer wieder flüssiges Wasser über den Wärmetauscher fließen lassen würde und es dann anschließend von einer gierigen Lithiumbromidlösung absorbieren zu lassen. Das Problem wäre nur: Die Lithiumbromidlösung ist irgendwann gesättigt mit Wasser und die Neigung, weiteres Wasser aufzunehmen, vergeht gänzlich. Man müsste also neues Lithiumbromid mit wenig gelöstem Wasser in den Behälter schütten, um den Prozess fortzusetzen. Frisches, weil ungesättigtes Lithiumbromid reinschütten und Wasser über den Verdampfer schicken und der Kühleffekt bliebe erhalten. Nur, woher nehmen? Um den Kühlprozess aufrecht zu erhalten, muss dem Lithiumbromid aus dem eben beschriebenen Behälter das Wasser wieder entzogen werden, damit es wiederum gierig auf Saugtour gehen kann. Entfernen kann man das Wasser aus dieser Lösung durch Erwärmung. Man schafft also tatsächlich mit kleiner Pumpenleistung diese wassergesättigte Lösung in einen anderen Behälter. Hier herrscht eine derart hohe Temperatur, dass das enthaltene Wasser wieder verdampft. Lithiumbromid wird also für die Aufgabe als Absorptionsmittel wieder bestens vorbereitet bis auf die Tatsache, dass das Stoffpaar in diesem Moment ein wenig zu heiß ist.

GETRENNT UND WIEDER BEREIT

Die zuvor erfolgte Erwärmung hat die beiden Stoffe voneinander getrennt. Wasser liegt dampfförmig vor und schwebt



So sieht eine Absorptionskältemaschine in der Praxis aus

Bild: York

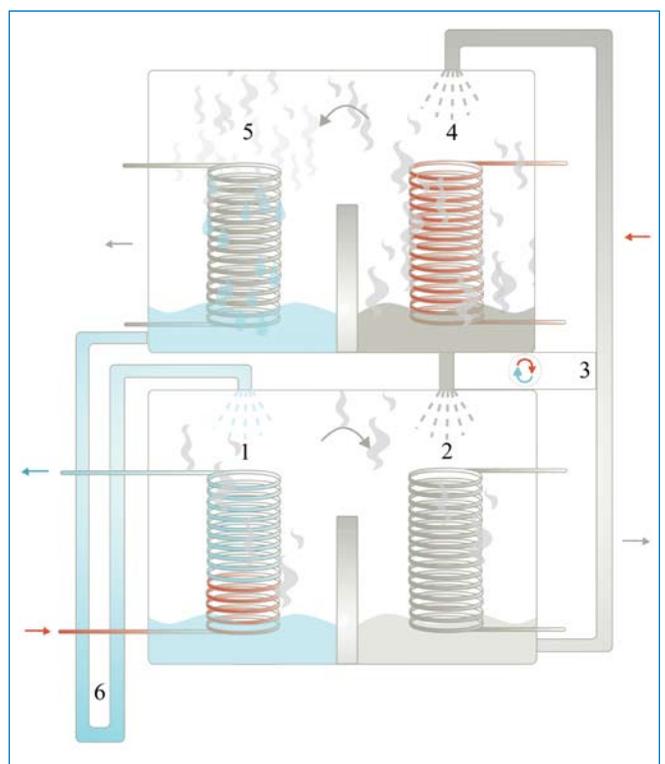


Bild: SK SonnenKlima

Die Absorptionskältemaschine arbeitet mit einem Kreisprozess – wie das funktioniert lesen Sie auf Seite 12



DICTIONARY

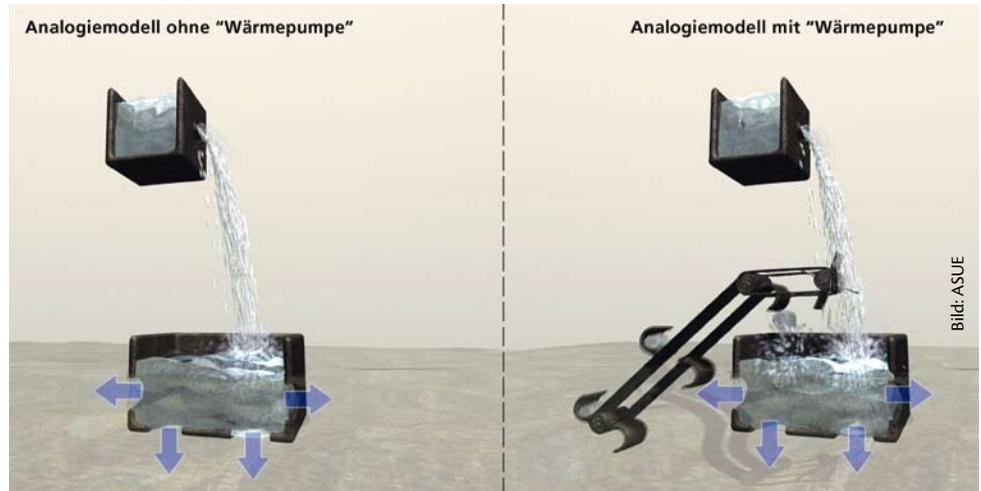
Kühle	=	chill coolness
Kühlmaschine	=	refrigerator
verdampfen	=	evaporate
Wärmetauscher	=	heat exchanger

über der heißen Lithiumbromidlösung. Das Lithiumbromid ist wieder in der Lage Wasser aufzunehmen, wenn dieses Wasser eben nicht so heiß wäre. Also erfolgt eine Kühlung des eben noch absichtlich verdampften Wassers, bis es kondensiert. Wichtig ist es, die dabei entstehenden Wassertropfen dort aufzufangen, wo diese auch leicht abgeführt werden können. Würden diese Tropfen zurück in die Lithiumbromidlösung fallen, hätte man für diesen Prozess nichts gewonnen. Das Ergebnis ist, bei einigem Geschick: Die Ausgangsstoffe sind wieder vorbereitet. Wasser zur Verdunstungskühlung und geringes Lithiumbromid zur Absorption (Aufnahme) des Wasserdampfes.

AB IN DEN KREISVERKEHR

Die Sache scheint nicht nur rund, sondern diese Vorgänge zusammengenommen ergeben tatsächlich einen Kreisprozess, wie in der Ablaufdarstellung auf Seite 11 gezeigt:

1. Angefangen vom flüssigen Wasser, das über einen Wärmetauscher gesprüht wird und dabei verdampft (Kälteleistung).
 - ▶ Hier wird also Kälte erzeugt und ins System gegeben
2. Das verdampfte Wasser wird durch das gierige Lithiumbromid aufgesaugt oder eben absorbiert (Absorber).
3. Die wasserreiche Lösung Lithiumbromid wird dann in einen anderen Behälter gepumpt (Pumpe).
 - ▶ Zur Optimierung des Prozesses muss hier noch ein wenig mit elektrischem Strom für die Pumpe nachgeholfen werden.
4. Es wird ein Teil des Wassers unter Hitze aus der Lithiumbromidlösung ausgetrieben (Austreiber).
 - ▶ Hier wird also Wärmeenergie zugeführt (Solarenergie, Abwärme, Höllenfeuer...)
5. Lithiumbromid wäre damit wieder aufnahmebereit, wenn das Wasser eben nicht ganz so heiß ist. Daher wird das dampfförmige Wasser gekühlt, bis es letztlich als Tröpfchen kondensiert (Kondensator).
 - ▶ Je nach Aufwand und Ziel werden zu diesem Zweck riesige Kühler benötigt.
6. Flüssiges Wasser, soeben als Tröpfchen eingesammelt, kann jetzt wieder in den Behälter mit der aufnahmefähigen Lithiumbromidlösung zurückgesprüht werden, um dann wieder



Wird der Prozess der Absorptionskältemaschine beispielsweise in einen Brennwertkessel integriert (Bildteil rechts), ergibt sich gegenüber dem einfachen Brennwertkessel (Bildteil links) ein zusätzlicher Nutzen. Anstatt die Flammen des Kessels nur zur normalen Temperaturerhöhung zu gebrauchen, können diese erst den Absorptionskälteprozess in Gang setzen und Umweltwärme aufnehmen.

auf dem Wärmetauscher zu verdampfen und in Lithiumbromid gelöst zu werden.

WO IST DER HAKEN?

An einer Stelle der Beschreibung wurde ein wenig geschummelt, oder eben noch nicht die ganze Wahrheit verbreitet. Der Punkt 1 (Kälteleistung) beschreibt das Wasser wie es auf einen Wärmetauscher gesprüht wird und verdampft. Aber warum sollte Wasser bei zum Beispiel 10 °C in diesem Wärmetauscher verdampfen? Es fühlt sich bei dieser Temperatur kaum dazu genötigt. Der Trick, es bei 10 Grad verdampfen zu lassen, ist das Vakuum. Der Raum für diesen Teil des Prozesses ist zu einem erheblichen Anteil vom Druck befreit, eben evakuiert. Während Wasser in üblicher



FILM ZUM THEMA



Die Funktion einer Absorptionskältemaschine ist gar nicht so einfach zu verstehen. Wer sich diese noch einmal step-by-step zeigen lassen möchte, der findet hier eine erklärende Animation:

www.sbz-monteur.de → Das Heft → Lehrfilme zum Heft

Umgebung, also bei rund 1013 Millibar Druck, erst bei den bekannten 100 °C dampfförmig wird, wird Wasser bei niedrigeren Drücken immer früher verdampfen. In Punkt 1 (Kälteleistung) der Beschreibung herrscht daher ein Druck von beispielsweise nur 10 mbar (gegenüber 1013 mbar normalem Umgebungsdruck). Wasser verdampft bei diesem niedrigen Druck bereits bei rund 10 °C. Und mit 10 °C lässt sich tatsächlich einiges aus der herkömmlichen Anlagentechnik kühlen.

ZWEI WIE PECH UND SCHWEFEL

Die eingesetzten Stoffpaare müssen gut miteinander harmonieren. Es sind im Wesentlichen zwei Arbeitsstoffpaare von Bedeutung. Ein Paar ist

► Wasser mit Lithiumbromid und der Anwendung für Klimaanlageanlagen sowie Wärmepumpen

Das andere Doppel besteht aus

► Ammoniak und Wasser zur Kälteerzeugung mit sehr niedrigen Temperaturen (bis Minus 60 °C).

Der skizzierte Prozess ist durch einige Detaillösungen verfeinert worden. In der Praxis ist es für die Effizienz dieser Prozesse wichtig, dass das Verhältnis von zugeführter Wärmeleistung und daraus resultierender Kälteleistung optimiert wird. Die Darstellungen zeigen daher nur schematisch den Ablauf des Kreisprozesses.

WO IST DER NUTZEN?

Der herkömmliche Kälteprozess, etwa im Kühlschrank, läuft mittels Kompressor ab. Der Kompressor benötigt in der Regel elektrischen Strom zum Antrieb. Der Absorptionskälteprozess benötigt jedoch Wärmeenergie und weit untergeordnet ein wenig Pumpenenergie. Es lassen sich die tollsten Einsatzgebiete erspinnen:

► Klimaanlage, die über Solaranlagen gespeist werden. Effekt: Umso mehr Sonnenglut angeboten wird, desto mehr Kälte kann erzeugt werden.

► Klimaanlage die von der Abwärme anderer Prozesse in Betrieb gehalten werden. Die Antriebsenergie in Form von Strom ist im Verhältnis zum Kälteprozess mithilfe von Kompressoren sehr gering.

► Wärmepumpen mit geringem Strombedarf.

► Man könnte endlich die Hölle einfrieren und dort einen Parkplatz für Anlagenmechaniker und Redakteure der SBZ errichten...

Die nächsten Jahre versprechen weitere interessante Entwicklungen. Vielleicht wird auch mal wieder ein deutsches Unternehmen von sich reden machen. Bisher sind Amerikaner und Asiaten führend in dieser Technik.

GIBT'S NOCH WAS?

Neben dem Nutzen Kälte zu produzieren, hat dieser Prozess noch eine weitere verblüffende Möglichkeit zur Steigerung die Energieeffizienz bei der Beheizung von Gebäuden parat. Wenn der Nutzen einer herkömmlichen Heizungsanlage gesteigert werden soll, kann durchaus der skizzierte Prozess der Absorptionskältemaschine integriert werden (siehe Analogiemodell auf der Vorseite). Anstatt Kälte zu liefern, kann mit diesem Prozess Wärme aus der Umwelt entzogen werden. Also da wo in dem beschriebenen Prozess die Kälteleistung abgezuckt wird, könnte man selbst bei niedrigen Außentemperaturen noch Energie aus der Umwelt gewinnen und beispielsweise zur Beheizung eines Wohnhauses nutzen. Der Wirkungsgrad eines gewöhnlichen Brennkessels ließe sich auf über 130 % steigern. Damit dürfte klar sein: Auch die Absorptionskältemaschine kann bei entsprechender Auslegung als Absorptionswärmepumpe funktionieren. Je nach Standpunkt ist es wie mit dem Kühlschrank in der Küche: Ist der Nutzen das sauer verdiente, eisgekühlte Glas Milch nach Feierabend oder die Abwärme hinter dem Kühlschrank, die einem durch die ständige Konvektion die Tapete versaut?

Der gute alte Campingkühlschrank arbeitet übrigens auch nach dem Prinzip der Absorptionskältemaschine. Da man auf die kältetechnische Optimierung des Prozesses weniger Wert gelegt hat, verzichtet man bei diesem Typ komplett auf elektrische Energie zum Antrieb einer Pumpe. Der Prozess läuft ausschließlich über die Zugabe von Wärmeenergie und der Stofftransport dieses Prozesses erfolgt über Dichteunterschiede der abwechselnd erhitzten und gekühlten Medien (Ammoniak gelöst in Wasser). Der größte Vorteil dieser Konstruktion besteht darin, dass gänzlich auf Strom verzichtet werden kann.



AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist Mitarbeiter der SBZ Monteur-Redaktion, betreibt ein Ingenieurbüro für technische Gebäudeausrüstung, ist Dozent bei der Handwerkskammer Dortmund



und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sanitär- und Heizungstechnik

Telefon (0 23 89) 95 10 21

Telefax (0 23 89) 95 10 22

E-Mail elmar.held@t-online.de

Internet www.ingenieurbueroheld.de