



Foto: Nikodem/adobe.stock

„Wärme pumpen“ oder Wie funktioniert eine Wärmepumpe?

Wärmepumpen gelten als eines der wesentlichen Elemente der notwendigen Energiewende. Vor immer mehr neuen oder auch älteren Häusern stehen sie inzwischen.

Trotzdem gibt es noch immer viele Vorbehalte gegen Wärmepumpen. Dabei hat eigentlich fast Jede und Jeder schon ein Gerät in der eigenen Wohnung stehen, das auf dem gleichen Prinzip funktioniert: nämlich einen Kühlschrank. Höchste Zeit also, sich einmal anzuschauen, wie so eine Wärmepumpe eigentlich funktioniert.

Gleiches Prinzip: Wärmepumpe und Kühlschrank

Wenn man die zwei simplen Ideen verstanden hat

- (1) aus der Umwelt Wärme zu entziehen und
- (2) diese auf ein gewünschtes Temperaturniveau zu pumpen,

stellt sich jedem die Frage: „Warum wurde das nicht schon immer so gemacht, wenn es so einfach ist?“ Zumal ein anderes Gerät, das auf der gleichen Technologie beruht, in nahezu jedem Haushalt steht: der Kühlschrank.

Erfindung des Kühlschranks

Der amerikanische Maschinenbauer Jacob Perkins hat diese Ideen erstmals 1834 in einem Patent kombiniert, das als Grundlage der heutigen Wärmepumpentechnologien angesehen werden kann. Weil Perkins aber mehr daran interessiert war, Flüssigkeiten die Wärme zu entziehen, um Eis herzustellen, sprach man bei seiner Erfindung von einer Kältemaschine. Nach diesem Prinzip funktionieren z.B. unsere heutigen Kühlschränke, in denen die Wärme aus den darin aufbewahrten Lebensmitteln entzogen und in die Küche gepumpt wird. Die Küche wird dadurch ein wenig wärmer, allerdings ist der Effekt so klein, dass wir ihn normalerweise nicht bemerken.

Spätestens jetzt wird klar, dass ein und dieselbe Maschine zeitgleich Wärme und Kälte erzeugt. Aber wie macht sie das?



Abb. 1: Jacob Perkins (1766 – 1849)

[Chester Harding](#) (1792 - 1866), [Jacob Perkins](#), Wikimedia Commons gemeinfrei

Die erste Idee: Wärme aus der Kälte ziehen

Bevor nun der Thermodynamiker mahnend den Finger hebt, sei hier angemerkt, dass es eigentlich keine „Kälte“ gibt, sondern eben nur weniger Wärme an einem Ort, wo wir sie abgeführt haben.

Da wir aber dann umgangssprachlich von einem kälteren Ort sprechen, wollen wir das hier auch so verwenden. Wir Menschen empfinden -10°C im Winter als ziemlich kalt. Objektiv betrachtet sind -10°C aber $+263,15^{\circ}\text{C}$ über dem absoluten Nullpunkt (der bei $-273,15^{\circ}\text{C}$ liegt) und damit thermodynamisch noch ziemlich warm. Aber wie kommen wir an diese Wärme?

Einerseits wissen wir, dass Wärme nur von einem wärmeren zu einem kälteren Ort fließt, so wie eine Kugel den Berg nur hinunterrollt, nicht hinauf. Außerdem kann man die Siedetemperatur einer Flüssigkeit sehr weit absenken, wenn man den Druck um die Flüssigkeit absenkt. So kann man zum Beispiel Wasser schon bei Raumtemperatur zum Kochen bringen, wenn man an den Kolben, in dem sich das Wasser befindet, ein Vakuum anlegt. Man muss also mit einer Pumpe das Gas über der Flüssigkeit absaugen, um den Druck zu reduzieren (Verdampfer).

Die Chemie hat neben den natürlichen Kältemitteln Flüssigkeiten entwickelt, die bei niedrigen Drücken schon bei z.B. -30°C und weit darunter anfangen zu siedeln. Stelle ich also ein Gefäß mit einem niedrigen Druck, in dem sich ein geeignetes Kältemittel befindet, im Winter bei -10°C in den Garten, fängt es an zu kochen. Das Kältemittel „fühlt sich“ so wie z.B. Wasser bei Umgebungsdruck, das ich auf eine Herdplatte mit 120°C stelle und das ja auch anfängt zu kochen.

Bleiben wir beim Kältemittel. Die beim Kochen (Verdampfen) aufgenommene Umgebungswärme speichert das Kältemittel in seinem Aggregatzustandswechsel. Es wird gasförmig. Damit haben wir Wärme aus der Umgebung aufgenommen. Dieser erste erfolgreiche Streich reicht aber noch nicht aus, denn unser so gewonnenes Gas ist leider nur -10°C kalt und taugt weder zum Duschen noch zum Heizen.

Die zweite Idee: Durch Druck zur Wunschtemperatur

Das Prinzip kennen wir vom Fahrrad: Verdichtet man ein angesaugtes Gas mit einer Luftpumpe, wenn man z.B. einen Fahrradschlauch aufpumpt, dann erwärmt sich

dabei die Luft durch die Kompression (Verdichtung) ein bisschen. Mit einem elektrischen Verdichter kann man je nach erzeugtem Druck spielend bis über 100°C erreichen. Man muss eben nur hoch genug verdichten, bzw. drücken.

Diese zweite Idee hilft uns nun perfekt, unser Ziel zu erreichen, nämlich das gasförmige Kältemittel auf ein hohes Temperaturniveau zu bringen, also zu erwärmen. Mit derselben Pumpe, mit dem ich eben noch den Druck meines Kältemittels durch Absaugung gesenkt habe (Idee 1 oben), kann ich nun beim Ausstoßen des angesaugten Gases mein gewünschtes Temperaturniveau durch Kompression (Verdichten) erreichen.

Der eigentliche Clou dabei ist, dass mir das Kältemittel den Gefallen tut, die zuvor auf sehr niedrigen Temperaturniveau aufgenommene Verdampfungswärme Huckepack (latent) mit auf das hohe Temperaturniveau mitzunehmen. Das heiße, gasförmige und unter hohem Druck stehende Kältemittel kann ich nun durch einen Wärmetauscher leiten und damit die Wärme „abziehen“ und zum Heizen verwenden. Während dieses Vorgangs kühlt das Kältemittel wieder ab (kondensiert) und wird flüssig.

Dann wird der Druck des Kältemittels wieder so weit reduziert, dass es seine Ausgangstemperatur erreicht und der Kreislauf beginnt von vorne.

Da ich nur einen vergleichsweise kleinen Arbeitsaufwand für die Verdichtung geleistet habe, aber die der Umgebung umsonst entzogene Wärme dabei den Temperatursprung mitgemacht hat, „ernte“ ich beim Verflüssigen des Kältemittels bei hohem Druck die komplett aus der Umgebung gewonnene Wärme. Gute Wärmepumpen können so, je nachdem wie kalt es draußen ist und wie warm es werden soll, aus einem Teil hineingesteckter elektrischer Energie bis zu sechsmal so viel Wärme aus der Umgebung liefern.

Make it simple: Fertig ist die Wärmepumpe

Wer aufmerksam bis hierher gelesen hat, wird bis jetzt vier Bauteile erkannt haben.

1. Einen Verdampfer mit dem wir einer geeigneten Wärmequelle (Luft, Boden, Grundwasser, Flusswasser, usw.) die Wärme entziehen.

2. Einen Verdichter (Kompressor), der uns die Temperaturveränderung der umsonst gewonnen Wärme ermöglicht und

3. Einen Verflüssiger (Kondensator), in dem wir beim Kondensieren des heißen Kältemitteldampfes die Wärme wieder nutzbringend abgeben.

4. Abschließend verbinden wir noch die Hochdruckseite mit der Niederdruckseite über ein Drosselventil. Dadurch können wir die Hochdruckseite sauber von der Neiderdruckseite trennen und gleichzeitig einen kontinuierlichen Kältemittelstrom zwischen Verdampfer und Verflüssiger sicherstellen.

Jakob Perkins brauchte 1834 auch nur genau diese vier Bauteile für seine erste Kältemaschine. Und wir, über 190 Jahre später, brauchen auch nur die gleichen vier Bauteile, um unsere Wärmepumpe zum Laufen zu bringen.

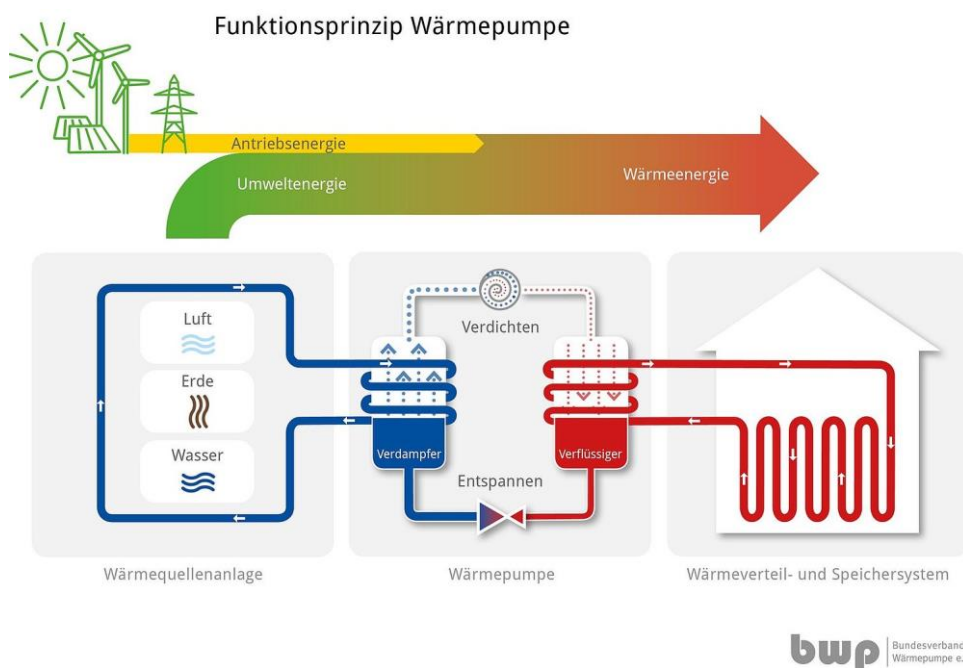


Abb. 2: Funktionsweise Wärmepumpe

(Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.)

Die Zukunft ist elektrisch

Wenn wir unsere Umweltziele bezüglich des CO₂-Austoßes erreichen wollen und Deutschland von den Energieimporten anderer Länder unabhängiger machen wollen,

werden wir auf CO₂-freie Energiequellen zugreifen müssen, die bei uns sprudeln sollten.

Und das ist aktuell Strom, den wir aus vielen in Deutschland verfügbaren CO₂ freien, oder CO₂ neutralen Quellen schöpfen können. Die Wärmepumpe benötigt lediglich Strom, um damit das 3- bis 6-fache der eingesetzten Strommenge in CO₂-freie Wärme zu wandeln. Und das kann sie je nach Baugröße sowohl für ein einzelnes Wohnhaus, als auch für ein ganzes Stadtquartier oder für große Industrieanlagen. Insofern stellen Wärmepumpen einen zentralen Baustein in der Wärmewende unseres Landes da.



Abb. 3:

Außeneinheit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung und Brauchwassererwärmung [Mueller felix, Wärmepumpe Außeneinheit mit Elektroauto\(cropped\)](#), [CC BY-SA 4.0](#) Wikipedia Commons gemeinfrei

Mit der Heizung kühlen

Unser Ziel, die globale Erwärmung unsere Atmosphäre unter 1.5K zu halten werden wir verfehlen. Vielleicht, weil wir viel zu spät mit einem Umdenken in unseren Köpfen begonnen haben und auch vergessen haben einen Großteil der Gesellschaft mit auf die Reise zu nehmen. Es wird also bedeutend wärmer werden in den kommenden Sommern.

Unsere Wohnungen und Arbeitsplätze werden wir dann aber leider nicht durch Gas- und Ölbrenner kühlen können. Wer sich aber daran erinnert, dass Wärmepumpen Wärme von einem Ort zu einem anderen Ort pumpen können, wird schnell auf Idee

kommen, im Sommer die Wärme aus dem Haus in die Umgebung zu pumpen, quasi ein überdimensionierter Kühlschrank. Was im Übrigen aus eigener Erfahrung sehr gut und bei Sonne und PV-Strom, CO₂-neutral und kostenfrei funktioniert.



Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
FH Münster