

Wie funktioniert die Wärmepumpe?

Wärme fließt „von selbst“ vom Körper höherer Temperaturen auf einen ihn berührenden kälteren Körper, aber nicht umgekehrt. So besagt es der Zweite Hauptsatz der Wärmelehre.

Wärmepumpen scheinen diesem Satz zunächst zu widersprechen: Sie transportieren Wärme vom kälteren zum wärmeren Körper, von der kalten Außenwelt ins warme Zimmer. Der Widerspruch ist aber nur scheinbar. Die Wärme fließt nämlich nicht „von selbst“, sie wird unter Energiezufuhr transportiert.

Die Wärmepumpe nutzt den Satz der Wärmelehre sogar aus: Das Transportmittel ist an der Stelle, an der es die Wärme aufnimmt, kälter als die Umgebung, und wo es die Wärme wieder abgibt, ist es wärmer.

Den nötigen Temperatursprung dazwischen besorgt ein Kompressor. Er verdichtet das gasförmige Arbeitsmittel, wodurch es sich aufheizt – ein Effekt, den jeder spürt, wenn er mit einer Luftpumpe die Reifen seines Fahrrads aufpumpt.

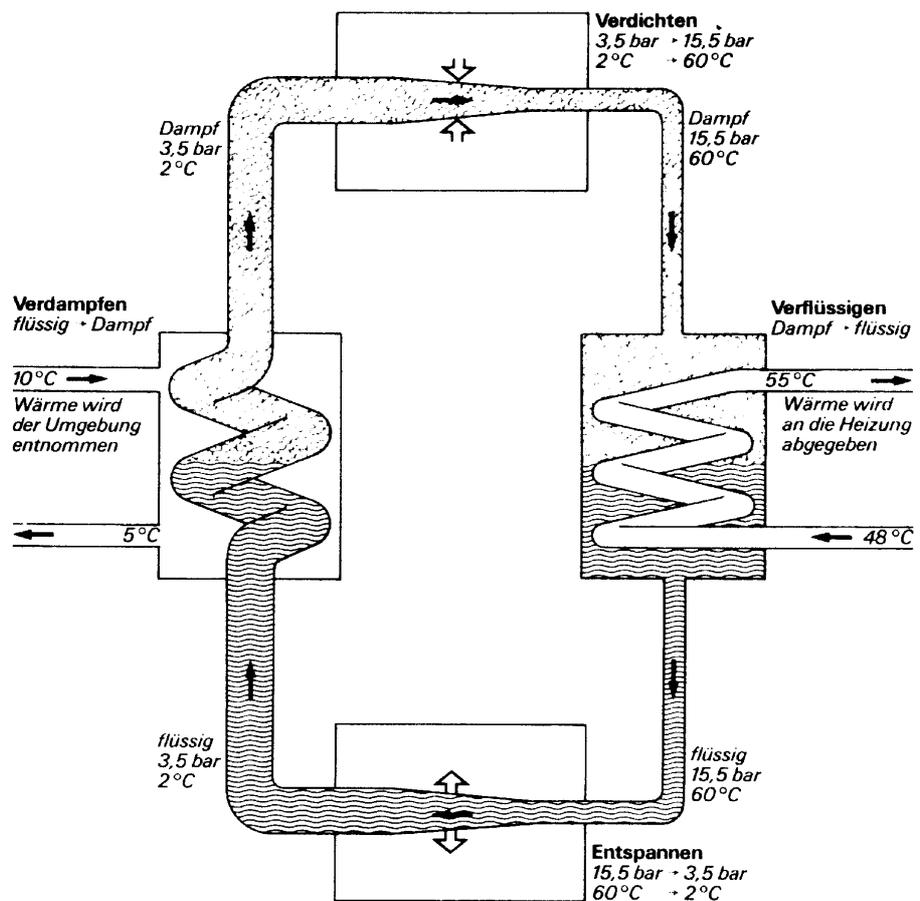
Zwei weitere physikalische Erscheinungen gehören zum Prinzip der Wärmepumpe:

- Erstens steigt der Siedepunkt einer Flüssigkeit mit dem Druck – bekannt durch den Druckkochtopf, in dem die Speisen schneller gar werden, weil bei dem höheren Druck das Wasser bei Temperaturen über 100 °C kocht.
- Zweitens ist eine bestimmte Wärmemenge nötig, um eine Flüssigkeit zu verdampfen, wobei die Temperatur konstant bleibt. Die aufgenommene Wärmemenge wird bei der Verflüssigung des Gases – ebenfalls ohne Temperaturänderung – wieder frei.

In einer Wärmepumpe zirkuliert ein Arbeitsmittel, das mal als Flüssigkeit, mal als Dampf erscheint. Der Kreislauf zerfällt in vier Schritte. Zwei davon sind Wärmeaufnahme aus der Umgebung und Wärmeabgabe an die Wohnung. Die anderen beiden sind Druckänderungen des Arbeitsmittels.

Als Beispiel diene eine Wärmepumpe, deren Arbeitsmittel unter einem Druck von 3,5 bar bei 2 °C verdampft (oder kondensiert), unter 15,5 bar dagegen erst bei 60 °C.

1. Verdampfen. Bei niederem Druck nimmt das Arbeitsmittel aus der Umgebung (Luft, Erdreich, Fluß) Wärmeenergie auf. Es verdampft dadurch bei konstanter Temperatur von 2 °C. Wird dabei etwa 2m³/h Wasser (oder 6700 m³/h Luft) von 10 °C auf 5 °C abgekühlt, so nimmt das Arbeitsmittel eine Leistung von 10 kW auf.



2. Verdichten. Das dampfförmige Arbeitsmittel wird durch einen Kompressor von 3,5 bar auf 15,5 bar verdichtet. Der Dampf erhitzt sich dabei auf mehr als 60 °C und nimmt – als Verdichterleistung – etwa 5 kW auf.

3. Verflüssigen. Das Arbeitsmittel gibt seine Wärmeenergie (15 kW) an die Raumheizung ab. Es verflüssigt sich dabei (die Verdampfungswärme wird wieder frei) unter konstantem Druck und Temperatur. Das Heizungswasser wird von 48 °C auf 55 °C erwärmt.

4. Entspannen. In einem Expansionsventil dehnt sich das Arbeitsmittel aus. Der Druck fällt von 15,5 auf 3,5 bar ab, die Temperatur sinkt dadurch von 60 auf 2 °C. Der Kreislauf kann von neuem beginnen.

Im wesentlichen sind die beiden Temperatur-Niveaus durch die Nutzung festgelegt: Wärme soll bei einer von der Natur vorgegebenen Temperatur durch Verdampfen aufgenommen und bei einer durch die Art der Nutzung bedingten Temperatur durch Verflüssigen wieder freigesetzt werden. Dieser Temperatur-Unterschied legt zugleich den Druck-Unterschied fest, der durch den Verdichter hergestellt werden muß.

Steigende Temperatur-Unterschiede, wie sie sich durch sinkende Außentemperaturen ergeben, bedingen höhere Druck-Unterschiede, also mehr Aufwand an Energie im Verdichter, um die gleiche Wärmemenge zu gewinnen. Das bedeutet, daß die Leistungszahl der Wärmepumpe bei sinkenden Außentemperaturen zurückgeht.