

# Wärmepumpe: Wie heizt man mit der kalten Luft?

- Wie ist eine Wärmepumpe vom Grundprinzip aufgebaut?
- Welcher Teil der Wärmepumpe hat welche Temperatur und wie werden die Temperaturunterschiede erzeugt?
- Wie wird elektrische Energie bei einer Wärmepumpe eingesetzt?
- Wie beschreibt man die Wirksamkeit einer Wärmepumpe?

## Aufgabe 1: Temperaturbetrachtungen

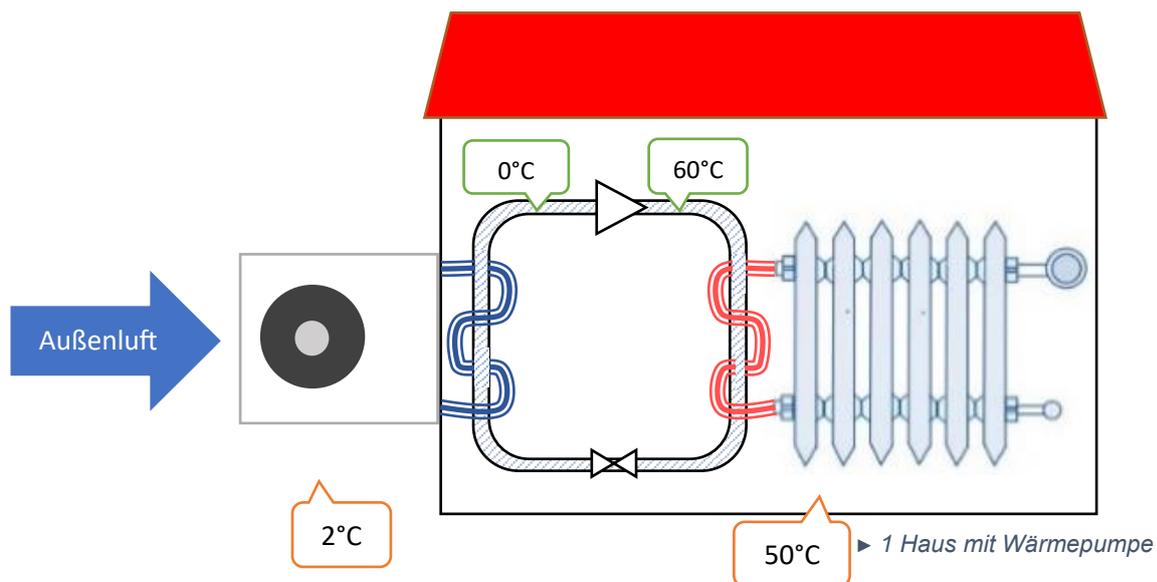
Schätze zunächst folgende Temperaturen ab

$$T_{\text{Heizwassers in der Heizung}} = \text{ca. } \underline{\underline{40-60}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_{\text{Außenluft im Winter}} = \text{ca. } \underline{\underline{2}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Quelle: Für Heizwassertemperatur: Radiator ca. 55°C, Flächenheizung ca. 35°C (Wikipedia)

Quelle: Für die mittlere Außentemp. Im Winter Ø 2021-24: 3,0°C, : Ø 2011-20: 1,92°C (Wikipedia)

- a) Um euch mit der Grafik ► 1 vertraut zu machen, tragt als erstes die obigen Temperaturen in die orangen Kästen ein. Markiert dann mit blau die Rohre durch die kalte Außenluft zur Wärmepumpe strömt und mit rot die Rohre in denen das heiße Heizwasser der Heizung fließt.
- b) Als Kältemittel bezeichnet man den Stoff, mit dem die Wärmepumpe gefüllt ist. Schraffiere ganz zart den Bereich, der mit Kältemittel gefüllt ist.



- c) Ergänze den Merkkasten aus deinem Vorwissen:

Wärme fließt vom Gebiet hoher Temperatur ins Gebiet niedriger Temperatur.

- d) Welche Bedingung muss für die Temperatur des Kältemittels auf der linken Seite der Wärmepumpe gelten, damit Wärme von der Außenluft ins Kältemittel fließt?

$$T_{\text{linke Seite des Kältemittels}} < T_{\text{Außenluft}}$$

Notiere eine mögliche Temperatur  $T_{\text{linke Seite des Kältemittels}}$  in die linke grüne Sprechblase

- e) Überlege Dir, welche Bedingung für das Kältemittel auf der rechten Seite gelten muss, damit das Wasser im Heizsystem aufgeheizt wird, also Wärme im Haus abgegeben werden kann.

$$T_{\text{rechte Seite des Kältemittels}} > T_{\text{Heizung}}$$

Schreibe eine mögliche Temperatur  $T_{\text{rechte Seite des Kältemittels}}$  in die rechte grüne Sprechblase.

Um also Wärme von der kalten Außenluft ins warme Haus zu transportieren, muss das Kältemittel zum Aufnehmen der Energie eine Temperatur geringer als ca.  $2^{\circ}\text{C}$  Grad haben, zum Abgeben der Energie eine Temperatur höher als ca.  $50^{\circ}\text{C}$  Grad haben. Die Temperatur des Kältemittels muss sich also um ca.  $60^{\circ}\text{C}$  Grad erhöhen!

### Aufgabe 2: Trick der Wärmepumpe

- a) Überlege dir jetzt, wie die Wärmepumpe das schafft, dass die Temperatur des Kältemittels sich von links nach rechts ändert! Was ist also der „Trick“?

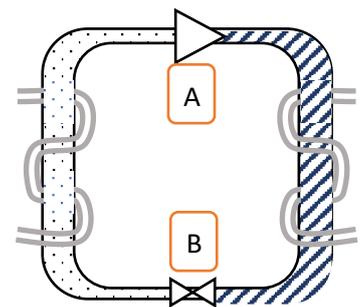
Die Temperatur eines Stoffes ist abhängig vom Druck.

Durch Erniedrigen des Drucks vermindert sich die Temperatur eines Stoffes, durch Erhöhen des Drucks erhöht sich die Temperatur.

Das Geheimnis der Wärmepumpe besteht darin, dass sie die Temperatur des Kältemittels passend erhöht bzw. erniedrigt und das gelingt der Wärmepumpe durch Veränderung des Drucks

- b) Markiere Bereiche mit hohem Druck, indem du das Kältemittel ganz eng schraffierst und Bereiche mit niedrigem Druck mit zarter Schraffur. Beschreibe die Wirkung von Bauteil A und Bauteil B

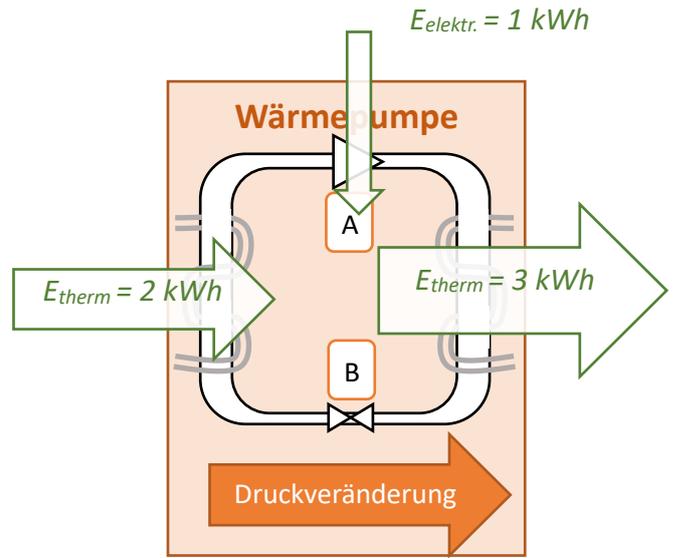
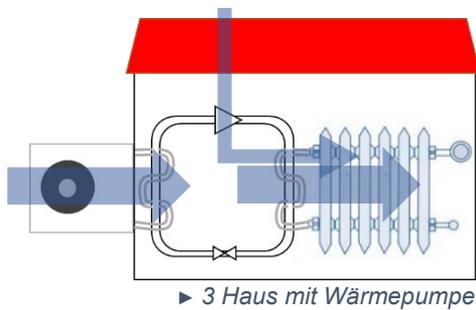
*Bauteil A erhöht den Druck, Bauteil B erniedrigt den Druck*



► 2 Wärmepumpe

### Aufgabe 3: Energiebetrachtung

- Die Wärmepumpe nutzt die Energie der Außenluft und führt diese dem Inneren des Hauses zu. Zeichne die passenden Energieflüsse als Pfeile in die Grafik ▶ 3.
- Überlegt euch an welcher Stelle der Wärmepumpe noch Energie zufließt und ergänze auch diesen Energiefluss als Pfeil. (Tipp, eines der beiden Bauteile (A oder B) benötigt elektrische Energie  $E_{el.}$ )
- Eine Wärmepumpe nutzt zum Beispiel 1kWh elektrische Energie um 3 kWh thermische Energie ins Haus zu „pumpen“.  
Überlegt, an welchen Stellen Energie zu bzw. ab fließt? Zeichne alle Energieflüsse auch in die schematische Zeichnung ▶ 4 ein und beschrifte sie. Die Breite der Pfeile soll die Größe des Energieflusses anzeigen.



### Aufgabe 4: energetische Bewertung und JAZ

- Überlege dir, welche der folgenden Wärmepumpen wirksamer ist und woher die zusätzliche Energie kommt.  
Wärmepumpe 1 braucht  $E_{el} = 0,5 kWh$  um eine Heizwärme  $Q = 3 kWh$  ans Haus abzugeben.  
Wärmepumpe 2 braucht  $E_{el} = 1 kWh$  um eine Heizwärme  $Q = 4 kWh$  ans Haus abzugeben.

*Wärmepumpe 1 ist besser, denn mit  $E_{el} = 1 kWh$  würde Wärmepumpe 1  $Q = 6 kWh$  ans Haus abgeben, also mehr als Wärmepumpe 2. Es kommt auf das Verhältnis an*

*Die zusätzliche Energie kommt aus der Umgebung*

Um zu beschreiben, wie gut eine Wärmepumpe arbeitet, verwendet man die Jahresarbeitszahl. Diese berechnet man (vereinfacht) durch

$$JAZ = \frac{Q}{E_{el}}$$

- Ein gut gedämmtes Einfamilienhaus hat einen Wärmebedarf von 10 000 kWh. Die Wärmepumpe hat eine Jahresarbeitszahl von 3,1. Ermittle den Bedarf an elektrischer Energie im Jahr!

$$E_{El} = \frac{Q}{JAZ} = \frac{10\,000\,kWh}{3,1} = 3226\,kWh$$

- c) Wenn in einem Haus eine Wärmepumpe eingesetzt wird, steigt der Stromverbrauch stark an. Begründe, warum es trotzdem eine gute Maßnahme für das Klima und die Energiewende ist, indem du erklärst, warum man trotz des erhöhten Strombedarfs massiv Energie und CO<sub>2</sub> sparen kann, wenn man seine Wohnung mit einer Wärmepumpe heizt.

*Die Wärmepumpe benutzt die elektrische Energie nur, um Wärme zu transportieren. Das heißt zum Großteil heizt die Wärmepumpe mit der Energie aus der Umgebung. Wie in Aufgabe 4b) gezeigt, wird nur ca. 1/3 der genutzten Wärmeenergie in Form von elektrischer Energie benötigt, der Rest also 2/3 wird „hinzugewonnen“. Da diese Energie somit neu hinzukommt, spart man effektiv Energie und CO<sub>2</sub>.*

- d) Schreibe eine kurze Zusammenfassung, wie die Wärmepumpe funktioniert.

*Die Wärmepumpe transportiert Wärmeenergie von der kälteren Umgebung ins wärmere Haus. Dabei nimmt das Kältemittel bei niedriger Temperatur Umgebungswärme auf. Durch Erhöhen des Drucks unter Zuführung von elektrischer Energie erhöht die Wärmepumpe die Temperatur, so dass die aufgenommene Wärme jetzt wieder an die Heizanlage abgegeben werden kann.*

Wortspeicher:

Umgebungswärme, Kältemittel, Druck erhöhen, Heizwärme, erniedrigen, elektrische Energie

**Es gibt übrigens auch Wärmepumpen, die die Energie aus dem Grundwasser, Erdreich oder dem Abwasser/Abluft entnehmen. Das Prinzip bleibt dabei aber gleich.**

**Effektiver werden Wärmepumpen, wenn man zusätzlich Phasenübergänge ausnutzt!**

## Wärmepumpe: Wie heizt man mit kalter Luft?

### QUELLEN

**Voraussetzung:** Der Zusammenhang, dass einer Druckerhöhung zu einem Temperaturanstieg führt, muss bekannt sein.

**Aufgabe 1:** ► 1 Bild selbst erstellt

Quelle für die Temperaturen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Vorlauftemperatur>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Zeitreihe\\_der\\_Lufttemperatur\\_in\\_Deutschland#/media/Datei:Zeitreihen\\_der\\_Lufttemperatur\\_in\\_Deutschland\\_\(Winter\)\\_bis\\_2019.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Zeitreihe_der_Lufttemperatur_in_Deutschland#/media/Datei:Zeitreihen_der_Lufttemperatur_in_Deutschland_(Winter)_bis_2019.svg)

**Aufgabe 2:** ► 2 Bild selbst erstellt

### **Aufgabe 3 und Aufgabe 4**

▶ 3 und ▶ 4 Zeichnung selbst erstellt

In beiden Aufgaben wird von einer Jahresarbeitszahl von ca. 3 ausgegangen, auch wenn einige Hersteller schon wesentlich höhere Zahlen präsentieren. In mehreren Quellen wird gesagt, dass ab 2024 eine Wärmepumpen in Bestandsimmobilie nur gefördert wird, wenn die JAZ >3 ist. Leider konnten wir die exakte Vorgabe im Gesetz noch nicht finden.

Trotzdem erscheint ein JAZ Wert von 3 sinnvoll für eine neutrale Betrachtung, die für sehr viele Gebäude auch im Bestand denkbar ist.