

Die Wärmepumpe „pumpt“ also Wärme von 10 °C auf 35 °C. Um dieses Temperaturniveau zu erreichen, muss die Wärmepumpe arbeiten. Dazu braucht sie Energie, in der Regel elektrische Energie aus dem Stromnetz. – Und je mehr sie „pumpen“ muss, desto mehr Strom braucht sie.

Hinweis:

Je höher die erforderliche Vorlauftemperatur ist, desto mehr muss eine Wärmepumpe arbeiten. Deswegen ist es von größter Bedeutung, dass die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke (z.B. Vorlauftemperatur zum Heizen) so niedrig wie möglich ist.

1.1 Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpe und deren Komponenten

Wärmepumpen bestehen im Wesentlichen aus folgenden Hauptkomponenten:

- Kompressor bzw. Verdichter mit Antriebsmotor
- Kondensator oder auch Verflüssiger genannt
- Expansionsventil
- Verdampfer

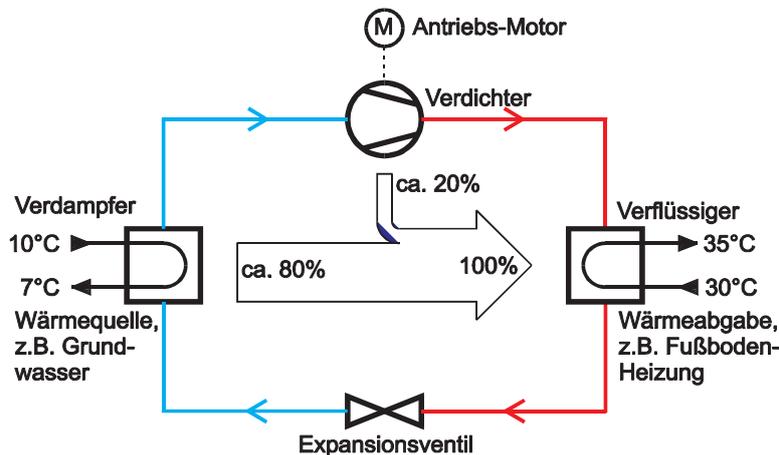


Bild 1.1.1: Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpe

Quelle: J. Bonin, Umwelt & Technik

Bild 1.2.1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Kältekreislaufes, den sogenannten „Carnot’schen Kreisprozess“ einer Wärmepumpe sowie die Energieflüsse. Dieses vereinfachte Fließbild dient in den späteren Diskussionen als weitere Grundlage.

1.2 Der technische Kältekreislauf und die Funktion der Wärmepumpe

Zu einem sicheren Betrieb einer Kältemaschine gehören noch ein paar weitere Komponenten, nämlich ein Kältemittelsammler (ist nicht immer vorhanden), Trockner, Schauglas und Überwachungs- und Schutzeinrichtungen wie Hoch- und Niederdruckschalter sowie das Kältemittel an sich.

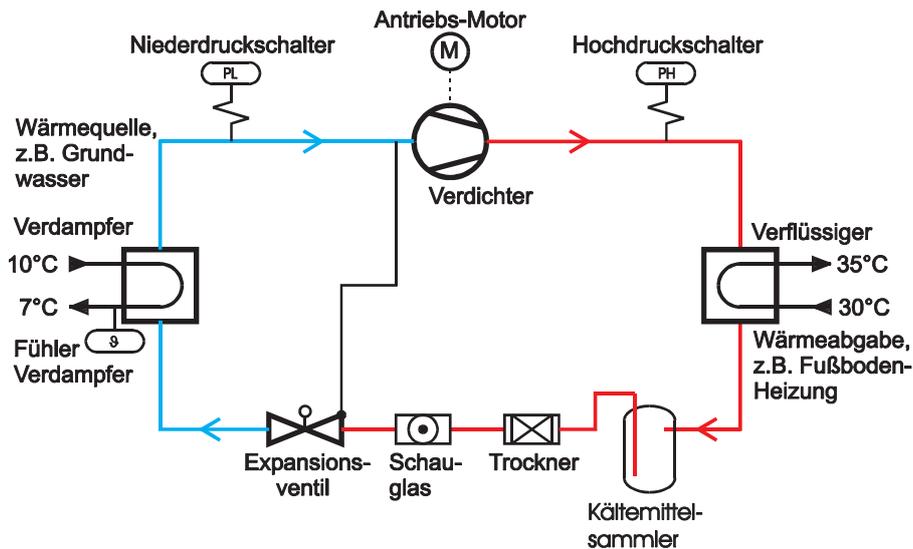


Bild 1.2.1: Wärmepumpe und deren Komponenten

Quelle: J. Bonin, Umwelt & Technik

Das Kältemittel ist ein Gas und befindet sich hermetisch abgeschlossen im Kältekreislauf. Dieses Kältemittel wird mithilfe des Kompressors durch den Kältekreislauf gepumpt. Kältemittel für Wärmepumpen lassen sich grundsätzlich in folgende Kategorien einteilen:

- FKW/HFKW (chlorfrei; FKW = Fluorkohlenwasserstoffe)
- Natürliche Kältemittel
- HFO (teihalogenierte Fluor-Olefine)

Dabei haben die einzelnen Komponenten nachfolgend beschriebene Funktionen – siehe Abbildung oben:

1. Der Verdichter/Kompressor mit Antriebsmotor

Der Verdichter komprimiert das Kältemittel. Er ist das Herz einer jeden Wärmepumpe. In der Regel werden bei den meisten Standardwärmepumpen Schrauben- bzw. Scroll-Verdichter eingesetzt.

Entscheidend ist die Fähigkeit des Kältemittels, auch bei niedrigen Temperaturen zu verdampfen. Bei der Verdampfung entzieht es der Quelle Wärme. Wird ein Gas komprimiert oder verdichtet, erwärmt es sich. Je höher die Verdichtung ist, desto stärker ist die Erwärmung.

Dieser Vorgang ist vergleichbar mit einer Luftpumpe, die beim Pumpen sich am unteren Ende erwärmt. Die Erwärmung wird nicht durch Reibung verursacht, sondern durch das komprimierte Gasgemisch Luft. Bei einer Fahrradpumpe sind das etwa 0,5–1,5 bar; bei einem Kompressor für Wärmepumpen ca. 15 bar und mehr. Entsprechend wärmer wird das Kältemittel – warm genug zum Heizen und zur Warmwasserbereitung. Je nach Kältemittel variieren die Drücke.

2. Der Verflüssiger

Der Verflüssiger ist ein großflächiger Plattenwärmetauscher. Das Gas strömt in den Verflüssiger und wird durch das „kältere“ Heizungswasser abgekühlt. Es kondensiert/verflüssigt sich im Verflüssiger. Dabei werden große Wärmemengen übertragen. Die über dem Verflüssiger abgegebene Wärme wird der Heizung zugeführt.

Bei diesem Vorgang ändert sich nicht oder nur unwesentlich die Temperatur, sondern vielmehr der Aggregatzustand, nämlich vom gasförmigen Zustand in den flüssigen Zustand. Durch diese Änderung des Aggregatzustandes wird sehr viel Wärmeenergie zum Heizen freigesetzt – viel mehr, als wenn nur Wärme entzogen würde. Das Kältemittel ist nun in einem flüssigen Zustand.



Bild 1.2.2:
Wärmetauscher
Quelle: GeaWTT

Wird bei diesem Vorgang nicht genug Wärme am Verflüssiger abgenommen, erhöht sich durch das Verdichten die Temperatur, die sog. Heißgastemperatur des Gases. Die Folge ist ein Anstieg des Druckes auf der Hochdruckseite. Bei Überschreitung eines bestimmten Maximaldruckes kommt es dann zu einer sogenannten Hochdruckstörung, indem der Hochdruckschalter schaltet. Die Wärmepumpe schaltet dann im Regelfall über den Regler ab.

3. Das Expansionsventil

Das Expansionsventil – kurz auch E-Ventil genannt – hat eine kleine Öffnung, durch die das flüssige Kältemittel mit hohem Druck gepresst wird. Nach dem E-Ventil entspannt das Kältemittel. Dabei verringert sich deutlich der Druck und damit auch die Temperatur des Kältemittels.

Dieser Vorgang ist vergleichbar mit dem Entweichen von Gas beim Nachfüllen eines Feuerzeugs. Strömt etwas Gas daneben, kühlt dieses deutlich ab. Dasselbe passiert im bzw. nach dem E-Ventil, nur mit einem deutlich größeren Druckunterschied, nämlich von z. B. 15 bar auf 4 bar (je nach Kältemittel und Betriebszustand).

E-Ventile regeln die Einspritzung des flüssigen Kältemittels in den Verdampfer. Diese Einspritzung wiederum wird von der Überhitzung des Kältemittels hinter dem Verdampfer gesteuert. Je höher die Temperatur hinter dem Verdampfer ist, desto mehr öffnet sich das E-Ventil, um mehr Kältemittel einzusprühen. Dadurch verringert sich dann die Temperatur hinter dem Verdampfer. Ist die Temperatur hinter dem Verdampfer zu gering, schließt das E-Ventil, um weniger Kältemittel einzusprühen. Das E-Ventil hat somit die Aufgabe, den Kältemittelstrom zu regeln.

Im Wesentlichen differenziert man zwischen thermischen und elektronischen E-Ventilen. Für den Bau von Wärmepumpen hat sich das thermisch arbeitende E-Ventil durchgesetzt.



Bild 1.2.3:
Expansionsventil
Quelle: Danfoss GmbH

4. Der Verdampfer

Der Verdampfer ist ebenfalls in der Regel ein Plattenwärmetauscher. Hier strömt das flüssige, sehr kalte Kältemittel mit Temperaturen von deutlich unter 0 °C in den Wärmetauscher. Durch das dem Wärmetauscher zugeführte Medium Luft oder Sole oder Wasser wird das Kältemittel entsprechend erwärmt. Durch diese Erwärmung verdampft das Kältemittel in dem Verdampfer.

Bei diesem Vorgang ändert sich erneut der Aggregatzustand vom flüssigen Zustand in den gasförmigen – es verdampft. Dabei wird von dem Kältemittel sehr viel Wärmeenergie aufgenommen. Auch hier ist durch die Änderung des Aggregatzustandes die Energieaufnahme deutlich höher, als wenn das Kältemittel nur erwärmt würde.

5. Der Kältemittelsammler

Der Kältemittelsammler ist quasi ein Puffer und nimmt das flüssige Kältemittel aus dem Kondensator auf. Es sorgt dafür, dass nur flüssiges Kältemittel zum Expansionsventil gelangt. Es wird leider nicht in allen Wärmepumpen eingebaut.

6. Der Trockner

Bei der Herstellung der Wärmepumpe bleibt trotz sorgfältigster Evakuierung immer noch eine Restfeuchtigkeit im Kältekreislauf. Diese würde die Funktion empfindlich beeinträchtigen. Zur Entfernung/Bindung dieser Restfeuchtigkeit dient ein Trockner.

7. Das Schauglas

Das Schauglas dient in erster Linie dem Kälteanlagenbauer oder Servicetechniker bei der Inbetriebnahme bzw. bei der Wartung der Wärmepumpe. Der Techniker kann optisch erkennen, ob die Wärmepumpe in den verschiedenen Betriebspunkten optimal arbeitet.

Außerdem ist im Schauglas eine Restfeuchte durch Verfärbung des Indikatorringes erkennbar.



Bild 1.2.4:
Kältemittelsammler
Quelle: KLIMAL GmbH

8. Der Niederdruckschalter

Dieser Schalter ist ein wichtiges Sicherheitsorgan. Er schaltet die Wärmepumpe ab, wenn der Kältemitteldruck auf der Seite der Wärmequelle zu niedrig ist. Das würde einer zu starken Unterkühlung des Kältemittels entsprechen. Dafür gibt es dann zwei mögliche Ursachen:

1. Die Abkühlung auf der Seite der Wärmequelle ist zu stark, sodass das Kältemittel nicht ausreichend verdampft. Es strömt nicht genug Kältemittel nach, welches gleichzeitig den Verdichter kühlen soll.

Der Niederdruckschalter schaltet ab, um den Verdichter zu schützen.

In diesem Fall ist zu überprüfen, ob die Wärmequelle ausreichend groß dimensioniert ist. Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen sind dann meistens die Erdsonden oder Erdkollektoren nicht ausreichend groß dimensioniert. Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen der Wasserzufluss unzureichend.

Achtung! Hier besteht Vereisungsgefahr!

2. Der Kältekreislauf ist undicht und Kältemittel entweicht. Dann muss der Niederdruckschalter den Verdichter abschalten, damit dieser nicht beschädigt wird.

9. Der Hochdruckschalter

Der Hochdruckschalter ist ebenfalls ein wichtiges Sicherheitsorgan. Er hat die Aufgabe, den Verdichter abzuschalten, wenn der Kältemitteldruck hinter dem Verdichter auf der Hochdruckseite zu hoch wird, um so den Kompressor und die Verrohrung zu schützen.

Hochdruck entsteht, wenn am Verflüssiger nicht genügend Wärme abgenommen wird. Dann verflüssigt sich das Kältemittel unzureichend und es entsteht quasi ein „Gasstau“. Es baut sich ein Druck auf. Bei ausreichender Verflüssigung (Kondensation) kann der Hochdruck nicht zu stark ansteigen.

Bei einer Hochdruckstörung sollte der Regler den Verdichter unverzüglich abschalten. Etliche Regler schalten nach einer gewissen Zeitverzögerung den Kompressor wieder ein, um den Heizbetrieb möglichst aufrechtzuerhalten. Einige Regler zählen die Hochdruckstörungen und schalten die Wärmepumpe erst dann mit einer Verriegelung (Einschaltsperrung) ab, wenn pro Tag z. B. dreimal eine Hochdruckstörung auftritt.

10. Regler und Fühler Verdampfer

Der Regler, einschließlich der Fühler steuert die Wärmepumpe und regelt die vorgegebenen Temperaturen für die gesamte Wärmepumpenanlage. Weitere Informationen siehe nachfolgendes Kapitel.

Ein wichtiger Fühler ist insbesondere bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen ein Fühler im oder hinter dem Verdampfer. Dieser Fühler misst wasserseitig die Ausgangstemperatur am Verdampfer. Ist diese Temperatur zu gering, erfolgt eine Sicherheitsabschaltung, um eine Vereisung oder zu starke Auskühlung der Wärmequelle zu verhindern. Um eine möglichst schnelle Sicherheitsabschaltung zu realisieren, ist dieser Fühler bei den meisten Wasser-Wasser-Wärmepumpen im Verdampfer eingebaut.

Dieser Sicherheitsfühler ersetzt jedoch nicht einen Strömungswächter, der zum Schutz einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe unbedingt zu empfehlen ist.

Beispiel zum Aufbau einer Wärmepumpe

1.3

Nachfolgende Abbildung zeigt einen typischen Aufbau einer Wärmepumpe als Einzelgerät. Die einzelnen Komponenten sind gut erkennbar und gut zugänglich. Letzteres ist wichtig für spätere Service- und Wartungsarbeiten.

Gute Schalldämmung durch ein 2-schaliges Stahlblechgehäuse mit innerem Lochblech und hochwertiger Schalldämmung plus 3-facher Schwingungsdämpfung.

Einblick in das Innere einer **Geo-Max®**-Wärmepumpe:

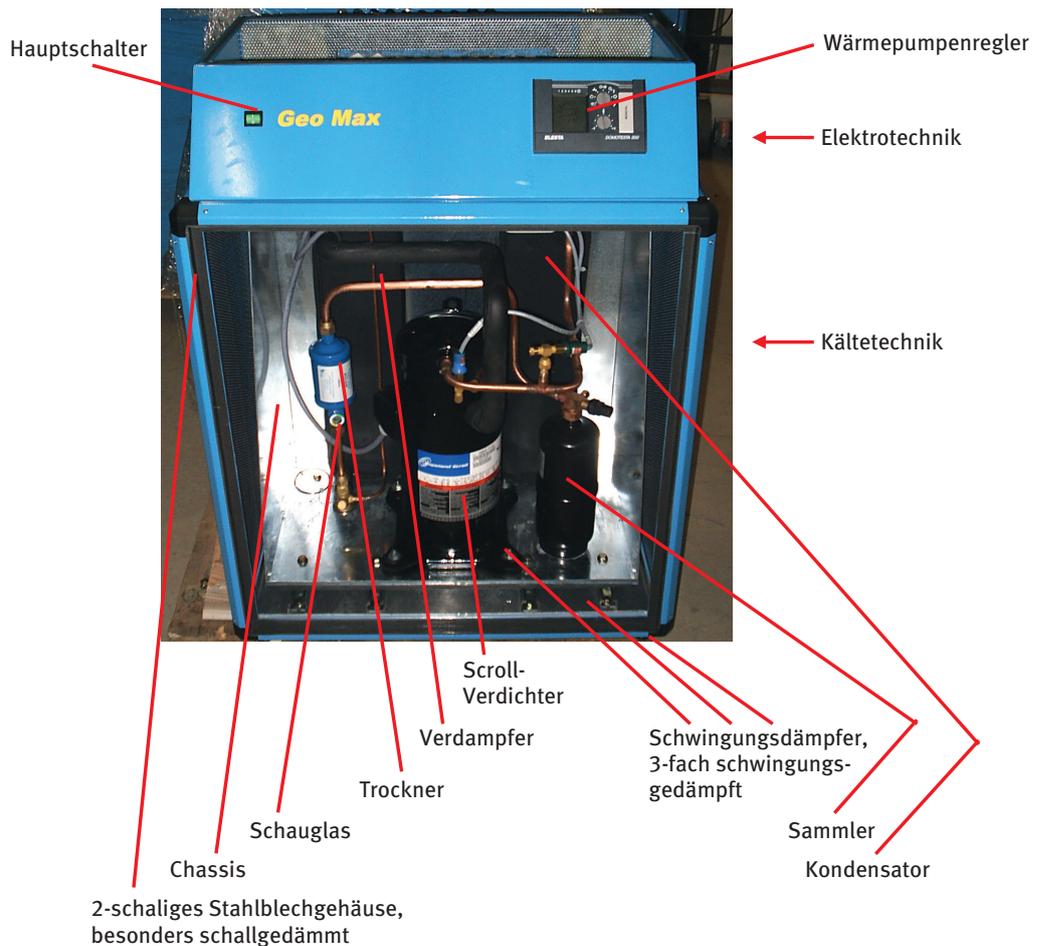


Bild 1.3.1: Kältetechnik einer Wärmepumpe

Quelle: J. Bonin, Umwelt & Technik

Bei dieser Wärmepumpe ist die Kältetechnik von der Elektrotechnik räumlich getrennt. Im unteren Teil befindet sich die Kältetechnik und im oberen die Elektrotechnik. Für eventuelle Servicearbeiten sind alle Teile gut zugänglich und es ist ersichtlich, um welche Teile es sich handelt, sodass ein späterer Service von jedem Fachmann herstellerunabhängig möglich ist.

Im oberen Teil dieser Wärmepumpe befindet sich die Elektrotechnik mit einer durchgehenden Klemmleiste als Schnittstelle für alle elektrisch anzuschließenden Aggregate wie Pumpen, Stellglieder, Spannungsversorgung, Sensoren, Fühler etc.

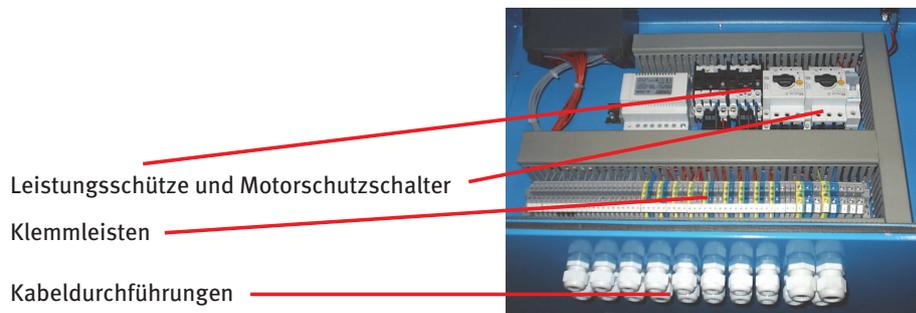


Bild 1.3.2: Elektrotechnik einer Wärmepumpe

Quelle: J. Bonin, Umwelt & Technik