

# Luft-Wasser-Wärmepumpe

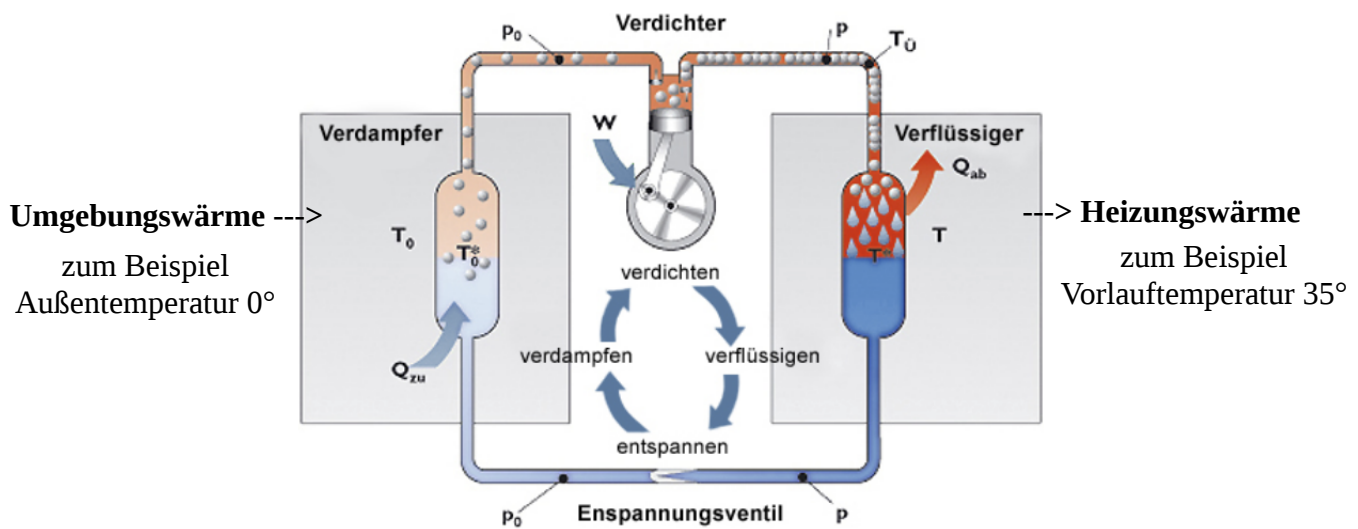
**Prinzip:** Eine Wärmepumpe entzieht einer Umgebung Wärme, hebt die Wärme auf ein höheres Niveau und gibt sie an eine andere Umgebung ab.

**Heizbetrieb:** Wärme wird der Außenluft entzogen und an das Heizsystem abgegeben.

**Kühlbetrieb:** Wärme wird dem Innenraum (Kühlschrank, Wohnung) entzogen und Außen abgegeben.

1. Die Wärmepumpe nutzt ein **Kältemittel**, das aufgrund seiner geringen Siedetemperatur von ca.  $-50^{\circ}$  auch bei niedrigen Temperaturen verdampft und Wärme aufnehmen kann (Verdampfer).
2. Nach Aufnahme von Wärme wird das angewärmte gasförmige Kältemittel im Verdichter komprimiert. Aufgrund des erhöhten Drucks steigt die Temperatur des Kältemittels stark an.
3. Im Verflüssiger wird diese Wärme abgegeben und das Kältemittel verflüssigt sich wieder.
4. Das Entspannungsventil regelt den Durchfluss des Kältemittels vom Bereich mit hohem Druck zu dem mit niedrigem Druck. Durch das Entspannen des Kältemittels vom flüssigen Zustand in den gasförmigen Zustand kühlt sich dieses wieder auf unter Null Grad ab.

Der Kreislauf beginnt von neuem.



Die Wärmepumpe arbeitet am effektivsten, wenn die Differenz (Vorlauftemperatur zu Außentemperatur) möglichst klein ist.

$$\text{Arbeitszahl} = \frac{\text{Außentemperatur (Kelvin)}}{(\text{Vorlauftemperatur} - \text{Außentemperatur})} * \eta$$

Die Arbeitszahl (COP) gibt an wieviel Energie aufgewendet werden muss um eine Wärmemenge abzugeben.

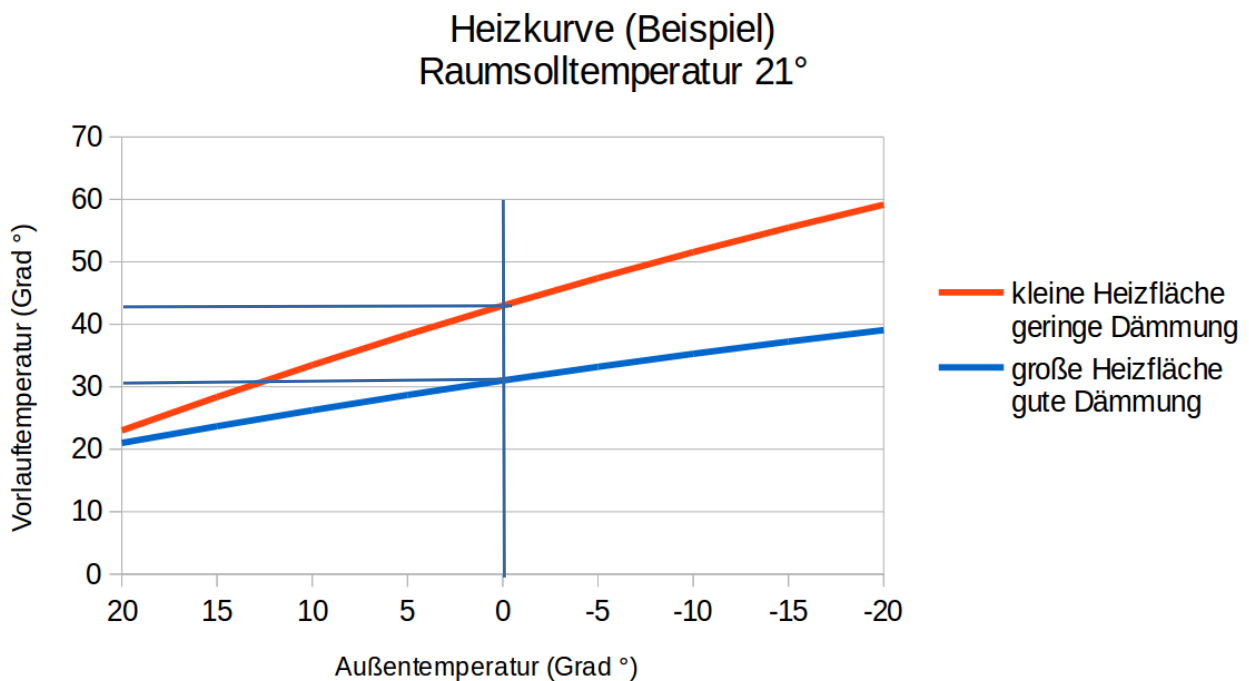
$\eta$  (Eta) gibt die Abweichung zum theoretischen Wirkungsgrad an und beträgt ca. 0,5

**Arbeitszahl = 3 bedeutet: 1 kWh Strom liefert 3 kWh Wärme**  
**Arbeitszahl = 4 bedeutet: 1 kWh Strom liefert 4 kWh Wärme**

## Wie wirkt sich Heizungsfläche und Dämmung des Hauses auf die Arbeitszahl der Wärmepumpe aus?

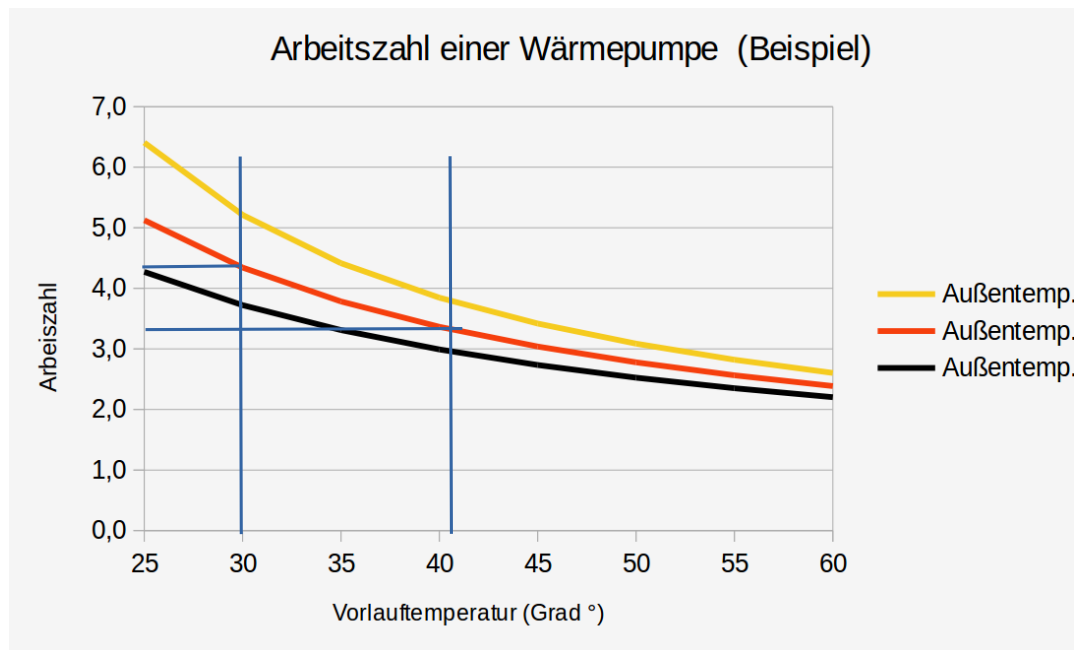
Beispiel: Im Bild sind zwei Heizkurven dargestellt. Bei einer kleinen Heizfläche oder bei geringer Dämmung ist eine höhere Vorlauftemperatur notwendig um zB. eine Raumsolltemperatur von 21° zu erreichen (rote Linie).

Bei einer Außentemperatur von 0° sind im einen Fall 42° Vorlauftemperatur und im anderen Fall nur 30° erforderlich.



Beispiel: Bei einer Außentemperatur von 0° (rote Linie) und 30° Vorlauftemperatur erreicht die WP eine Arbeitszahl von 4.3, jedoch nur 3.3 bei einer Vorlauftemperatur von 42°.

Der Stromverbrauch hängt direkt von der Arbeitszahl ab. Der Unterschied beträgt  $4.3/3.3 = 30\%$ .



Bei einem schlecht gedämmten Haus kommt zusätzlich noch der erhöhte Heizbedarf hinzu !

Heizbedarf (Neubau) = 50 kWh/qm / 4.3 => Strombedarf = **11.6 kWh/qm**

Heizbedarf (Altbau) = 100 kWh/qm / 3.3 => Strombedarf = **30.3 kWh/qm**

## Heizkosten & CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Gasheizung und Wärmepumpe

Die beiden Tabellen zeigen (für das obere Beispiel) die Heizkosten und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß für ein Gas-Brennwertgerät und für eine elektrische Wärmepumpe.

<b>Gas-Brennwertgerät</b>	gut gedämmtes Haus	wenig gedämmtes Haus
Jahresheizbedarf pro qm	50 kWh-th/qm	100 kWh-th/qm
Heizkosten mit Gas (12 Cent/kWh)	<b>6 €/qm</b>	<b>12 €/qm</b>
CO <sub>2</sub> Ausstoß	<b>10 kg/qm</b>	<b>20 kg/qm</b>
Erdgas : ca. 200 g pro kWh-th Flüssig Erdgas (LNG) : ca. 230 g pro kWh-th Bei Berücksichtigung der Vorkette erhöhen sich die Werte für den CO <sub>2</sub> Ausstoß nochmals um 10-30%.		

<b>Wärmepumpe</b>	gut gedämmtes Haus	wenig gedämmtes Haus
Arbeitszahl Wärmepumpe	4.3	3.3
Jahresheizbedarf pro qm	50 kWh-th/qm	100 kWh-th/qm
Heizbedarf pro qm (Strom)	11.6 kWh-el/qm	30.3 kWh-el/qm
Stromkosten (40 Ct/kWh)	<b>4,60 €/qm</b>	<b>12 €/qm</b>
CO <sub>2</sub> Ausstoß *)	<b>3 - 6 kg/qm</b>	<b>7,5 - 15 kg/qm</b>
*) aktueller Strommix Deutschland = 250 - 550 g CO <sub>2</sub> pro kWh-el (abhängig von Tages- und Jahreszeit)		
Mit zunehmendem Anteil an erneuerbaren Energien an der Stromproduktion, wird sich der CO <sub>2</sub> Ausstoß einer Wärmepumpe tendenziell reduzieren.		

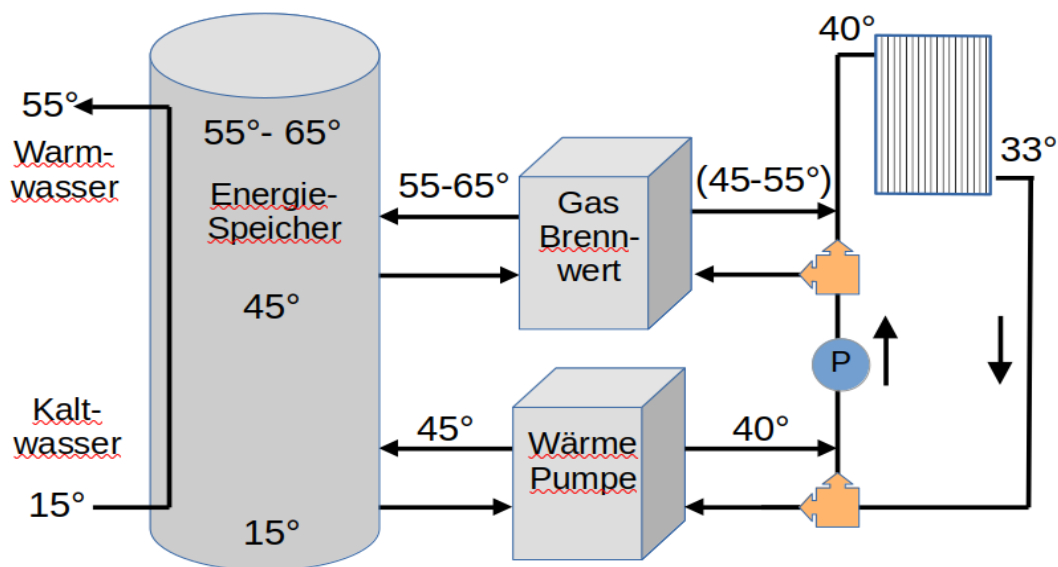
# Hybridheizung

Im Altbau oder zur Erwärmung von Warmwasser werden höhere Vorlauftemperaturen benötigt, was die Arbeitszahl der Wärmepumpe senkt. Hier kann eine Hybridheizung von Vorteil sein.

Durch eine Kaskadierung der Erwärmung kann die Arbeitszahl der Wärmepumpe erhöht und der Strombedarf gesenkt werden. Im folgenden ist ein konkretes Beispiel aufgeführt:

## Gasbrennwertgerät & Wärmepumpe

2 Familienhaus, BJ 1966, WF 220 qm  
Außentemperatur 5°



### **Warmwasser**

Die Wärmepumpe erwärmt den unteren Teil des Energiespeichers von ca. 15° auf 45°. Dies erfolgt vorteilswise um die Mittagszeit, wenn die Außentemperatur am höchsten ist.

Das Gasbrennwertgerät erwärmt den oberen Teil des Energiespeichers von 45° auf 55°-65°.

Im Sommer bei hohen Außentemperaturen und besonders wenn viel PV-Strom zur Verfügung steht, kann der Energiespeicher auch auf 50° bis 55° geladen werden.

### **Raumheizung**

Die Wärmepumpe erhöht die Vorlauftemperatur je nach Bedarf auf bis zu 40°. Ist eine höhere Temperatur erforderlich, wird das Gasbrennwertgerät zugeschaltet.

Bei niedrigen Außentemperaturen unter 5° läuft nur das Gasbrennwertgerät.

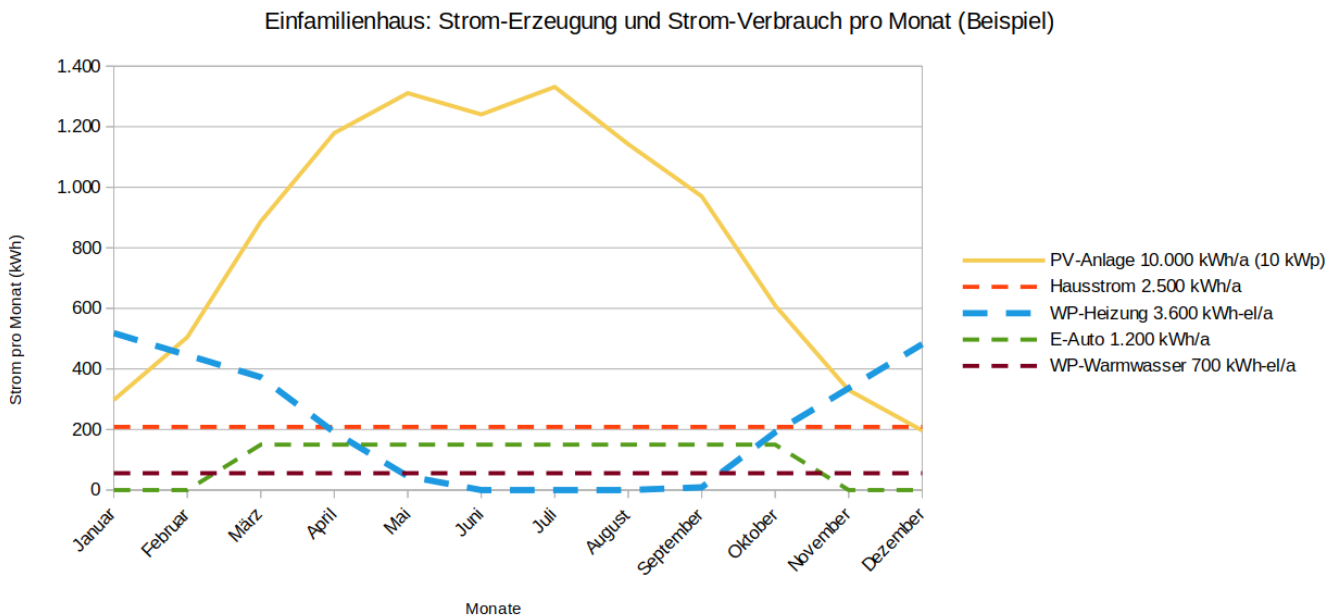
## Kombination Wärmepumpe & Photovoltaik

Das Beispiel veranschaulicht den Beitrag, den PV-Strom zur Raumheizung & Warmwasserversorgung erbringen kann. Dabei kommt eine elektrische Wärmepumpe zum Einsatz.

**Warmwasser** wird das ganze Jahr über gebraucht. Mit PV-Strom kann die Wärmepumpe vom Februar bis Oktober die Warmwasser-Erwärmung weitgehend abdecken.

Die **Raumheizung** hat andere Zeitlichkeiten. In den Wintermonaten ist die Heizlast am größten und der PV-Strom am kleinsten und reicht in diesem Beispiel gerade für den Haushalt.

Zudem steht PV-Strom im Winter nur von ca. 8:00-16:00 Uhr zur Verfügung. Heizbedarf besteht an kalten Wintertagen jedoch rund um die Uhr.



**Anmerkung:** Der Wärmebedarf für Heizung & Warmwasser ist 3-4 mal höher, als der eingezeichnete Stromverbrauch der Wärmepumpe (blau gestrichelte Linie).



In den **Wintermonaten** reicht der PV-Strom in der Regel nicht aus um ein E-Auto zu laden. Dieses wird dann überwiegend mittels Netzstrom geladen.

Zum **Kühlen von Räumen** im Sommer steht hingegen genügend PV-Strom zur Verfügung. Kühlbedarf im Sommer besteht meist dann, wenn die Sonne kräftig scheint und viel PV-Strom zur Verfügung steht.