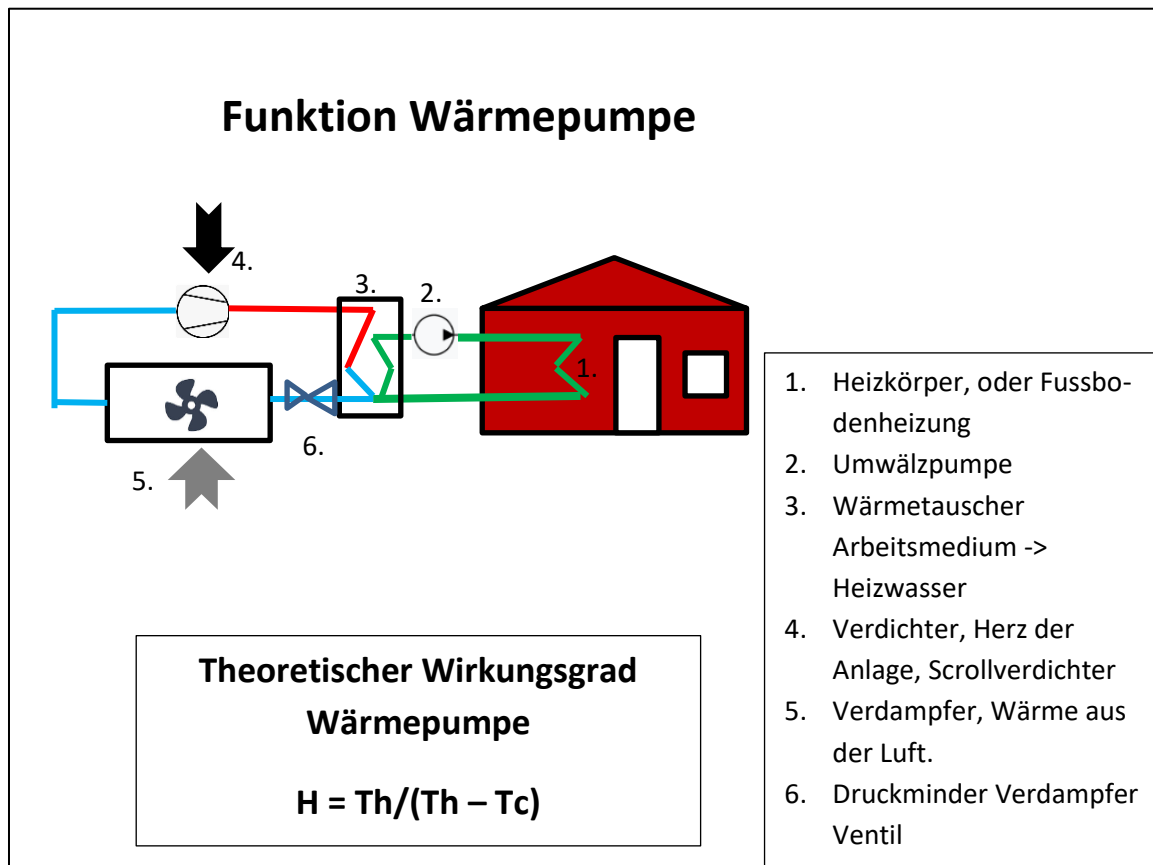


# Analyse Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wird seitens der Ökologen als klimafreundliche Heizungsform für alle Gebäude angepriesen. Technisch gesehen ist die die Wärmepumpe eine Kraft – Wärme – Maschine und funktioniert umgekehrt wie ein Kühlschrank, Wäschetrockner, oder eine Klimaanlage. Der Vorteil besteht in einem sehr hohen Wirkungsgrad.

## 1. Technik



Praktischer Wirkungsgrad vs. Theoretischer Wirkungsgrad

1. Der elektrisch betriebene Kompressor hat einen Wirkungsgrad von ca. 75% der eingesetzten Elektroenergie. 15% der „Verlustenergie“ wird als Wärme in das Arbeitsmedium abgegeben.
- 2a. Bei einer Wärmepumpe die ihre Energie aus der Luft nimmt ergibt sich ein  $\Delta T$  zwischen Luft und Arbeitsmedium von ca. 10°C.

2b. Bei einer Wärmepumpe die ihre Energie aus der Luft nimmt muss unter 5°C der Wärmestrom ab und an umgekehrt werden um den Wärmetauscher Luft – Arbeitsmedium zu enteisen (a).

2c. Bei einer Wärmepumpe die ihre Energie von einer Erdsonde nimmt ergibt sich ein  $\Delta T$  zwischen Erde und Arbeitsmedium von ca. 5°C.

3. Bei der Wärmeübertragung zwischen dem Arbeitsmedium und dem Wasserkreislauf der Heizung ergibt sich ein  $\Delta T$  von 5°C.

4. Die meisten Wärmepumpen haben einen zusätzlichen Heizstab mit z.B. 7 KW da die Wärmepumpe die bei sehr niedrigen Temperaturen erforderliche Verdichtungsarbeit nicht leisten kann.

Aussentemperatur	+5°C	0°C	-10°C
Theoretischer Wirkungsgrad Luft – AM – Wasser Wärmepumpe	894%	783%	626%
Praktischer Wirkungsgrad Luft – AM – Wasser Wärmepumpe	461%	416%	356%
Theoretischer Wirkungsgrad Erdsonde – AM - Wasser Wärmepumpe	978%	978%	978%
Praktischer Wirkungsgrad Erdsonde – AM – Wasser Wärmepumpe	591%	591%	591%
Annahmen			
Temperatur Arbeitsmedium 45°C, Temperatur Heizwasser 40°C, Temperatur Erde 9°C			

Bei Wärmepumpen kommen überwiegend teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW, oder PFAS) zum Einsatz. Diese sollen bis 2030 Propan (R290), Ammoniak oder CO<sub>2</sub> weichen. R410A, R134a und R407C zeichnen sich im Vergleich zu den natürlichen Kältemitteln vor allem durch eine höhere Sicherheitsstufe aus. Diese erprobten Kältemittel sind weder toxisch noch brennbar und daher besonders leicht handhabbar. Die Herausforderung ist dass die teilfluorierten Gase PFAS in der EU bis 2030 verboten werden. Dann darf das Gas bei Reparaturen usw. nicht mehr aufgefüllt werden, sondern die Wärmepumpe muss dann teilweise, oder vollständig ersetzt werden. Dadurch verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe drastisch weiter. Die Betriebsdauer liegt gem. der Hersteller bei ungefähr 15 - 20 Jahren. Die Lebensdauer einer guten Gasheizung ohne bewegte Teile beträgt z.B. 30 Jahre.

## Die Wirtschaftlichkeit

Beispiel: Doppelhaushälfte aus den 90er Jahren bewohnt von 2 Erwachsenen, 2 Kindern, üblicher Verbrauch 12000 Kwh/Jahr Erdgas. Preise H2 2023

	Schweiz Stadt Kloten			Deutschland Hamburg		
	Gasheizung	Wärmepumpe Luft	Wärmepumpe Erdsonden	Gasheizung	Wärmepumpe Luft	Wärmepumpe Erdsonden
Gaspreis	10.96Rp (3)			10c/KWh(6)		
Gaskosten	1315 CHF			1200 €		
Strompreis/ KWh		25.3Rp(2)	25.3Rp (2)		34c	34c
Stromkosten		759 CHF	514 CHF		1020 €	690€
Anschaffung	4700(4)	18750 (1)	31250(1)	4700(4)	18750 (1)	31250(1)

s-kosten						
Zins	3%	3%	3%	4.5%	4.5%	4.5%
Annuität	306	1219	2031	353	1406	2344
Wartung, Reparatur, Schornsteinf eger	200 (b)	300(b)	400(b)	200 (b)	300(b)	400(b)
Gesamtkost en/Jahr	<u>1821</u>	<b>2278</b>	<b>2945</b>	<u>1753</u>	<b>2726</b>	<b>3434</b>

**Annahmen:** 1€ = 1 CHF, Strombedarf Wärmepumpe Erdgasbedarf/Wirkungsgrad, Abschreibungsdauer der Anlagen 20 Jahre,

## Fazit

**Eine Wärmepumpe lohnt sich ohne massive Subventionen und Marktverzerrungen zu Lasten der Menschen weder in der Schweiz noch in Deutschland.**

Der Hauptgrund liegt darin dass Strom erheblich teurer ist als Erdgas. Beispielsweise bedarf es 2 kWh Erdgas um 1 kWh Strom zu erzeugen. Wenn man die Anlagekosten inkludiert kostet diese ein 3-faches. Wärmepumpen könnten Sinn machen wenn man die Stromversorgung nicht ökologisiert hätte. Strom aus Wasserkraft (Wasserzins!), Kernbrennstoff und Braunkohle (*Ohne CO<sub>2</sub> Zertifikate*) sind wesentlich preiswerter als Erdgas.

Wenn man in der Schweiz die fertigen Pläne für 3 KKW umgesetzt hätte, bzw. in Umsetzung wären, die Wasserkraft und PSW weiter ausgebaut hätte könnten Wärmepumpen einer Wettbewerbsfähigkeit näher kommen.

Wenn Deutschland die 21 KKW (*vor Schröder*) in Betrieb gehalten hätte, auf dreckige Windmühlen und Solarpanels verzichtet hätte, auf eine CO<sub>2</sub> Besteuerung verzichten würde, wären Wärmepumpen eher wettbewerbsfähig.

### Erläuterungen:

- (a) Wenn die Sattdampf Temperatur im Verdampfer unter 0 °C fällt, vereisen die Übertragungsflächen und der Wärmeaustausch wird schlechter und versagt bei durchgehendem Eisfilm. Dies kann schon bei einer Außentemperatur einige Grad über 0 °C auftreten, da die Sattdampf Temperatur des Kältemittels unter der Außentemperatur liegen muss, um einen Wärmeübergang aufrechtzuerhalten. Die effektivste Methode ist die Heißgasabtauung. Dabei wird der Prozesskreislauf umgekehrt, indem ein 4-2-Wegeventil auf der Saug- und Druckseite des Verdichters installiert
- (b) Regelung Kanton Zürich: Der Kaminfeger kann frei gewählt werden und die Einhaltung des Reinigungs- und Kontrollturnus liegt in der Verantwortung des Eigentümers der Feuerungsanlage. Dazu kommen Reparaturen. Bei Gasheizungen habe ich lediglich eine Reparatur erlebt. Eine Platine musste getauscht werden Pauschal 100/Jahr.

<https://www.heizman24.de/heizung/gasheizung/brennwert/4933/buderus-paket-gb172i.2-gas-brennwerttherme-15kw-erdgas-2e-inkl.-bc400-speicher-160l-u.-schraegdach>

Wärmepumpen	Grundgerät	Installation + Zubehör	Kosten inkl. Einbau	Gesamtkosten inkl. Förderung
<a href="#">Erd-Wärmepumpe</a> mit Erdsonden	11.250 - 18.750 €	16.100 - 21.900 €	ca. 31.250 €	ca. 23.400 €
Erd-Wärmepumpe mit Erd-Wärmekollektoren	11.250 - 18.750 €	5.625 - 11.250 €	ca. 25.000 €	ca. 18.750 €
<a href="#">Wasser-Wasser-Wärmepumpe</a>	14.000 - 18.750 €	14.800 - 22.500 €	Durchschnittlich ca. 37.500 €	ca. 28.100 €
<a href="#">Luft-Wasser-Wärmepumpe</a> innen	12.500 - 15.000 €	2.500 - 5.000 €	ca. 18.750 €	ca. 14.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe außen	12.500 - 16.250 €	2.500 - 5.000 €	ca. 18.750 €	ca. 14.000 €
<a href="#">Luft-Luft-Wärmepumpe</a>	8.750 - 12.500 €	7.500 - 12.500 €	ca. 25.000 €	ca. 18.750 €

1. <https://www.energieheld.de/heizung/waermepumpe/kosten>
2. [https://www.ibkloten.ch/fileadmin/Dateien/Produkte/Strom/TaO23\\_EW\\_v1.6.pdf](https://www.ibkloten.ch/fileadmin/Dateien/Produkte/Strom/TaO23_EW_v1.6.pdf)  
Stromtarife Kloten, 60 HT (Tagstrom), 40% NT (Nachtstrom) inkl. Netznutzung ab 01.01.24 25.3Rp.
3. [https://www.ibkloten.ch/fileadmin/Dateien/Produkte/Gas/TaO23\\_GW\\_v1.1.pdf](https://www.ibkloten.ch/fileadmin/Dateien/Produkte/Gas/TaO23_GW_v1.1.pdf) ab 01.01.24
4. <https://www.heizman24.de/heizung/gasheizung/brennwert/4933/buderus-paket-gb172i.2-gas-brennwerttherme-15kw-erdgas-2e-inkl.-bc400-speicher-160l-u.-schraegdach> 3700 € + 1000€ Installation
5. <https://www.vattenfall.de/stromtarife/strom-hamburg?plz=20144&consumption=4000&place=Hamburg&energyTypeSelected=electricity> 34c/KWh Sept. 23
6. <https://www.enercity.de/privatkunden/produkte/strom-gas/tarife/gas> 10c/KWh Sept. 23