



# Einsatz von Wärmepumpen in der Sanierung

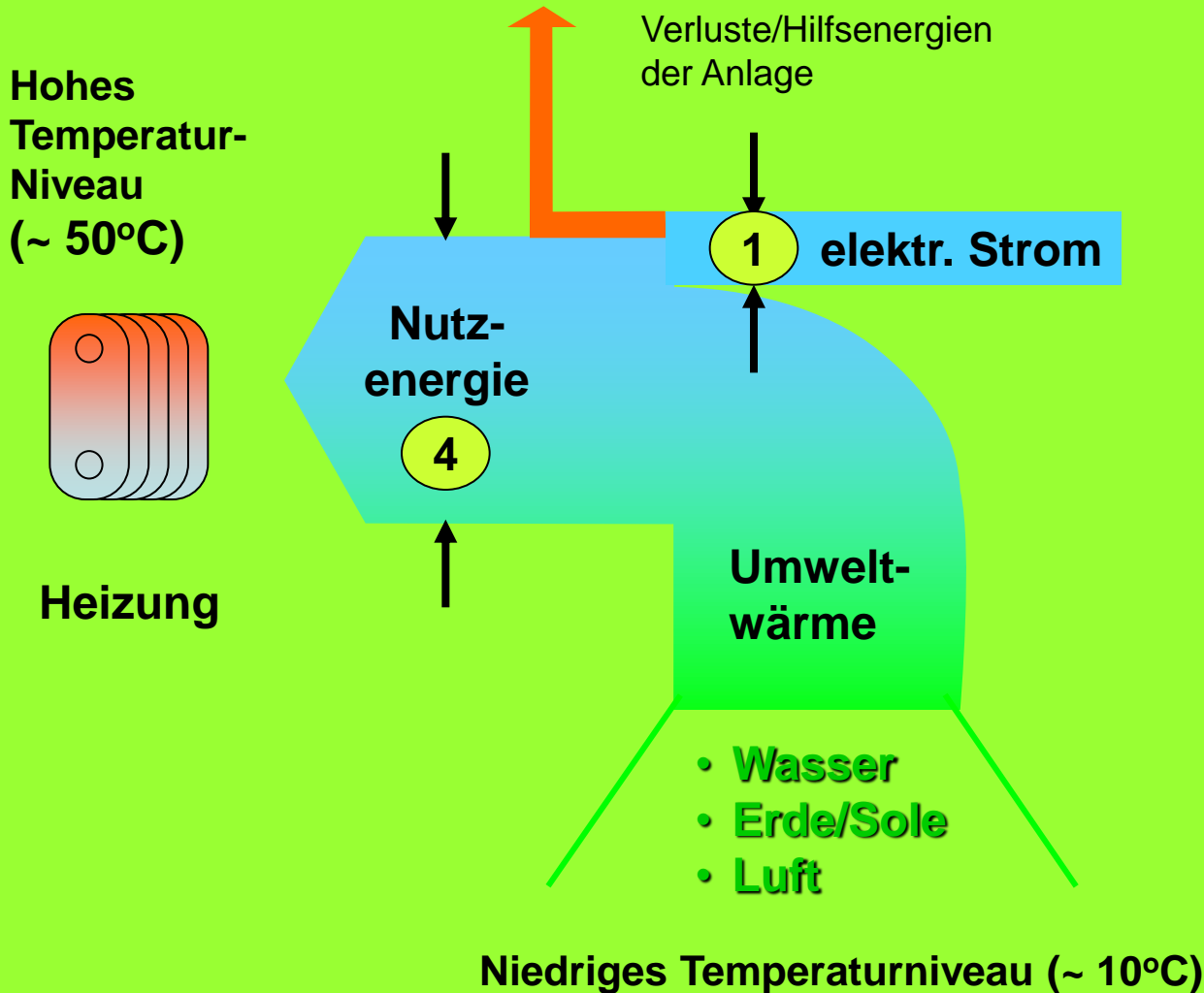
## Was ist zu beachten:

- Nutzen
- Prinzip
- WP-Typen
- Kennwerte
- Planungsreihenfolge
- Elektroanschluss
- Förderungen
- Wirtschaftlichkeit





# Wärmepumpe: Nutzen



## Jahresarbeitszahl

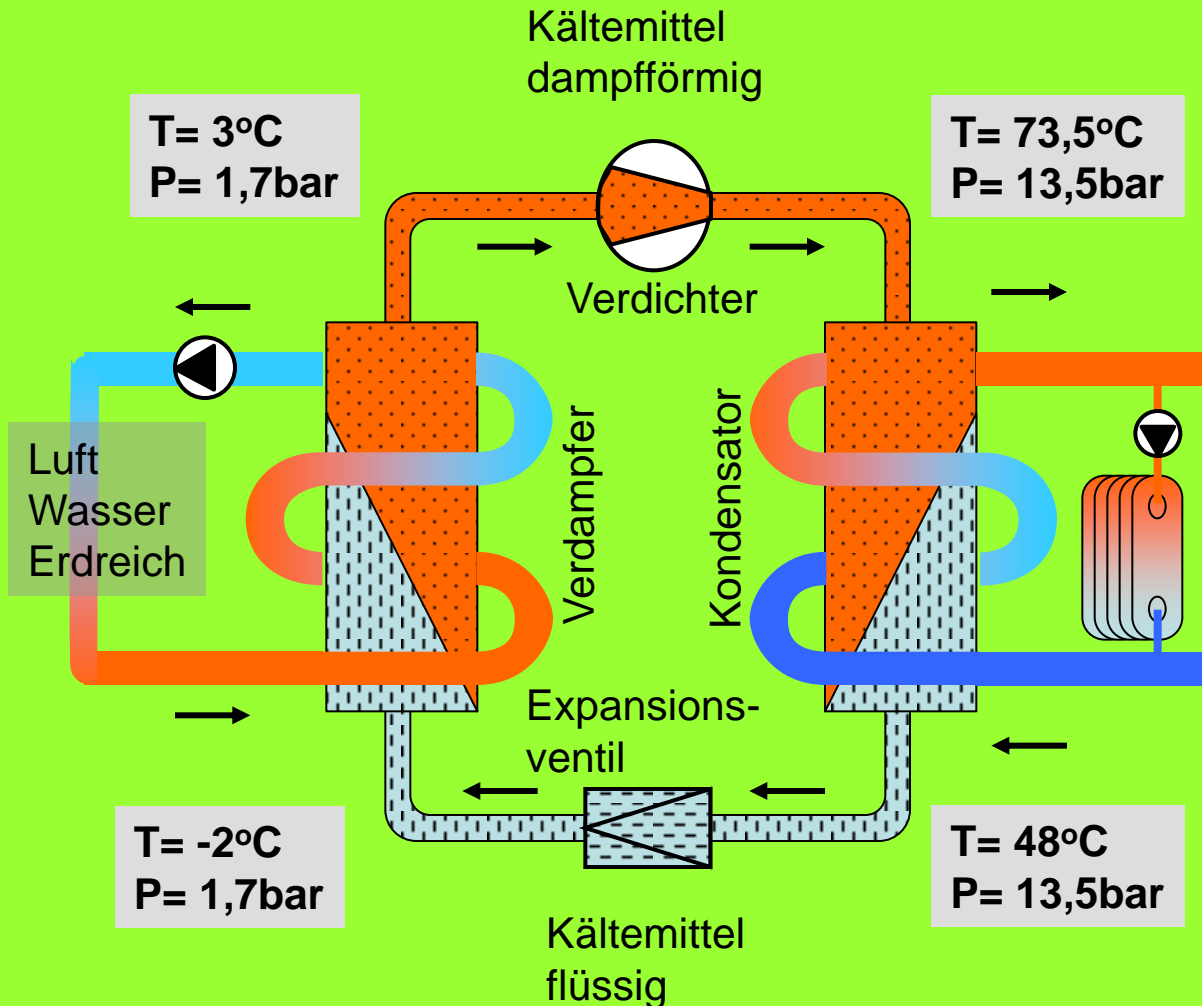
$$\text{JAZ} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{Strom}}$$

$$\text{JAZ} = \frac{4}{1} = 4$$

Kennzeichnet die Effektivität einer Wärmepumpenanlage



- **Fossile Energien sind endlich, das Ende ist absehbar.**
- **Biomasse ist nur begrenzt vorhanden/erneuerbar.**
- **Strom wird es immer geben**
- **Strom wird in absehbaren Zeiträumen im wesentlichen aus (regenerativen) unerschöpflichen/kostenlosen Quellen erzeugt.**
- **Die Wärmepumpe erzeugt Heizwärme aus Umweltwärme + Strom, Tendenz —▶ 100% regenerativ**



Arbeitspunkt: L7/W50

### Positiv auf den Wirkungsgrad der Wärmepumpe wirken:

- Wärmequellen mit gleichmäßig hohem Temperaturniveau (Erde, Wasser)
- Heizungsanlagen mit niedriger Vorlauftemperatur (Flächenheizungen -> Fußboden, Wände)
- Eine Absenkung der Vorlauftemperatur  
Um 1°C bringt einen um ca. 2,5% besseren Wirkungsgrad



## Wärmepumpe: Wasser/Wasser



Bildquelle: Bosch Thermotechnik GmbH

- Nutzung des Grundwassers Als Wärmequelle
- Wärmequellen mit gleichmäßig hohem Temperaturniveau (+8 bis +10)
- Effektivster Wärmepumpentyp
- Genehmigung des Wasserwirtschaftsamts ist erforderlich.
- Ergiebige bodennahe Grundwasserschicht erforderlich.
- Ausreichende Grundwasserqualität (Verockerung)
- Abstand Quellbrunnen zu Schluckbrunnen 15m in Fließrichtung
- Hohe Kosten für Brunnen-erstellung (ca. 5.000 bis 8.000€)



Bildquelle: Bosch Thermotechnik GmbH

- Nutzung oberflächennaher Erdwärme (Verlegung in ca 1,2 bis 1,5 m Tiefe)
- Mäßige Temperaturschwankungen übers Jahr (ca. 4-13°C)
- Anzeigepflichtig bei Wasserwirtschaftsamt
- Mittlere Kosten für Erdarbeiten und Kollektor. (250 - 300 Euro je kW Heizleistung)
- Grundflächenbedarf: 1,5 bis 2 fache der beheizten Wohnfläche. (10 bis 40W Wärmeentzugsleistung pro m<sup>2</sup> Kollektor). Fläche darf nicht Versiegelt werden. Stark abhängig von Bodenbeschaffenheit
- Alternative: Künettenkollektor, Grabenkollektor, Wärmekorb

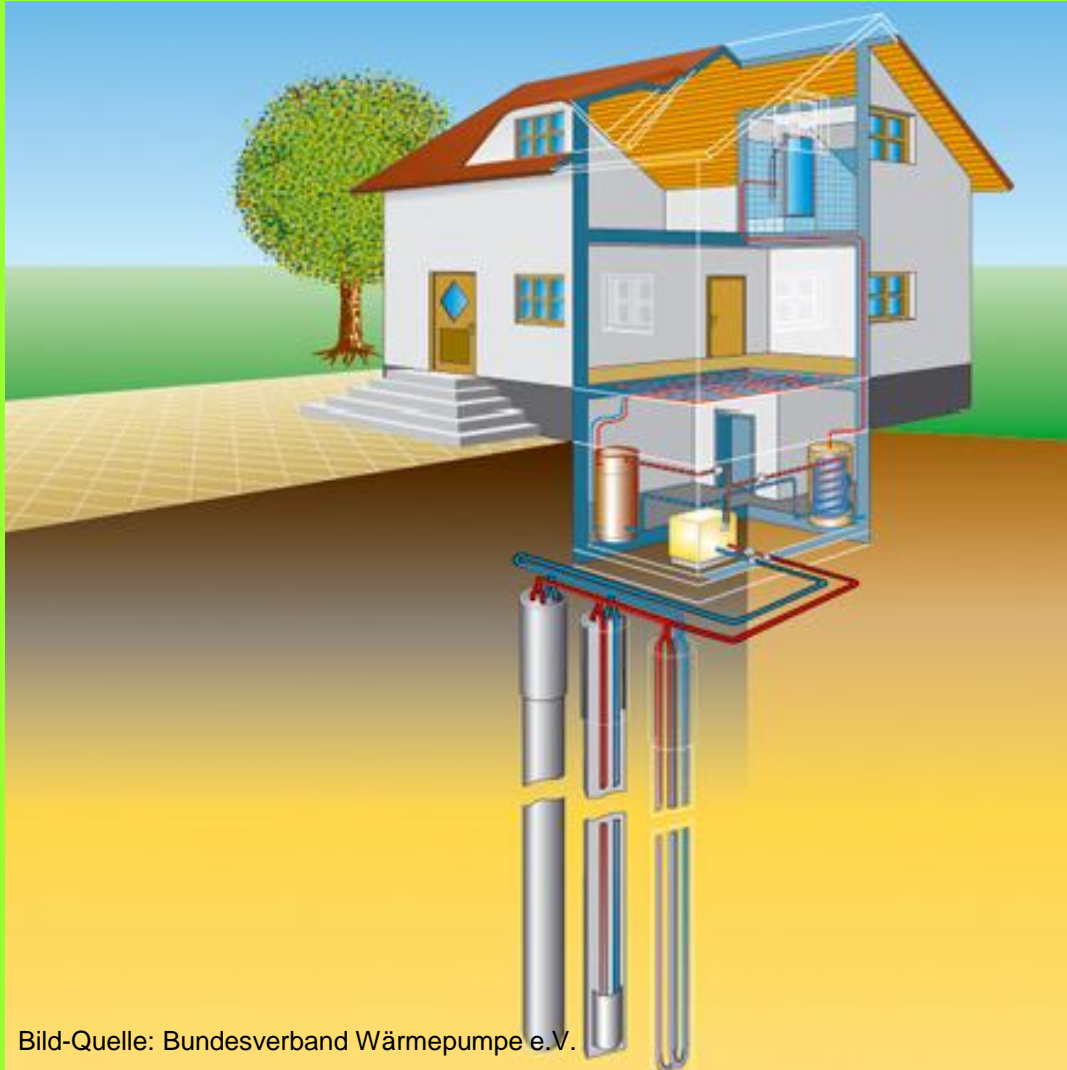


Bild-Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V.

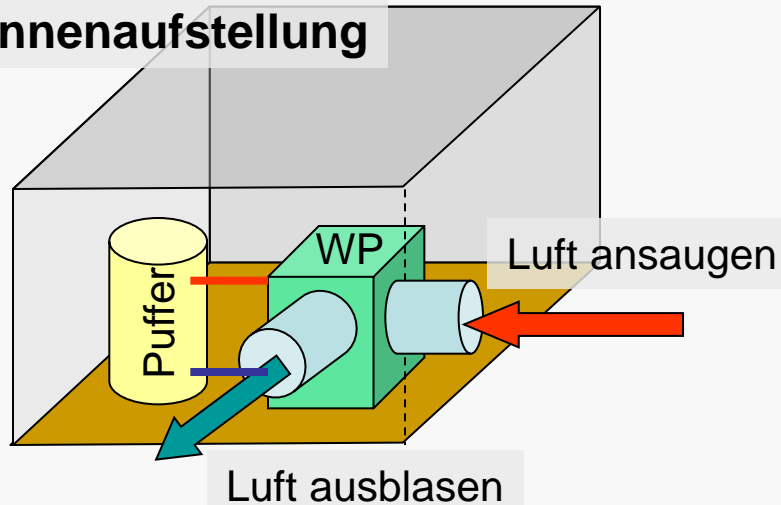
- Nutzung der Erdwärme in mittlerer Tiefe (30 – 100m)
- Sehr geringe Temperaturschwankungen übers Jahr (ca +10°C)
- Ertrag ist abhängig von hydrogeologischen Verhältnissen
- Anzeige- genehmigungspflichtig bei Wasserwirtschaftsamt
- Hohe Kosten für Bohrung 1.000+ ca. 60-80€ pro Bohrmeter 15m Bohrlänge pro 1 kW Heizleistung. (10 kW -> 12.000€).
- Nicht in Wasserschutzgebieten.
- Grundflächenbedarf für Bohrungen prüfen: Bohrtiefe max. 100m (oft eingeschränkt, München max. 30m). Abstand zu Grenze/Gebäude 3-5m, zwischen Bohrung 6-10m.
- Zufahrt für Bohrgerät



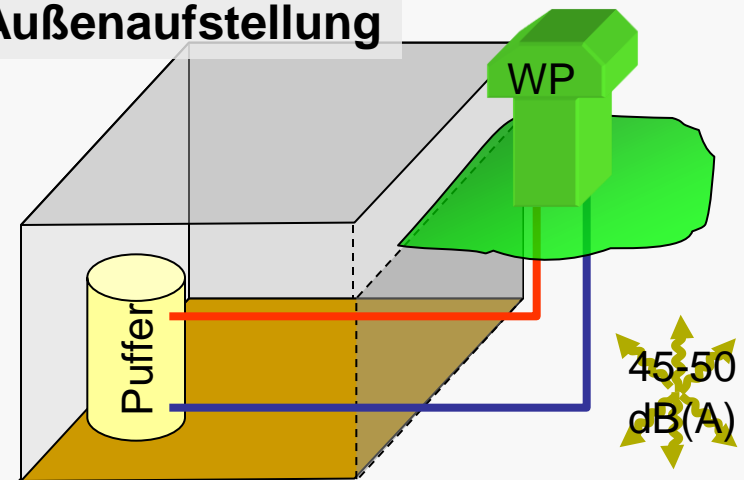
Bildquelle: Bosch Thermotechnik GmbH

- Nutzung der Wärme aus der Umgebungsluft
- Einfache Installation
- Keine Anforderungen an Grundstücksgröße
- Keine Genehmigungen erforderlich
- Kosten insgesamt geringer als Wasser/Wasser und auch als Boden/Wasser
- Effizienz geringer als Boden, Wasser / Wasser
- Geringste Heizleistung wenn Bedarf am größten
- Meist monoenergetische Betriebsweise erforderlich
- Lärmemission prüfen (Art der Aufstellung)

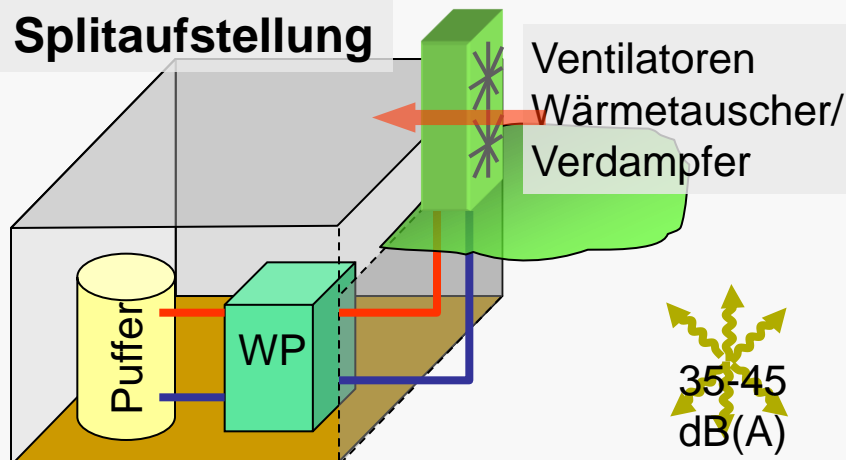
## Innenaufstellung



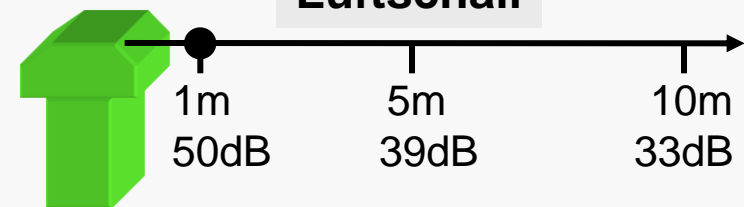
## Außenaufstellung



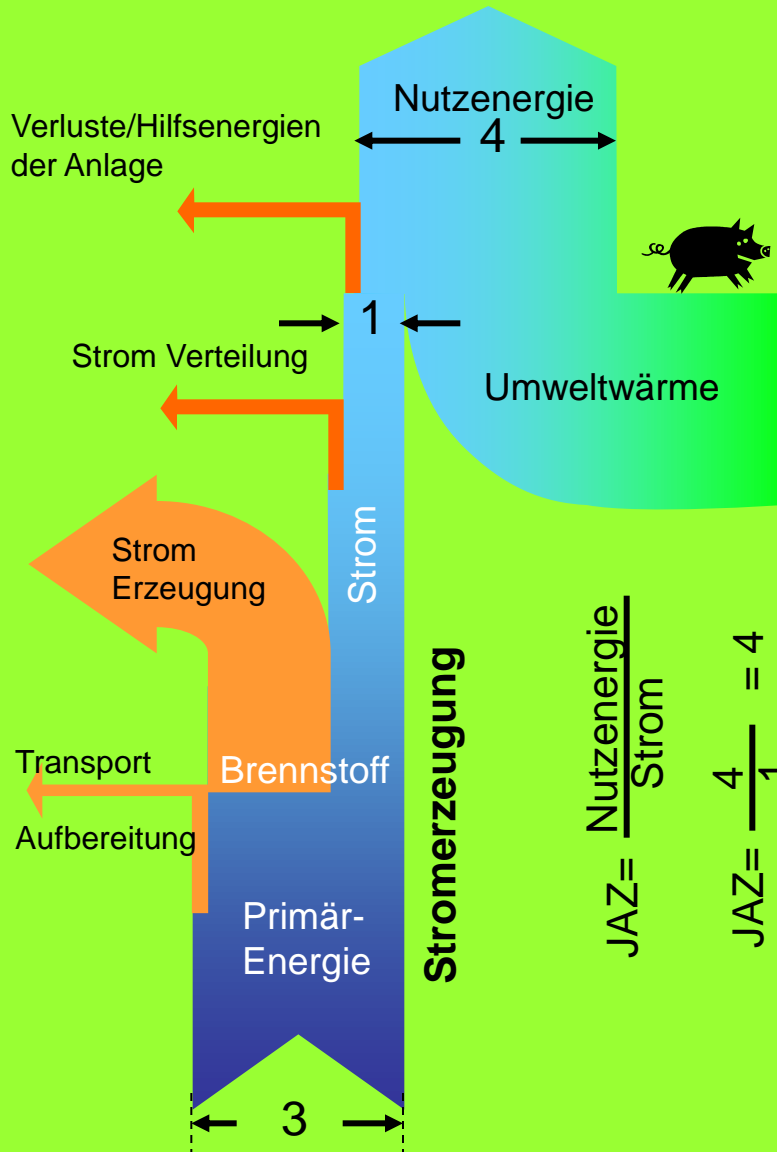
## Splitaufstellung



## Luftschall



- » Flüstern: 30 dB
  - » Radio: 40 dB
  - » Unterhaltung: 50 dB
  - » Verkehrslärm: 70 dB
- 35dB(A) Grenzwert Wohngebiete Nachts



## Kennwerte von Wärmepumpen

- JAZ Jahresarbeitszahl der gesamten Anlage:  
Verhältnis von jährlich gelieferter Wärme zu jährlich aufgenommener Antriebsenergie. Kann nur an realer Anlage im Betrieb ermittelt werden.
- Leistungszahl / COP-Wert (Coefficient of Performance):  
Verhältnis von abgegebener Wärmeleistung zu aufgenommener elektrischer Antriebsleistung bei einem bestimmten Arbeitspunkt. Nach Norm (EN 14511) messtechnisch ermittelter Gütwert der Wärmepumpe.
- JAZ Jahresarbeitszahl nach VDI 4650  
Ist ausschlaggebend für Förderung durch BAFA.



## Anforderungen an das Gebäude

*Sind Vorlauftemperaturen < 50 bis 55°C realisierbar*

- Energiesparende Maßnahmen zur Senkung des Temperaturniveaus
  - Dämmung, Fenstertausch
  - Lüftungsanlage mit WRG
  - Evtl. Heizkörpertausch, > Übertragungsfläche
  - Umstieg auf Flächenheizung

*Verifizierung neuer Auslegung durch raumweise Nachrechnung.*

## WP-Typ

### Wasser / Wasser

- Genehmigung
- Grundstücksgröße
- Grundwasser: Menge, Qualität, Tiefe

### Erde / Wasser

- Flachkollektor
  - Grundstücksgröße
  - Bodeneignung
- Erdsonde
  - Genehmigung
  - Grundstücksgröße
  - Bodeneignung

Zufahrt schweres Gerät

### Luft / Wasser

- Geräuschbelästigung

## Qualitätskriterien

- Der COP kann zum Vergleich verschiedener Wärmepumpen herangezogen werden (gleichen Arbeitspunkt beachten).
- Die JAZ (nach VDI) sollte im Angebot auftauchen, ist auch wichtig zur Beurteilung der Förderfähigkeit.
- Gütesiegel für Wärmepumpen (EPHA): Liste beim Bundesverband Wärmepumpe e.V. einsehbar.
- Auch für Bohrfirmen gibt es ein Gütesiegel



- Leistungssteigernde Maßnahmen/Techniken (z.B.: Kombination mit Thermischer Solaranlage) erhöhen JAZ, verringern Flächenbedarf .
- Eine exakte Planung (vorab Simulation) und Einstellung der Anlage ist wesentlich für die Ausschöpfung der Möglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit einer WP-Lösung.



## Elektroanschluss

- Die Wärmepumpe benötigt elektrische Energie zum Antrieb von Kompressor Pumpen Lüfter und Regelung, evtl. auch Zusatzheizstab.
- Spezielle Wärmestrom Tarife:
  - Tag/Nachttarif (HT/NT), getrennte Messung mit Sperrzeiten
    - Diese Tarife benötigen spezielle Zähler / Schaltuhr.
    - Abhängig von Sperrzeit ist größere Dimensionierung der WP erforderlich (bis zu 20%) u.U. ist auch ein Pufferspeicher erforderlich.
- Normaler Haushaltsstrom, Preise oft abhängig von Jahresverbrauch
- Beispiel: EON-Bayern
  - Tarif: HT Montag bis Freitag 6 bis 22 Uhr; Samstag bis 13 Uhr: HT = 15,8 cent, NT = 12,0 Cent (Grundgebühr 7,00) Getrennte Messung
  - Maximal 4 mal 1 Stunde Sperrzeit, zeitlich variabel, Freigabezeit zwischen 2 Sperrungen ist nicht kürzer als die vorangegangene Sperrzeit.
- Auch die Stadtwerke München bieten einen Wärmepumpentarif an

Vor der Planung der Wärmepumpe müssen die Anschlussbedingungen klar sein. HT/NT Tarif mit Sperrzeiten oder Normaltarif ohne Sperrzeiten (beeinflusst die Anlagenauslegung).



## Investitionen in Wärmepumpenanlagen werden staatlich gefördert

### Förderung durch BAFA.

Anforderungen  $\Rightarrow$  minimale JAZ,  
Nachweis über Berechnung der JAZ  
nach VDI 4650 :

- Wasser, Sole/Wasser min. 3,7 im Bestand, 4,0 im Neubau
- Luft/Wasser min. 3,3 im Bestand, 3,5 im Neubau

### **Förderung im Bestand:**

- Wasser, Sole/Wasser
  - 20€ je m<sup>2</sup> Wohn- Nutzfläche
  - Max. 3.000€ je WE
  - Bei >2 WE maximal 15% der Nettoinvestition
- Luft/Wasser
  - 10€ je m<sup>2</sup> Wohn- Nutzfläche
  - Max. 1.500€ je WE
  - Bei >2 WE maximal 10% vom Nettoinvest

### Förderung durch KfW

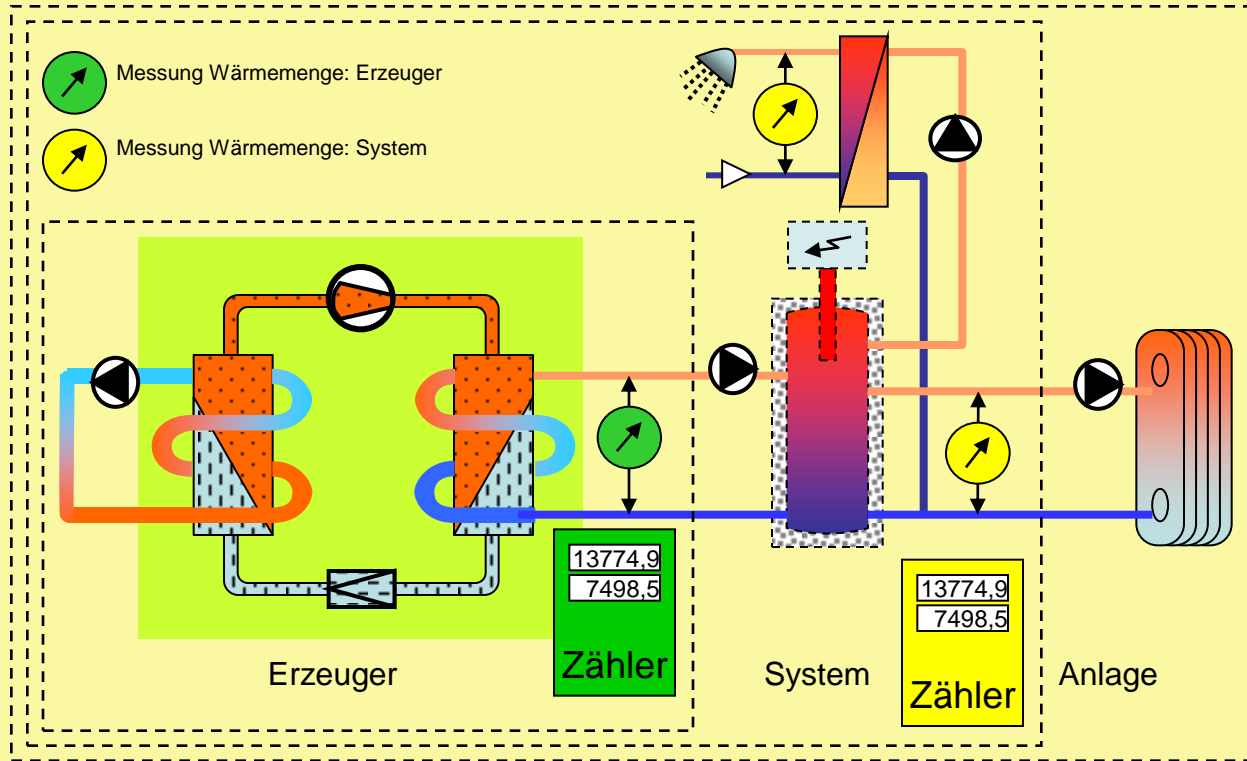
#### Energieeffizientes Sanieren

- Energieeffizienzhaus: Förderhöhe abhängig vom erreichten Standard
  - Kreditvariante Programm 151
    - Darlehen max. 75.000
    - + Tilgungszuschuss max. 15% max. 11.250
  - Zuschussvariante Programm 430
    - Zuschuss max. 20% max. 15.000
- Einzelmaßnahme Heizungstausch
  - Kreditvariante Programm 152
    - Darlehen max. 50.000
  - Zuschussvariante Programm 430
    - Zuschuss 5% max. 2.500



- Einfamilienhaus
- Baujahr 1958-1968
- Heizwärmebedarf 146 kWh/(qm\*a)
- 150qm Wohnfläche -> **2900 l** Heizöl incl. Warmwasserbereitung
- **Reduziert um 34% auf 1900 l** durch Dämmung (22%), Fenstertausch (12%)
- Heizlast neu = 8,5 kW
- Heizölpreis: 80 Cent/l ,
- Stromtarif EON-  
Wärmestrom: max 4 Std. Sperrzeit /Tag (HT)

	Ölkessel	WP-Luft	WP-Sole	WP-Wasser
Parameter		5.000 m <sup>3</sup> /h Luftdurchsatz	304 m <sup>2</sup> Absorberfläche	2,4 m <sup>3</sup> /h Wasser im Querkreis
Betriebskosten	1520,-	726,-	562,-	490,-
Zusatzkosten	265,-	50,-	50,-	50,-
Summe Betriebskosten	<b>1785,-</b>	<b>776,-</b>	<b>612,-</b>	<b>540,-</b>
Investment	7000,-	18.000,-	18.000,-	20.000,-
Förderbetrag (BAFA)		-1.500,-	-3.000,-	-3.000,-
<b>Sowieso Kosten</b>		<b>-7.000,-</b>	<b>-7.000,-</b>	<b>-7.000,-</b>
Summe Invest ohne S.K.		<b>16.500,-</b>	<b>15.000,-</b>	<b>17.000,-</b>
<b>Summe Invest mit S.K.</b>		<b>9.500,-</b>	<b>8.000,-</b>	<b>10.000,-</b>
Betriebskosten Ersparnis		<b>1.009,-</b>	<b>1.173,-</b>	<b>1.245,-</b>
Statische Amortisation		<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Statische Amo. mit S.K.</b>		<b>9</b>	<b>7</b>	<b>8</b>



Anmerkungen zu den Projektdaten:  
\* Die JAZ Angaben sind EJAZ /SJAZ,  
Luft: Die JAZ Werte wurden getrennt für Fußbodenheizung und Heizkörper Betrieb aufgelistet  
Maximal erreichter EJAZ für Fbhzg = 3,2 für Heizk. = 2,8 .  
Wasser: Maximal erreichte EJAZ = 4,2 . Erdreich: Maximal erreicht EJAZ = 4,4  
Die untersuchten Wärmepumpen wurden zwischen 2002 und 2005 installiert.  
Quelle: *Feldtest Elektro-Wärmepumpen am Oberrhein* [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de)

Wärmequelle	Mittlere JAZ *	Mittlere JAZ Fbhzg.	Mittlere JAZ Heizk.
Luft		2,8 / 2,3	2,4 / 2,2
Wasser	3,2 / 2,9	Mix 6 Fbhzg. 1 Heizk.	
Erdreich	3,4 / 3,1	Mix 11 Fbhzg. 2 Heizk.	