

# Wärmepumpe richtig einschätzen! Stromfresser oder Ökoheizung?

von Dr. K. P. Frohmader  
u. Heinz Horbaschek



Bund  
Naturschutz  
in Bayern e.V.  
Kreisgruppe Erlangen

Begleittext für Powerpoint Bilder

Tischvorlage

**Andere Links:**

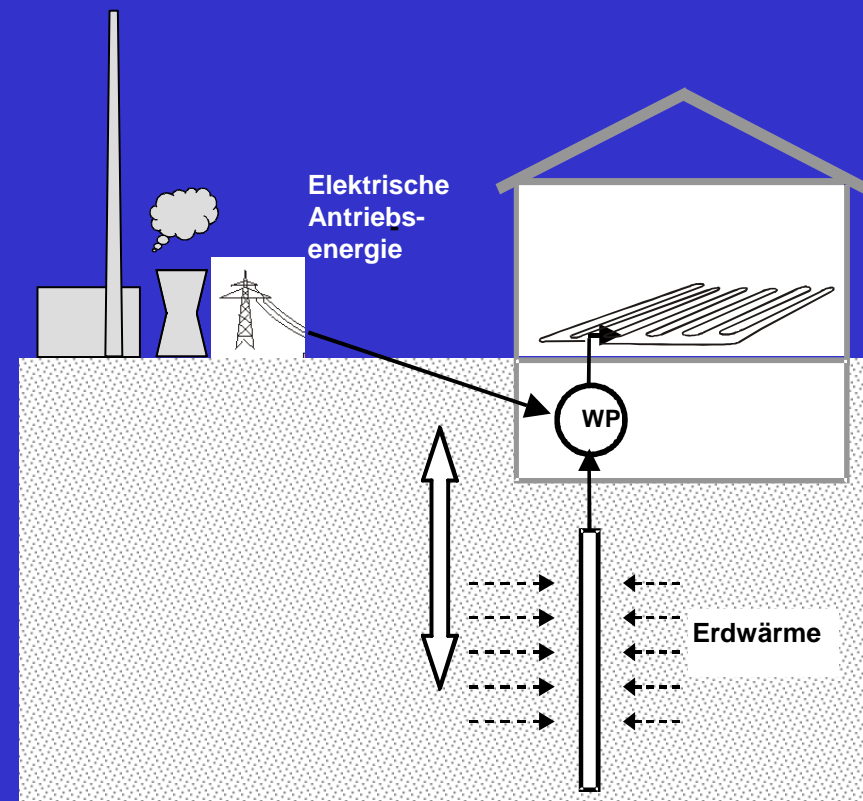
[Abschlussbericht Agenda 21 Lahr](#)

[Energieverbraucher](#)

Im Internet:

[www.horbiradio.de/Waermepumpe.ppt](http://www.horbiradio.de/Waermepumpe.ppt)

<http://www.fen-net.de/bn-erlangen/agne.htm>



Version 13.11.09

## Vortragsmotivation :

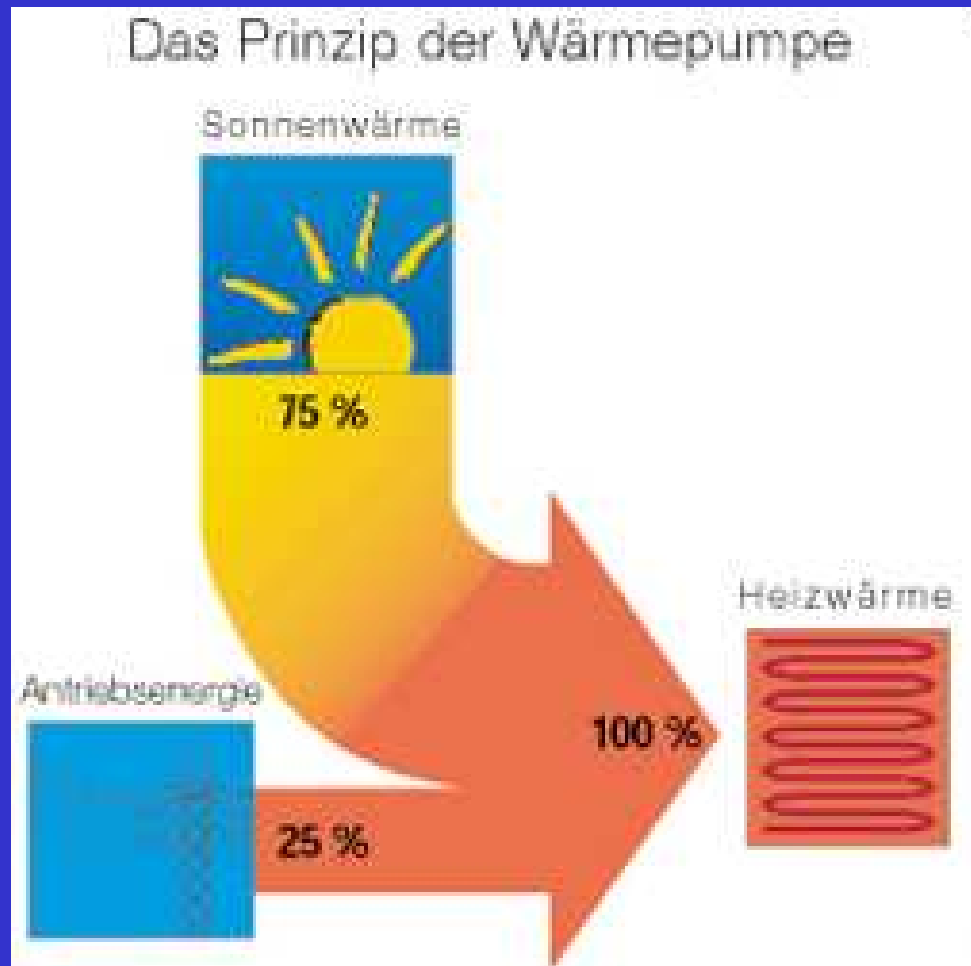
massive Werbekampagnen, Informationsbedarf,  
kaum objektive Beschreibungen

## Inhalt:

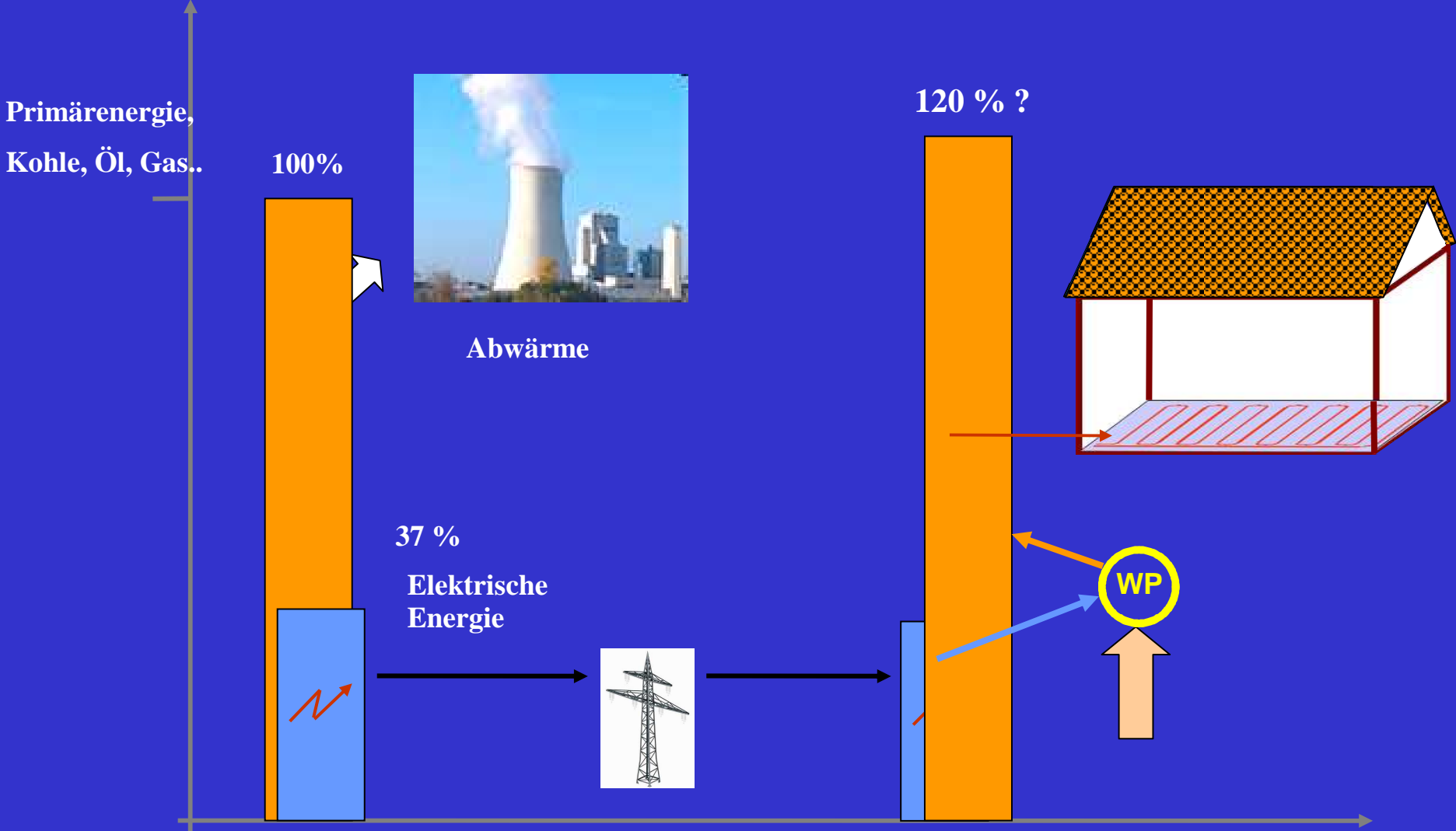
- Wärme „pumpen“. Was ist eine Wärmepumpe
- Wie funktionieren Wärmepumpen
- Was bedeuten die Wärmepumpen-Kennzahlen
- Welche Wärmequellen finden sich für die Hausheizung
- Theorie und Praxis
- Auf was muss unbedingt geachtet werden
- Ökologische Bewertung, Emissionen

# Übliche Darstellung der Wärmepumpe der Branche

Quelle: Tageszeitungen



# Stromerzeugung - elektrische Wärmepumpe



# Verwirrung oder Täuschung !

Zitate aus der Werbung für das 3 Liter Libella-Haus:

Lebensenergieverbrauch für das 3-Liter-Libella-Haus, Typ Schwerin

		53,1	Heizen
Wärmewasserwärmebedarf	12,5		
Endenergie	18	11,8	

## Täuschung und Verwirrung!

Elektrische Energie sog. Endenergie wird mit Primärenergie gleichgesetzt !

Verwaschen wird die Tatsache der elektrischen WW- Versorgung !

Das Haus ist lediglich ein KFW 40 Haus !!!

## Primärenergie

Definition für 3 Liter-Haus nach Fraunhofer Institut:

Heizen max. 34 kWh/qm

11 kWh entsprechen dem Energiegehalt von 1 Liter Öl

.....jedoch gemessen an der „Endenergie für Heizen“ ist das 3-Liter-Libella-Haus ein 1-Liter-Haus.

Aber wir wollen ja nicht verwirren....

# Die Wärmepumpen-Technik für Heizzwecke kann nach den folgenden Kriterien eingeteilt werden:

Nach der Art der Wärmequelle:

(Sonne)

Außenluft	Luft/Wasser
Grundwasser	Wasser/Wasser
Oberflächenwasser	
Erdwärme	Sole/Wasser
Abfallenergie	

Nach Art der Technologie

Kompression
elektrisch
gasmotorisch
Absorption
Adsorption
.....

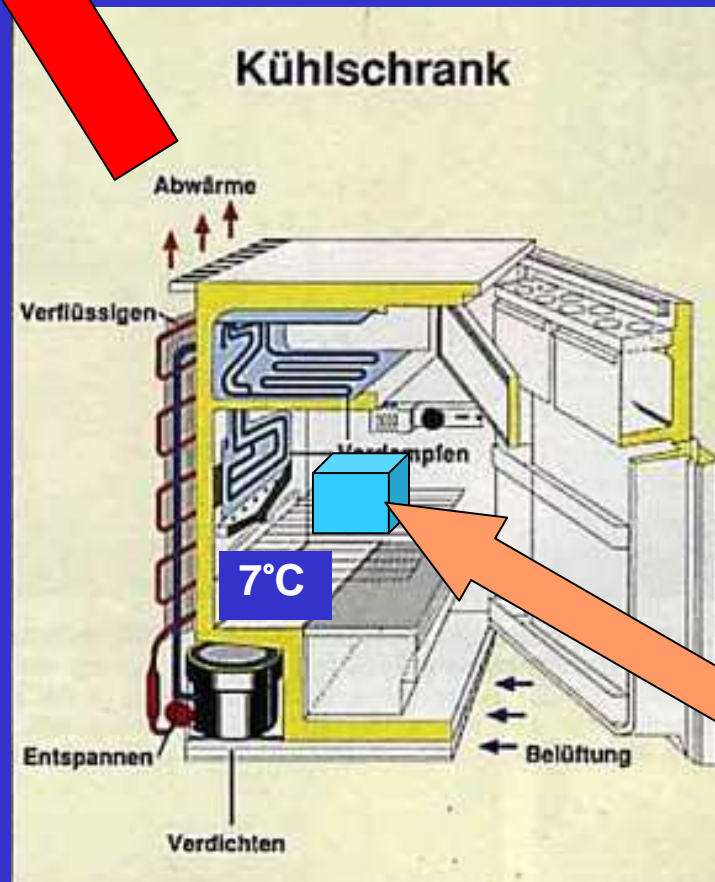
Nach Art der Wärmenutzung

Heizung
Warmwasser
Schwimmbad

# Wärmepumpe – umgekehrtes Kühlschranksprinzip !

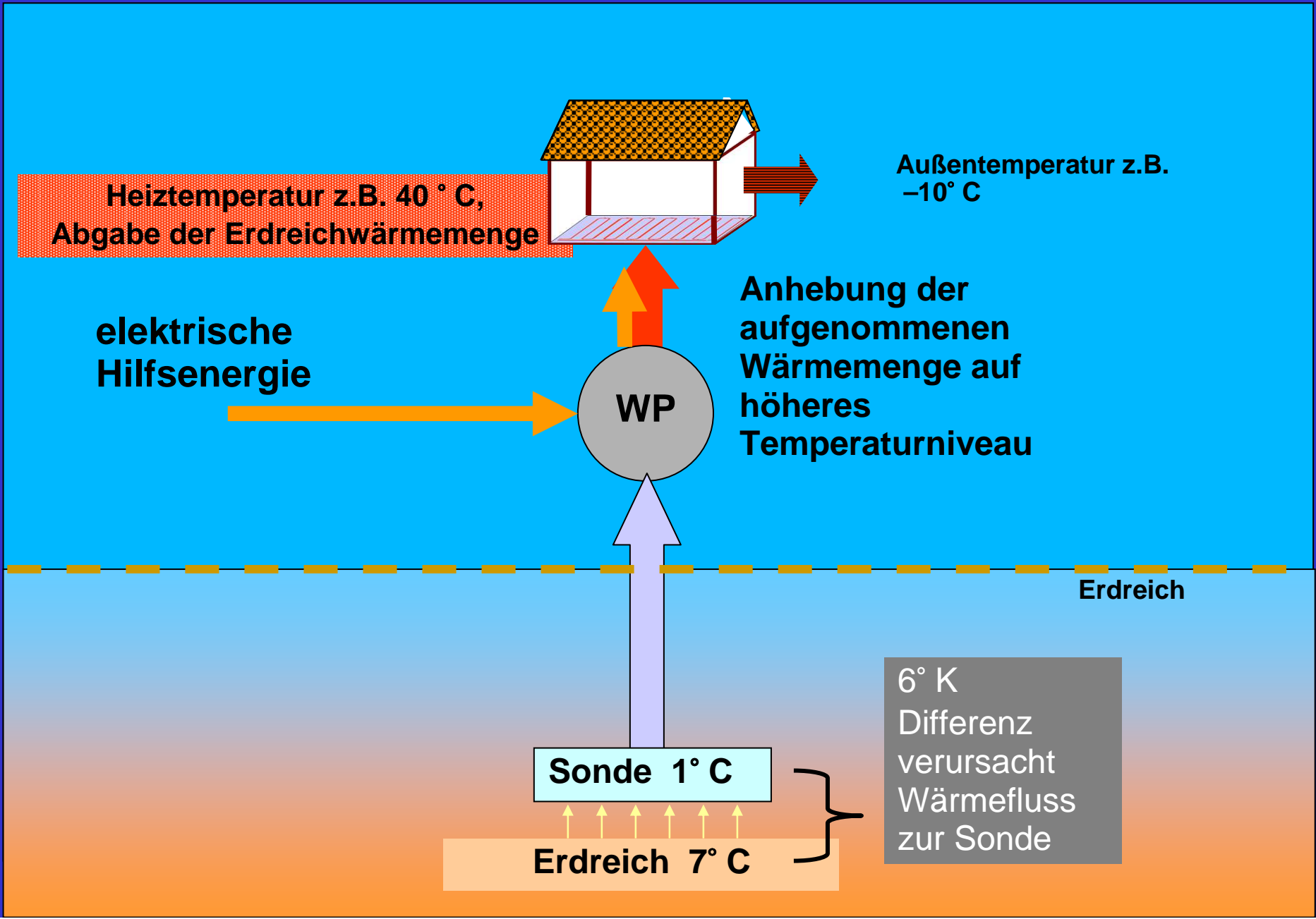
Der Ware wird  
Wärme entzogen,  
der Kondensator  
auf der Rückseite  
wird wärmer, die  
**Abwärme** steigt !

(und der  
Stromverbrauch)



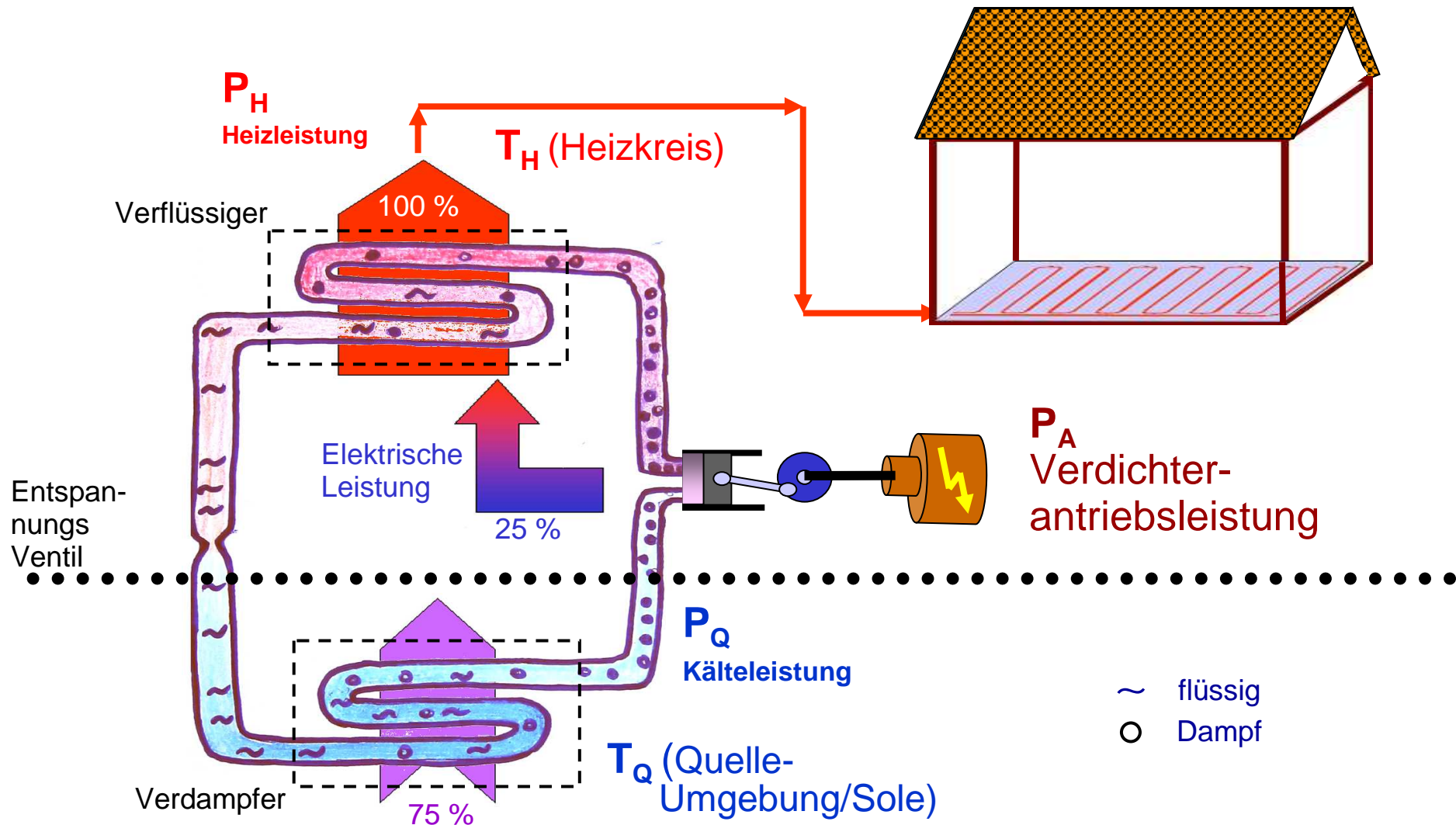
Was passiert,  
wenn man in den Kühlschrank  
eine Ware mit 10°C einlegt ?

# Vereinfachtes Prinzip (Erdreich) Wärmepumpe

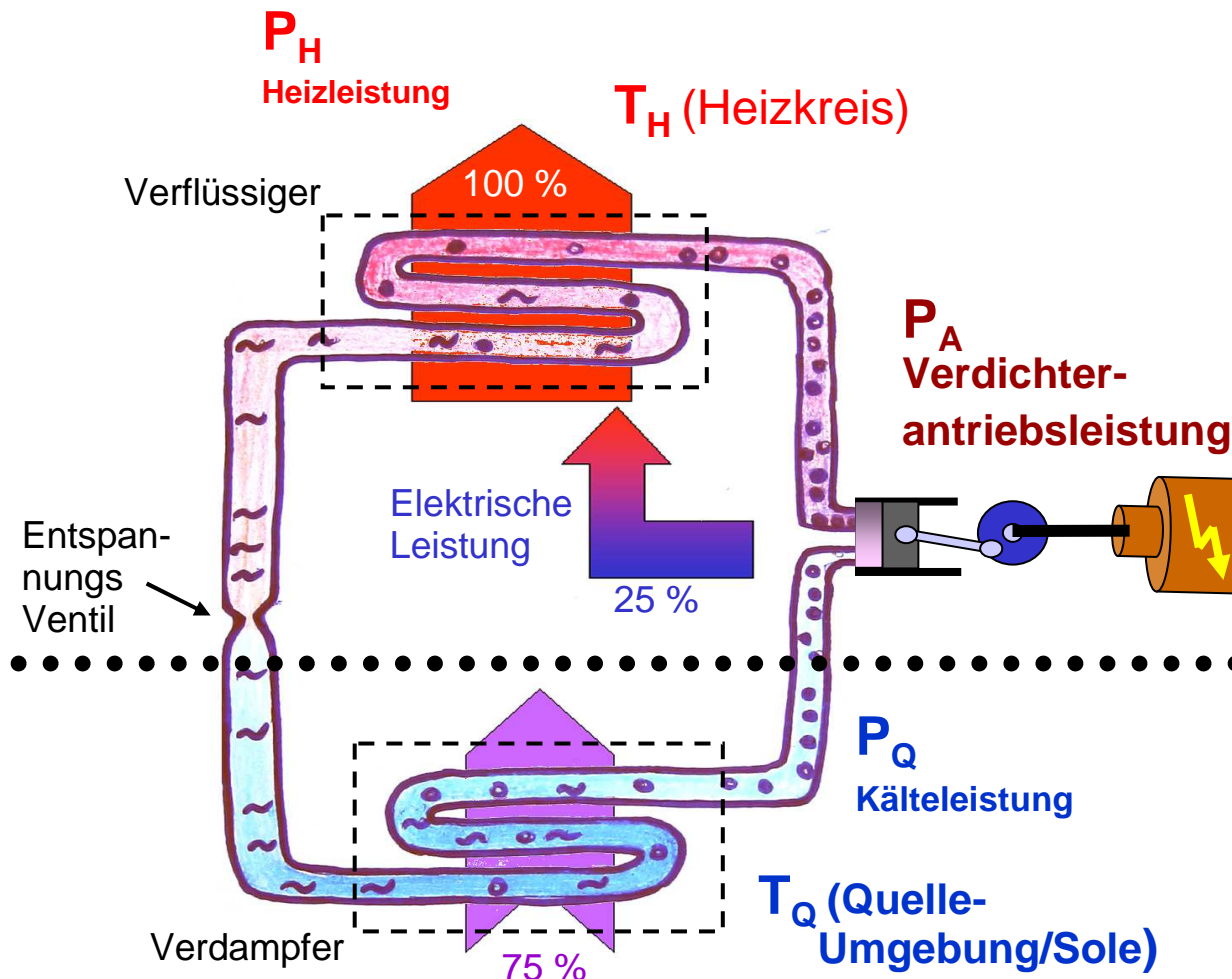




# Wärmepumpe (Prinzip I)



# Wärmepumpe (Prinzip II)



Leistungszahl  $\varepsilon =$

$$= P_H / P_A = P_H / (P_H - P_Q) < T_H / (T_H - T_Q),$$

"Carnot"

mit:

$P_H$ : von der Wärmepumpe in den Heizkreis abgegebene Wärme(heiz)leistung

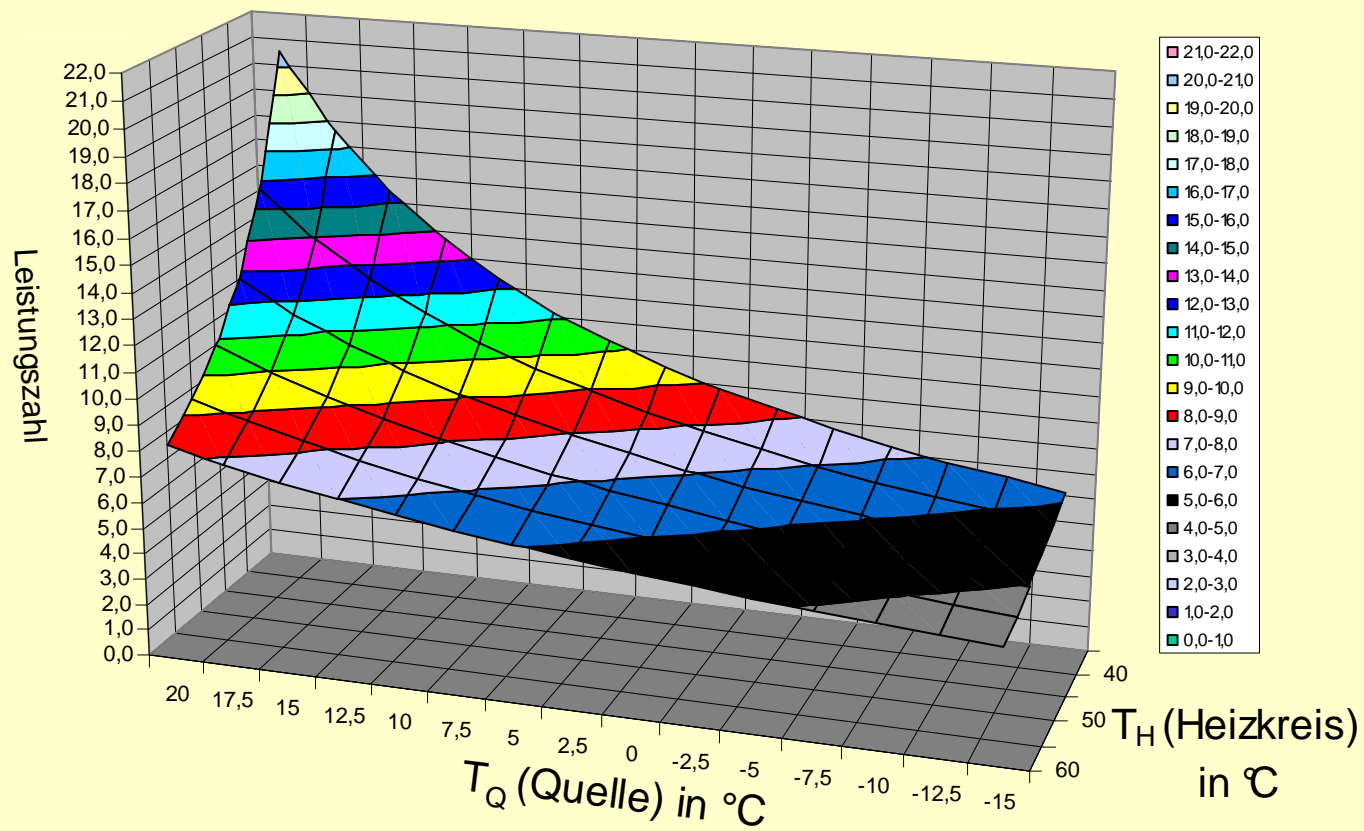
$P_A$ : Antriebsleistung der Wärmepumpe

$P_Q$ : von Wärmepumpe aus der Wärmequelle entnommene Wärmeleistung

$T_H$ : Temperatur des Heizkreisvorlaufes

$T_Q$ : Temperatur der Wärmequelle

# Wärmepumpe (“Leistungszahl theoretisch”, “Carnot”)



Leistungszahl  $\varepsilon = P_H / P_{Ael} = P_H / (P_H - P_Q) < T_H / (T_H - T_Q)$ , “Carnot”

# Wärmepumpe (Anforderungen Gebäude)

Anforderungen an die Wärmepumpe

Anforderungen an das Gebäude

möglichst niedrige Heiztemperatur  $T_H$

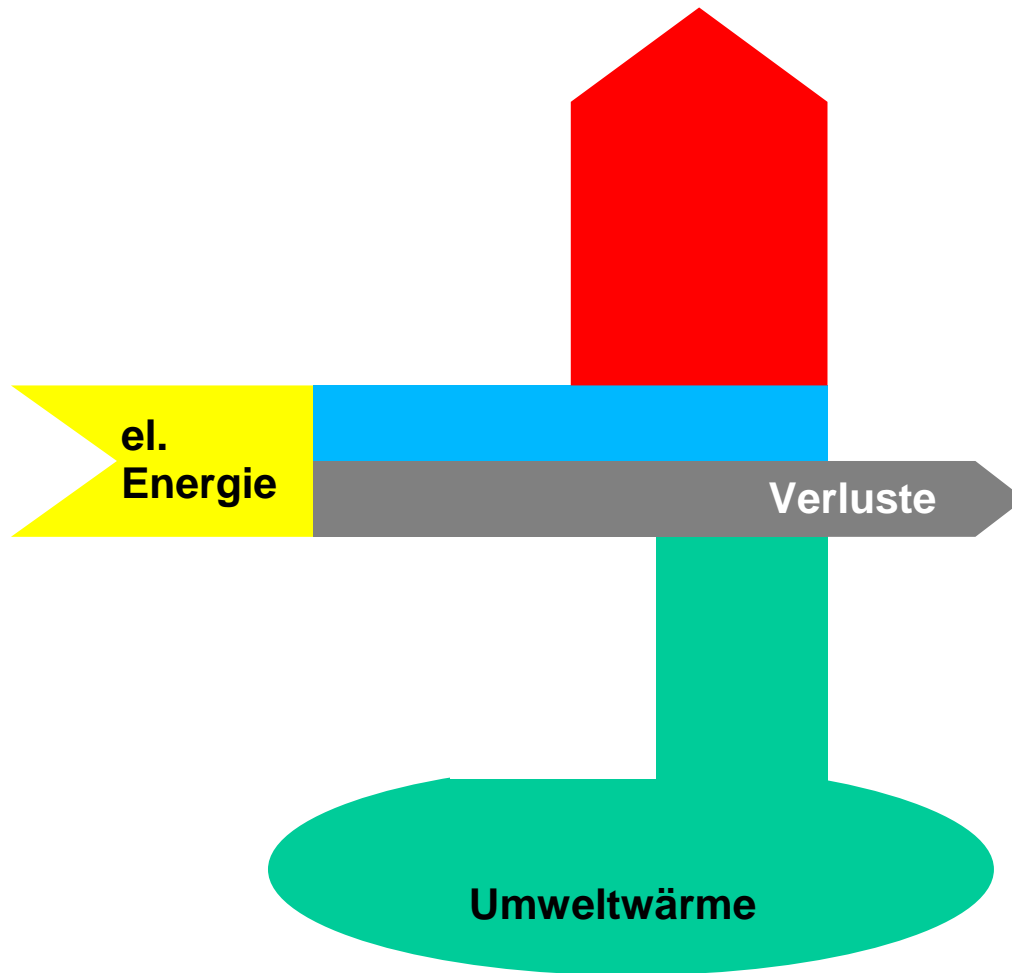
möglichst hohe Temperatur  $T_Q$  der Quelle

## Wärmepumpe (real)

### Reduktion der “theoretischen Leistungszahl” durch “Verluste”:

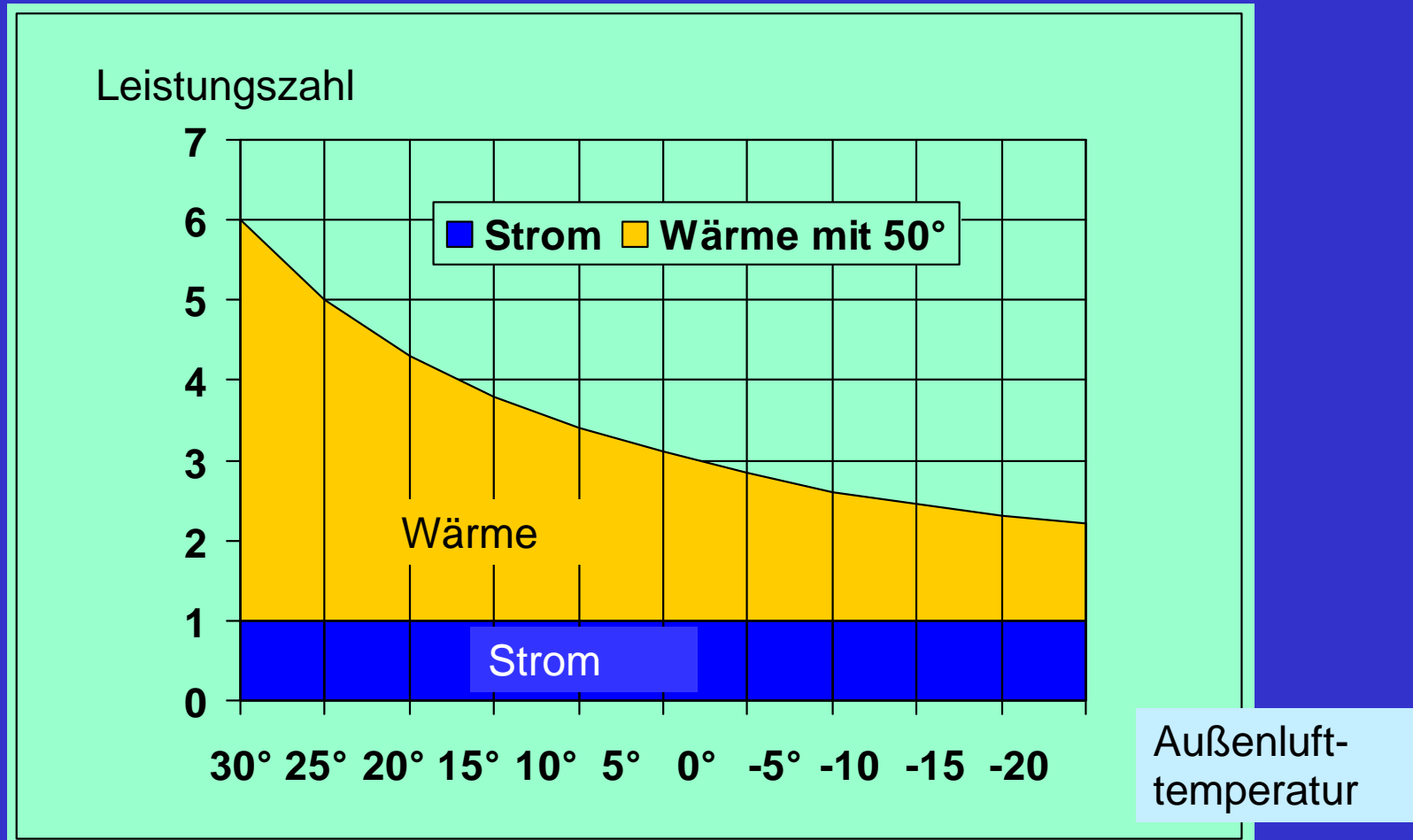
- 1) Antriebsmotorverluste
- 2) Reibungsverluste im Kompressor der Wärmepumpe
- 3) nicht idealer Wärmepumpenzyklus incl. Strömungsverlusten im Wärmepumpenmedienkreislauf und Abtauverlusten
- 4) Temperaturgefälle an den Wärmetauschern von Verdampfer und Verflüssiger/Kondensator
- 5) zusätzliche Antriebsleistung für
  - Zusatzpumpen primär (Ventilator, Sole- und/oder Grundwasser)
  - Zusatzpumpen sekundär (Heizkreise)
  - Steuer- und Regelungen.

# Wärmepumpe: praktisch



realisierbare  
Wärmepumpe

## Praktische Leistungszahl für eine (Luft/Wasser-) WP-Ausgangstemperatur von z.B. 50°C



Mit steigender Temperatur des wärmespeisenden Mediums steigt die Leistungszahl,

mit steigender Temperatur der abgegebenen Wärme sinkt sie.

## Wärmepumpe (“reale” Kennzahlen: COP-Wert)

$$T_H / (T_H - T_Q) \text{ „Carnot“-Grenzwert}$$

$$P_H / P_A = \text{Leistungszahl } \varepsilon$$

$$P_H / (P_A + P_Z) =$$

$$P_H / P_{el} =$$

**COP-Wert** (“Coeffizient of Performance”)

mit:

$T_H$ : Temperatur des Heizkreisvorlaufes

$T_Q$ : Temperatur der Wärmequelle

$P_H$ : von der Wärmepumpe in den Heizkreis abgegebene Wärme(heiz)leistung

$P_A$ : (mechanische) Antriebsleistung der Wärmepumpe

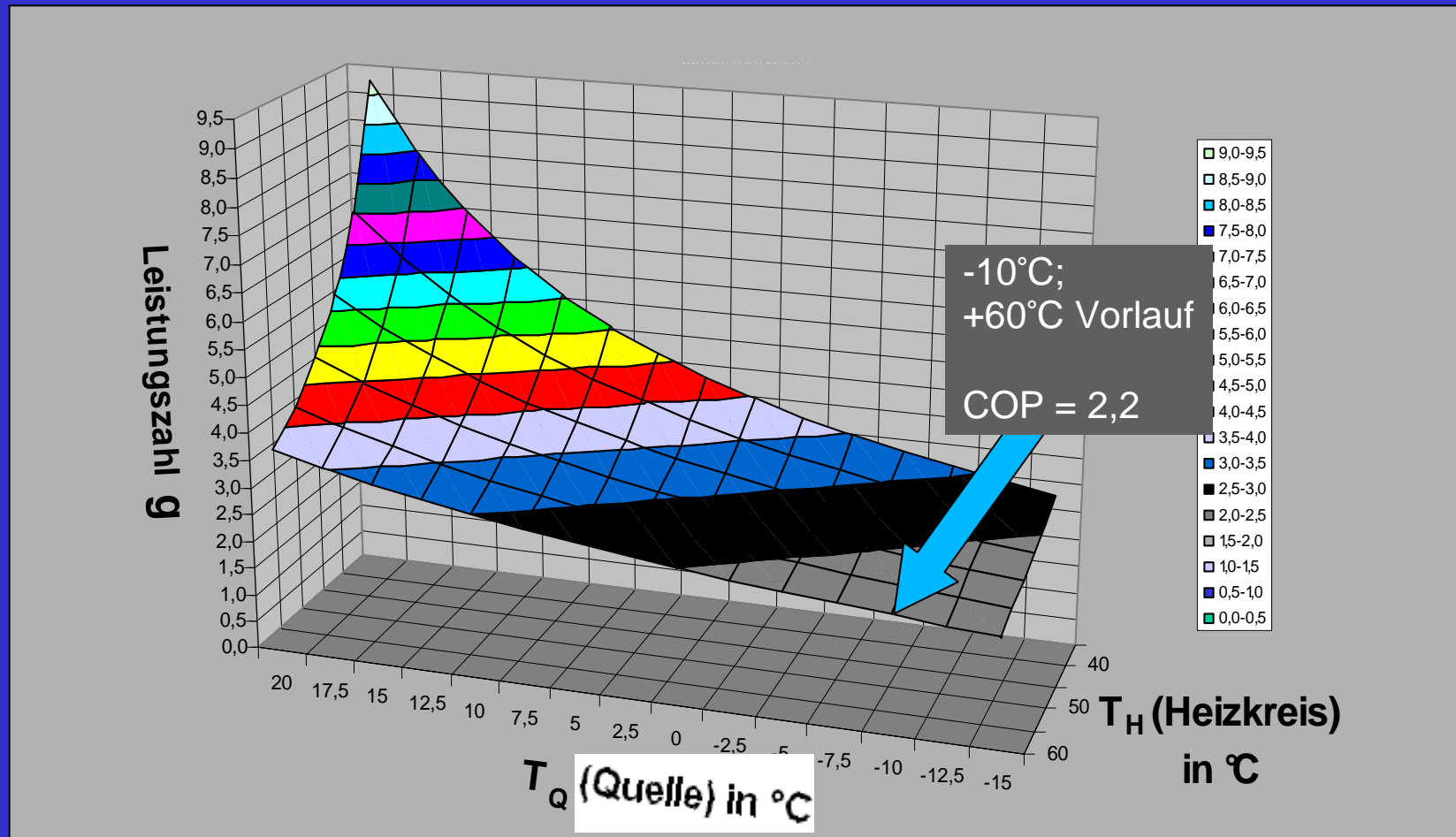
$P_Z$ : (elektrische) Antriebsleistung aller Zusatzsysteme (Pumpen, Regelung etc.)

$P_{el}$ : (elektrische) Aufnahmeleistung des gesamten Wärmepumpenheizsystems

$P_Q$ : von Wärmepumpe aus der Wärmequelle entnommene Wärmeleistung ahresarbeitszahl.html



# Wärmepumpe, COP- Verlauf)



**Berücksichtigte Korrekturfaktoren:**

real zu ideal – 0,5

Hilfsaggregate – 0,9

# Wärmepumpe (Anforderungen an WP)

## Anforderungen an die Wärmepumpe

möglichst hohen Wirkungsgrad des Antriebsmotors

möglichst effizienter Kompressor (geringe Reibung)

möglichst idealitätsnaher Kreislaufprozess,  
keine Abtauverluste

möglichst geringe Temperaturverluste  
in den Wärmetauschern

möglichst geringe Antriebsleistungen  
der Zusatzaggregate

## Anforderungen an das Gebäude

möglichst niedrige Heiztemperatur  $T_H$

möglichst hohe Temperatur  $T_Q$  der Quelle

# Angabe von Leistungszahlen, Beispiel VAILLANT Sole/ Wasser

Leistungszahlen nach alter DIN EN 255 sind höher als die nach neuerer EN 14511 !!!

B0W35 = Sole 0°C, Wasser 35°C

**Also: Normwerte nicht eindeutig !**

geoTHERM plus	Einheit	VWS 62/2	VWS 82/2	VWS 102/2
Heizleistung (BOW35 $\Delta T$ 5K n. EN 14511)	kW	5,9	8	10,4
Leistungsaufnahme	kW	1,4	1,9	2,4
Leistungszahl		4,3	4,3	4,4
Heizleistung (BOW35 $\Delta T$ 10K n. EN 255)	kW	5,9	8,1	10,5
Leistungsaufnahme	kW	1,4	1,8	2,3
Leistungszahl		4,3	4,5	4,6
Heizleistung (BOW55 $\Delta T$ 5K n. EN 14511)	kW	5,6	7,3	9,5
Leistungsaufnahme	kW	2,1	2,7	3,3
Leistungszahl		2,7	2,8	2,9
Nennspannung Steuereinheit				230 V/50 Hz
Nennspannung Korrosionsschutz				400 V/50 Hz
Nennspannung Zusatzheizung		400 V/50 Hz	400 V/50 Hz	400 V/50 Hz
Elektr. Leistung Zusatzheizung	kW	6	6	6
Sicherungstyp C (träge)	A	3 x 16	3 x 16	3 x 16

**Also: WP für hohe  $T_{heiz}$  kaum geeignet!**

CO<sub>2</sub> = 130 g/kWh; aber bei JAZ ??? (Gasheizung ca. 200 g/kWh)

## Wärmepumpe ("reale" Kennzahlen: Jahresarbeitszahl "JAZ")

$$\text{Jahresarbeitszahl } \beta = W_{\text{Nutz}} / W_{\text{el}}$$

mit:

$W_{\text{nutz}}$ : Jahresertrag an Heizarbeit (in kWh/a)  
aufsummiert über die stark wechselnden  
Betriebsbedingungen über das Jahr!

$W_{\text{el}}$ : aufgewendete (elektrische) Antriebsarbeit  
summiert übers Jahr  
(Antriebs- und Hilfsenergien in kWh/a)

# Berechnung der "JAZ" (prinzipielles Vorgehen)

$$\text{"JAZ"} = W_{\text{Nutz}} / W_{\text{el}} = \int P_H dt / \int P_{\text{el}} dt$$

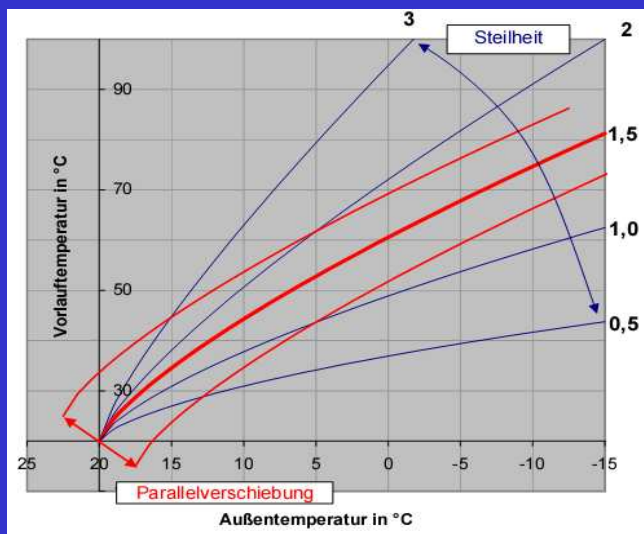
"="



"X"

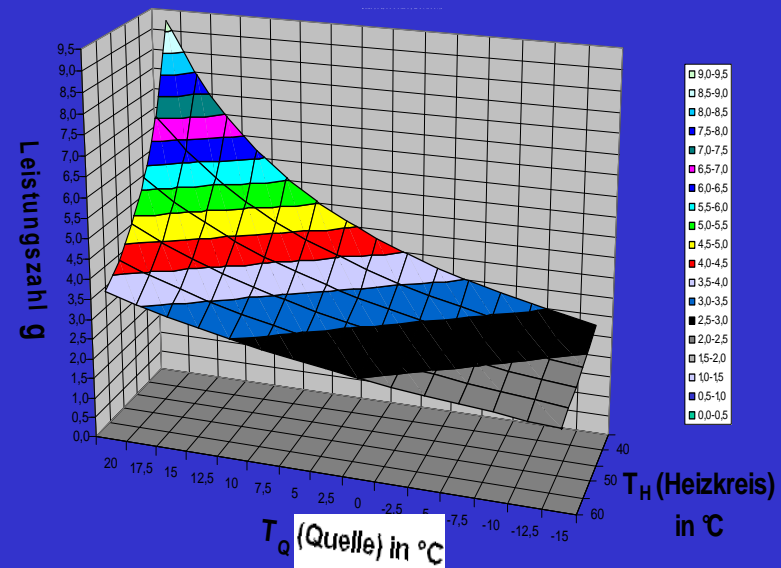
"Jahresdauerlinie" der Aussentemperatur

"X"



"X"

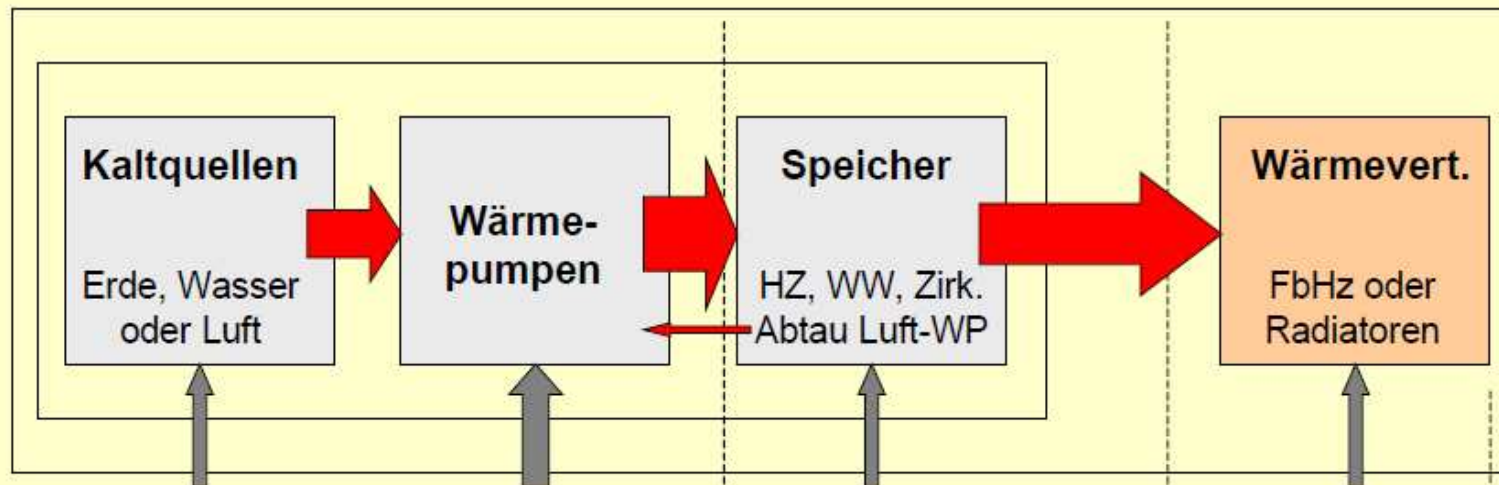
Heizungs(regel-)kennlinie



# Verschiedene "JAZ", je nach betrachteten Systemgrenzen

## Bilanzgrenzen bei Wärmepumpenanlagen

Definition der Jahresarbeitszahlen JAZ



Jahresarbeitszahl:

Angaben bei:

Erzeuger-JAZ

LA21-Energie

„EJAZ“

System-JAZ

LA21-Energie

„SJAZ“

Anlagen-JAZ

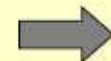
EnEV

„AJAZ“

Legende:



Thermische Energie



Elektrische Energie

# Komplette Wärmepumpenheizung (Anforderungen )

## Anforderungen an die Wärmepumpe

- o) möglichst hohen Wirkungsgrad des Antriebsmotors
  
- o) möglichst effizienter Kompressor (z.B. geringe Reibung)
  
- o) möglichst idealitätsnaher Kreislaufprozess, k(l)eine Abtauverluste
  
- o) möglichst geringe Temperaturverluste in den Wärmetauschern
  
- o) möglichst geringe Antriebsleistungen der Zusatzaggregate

## Anforderungen an das Gebäude

- o) möglichst niedrige Heiztemperatur  $T_H$
  
- o) möglichst hohe Temperatur  $T_Q$  der Quelle
  
- o) bekannte Auslegung des Gebäudes (z.B. max. Heizleistungsbedarf etc.)
  
- o) bekannte Auslegung der Heizung (z.B. Art der Heizkörper, Vor- u. Rücklauftemperatur, Leistung etc.)
  
- o) bekannte Klima-/Temperaturregion

# Wärmequellen

In unmittelbarer Nähe des Hauses wird die für den Kreisprozess benötigte Wärme über die Kollektoren des Verdampfers aus dem Medium

**Luft**

**Grundwasser**

**Erdreich**

entzogen.

Das Transportmittel zum Verdampfer der WP ist dabei Sole oder Wasser



# Wärmequelle Luft: Luft / Wasser WP

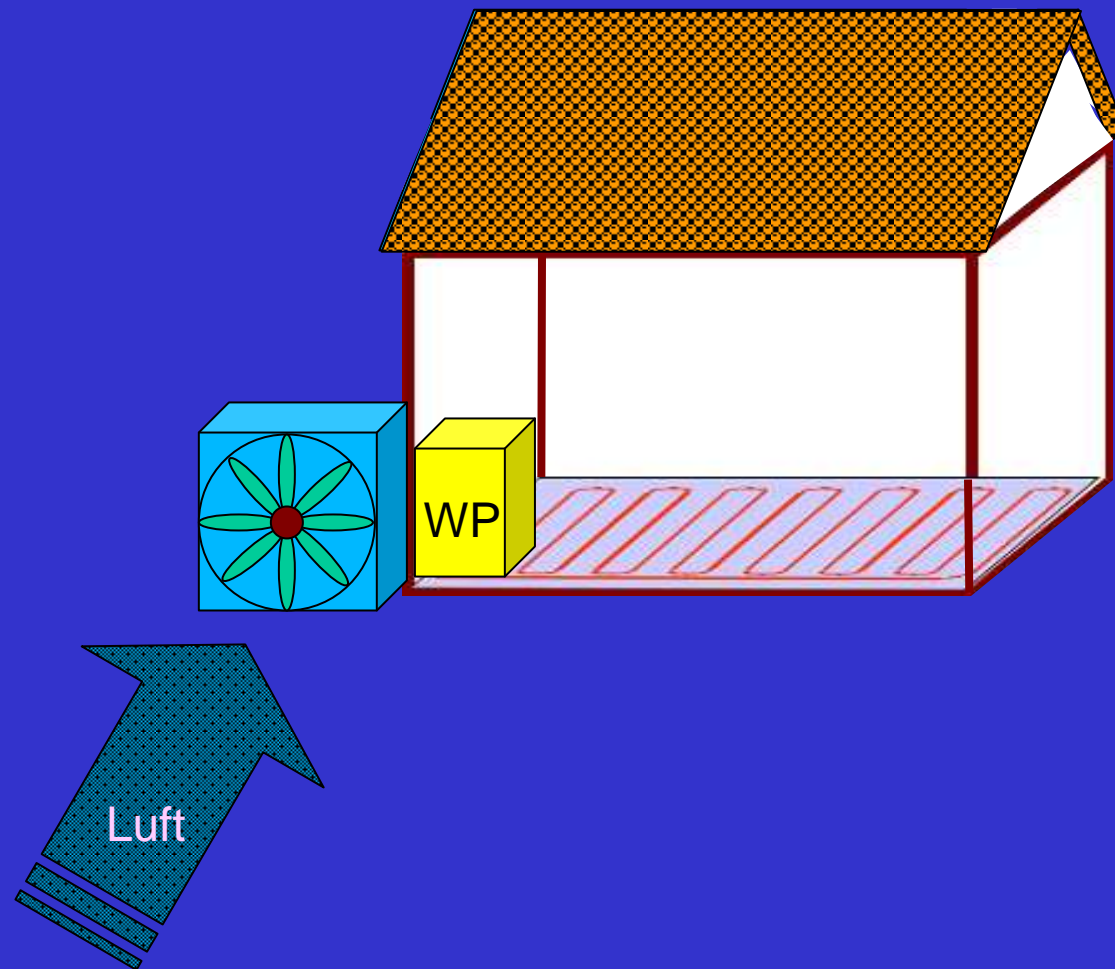
## Vorteile:

Leicht zu installieren,  
keine Grabungsarbeiten  
kostengünstig,  
platzsparend,  
Für Neu- u. Altbauten  
empfohlen (!?)

## Nachteile:

Schlechte Effizienz,  
d.h. hoher  
Primärenergieverbrauch,  
  
meist elektr. Nachheizen u.  
Parallelbetrieb nötig,

Schall



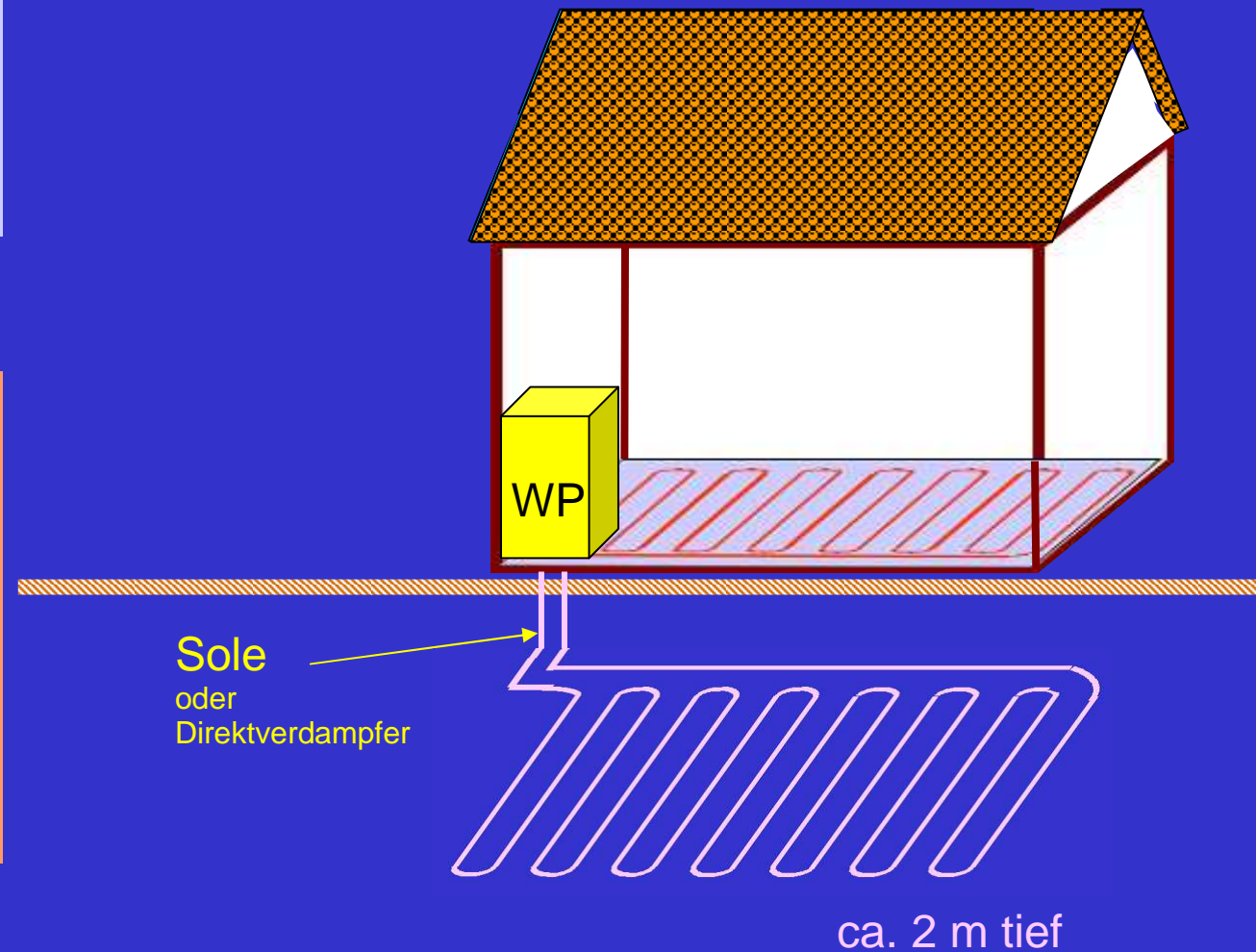
# Wärmequelle Erdwärme: Erdreich/ Wasser WP

## Vorteile:

besserer Wirkungsgrad,  
geringere Betriebskosten,  
meist keine Zusatzheizung  
nötig

## Nachteile:

relativ teuer,  
Bodengutachten nötig,  
große Wärmequellen-  
Fläche nötig,  
Anzeigepflicht,  
Frostgefahr für  
benachbarte  
Wasserleitungen



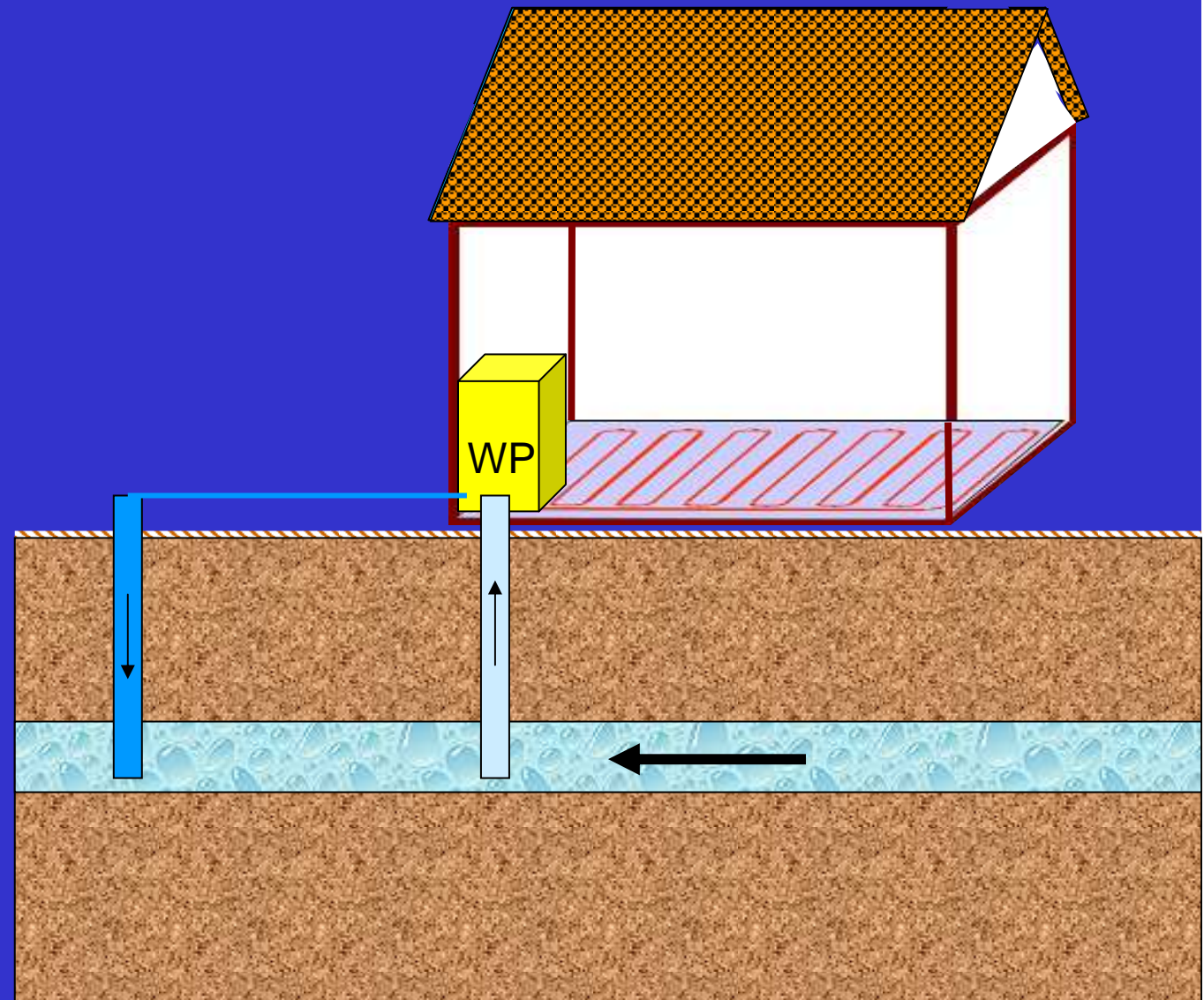
# Wärmequelle Grundwasser: Wasser / Wasser WP

## Vorteile:

gute Effizienz,  
niedrigere  
Betriebskosten,

## Nachteile:

abhängig von stabilem  
Grundwasserspiegel,  
teuere  
Brunnenbohrung,  
Genehmigungspflicht,  
Verschlammungs-  
gefahr,  
nicht im  
Trinkwasserschutz-  
gebiet



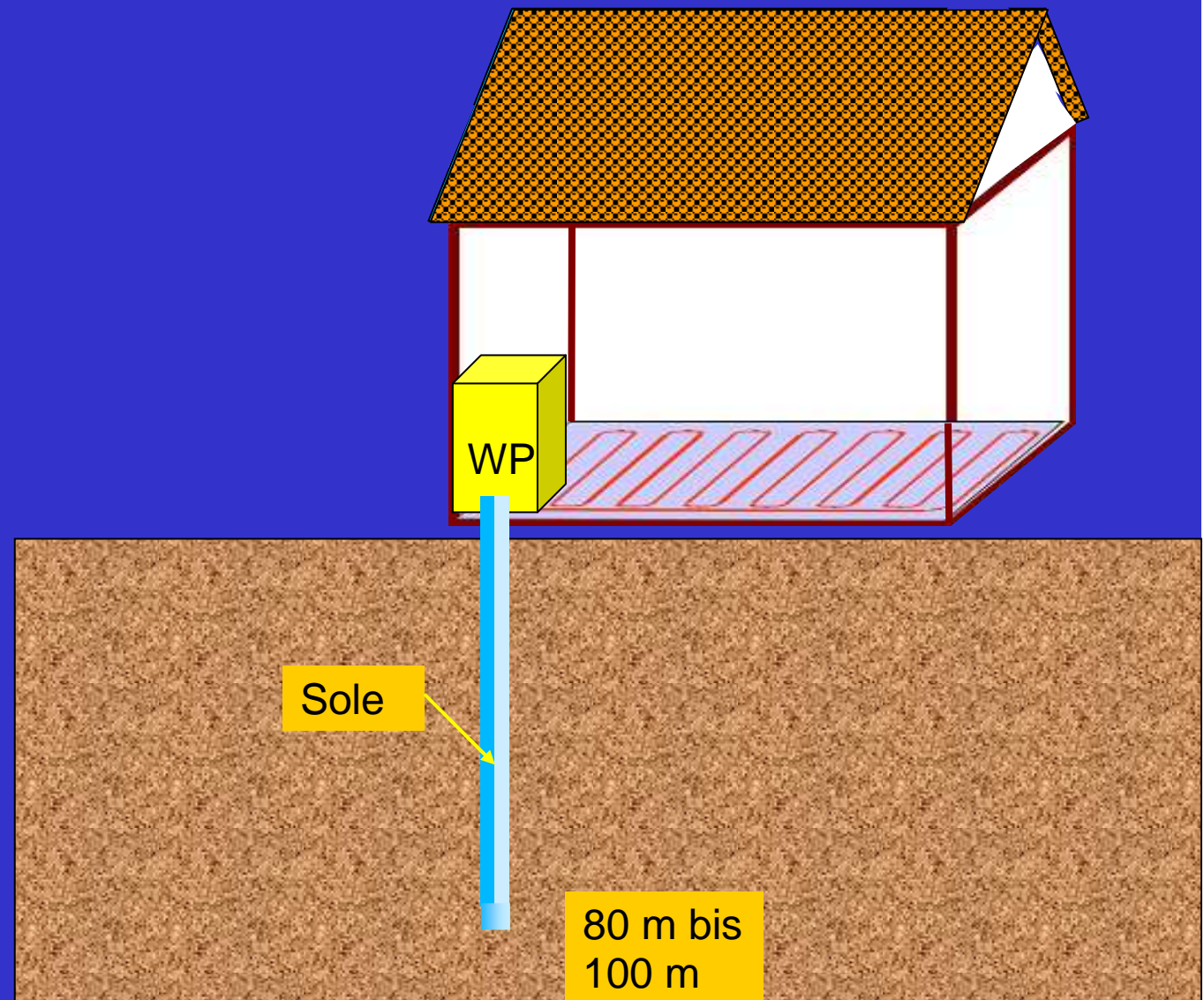
# Wärmequelle Tiefenbohrung: Sole/ Wasser WP

## Vorteile:

Beste WP- Effizienz,  
Niedrigste WP-  
Betriebskosten,  
keine Zusatzheizung  
nötig,

## Nachteile:

Bodengutachten !  
Genehmigungspflicht,  
abhängig von  
Bodenqualität,  
hohe Bohrkosten,  
Kosten der Bohrung  
schlecht kalkulierbar,  
größte Gefahr der  
Fehlauslegung



# Beispiel von Herstellerangaben

Hochtemp

Vorlauftem  
im Markt c

wirtschaftl

Radiatoren

Verdichter  
anpassen.

des Gebäu

auf einen

Expansior

integrierte

einen Puff

große Um

Die wicht

Automatis

Energieeff

Legionelle

## Technische Daten

Gewicht

350 kg

Volumenstrom heizungsseitig

0,93 m<sup>3</sup>/h

Volumenstrom wärmequellenseitig

3000 m<sup>3</sup>/h

Anschluss heizungsseitig

Anlaufstrom

Elektroanschluss

3/N/PE

Heizwassertemperaturspreizung

5 K

Wärmeleistung bei A2/W35

7,04 kW

Leistungszahl bei A2/W35

3,20

Wärmeleistung bei A2/W55

7,47 kW

Leistungszahl bei A2/W55

2,18

Wärmeleistung bei A-7/W55

9,03 kW

Leistungszahl bei A-7/W55

2,14

Wärmeleistung bei A-15/W55

12,34 kW

Leistungszahl bei A-15/W55

1,85

Wärmeleistung bei A-15/W75

12,50 kW

Leistungszahl bei A-15/W75

1,55

Witze

g

bedarf

anzlich

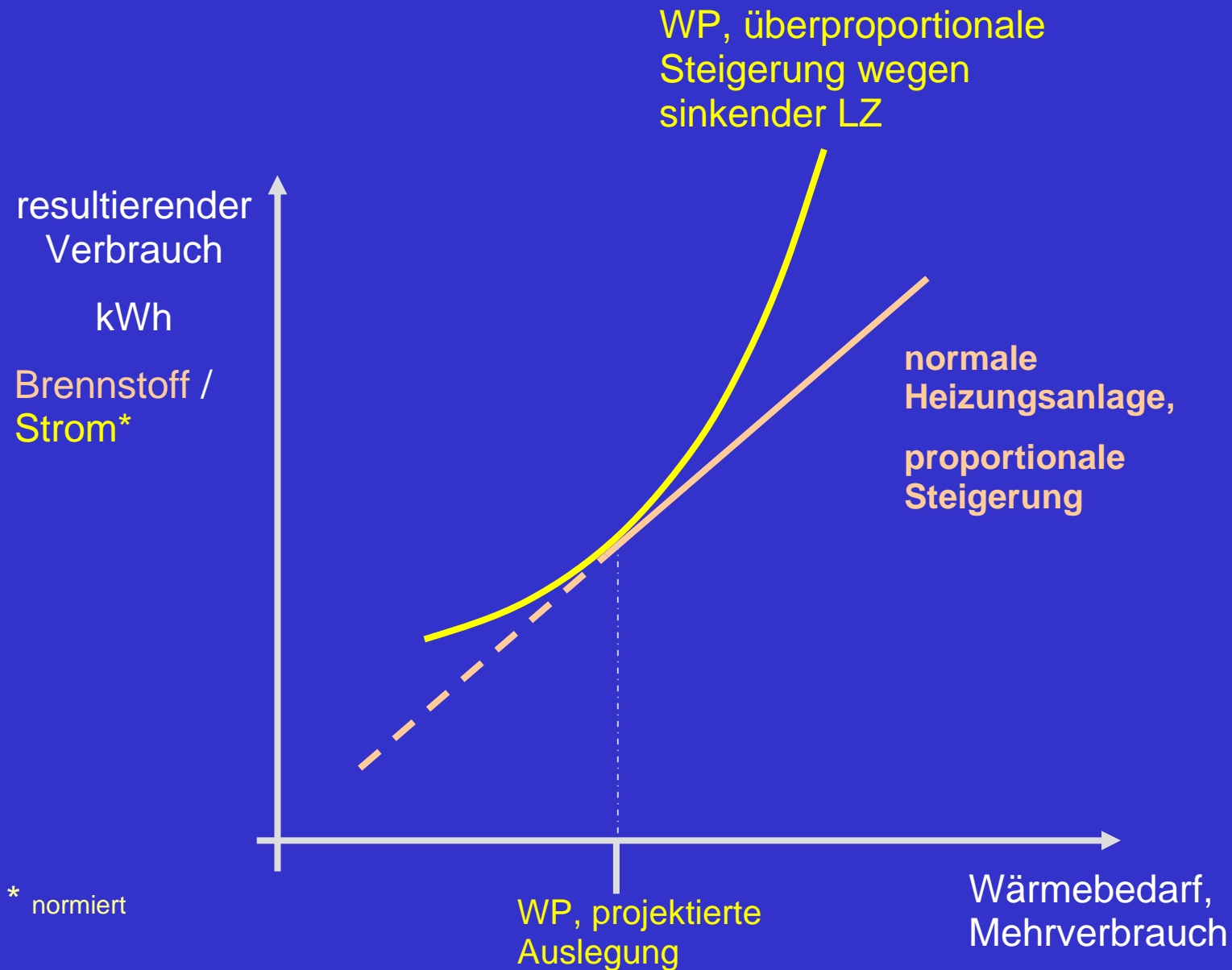
Gerät

on auf

ohne

ses

# Wärmemehrbedarf bei Standardheizung und WP



# Kennwerte von WP, alles klar ?

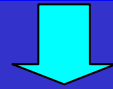
B0/W35: Sole mit 0 °C bei einer Heizungstemperatur 35 °C

W10/W35: Wassertemperatur bei Grundwasser 10 °C bei einer Heizungstemperatur 35 °C

E4/W35: Erdreichtemperatur 4 °C für Direktverdampfende Anlagen bei einer Heizungstemperatur 35 °C

A2/W35: Lufttemperatur von 2 °C bei einer Heizungstemperatur 35 °C

Leistungszahl



COP,  
optimale  
Planung  
wichtig

Modelrechnung  
für Förderung

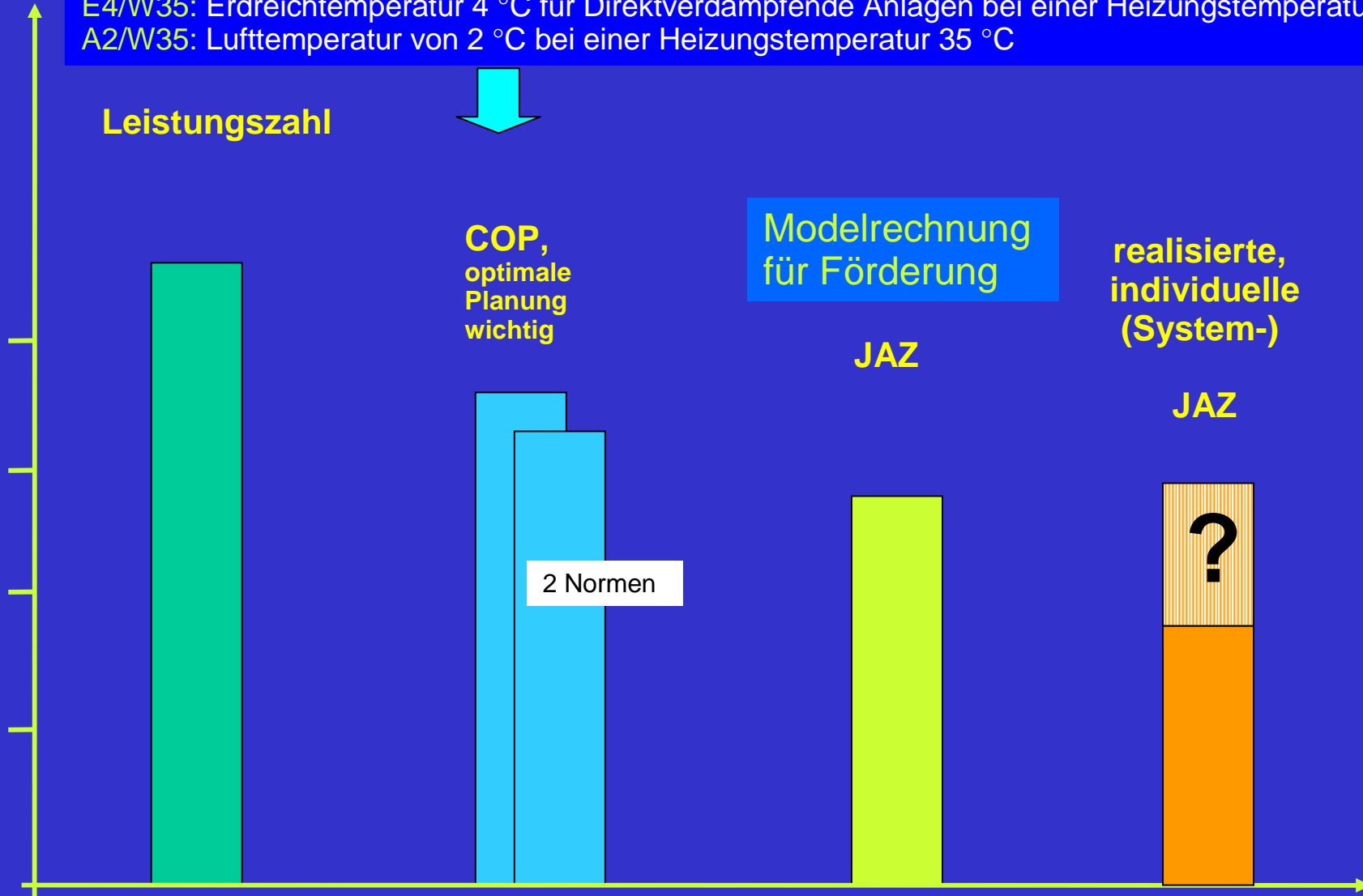
realisierte,  
individuelle  
(System-)

JAZ

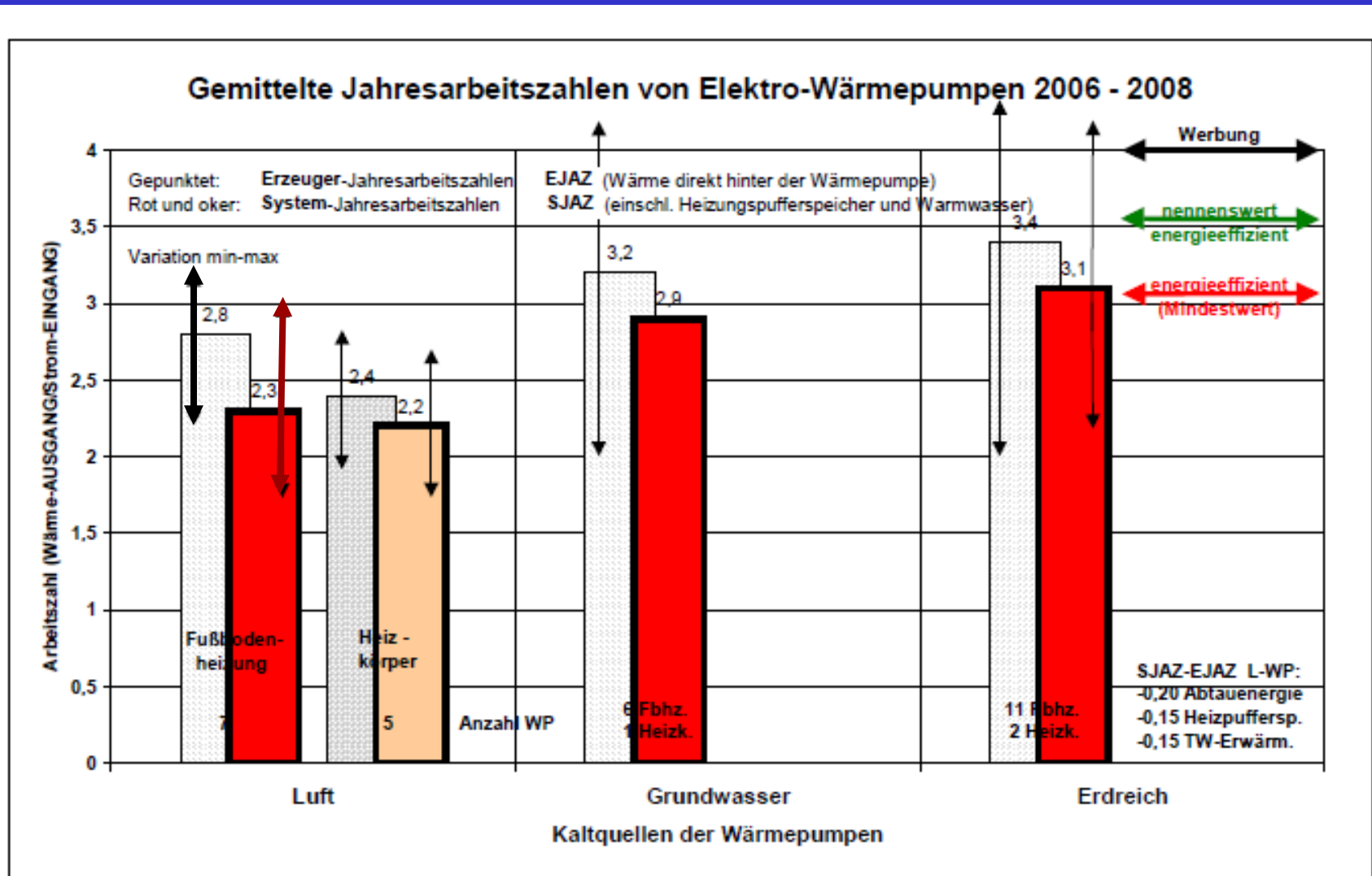
JAZ

2 Normen

?



# Gemessene JAZ-Werte von Wärmepumpen



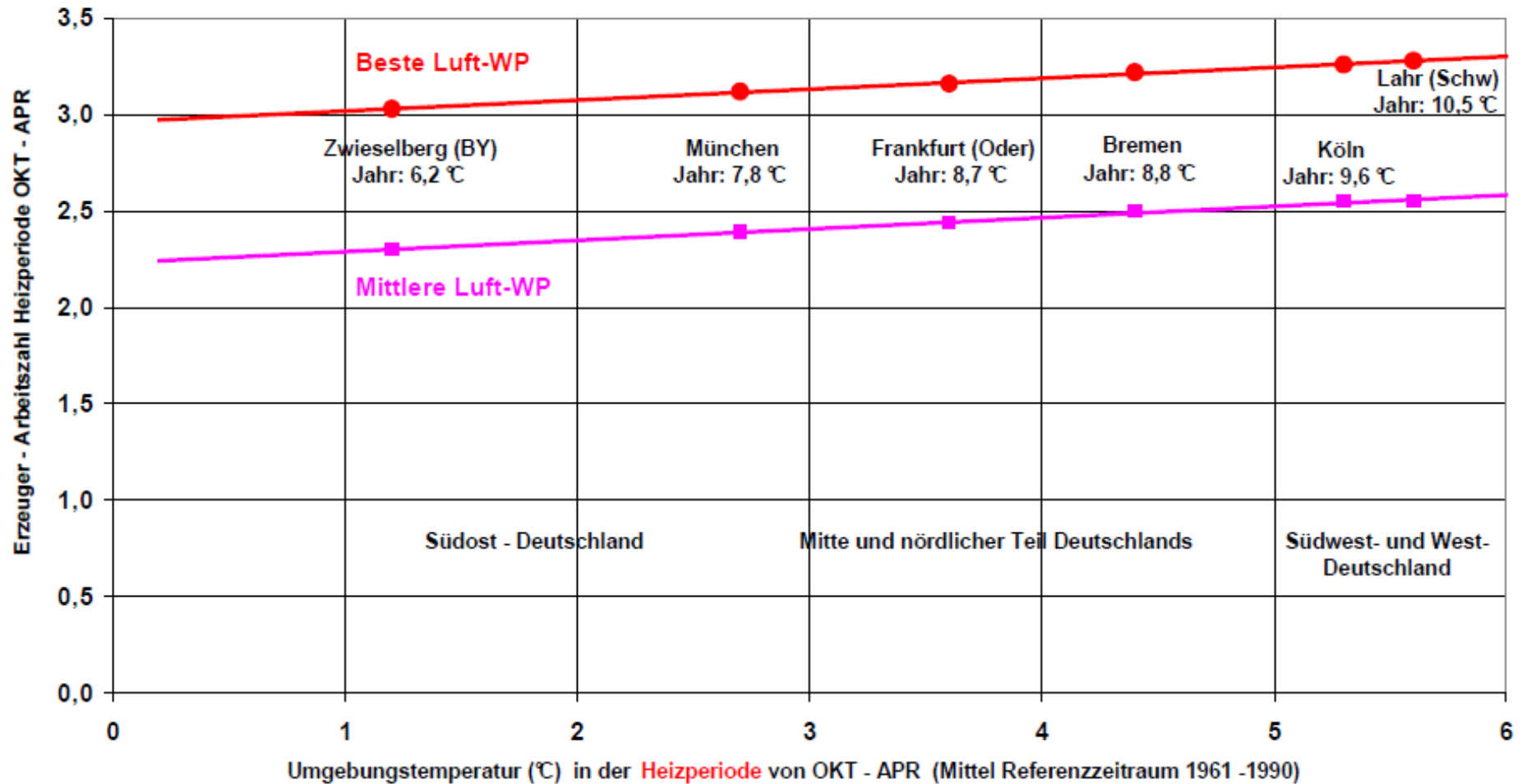
Mit freundlicher Genehmigung aus: [www.agenda-energie-lahr.de/WP\\_Schlussbericht2006-08](http://www.agenda-energie-lahr.de/WP_Schlussbericht2006-08)



# EJAZ-Werte abhängig von der geogr. Lage in Deutschland

Erzeuger-Arbeitszahlen in der Heizperiode OKT- APR von Heiz - Luft-Wärmepumpen  
in Abhängigkeit der geographischen Lage in Deutschland (6 ausgewählte Orte)

Hinweis: Erzeuger-Arbeitszahl ohne Verluste Heizungspufferspeicher, Abtauenergie und Brauchwassererwärmung



# Förderrichtlinien

## Kontrolle durch die Förderungsinstitution vorbehalten !

### Bedingungen für die finanzielle Förderung von Wärmepumpen

Für elektrisch betriebene Wärmepumpen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein, um Fördermittel zu bekommen:

Ab 2009 gesamte von der WP abgegebene Wärme

- Einbau eines Strom- und Wärmemengenzählers zur Bestimmung der Jahresarbeitszahl (JAZ)
- Vorliegen einer Fachunternehmererklärung in der die JAZ von mindestens 4,0 bei Sole/ Wasserwärmepumpen und Wasser/ Wasserwärmepumpen im Neubau bzw. mindestens 3,7 im Gebäudebestand vorausberechnet wurde. Bei Luft/ Wasseranlagen muß die berechnete JAZ mindestens bei 3,5 im Neubau bzw. 3,3 im Gebäudebestand betragen.
- Der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage muß durchgeführt worden sein
- Die Heizkurve des Wärmepumpenreglers wurde an das entsprechende Gebäude angepaßt
- Der für die Berechnung der JAZ nach VDI 4650 benötigte COP- Wert ist in Anlehnung an DIN EN 14511 ermittelt worden.
- Berücksichtigung der normativen Medientemperaturen im Neubau: A = Außentemperatur, W = Heizwassertemperatur/ Brunnenwassertemperatur, B = Soletemperatur  
A7/ W35, A2/ W35 und A10/ W35 für Luft/ Wasserwärmepumpen  
W10/ W35 für Wasser/ Wasserwärmepumpen  
im Gebäudebestand darf eine Heizungsvorlauftemperatur von 55°C zum Einsatz kommen.  
B0/ W35 für Sole/ Wasserwärmepumpen

# Jahresarbeitszahlen, Aussagen und Feldtests zeigen große Differenzen!

35°C max / 55°C max.

	Stiebel-Eltron Excel-Rechenprogramm „Jahresarbeitszahl 0109 (2)“ Berechnete Werte	Test, Ausgabe 6/2007  Berechnete Werte	Agenda 21 Lahr   Praxismessung
Luft/Wasser  35°C max	3,45 (St.Eltr. WPL 13)		Durchschnitt EJAZ: 2,8 SJAZ: 2,3
55°C max	3,15 (St.Eltr. WPL 13)		Durchschnitt EJAZ: 2,4 SJAZ: 2,1
Sole/Wasser  35°C max	4,35 (St.Eltr. WPC 10)	4,7 (St.Eltr. WPC 10)	Durchschnitt EJAZ: 3,4 SJAZ: 3,1
55°C max	3,91 (St.Eltr. WPC 10)	2,7 (St.Eltr. WPC 10)	3,2 (Anlage 212)

## Reaktionen auf die Ergebnisse des Feldtests

1. Empfehlung des Bundesverbandes Haustechnik, Energie und Umwelt (BDH), der die Interessen der Heizkessel- und Wärmepumpenhersteller vertritt:

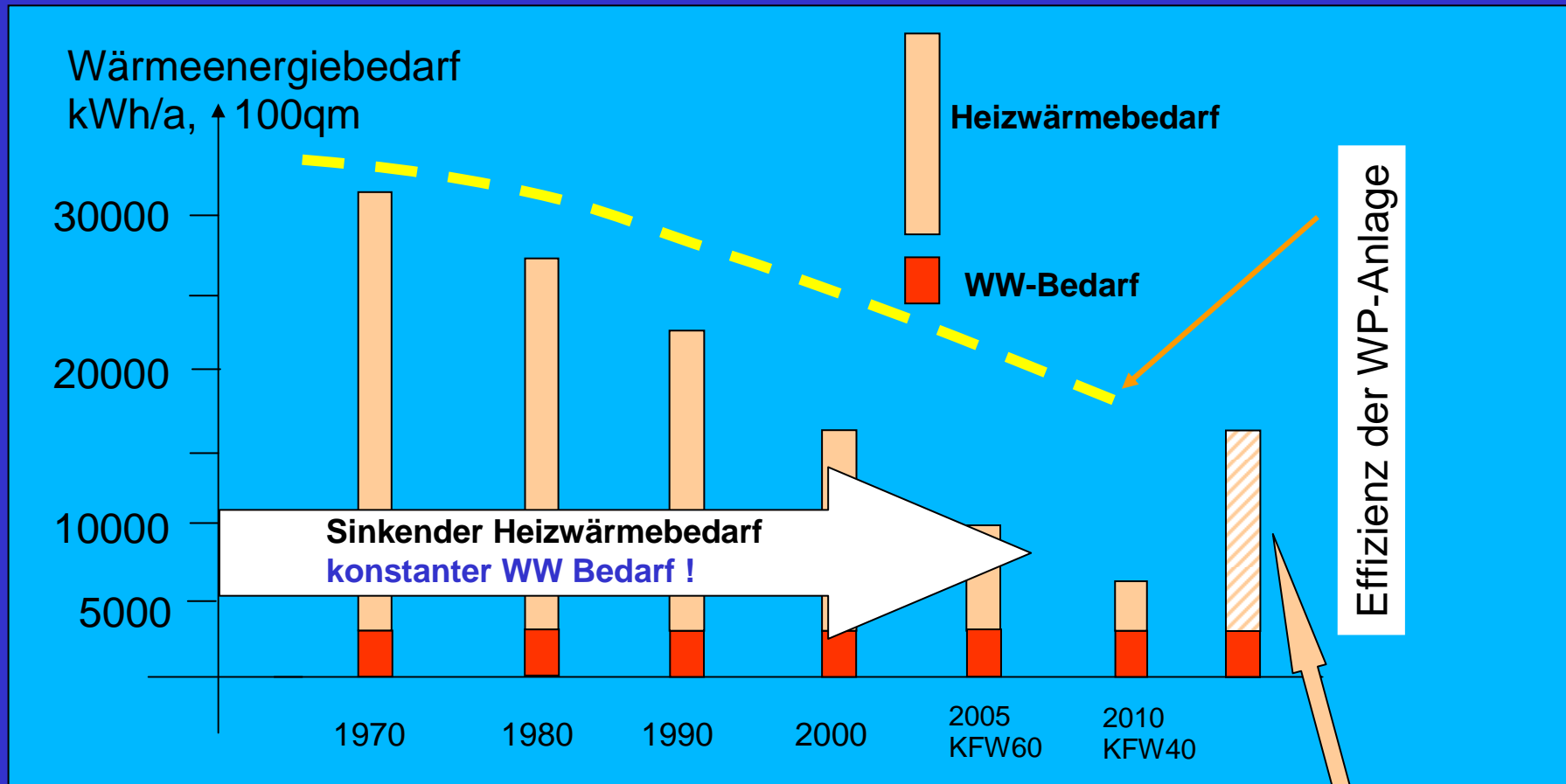
*„Keine Stellungnahme zu den Ergebnissen der Lokalen Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr. Eine Stellungnahme wäre kontraproduktiv, weil dadurch die Praxisuntersuchung aufgewertet würde.“*

2. Elektrizitätswerk Mittelbaden (Lahr/Schwarzwald), einer der beiden Förderer der Messtechnik des „Feldtests Elektro-Wärmepumpen“:

*„Die Energieberatung des E-Werks Mittelbaden wird die Ergebnisse des Feldtests der Agenda-Gruppe nicht zum Anlass nehmen, von Luft-Wärmepumpen generell abzuraten. Die Energieberatung wird in der persönlichen und schriftlichen Beratung die aus dem Bericht vermeintlich negativen Schlussfolgerungen den Ratsuchenden objektiv entkräften.“*

Die Agenda-Gruppe hofft, dass zu dieser „Objektivität“ der Hinweis gehört, dass auch die beste Luft-Wärmepumpe mit einer System-Jahresarbeitszahl von SJAZ = 3,0 das Klimaschutzziel nicht erreicht.

# Trend: Heizwärmebedarf sinkt, prozentualer Anteil WW steigt!

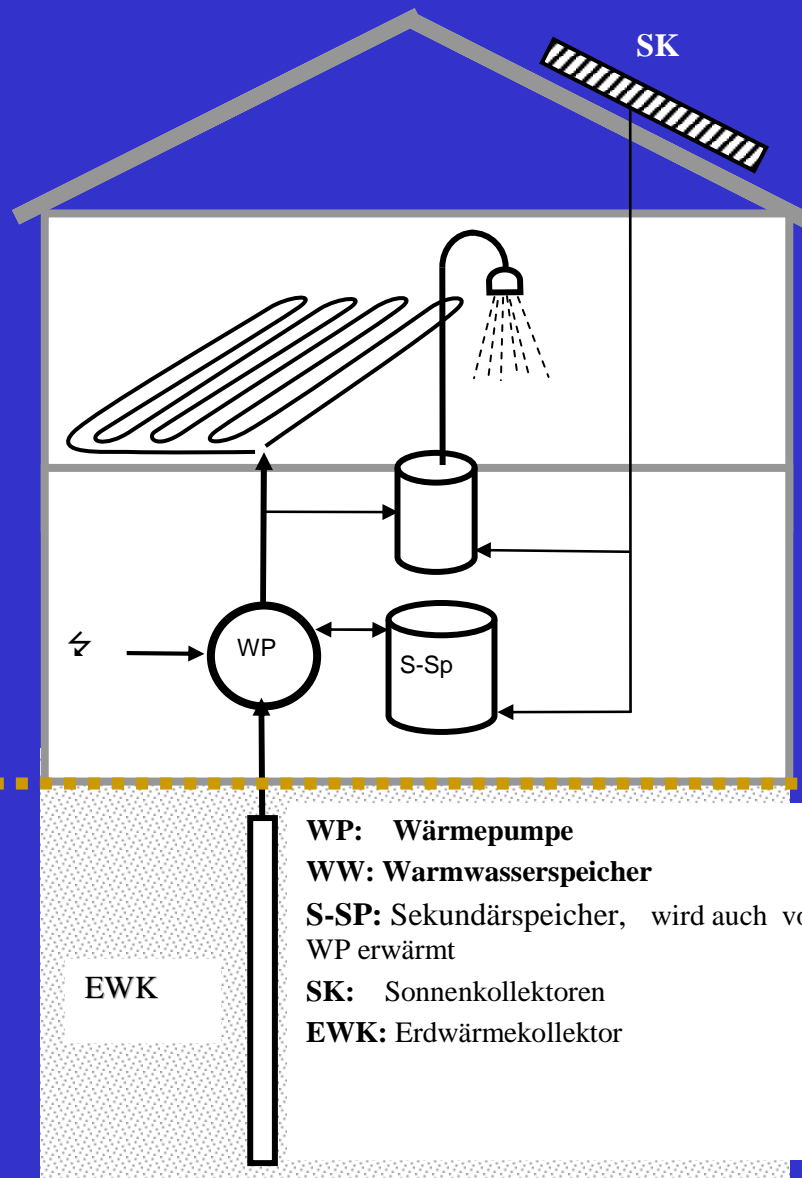


Da Effizienz der WP bei WW-Betrieb deutlich schlechter ist!  
(z.B. Leistungszahl B0W55 = 2,5; B0W35 = 4,2)

Modellrechnungen der WP Hersteller gehen daher immer von zu hohem Heizwärmeverbrauch aus !!!

Beispiel JAZ Formel Stiebel-Eltron WW=18%

## Sinnvoll: Kombination mit Sonnenkollektoren



Sonnenkollektoren für WW-  
Erzeugung sinnvoll,

da WP bei WW- Betrieb  
schlechte Effizienz haben !

Bei zusätzlicher solarer  
Heizungsunterstützung wird  
WP insgesamt fraglich, da  
sie dann vorwiegend im  
weniger effizienten Bereich  
arbeitet ( $T_{\text{heiz}}$  hoch, bei  
niedriger Quelltemperatur)

**WP:** Wärmepumpe

**WW:** Warmwasserspeicher

**S-SP:** Sekundärspeicher, wird auch von  
WP erwärmt

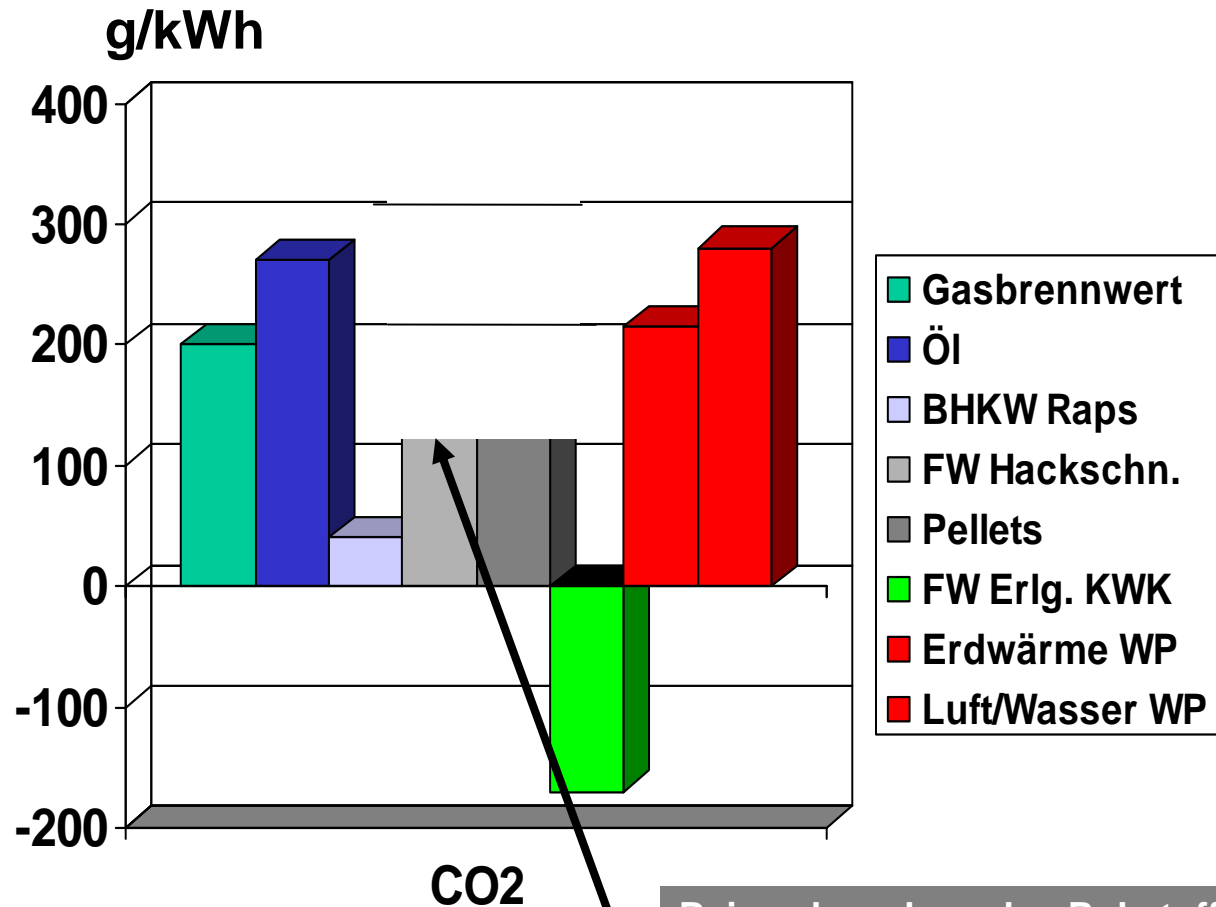
**SK:** Sonnenkollektoren

**EWK:** Erdwärmekollektor

EWK

Gezeigt ist das Funktionsprinzip.  
Die technische Umsetzung unterscheidet  
sich je nach Hersteller und Konzept.

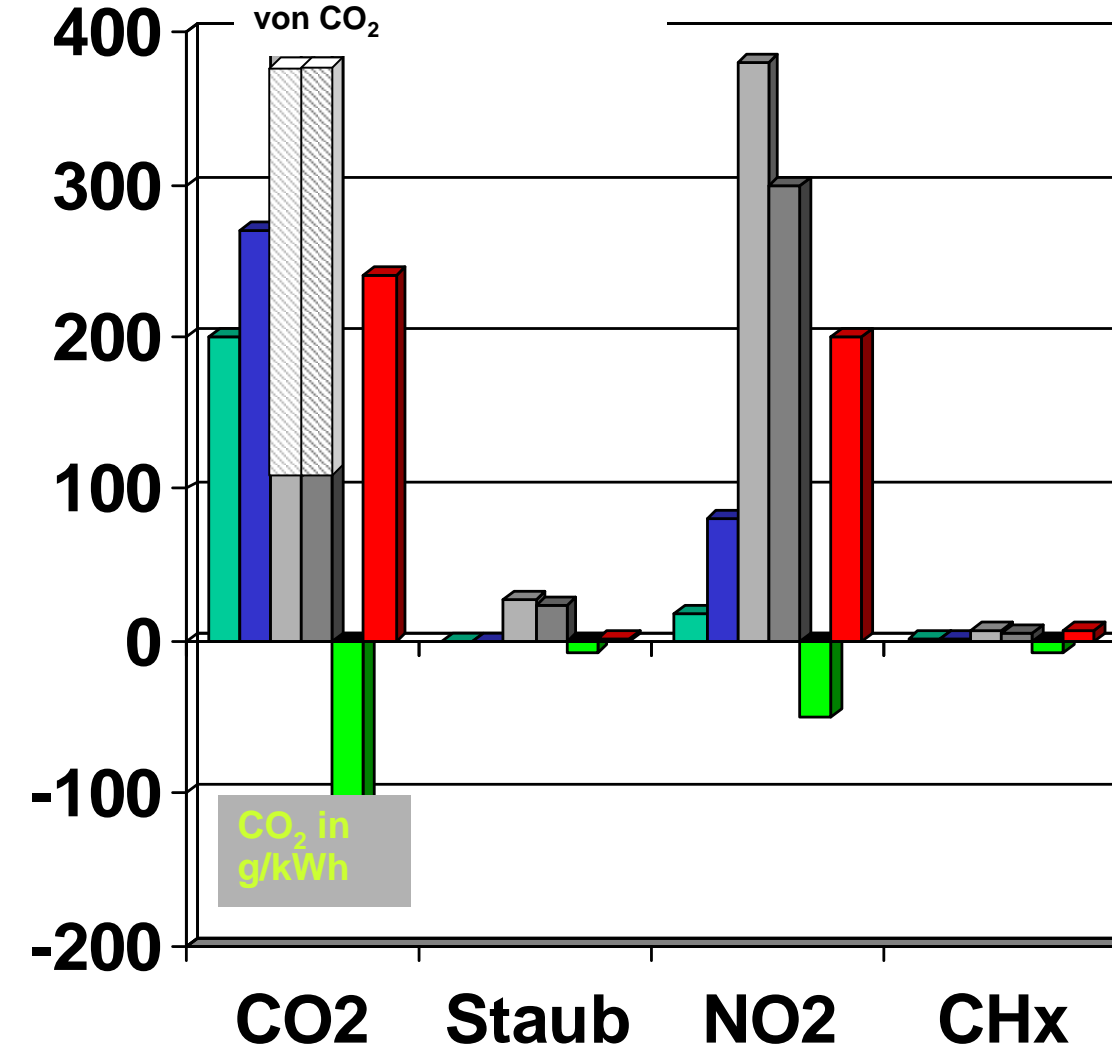
## Emissionsvergleich CO<sub>2</sub>



Bei nachwachsenden Rohstoffen mittelfristig deutliche Kompensation von CO<sub>2</sub> durch neue Anpflanzungen

# Emissionsvergleich verschiedener Hausheizungen

Bei nachwachsenden Rohstoffen mittelfristig deutliche Kompensation von CO<sub>2</sub>



- Gas
- Öl
- FW Hackschn.
- Pellets
- FW Erlangen KWK
- WP

CO<sub>2</sub> in g/kWh



## Anforderungen an die Wärmepumpe

- o) möglichst hohen Wirkungsgrad des Antriebsmotors
- o) möglichst effizienter Kompressor (z.B. geringe Reibung)
- o) möglichst idealitätsnaher Kreislaufprozess, k(l)eine Abtauverluste
- o) möglichst geringe Temperaturverluste in den Wärmetauschern
- o) möglichst geringe Antriebsleistungen der Zusatzaggregate

## Anforderungen an das Gebäude

- o) möglichst niedrige Heiztemperatur  $T_H$
- o) möglichst hohe Temperatur  $T_Q$  der Quelle
- o) bekannte Auslegung des Gebäudes (z.B. max. Heizleistungsbedarf etc.)
- o) bekannte Klima-/Temperaturregion z.B. Art der Heizkörper, Vor- u. Rücklauftemperatur, Leistung etc.



- Nur spezielle Luft/ Wasser WP wählen
- Unabhängige Vergleichstests mit Messwerten aus der Praxis heranziehen
- Nur die besten WP in Betracht ziehen
- Alles aus einer Hand erstellen lassen
- bestehende Anlagen nach konkreten Jahres- Ergebnissen abfragen
- JAZ > 4 für das spezielle Objekt garantieren lassen \* (Wärmemengen- u. Stromzähler obligatorisch)
- Sanktionen bei Nichteinhaltung vereinbaren

- Nur bei (Neu-) Bauten mit  $T_{\text{heiz}} < 35 \text{ °C}$  akzeptabel
- Maximal nötige Heizungsvorlauf-Temperaturen  $T_{\text{heiz}}$  garantieren lassen
- Besondere Vorsicht bei renovierten Gebäuden (max.  $T_{\text{heiz}}$  nach Renovierung?)
- Umfassende, individuelle Heizlastberechnung
- genügend Temperatur-Reserven einplanen
- Bestmöglichen Dämmstandard realisieren

\* Unter den individuellen Verbrauchsgewohnheiten  
Tut das jemand?

## Aber ....

### • **Umweltaspekte:**

- **Höherer Stromverbrauch wird stimuliert - ältere Kohlekraftwerke werden genutzt,**
- **Schadstoffe nur am Heizungsort reduziert – insgesamt deutlich schlechtere Bilanz als bei Gas/ Öl**
- **Ökologisch erst ab tatsächlicher JAZ von 4 vertretbar**
- **WP mit Kraftwärmekopplungsstrom und Stromerzeugung aus regenerativen Quellen Windkraft, Photovoltaik (auch aus privater Erzeugung) und guten JAZ- Werten positiv**

### **Heutige Unsicherheiten:**

- **Lebensdauer aller Komponenten (v.a. Erdsonde etc. )**
- **Güte der handwerklichen Ausführung der gesamten Anlage incl. Bauausführung des Hauses**
- **Individueller, tatsächlicher Stromverbrauch kaum voraussagbar**
- **Aussagen wie „ funktioniert einwandfrei.. „ sind weitgehend wertlos**

### **Alternativen:**

- **Ersatzweise Investitionen in Energieeinsparmaßnahmen (Dämmung) vorteilhafter!**
- **Sparsame, saubere Heizsysteme kombiniert mit Sonnenkollektoren**
- **Gaswärmepumpen für mehrere Wohneinheiten, Absorberprinzip, (für Einfamilienhaus ca. in 3 Jahren verfügbar)**



# Zusammenfassung

## **Immer:**

Keine Stromdirektheizung oder Stromwarmwasserbereitung!

## **Gegenwart:**

Wenn WP, nur dann (ökologisch) akzeptabel, wenn individuelles Heizsystem (gemessene!) SJAZ > 3,5 erreicht! oder verwendeter Strom vorwiegend regenerativ erzeugt wird, oder von Kraft-Wärme-Kopplung stammt.

(bei gegenwärtiger Stromherstellung, z. Zt. nur mit max. Vorlauftemp. < 35 °C u. dT 5 K, z.B. Fußbodenheizung, erreichbar).

WP, insbesondere Luft/Wasser-Systeme, für Nachrüstung bestehender Heizsysteme (Altbestandserneuerung) z. Zt. kaum oder gar nicht geeignet da fast alle bisher gemessenen JAZ mit 2,3 im Schnitt viel zu niedrig gegenüber dem auch von EON geforderten Mindestwert von 3,5 sind!

WP nur für Warmwasserbereitung – insbesondere Klein-WP – (ökologisch) nicht akzeptabel, da (real gemessene) SJAZ-Werte mit nur 1,5 – 2,0 viel zu niedrig!

## **Zukunft:**

Wenn Stromherstellung weitgehend regenerativ (oder mit Kraft-Wärme-Kopplung) ist, sind WP voll zu empfehlen.

WP bei Passivhäusern aber schon heute akzeptables, rel. sauberes Heizsystem

## **Mögliche zukünftige Verbesserungen:**

Sofort durch bessere Planung und Systemoptimierung!

Langwieriger bei der Technik, Verbesserungspotentiale sind z.B. bei:  
elektronisch gesteuerten Expansionsventilen, Lüftern und Pumpen,  
Wärmetauschern und drehzahlgeregelten Verdichtern.  
( positive Ansätze vorhanden!)

## **Aber möglichen zukünftigen technischen Verbesserungen stehen auch Nachteile entgegen:**

Der zunehmend verbesserte Dämmstandard von Gebäuden, der zu begrüßen ist, verringert die Nennleistung der benötigten Wärmepumpen weiter.  
Daraus ergeben sich u.a. die folgenden beiden Konsequenzen:

1. Der Anteil der wenig effizienten Brauchwassererwärmung (Nutztemperatur z.B. 50°C) am gesamten Wärmebedarf des Hauses wird dadurch immer größer.  
Auch bei Fußbodenheizungen (mit max. Vorlauftemperatur z.B. 35°C) verschlechtert sich dann die Jahresarbeitszahl von Heiz-Wärmepumpen mehr als bisher.
2. Das Verhältnis Betriebskosteneinsparung zur Investitionssumme wird ungünstiger

## **Merke:**

Deutliche Verbesserungen lassen sich aber durch Einbau einer Sonnenkollektoranlage oder einer PV- Anlage (mit Wärmespeicher) verbessern.