



Wärmepumpe im Bestand

Wie rüste ich mein Haus mit einer Wärmepumpe aus

Vorstellung der Energieberater



Martin Knaus



Martin Handke

Kapitel

1. Bund vs. Realität
2. Vorurteile
3. Technologie
4. Effizienz
5. Wirtschaftlichkeit
6. Beispielhäuser
7. Förderung
8. Häufige Fragen
9. Fazit
10. Wie geht's weiter

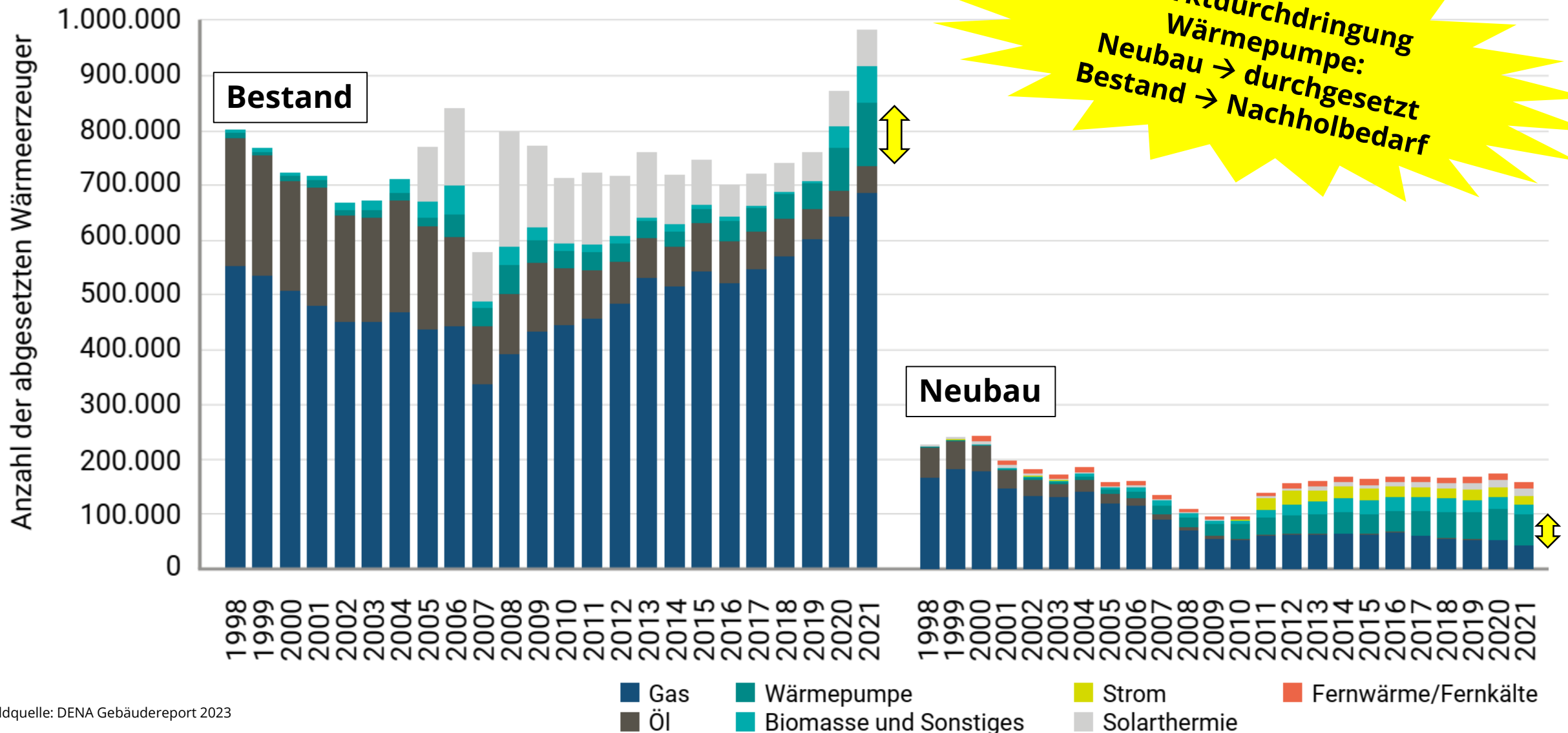
1. Bund vs. Realität

Was ist vom Bund geplant?

- Bundesregierung: plant **6 Mio. Wärmepumpen bis 2030**
- Koalitionsvertrag: **65 % Erneuerbare-Energien-Anteil** für neue Heizungen ab 2024



Was ist die Realität?



2. Vorurteile

Ist Wärmepumpe im Bestand technisch möglich?

**Funktioniert
Wärmepumpe auch
bei Minusgraden?**

**Muss ich dann
im Winter
frieren?**

**Wärmepumpe auch
in ungedämmtem
Haus möglich?**

**Wärmepumpe
nur mit
Fußbodenheizung
möglich?**

Ist Wärmepumpe im Bestand ökologisch & ökonomisch sinnvoll?

Wird Strom nicht auch aus Gas und Kohle hergestellt?

Ist mit Strom heizen nicht zu teuer?

Woher soll der ganze Strom kommen?

Ist Wärmepumpe eine Stromheizung?

3. Technologie

Funktionsweise Wärmepumpe

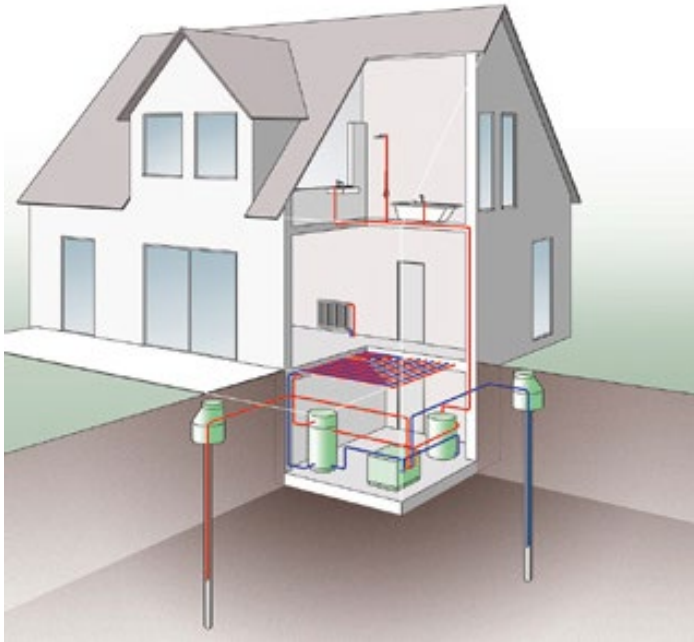


Mit einer Kilowattstunde Strom können Wärmepumpen rund drei Kilowattstunden Wärme erzeugen.

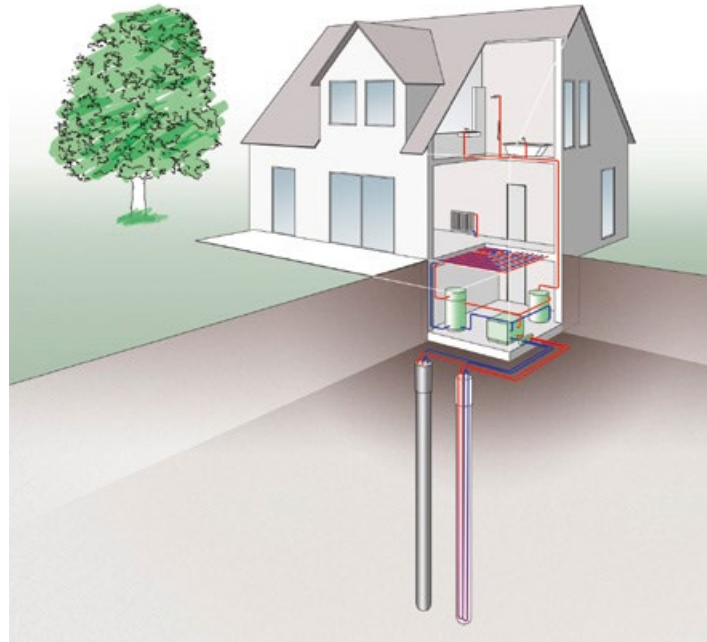
- 1 Kältemittel verdampft
- 2 Verdichten – Temperatur steigt
- 3 Abgabe der Wärme – Kältemittel wird flüssig
- 4 Entspannungsventil senkt Druck des Kältemittels

Wärmepumpe fängt **kostenlose Umweltenergie** effektiv ein!

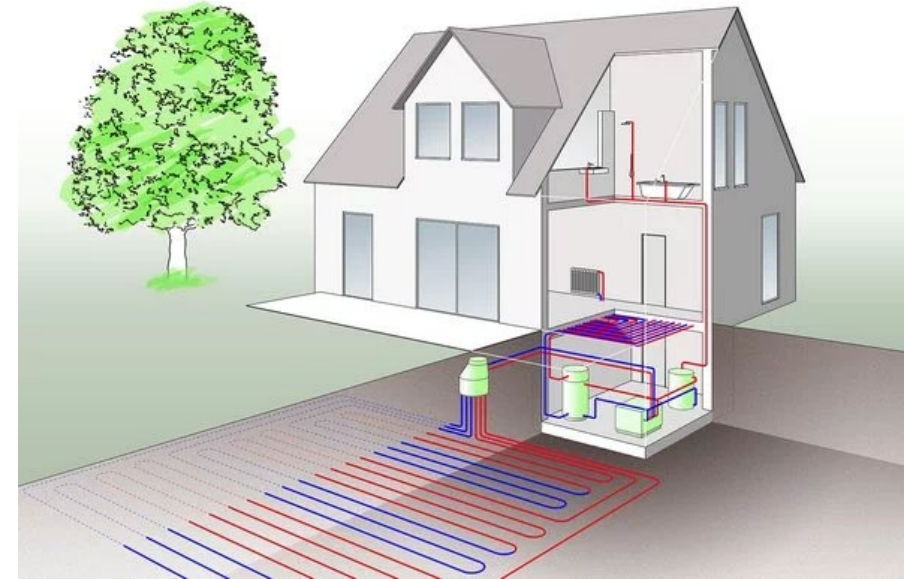
Grundwasser- & Erd-Sole-Wärmepumpe



Grundwasser



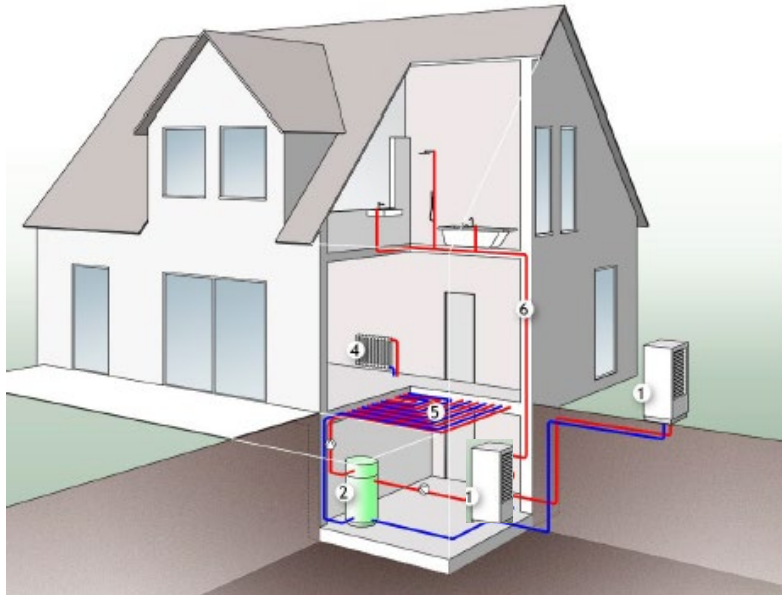
Erdwärmesonde



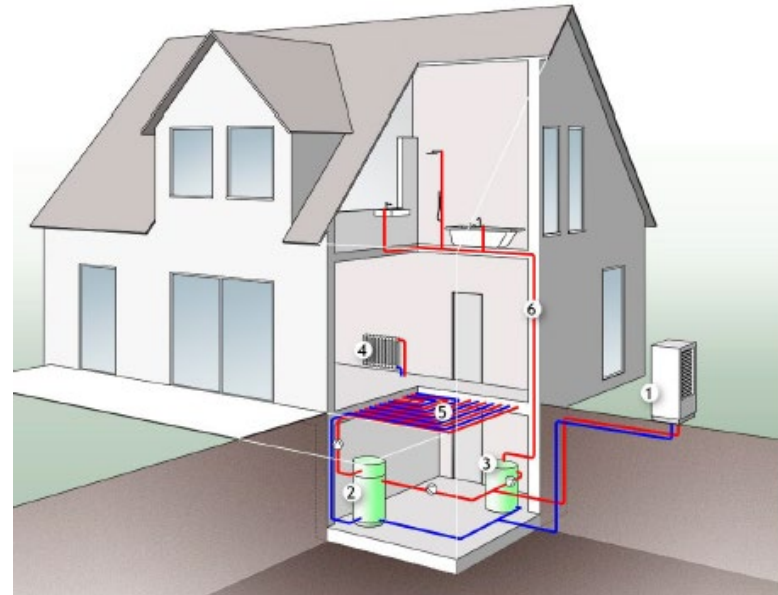
Erdwärmekollektor

Quellentemperatur von Erde / Grundwasser ist **konstant (ca. 8-12°C)**!

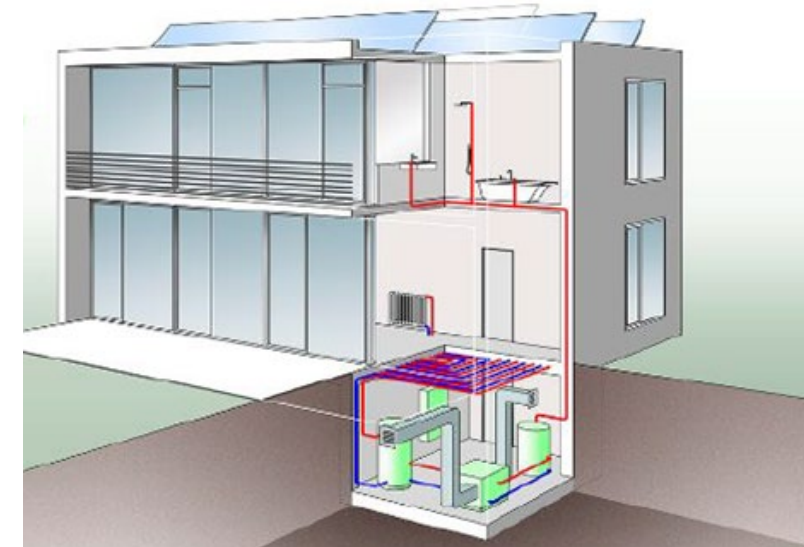
Fokus des Webinars: Luft-Wasser-Wärmepumpe



Split
innen/außen



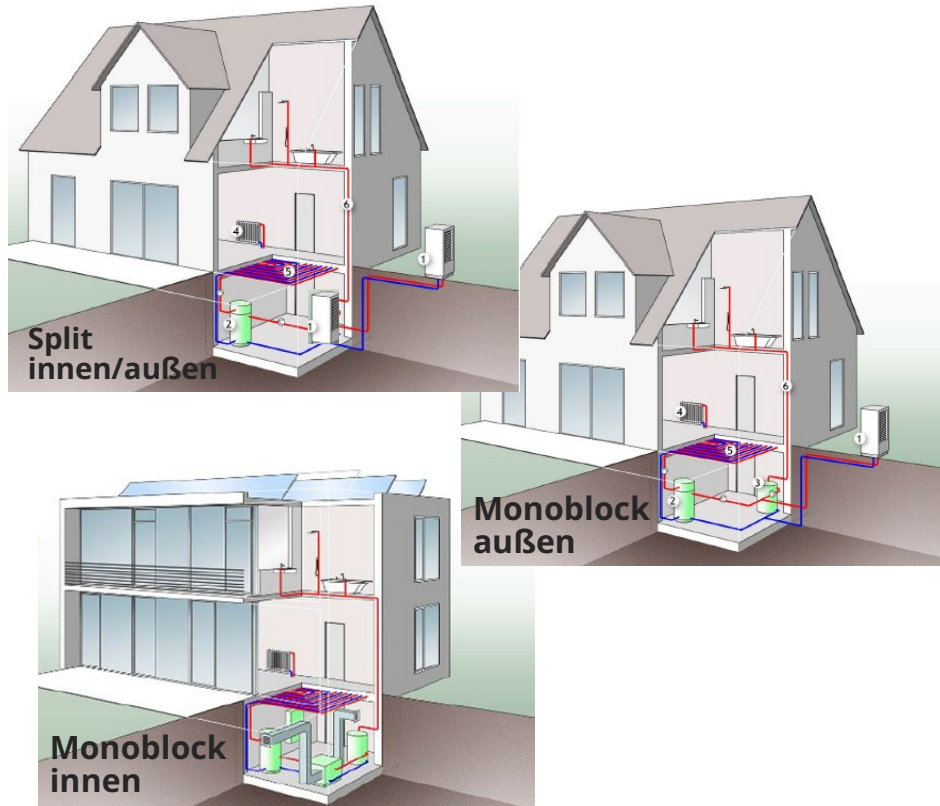
Monoblock
außen



Monoblock
innen

Quelltemperatur von Luft ist **jahreszeitabhängig (Außenluft)!**

Luft-Wasser-Wärmepumpe



Vorteile

- Kein **Genehmigungsverfahren**
- Ortsunabhängige **Verfügbarkeit**
- Einfache **Erschließung**
- Geringe **Investitionskosten**
- Einfach **nachrüstbar** bei Sanierung

Zu beachten

- Gesetzliche **Schallanforderung**
- Anforderung an **Aufstellort**
- **Kondensat-Anschluss** notwendig
- Notwendiger **Platzbedarf**

Luft-Wasser-Wärmepumpe **fast immer nachrüstbar!**

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Monoblock

Monoblock (Innen) Keller



Monoblock (Außen)



Luft-Wasser-Wärmepumpe: Monoblock

Monoblock (Innen) Dachspeicher



Monoblock (Außen) Reihenhaus



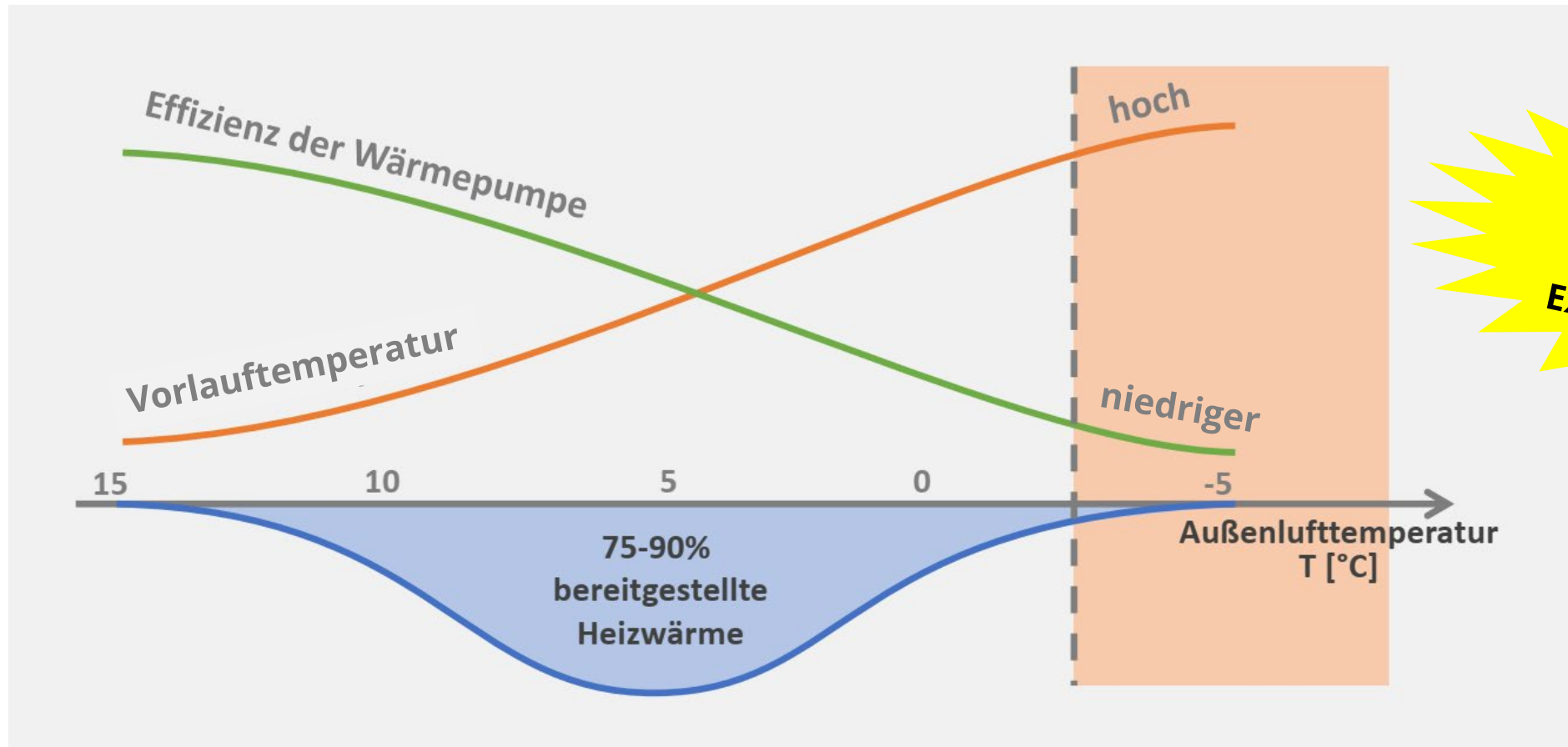
Luft-Wasser-Wärmepumpe: Split

Split-Wärmepumpe



4. Effizienz

Effizienz der Luft-Wasser-Wärmepumpe



Gesamteffizienz zählt - nicht die Effizienz bei Extremtemperatur!

Effizienz der Wärmepumpe über das gesamte Jahr ist entscheidend!

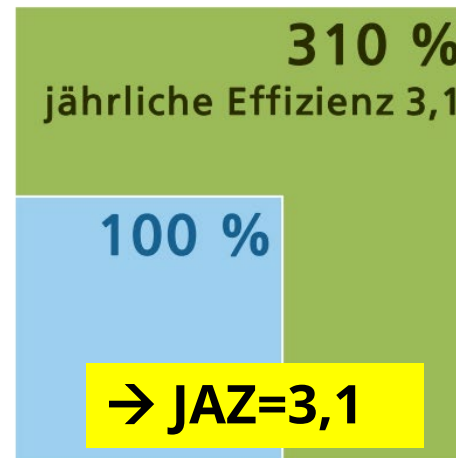
Effizienz der Wärmepumpe: Jahresarbeitszahl (JAZ)

JAZ=2 mit deutsch.
Strommix
→ ökologischer als
Heizen mit Gas!

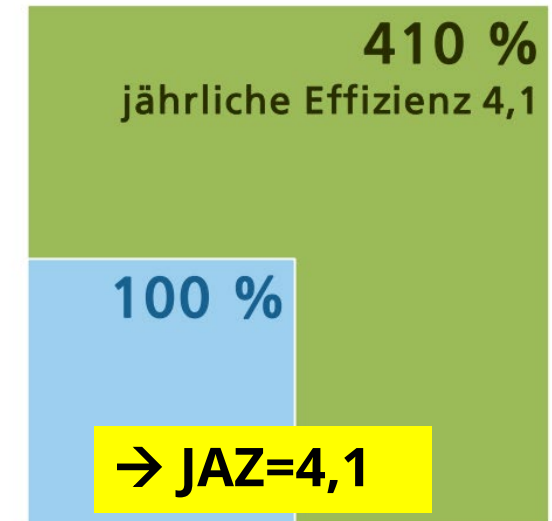
JAZ ist Maßstab für:

- effizienten Betrieb der WP
- im Gebäude
- über gesamtes Jahr

Luft/Wasser-
Wärmepumpen



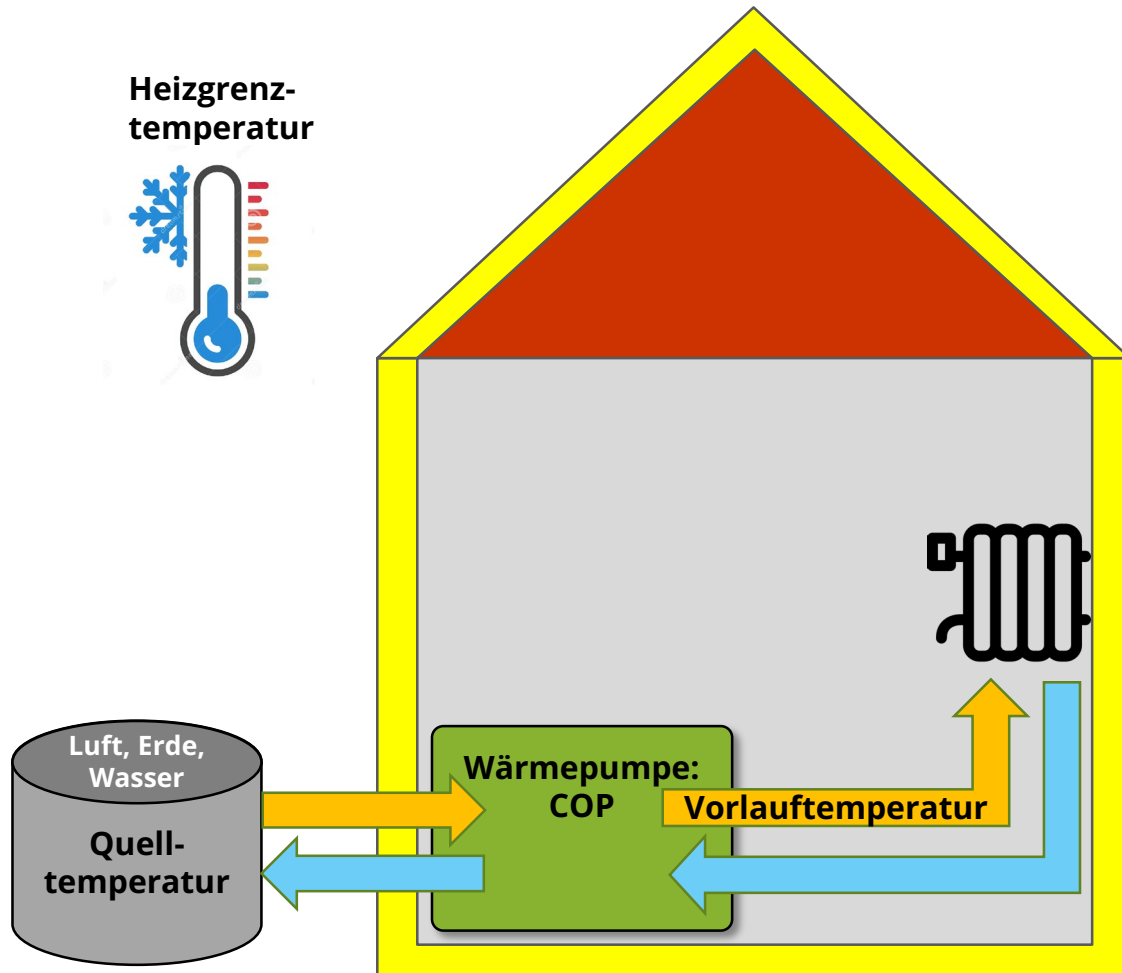
Sole/Wasser-
Wärmepumpen



■ Wärme
■ Strom
(Wärmepumpe)

Feldstudie zeigt: Wärmepumpen im Bestand funktionieren

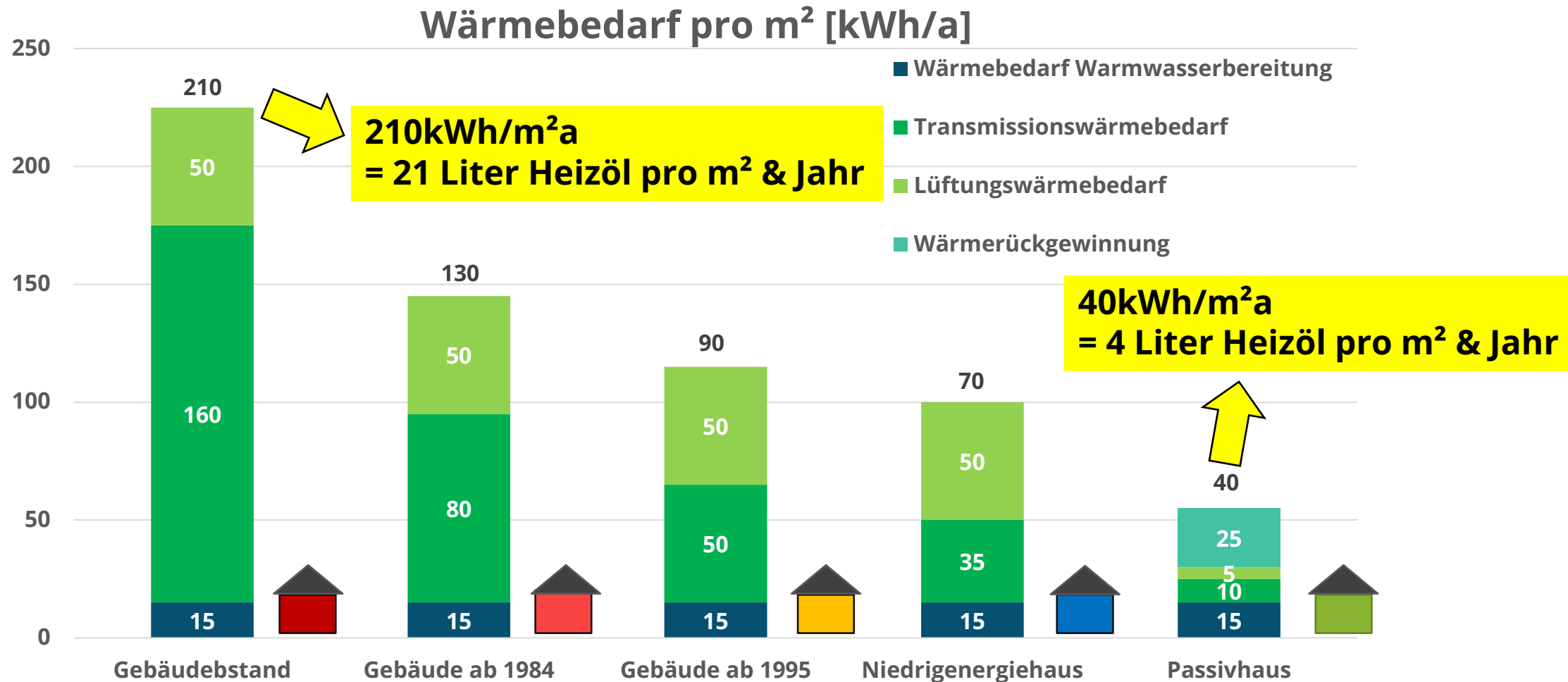
Effizienz der Wärmepumpe: Einflussfaktoren auf JAZ



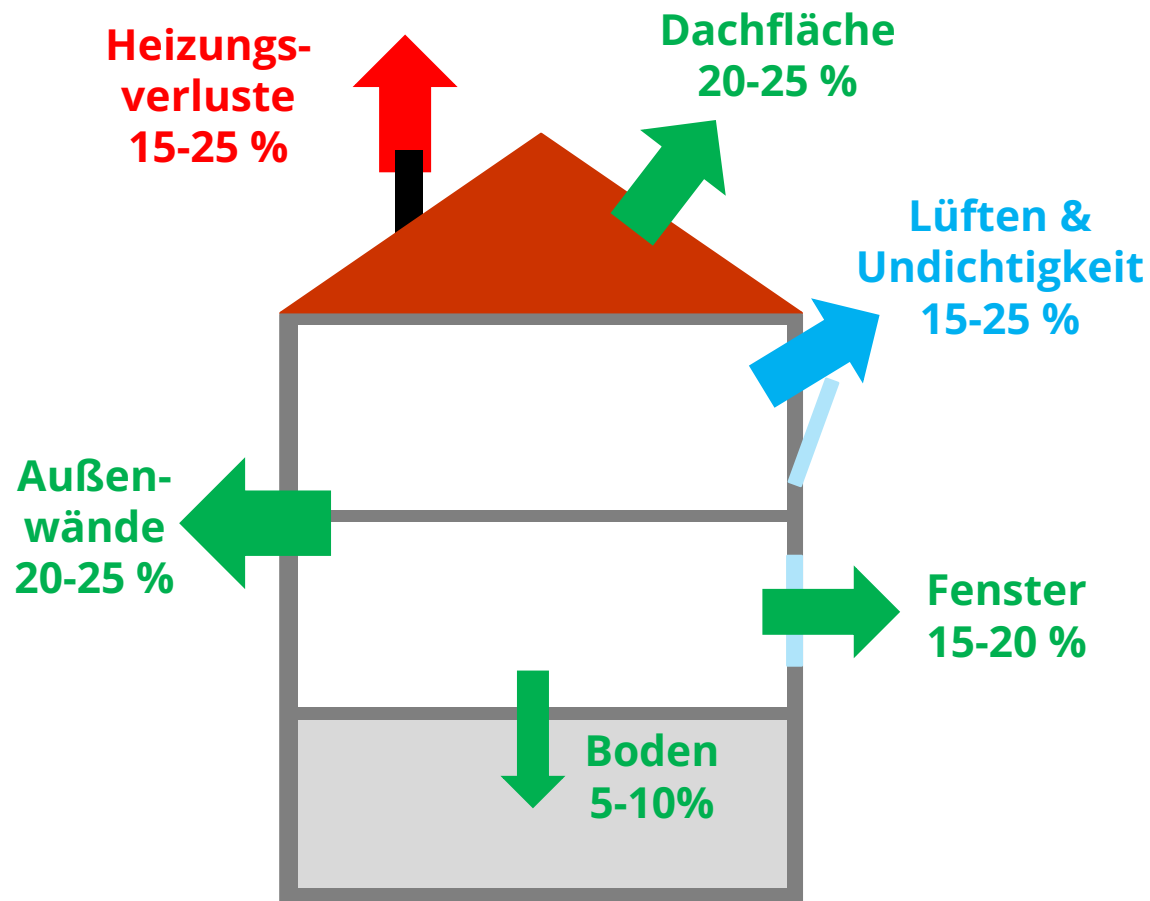
Quelle: Eigene Darstellung

- **COP - Coefficient Of Performance**
 - Laborwert: Wie effizient ist Wärmepumpe?
 - Vergleich von Wärmepumpen-Modellen
- **Vorlauftemperatur**
 - Abhängig von Heizfläche
 - Abhängig von Dämmzustand des Hauses
- **Heizgrenztemperatur**
 - Temperatur, bei der Heizsystem anschaltet
 - Abhängig von Dämmung:
 - 10 °C → Neubau → 186 Heiztage
 - 15 °C → durchschnittliches Haus → 261 Heiztage
 - 18 °C → schlecht gedämmtes Haus → 310 Heiztage
- **Quelltemperatur**
 - Abhängig von Wärmequelle Luft, Erde & Wasser

Effizienz der Gebäudehülle: Wärmebedarf



Effizienz der Gebäudehülle: Energieverluste



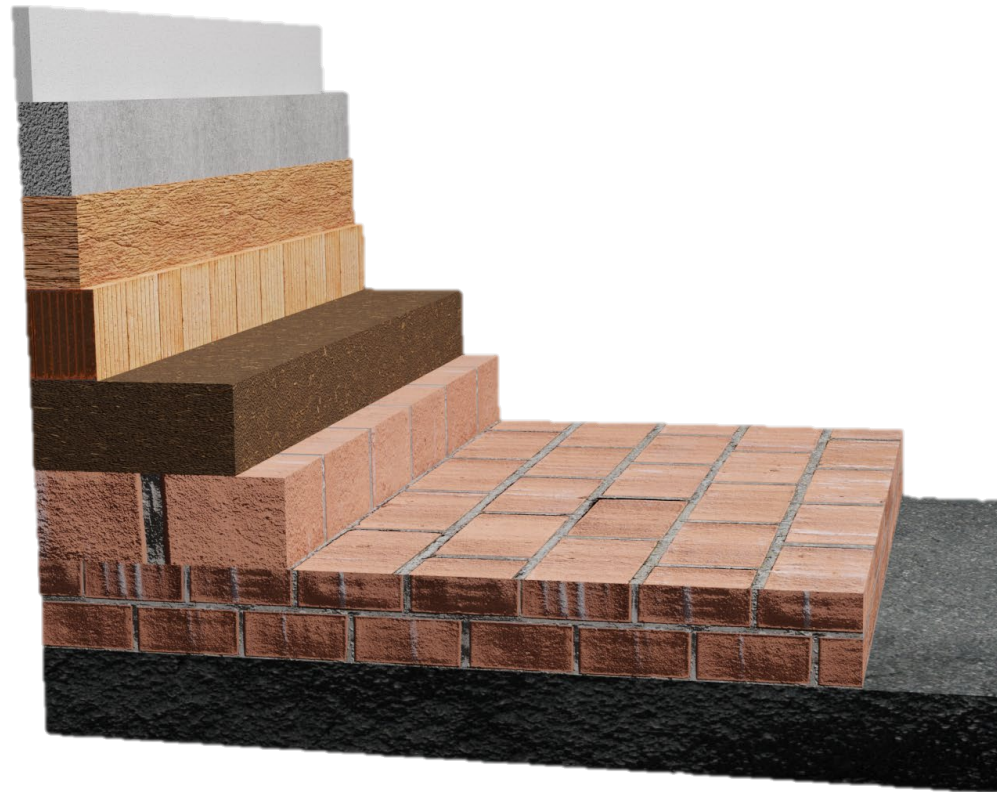
Es gibt drei Arten von Energieverlusten im Haus:

- **Transmission**
- **Lüftung**
- **Anlagentechnik**

Effizienz der Gebäudehülle: Dicke Wand = gute Dämmung?

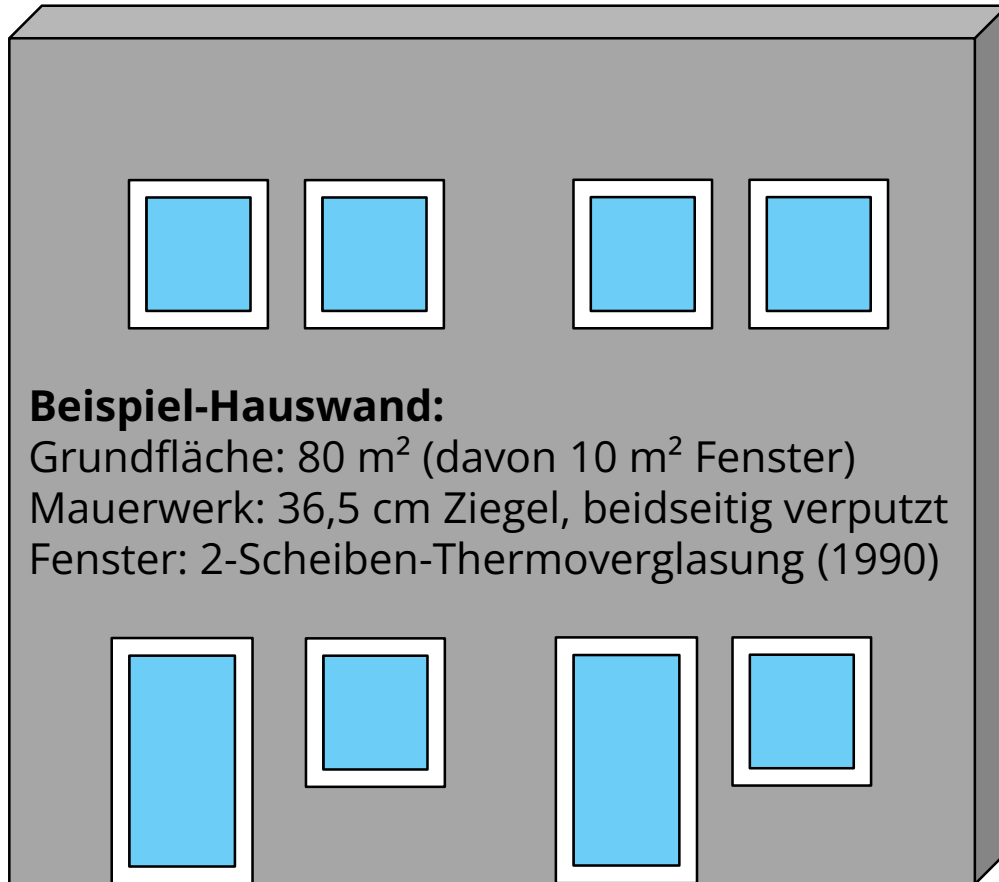
Gleiche Isolierleistung je Baustoff

Dämmstoff	2 cm
Leichtbetonsteine	6 cm
Nadelholz	6,5 cm
Porenziegel	8 cm
Strohlehm	23,5 cm
Hochlochziegel	29 cm
Klinker	90 cm
Massivbeton	105 cm



Massive (Hochlochziegel-)Wand ist keine Dämmung!

Effizienz der Gebäudehülle



Beispiel-Hauswand:

Grundfläche: 80 m² (davon 10 m² Fenster)
Mauerwerk: 36,5 cm Ziegel, beidseitig verputzt
Fenster: 2-Scheiben-Thermoverglasung (1990)

Hauswand unsaniert:

- Energieverlust: 14.000 kWh/Jahr
- 1.400 m³ Erdgas / 1.400 L Erdöl / 3.500 kWh Strom

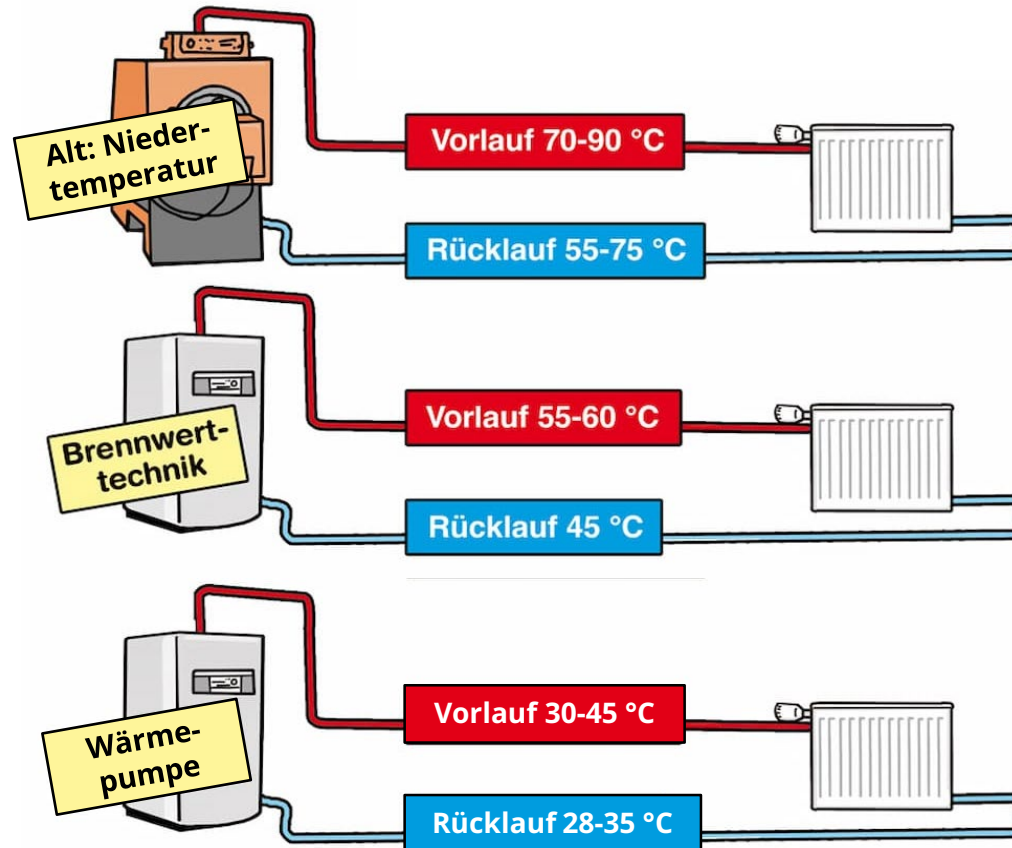
Hauswand saniert:

- Mauerwerk: **Dämmung 12 cm**
- Fenster: **3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung**
- Energieverlust: 2.200 kWh/Jahr
- 220 m³ Erdgas / 220 L Erdöl / 550 kWh Strom

- 84 %

Dämmen lohnt sich!

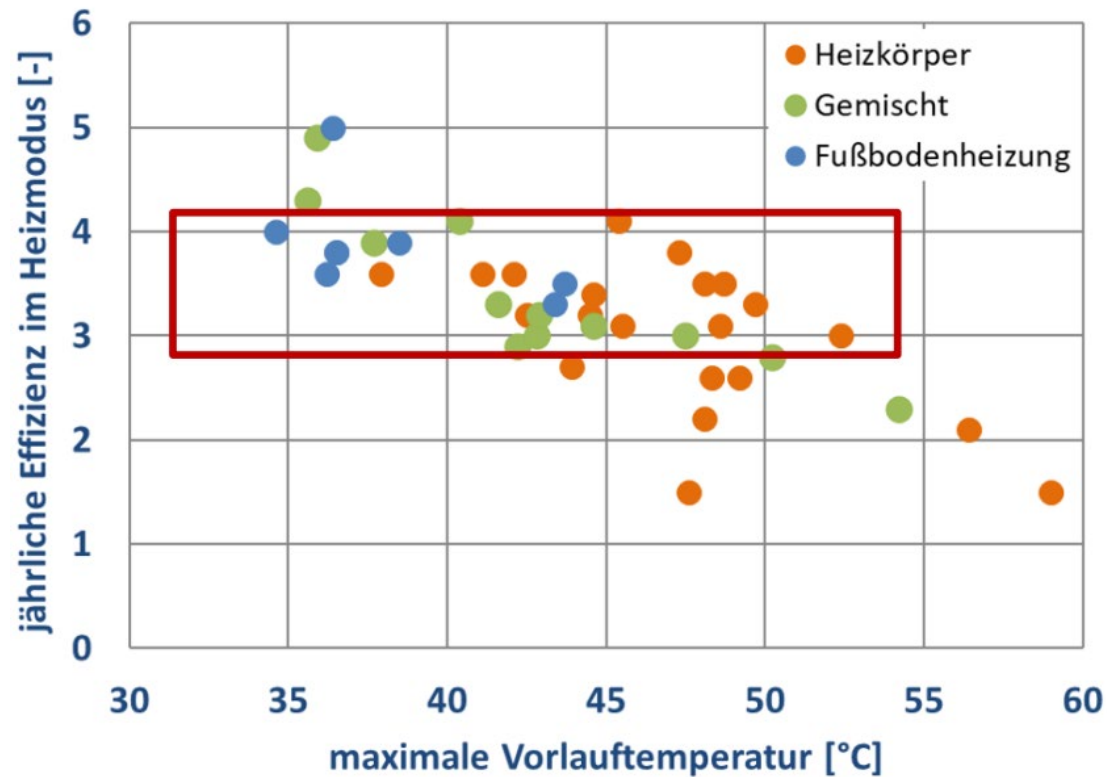
Vorlauftemperatur von Heizsystemen



VL-Temperatur oft höher eingestellt, als fürs Haus notwendig!

Je geringer die Vorlauftemperatur, desto geringer die Energieverluste!

Effizienz der Wärmeverteilung mit Wärmepumpe



- **JAZ abhängig von Vorlauftemperatur**
- Vorlauftemperatur abhängig von Wärmeverteilung

**JAZ von 3 - 4
auch mit
Heizkörpern im
Bestand möglich**

Wärmepumpe kann mit jedem Verteilsystem effizient betrieben werden!

Vorlauftemperatur senken: Ansätze

Auch bei
fossiler Heizung
gütig!

Vorlauftemperatur senken

- Hydraulischer Abgleich
- Heizkurvenoptimierung
- Austausch ungünstige Heizkörper
→ Niedertemperaturheizkörper
- Flächenheizung (Fußboden, Wand, Decke)
- Dämmung

Aufwand

gering

gering

mittel

groß

groß

Effizienz

++

++

+++

+++

++++

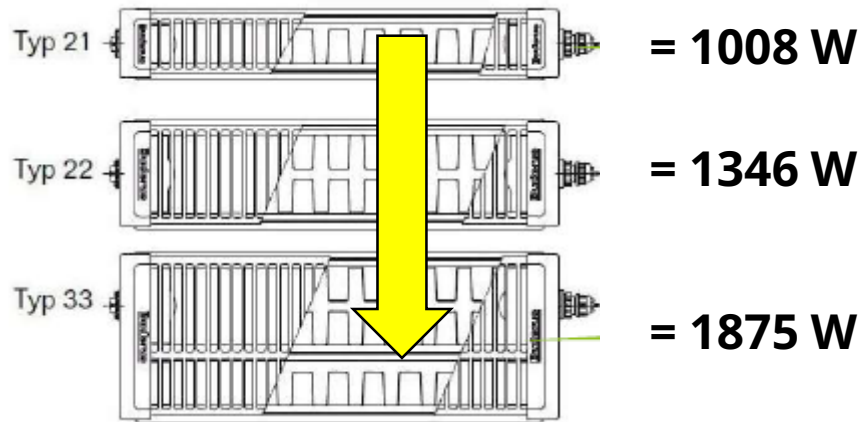
Je abgesenktes °C Vorlauf → Energiebedarf um ca. 2,5 % reduziert!

Vorlauftemperatur senken: Niedertemperaturheizkörper

Größere
Heizfläche
→ mehr Leistung

Einfachste Variante:

→ Heizkörper vergrößern



Letzte Möglichkeit:

→ Integrierte elektrische Lüfter
→ dadurch „virtuell“ größer



Tausch der schwächsten Heizkörper senkt gesamte Vorlauftemperatur!

5. Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit

**Wann amortisiert sich eine
Gasheizung?**

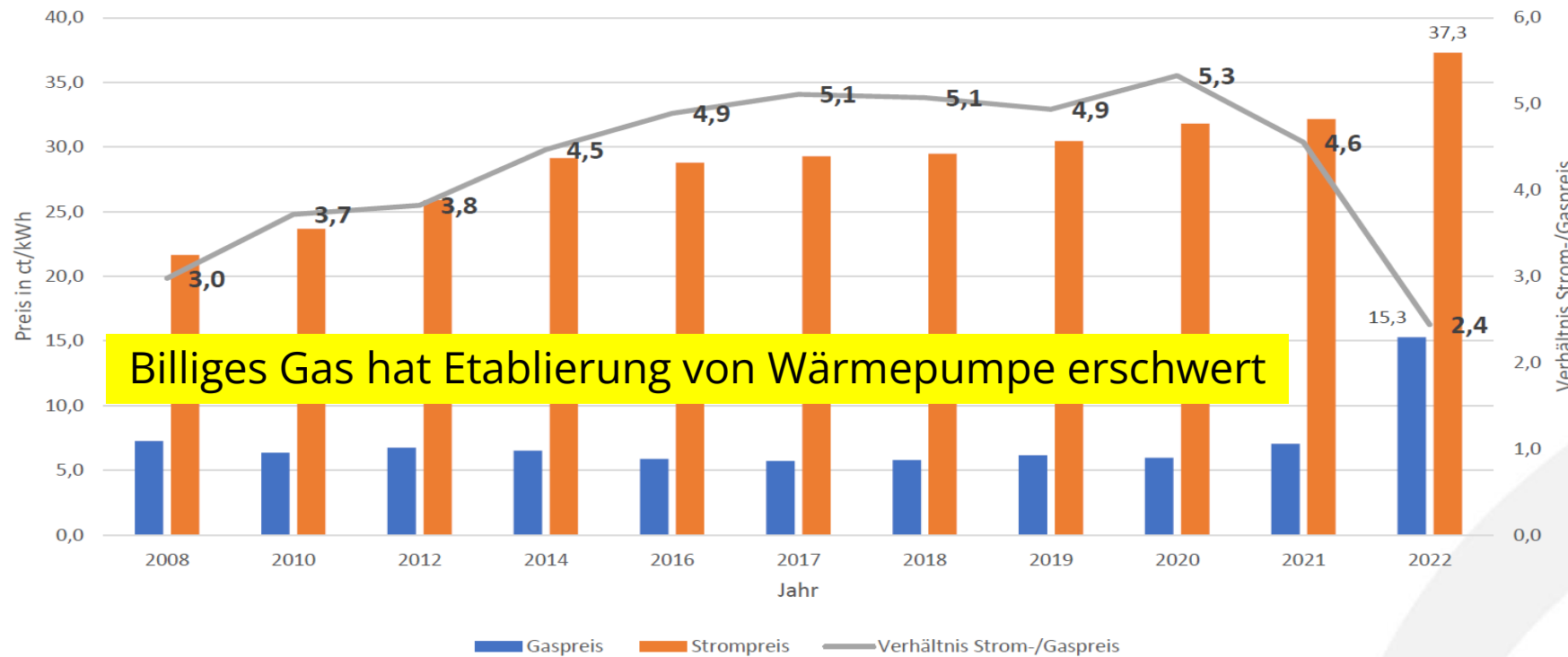
Effizienz & Wirtschaftlichkeit

Jede kWh Wärme,
die ***nicht*** durch die Fassade
verloren geht,
muss ***nicht*** aufwändig
erzeugt werden!

Das Gesamtsystem zählt - es ist nicht erstrebenswert, ineffizientes Gebäude mit effizienter Wärmepumpe zu beheizen.

Wirtschaftlichkeit: Erdgas oder Wärmepumpe?

Verhältnis Strom-/Gaspreis für Endkunden



Billiges Gas hat Etablierung von Wärmepumpe erschwert

Nicht berücksichtigt:

- CO₂-Steuer
- Eigener PV-Strom

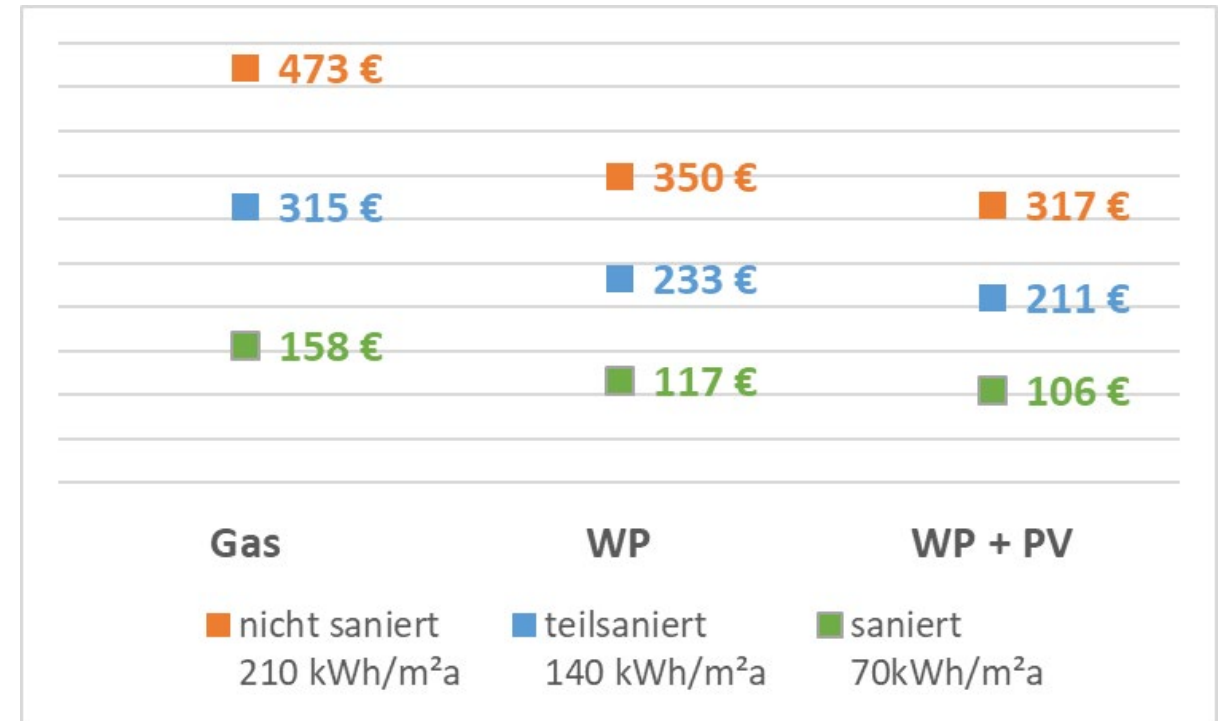
Strom/Gas-Verhältnis kleiner als JAZ → Wärmepumpe günstiger als Gasheizung

Wirtschaftlichkeit: Betriebskosten

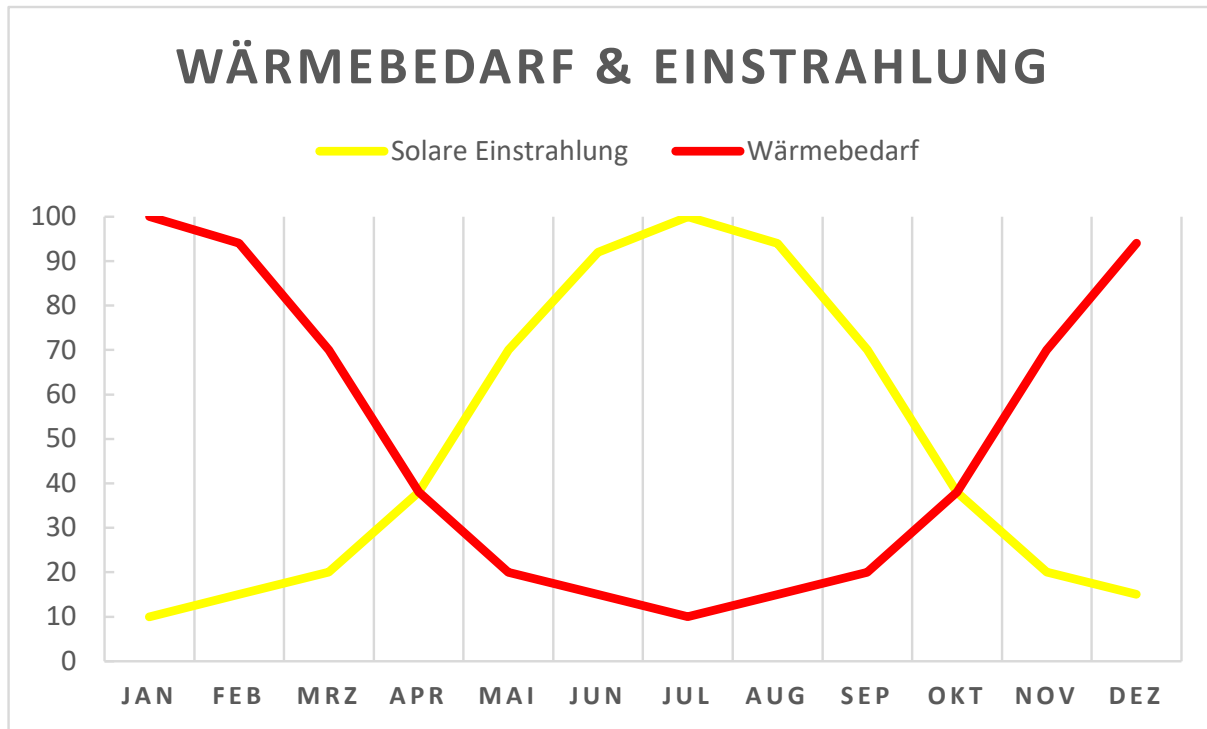
Eckdaten

Wohnfläche:	150 m ²
Gas:	0,18 EUR / kWh
Strom Netz:	0,40 EUR / kWh
Strom PV:	0,15 EUR / kWh
PV-Anteil:	15-25 %
WP JAZ:	3

Monatliche Heizkosten



Wärmepumpe und PV: Autarkie



- Ca. **15–25 % Abdeckung** des WP-Bedarfs normalerweise im Bestand mit PV möglich
- **Aber:** Je höher Sanierungsstand, desto höher PV Anteil

**z.B. EH 40:
deutlich
höherer PV-
Anteil**

Autarkie mit PV und Wärmepumpe gegenwärtig nicht möglich!

Wärmepumpe und PV: Beispielrechnung Autarkie



Anschlussleistung
Wärmepumpe:

5 kW

+



Anschlussleistung
PV-Anlage:

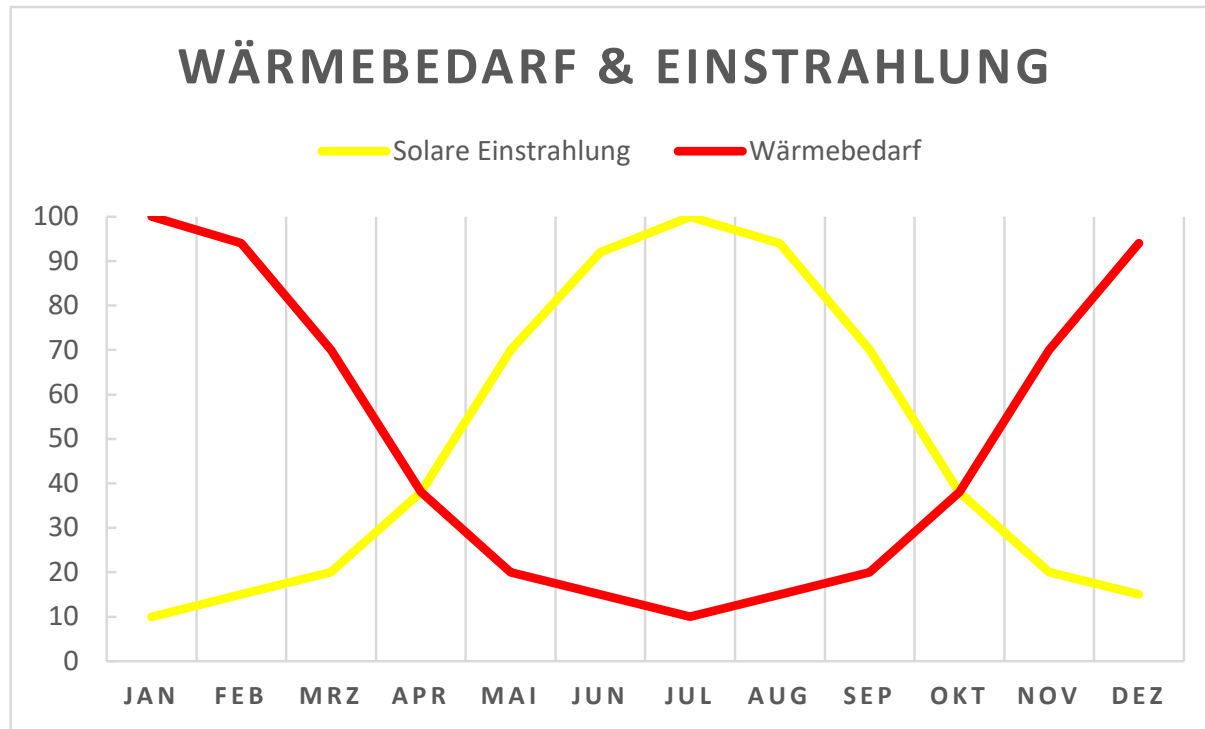
15 kWp

=

40 - 45%
Autarkie

Beispiel: WP Anschlussleistung x 3 = PV kWp → 40-45% Abdeckung

Wärmepumpe und PV: Wirtschaftlichkeit



PV-Stromkosten:

- **10-12 Cent/kWh**
- **konstant** für 30-40 Jahre
- Dauerhaft konkurrenzlos günstig!

**Die Sonne
stellt keine
Rechnung!**

**Wärmepumpe mit PV kombinieren → effektive Stromkostenreduktion
→ effektive CO₂-Reduktion**

Wärmepumpe Stromquellen

PV-Nutzung

- über Netzstromkreis nutzbar

Energiemanagment (Smart-Grid)

- PV-Überschüsse können tagsüber als Wärme im Haus gespeichert werden
→ Optimierung der Eigennutzungsquote

Wärmepumpentarif

- Zweiter Stromzähler notwendig
- Steuerbarer Verbraucher (Sperrzeiten möglich)
→ Grund für günstigeres Preisangebot
- Kaskadenschaltung notwendig

6. Beispielhäuser

Beispielhaus 1

Basisinfos	
Baujahr:	1981
Beschreibung:	Freistehendes Zweifamilienhaus mit einem Vollgeschoss sowie beheiztem Keller (Einliegerwohnung)
beheizte Fläche:	250 m ²
Energetischer Gebäudezustand:	
Originalzustand	Istzustand
Dach	Dach
Gebäude Wand	Gebäude Wand
Fenster	Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems	
Einbaujahr WP	2015
Wärmequelle WP	Außenluft
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe: RH, TWE Heizstab: RH (im Speicher), TWE (im Speicher) Kaminofen: RH
Wärmeübergabesystem	Mischsystem: 44 % FBH (KG, EG), 56 % Plattenheizkörper und FBH (KG, EG)

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019			
Spez. Heizwärmeverbrauch*	140 kWh/(m ² a)	JAZ 3 (WP & HS)	2,7
T_WP_Heizkreis: mittel	41,3 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	0 % / 1 %
T_WP_TWS-Beladung: mittel	46,8 °C	Wärmeanteil der WPA für TWE	7 %

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen	
Außenwand	Originalzustand
Fenster	Originalzustand
Dach	Originalzustand
Wärmeübergabesystem	Originalzustand
Wärmeerzeuger	2015: Austausch Ölkessel (Bj. 1981) durch Wärmepumpe

Kommentar
* Die Angabe des spez. Heizwärmeverbrauches bezieht sich nur auf die Wärmepumpenanlage. Der Kaminofen wird nach Auskunft der Bewohner während der Projektlaufzeit „nur sporadisch“ genutzt.

Beispielhaus 2

Basisinfos	
Baujahr:	1976
Beschreibung:	Doppelhaushälfte mit einem Vollgeschoss, beheiztem Dachgeschoss sowie teilweise beheiztem Keller
beheizte Fläche:	127 m ²
Energetischer Gebäudezustand:	
Originalzustand	Istzustand
Dach	Dach
Gebäude Wand	Gebäude Wand
Fenster	Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems	
Einbaujahr WP	2016
Wärmequelle WP	Außenluft
Wärmerzeuger	Wärmepumpe: RH, TWE Heizstab: RH (im Vorlauf), TWE (im Speicher) Kaminofen: RH
Wärmeübergabesystem	Mischsystem: 14 % Plattenheizkörper (KG), 86 % FBH (EG, DG)

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019			
Spez. Heizwärmeverbrauch*	120 kWh/(m ² a)	JAZ 3 (WP & HS)	3,5
T_WP_Heizkreis: mittel	33,1 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	1 % / 2 %
T_WP_TWS-Beladung: mittel	45,9 °C	Wärmeanteil der WPA für TWE	19 %

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen	
Außenwand	Originalzustand, außer Vorbau im EG: 2019: 200 mm Dämmung (außen)
Fenster	Originalzustand
Dach	2017: 120 mm Dämmung (GW)
Wärmeübergabesystem	2017: Austausch Plattenheizkörper, Einbau FBH
Wärmeerzeuger	2016: Austausch Gaskessel durch Wärmepumpe

Kommentar
* Die Angabe des spez. Heizwärmeverbrauches bezieht sich nur auf die Wärmepumpenanlage. Der Kaminofen, der in der Garage eingebaut ist und über den senkrechten Durchzug Wohn-/Esszimmer (EG) und Schlafzimmer (DG) mit beheizen kann, wird nach Angabe der Bewohner „an Wochenenden genutzt“ und hat von Herbst 2018 bis Mitte Januar 2019 2,5 Raummeter Holz verbraucht.

Beispielhaus 3

Basisinfos

Baujahr: 1976

Beschreibung: Freistehendes Einfamilienhaus mit einem Vollgeschoss sowie beheiztem Dachgeschoss

beheizte Fläche: 282 m²

Energetischer Gebäudezustand:

Originalzustand		Istzustand	
Gebäude	Dach	Gebäude	Dach
	Wand		Wand
	Fenster		Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems

Einbaujahr WP	2013
Wärmequelle WP	Außenluft
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe: RH, TWE Heizstab: RH (im Speicher), TWE (im Speicher)
Wärmeübergabesystem	Mischsystem: 77 % Heizkörper (EG, DG, KG), 9 % FBH (EG), 13 % Heizkörper und FBH (EG); Heizkörper sind teils Platten- und teils Gliederheizkörper

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019

Spez. Heizwärmeverbrauch	99 kWh/(m ² a)	JAZ 3 (WP & HS)	2,9
T_WP_Heizkreis: mittel	39,5 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	0 % / 0 %
T_WP_TWS-Beladung: mittel	43,9 °C	Wärmeanteil der WPA für TWE	24 %

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

Außenwand	Originalzustand
Fenster	2-fach-Verglasung (Wärmeschutz)
Dach	1996: 140 mm Zwischensparrendämmung (PS); Oberste Geschossdecke: 40 mm Dämmung (PS)
Wärmeübergabesystem	Originalzustand
Wärmeerzeuger	2013: Austausch Öl-/ Holzkessel (Bj. 1976) durch Wärmepumpe

Kommentar

7. Förderung

Förderung

(Stand: 18.10.2022)

Heizungstauschbonus:

- Ölheizung
- Gasheizung
- 20 Jahre alt

Wärmepumpenbonus:

- Erd-Wärmepumpe
- Grundwasser-Wärmepumpe

Einzelmaßnahmen Zuschuss	Zuschuss	iSFP- Bonus	Heizungs- tausch- Bonus	Wärme- pumpen- Bonus	Max. Förder- satz	Fach- planung
Solarthermie	25 %				25 %	50 %
Biomasse	10 %		10 %		20 %	
Wärmepumpe	25 %		10 %	5 %	40 %	
Innovative Heizungstechnik	25 %		10 %		35 %	
EE-Hybrid ohne Biomasseheizung	25 %		10 %	5 %	40 %	
EE-Hybrid mit Biomasseheizung	20 %		10 %	5 %	35 %	

8. Häufige Fragen

Auslegungstemperatur der Wärmepumpe

Was sagt die DIN 12831:

- Wärmepumpe muss bei -15°C Außentemperatur Haus auf $+20^{\circ}\text{C}$ heizen

Was sagt die Statistik und Physik zur Auslegungstemperatur:

- **Klimawandel** verschiebt Auslegungstemperatur weiter nach oben
- Statistik: -15°C an 10 Tagen in 20 Jahren: $10 \text{ Tage} / 7300 \text{ Tage} = \mathbf{0,137\% \text{ Anteil}}$
- **Interne Wärmegewinne** im Haus (elektr. Geräte, Sonne, Bewohner etc.) nicht berücksichtigt
- **Überdimensionierung** der Heizkörper (Einbau per „Pi mal Daumen“)

→ Wärmepumpe etwas kleiner auslegbar als Berechnung vorgibt!
→ Auslegungstemperatur ohne Komforteinbußen um $2\text{-}3^{\circ}\text{C}$ erhöhen!

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Abstandsregelung

Abstand zur Grundstücksgrenze

- 3m Abstand eigene Gebäude zu Nachbargrundstück
- Gehört Wärmepumpe zum Gebäude?
 - Unterschiedliche Gerichtsurteile
 - Gesellschaftliche Notwendigkeit gegeben!

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Lautstärke

Maßnahmen zur Schallreduzierung

- Aufstellung **Richtung Straße**
- **Nicht zwischen Mauern**
- **Innenaufstellung** (Monoblock)
- **Schallschutzhauben**
- **Leise Geräte**
- Abstand zum Nachbarn
- Im Vorfeld **mit Nachbarn sprechen**

Berechnung mit Tool des BWP:

www.waermepumpe.de/schallrechner/

Art des Gebiets nach Bauverordnung	Lautstärkegrenze Tag (ab 6:00 Uhr)	Lautstärkegrenze Nacht (ab 22:00 Uhr)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Allg. Wohngebiete & Kleinsiedlungen	55 dB(A)	40 dB(A)
Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)



Komplexität des Heizsystems

... weniger Investition

... weniger Regelung

Komplexität
niedrig ...

... weniger Defekte

... weniger Wartung

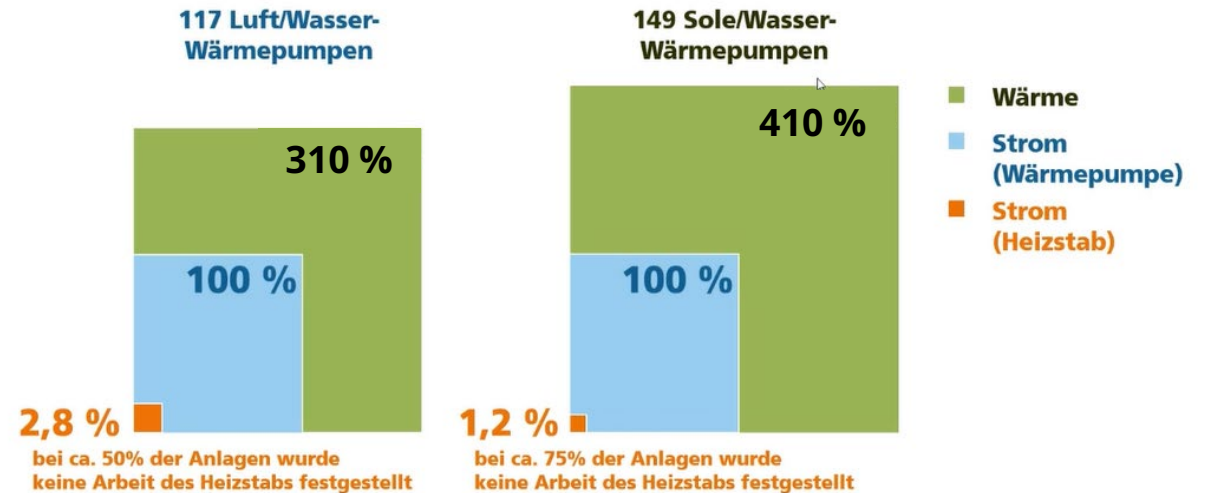
... weniger „Energiefresser“

**Planung: Wärmepumpensystem so einfach wie möglich
und nur so komplex wie notwendig.**

Elektrische Heizstäbe

- Elektrischer Heizstab hat bestenfalls „JAZ = 1“
- Oft überhaupt **nicht in Gebrauch**
- Investitionskosten ca. 1000-2000 EUR

Wie oft arbeiten Heizstäbe?



Effizienz der Wärmepumpe bei $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bei z.B. Faktor 2 (statt 3)
→ Heizstab bei moderner Wärmepumpe nicht zwingend notwendig

Pufferspeicher

Pro

- Hydraulische Weiche: Trennung von Erzeuger- und Verbraucherkreis
- Gegebenenfalls notwendig für Warmwassererzeugung
- Nachtstromtarif nutzen / Sperrzeiten überbrücken
- PV-Strom als Warmwasser speichern

Contra

- Zusätzliche Komponente mit Energieverlust
- Mehrkosten für Anschaffung des Pufferspeichers
- Zusätzliche Komplexität

Pufferspeicher **so klein wie möglich!**

9. Fazit

Fazit: Wärmepumpe

**Wärmepumpe
funktioniert bei
Minusgraden!**

**Im Winter muss
man mit
Wärmepumpe nicht
frieren!**

**Wärmepumpe im
ungedämmten Haus
möglich, aber selten
sinnvoll!**

**Wärmepumpe auch
ohne
Fußbodenheizung
möglich!**

Aus technischer Sicht spricht wenig gegen den Einsatz einer Wärmepumpe!

Fazit: Wärmepumpe

**Bei JAZ = 2 mit
deutschem Strommix
bereits ökologischer
als Heizen mit Gas!**

**Ist mit Strom heizen
teuer?
Kommt auf JAZ und
Gebäudehülle an!**

Stromquellen:

- Dach-PV
- Windkraft
- Netz-Strommix
(50 % erneuerbar)

**Wärmepumpe nutzt
Strom sehr effektiv
→ keine
Stromheizung!**

**Wärmepumpe reduziert effektiv CO₂-Emissionen.
→ Bei sinnvollem Einsatz (Dämmung!) wird der Geldbeutel geschont.**

10. Wie geht's weiter?

Wie geht's weiter?

Machen Sie selbst den Wärmepumpentest!

1. Voraussetzung: Geeignete Klimabedingungen, **konstant (kalte) Außentemperaturen** (Novembertag ohne Sonne)
2. **Heizungspumpendrehzahl rauf** (höchste mögliche Stufe)
3. **Nachtabsenkung abschalten**
4. **Heizkörper voll aufdrehen**
5. **24 Stunden warten** – Raumtemperaturentwicklung beobachten
6. **Heizkurve schrittweise absenken**, bis gewünschte Raumtemperatur noch erreicht wird. Nach jedem Schritt mind. 24 Stunden beobachten.
7. **Zieltemperatur: 21 °C** in Wohnräumen ausreichend!
8. **Absenkung im laufenden Betrieb** nur durch Betreiber*in möglich.

VL-Temperatur kleiner 50 °C → Gute Basis für Einsatz von Wärmepumpe

Kontakt

Martin Knaus

Energieberater

Telefon: 089 / 277 8089 -17

E-Mail: martin.knaus@ea-ebe-m.de

Martin Handke

Energieberater

Telefon: 089 / 277 8089 -15

E-Mail: martin.handke@ea-ebe-m.de

Energieagentur Ebersberg-München gGmbH

Altstadtpassage 4 . 85560 Ebersberg

Münchener Straße 14 . 85540 Haar

Münchner Straße 72 . 85774 Unterföhring

Stand: 29.11.2022