



Wärmepumpe im Bestand

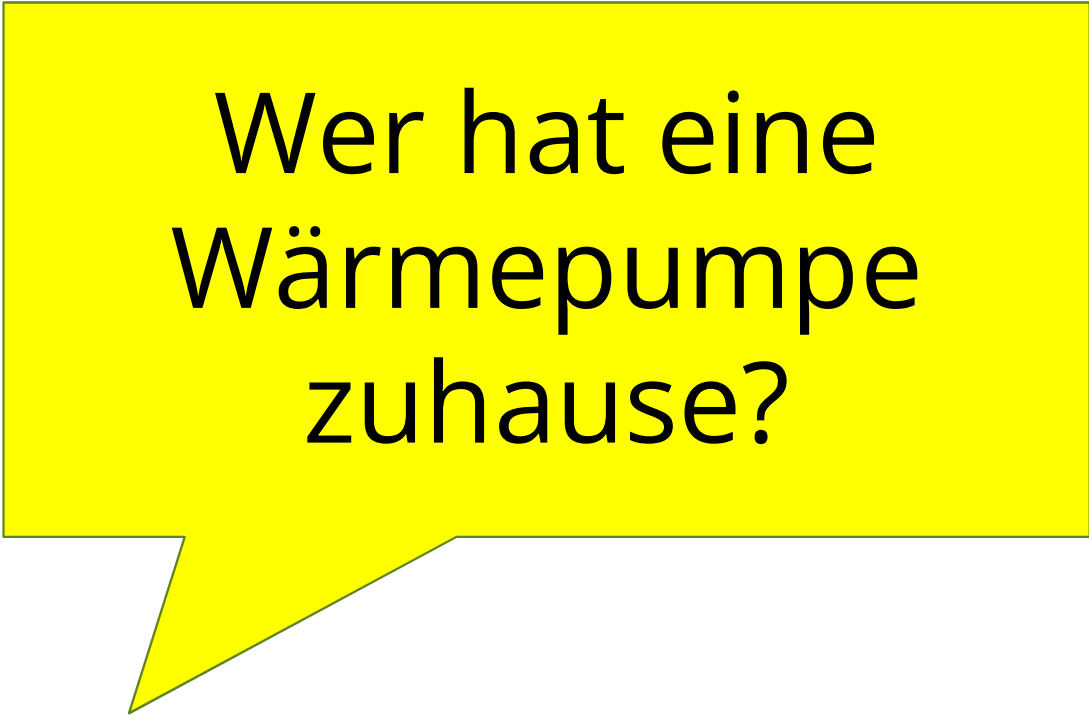
Wie rüste ich meine Haus mit einer Wärmepumpe aus

Vorstellung



Martin Knaus

Frage ans Publikum:

A yellow speech bubble with a black outline, containing the text 'Wer hat eine Wärmepumpe zuhause?'. The bubble has a tail pointing towards the bottom-left corner.

Wer hat eine
Wärmepumpe
zuhause?

Kapitel

1. Bund & 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 & Realität

Was ist vom Bund geplant?

GIPFEL MIT BRANCHENVERTRETEREN

Habeck will 500.000 neue Wärmepumpen im Jahr

VON JULIA LÖHR, BERLIN - AKTUALISIERT AM 29.06.2022 - 14:55

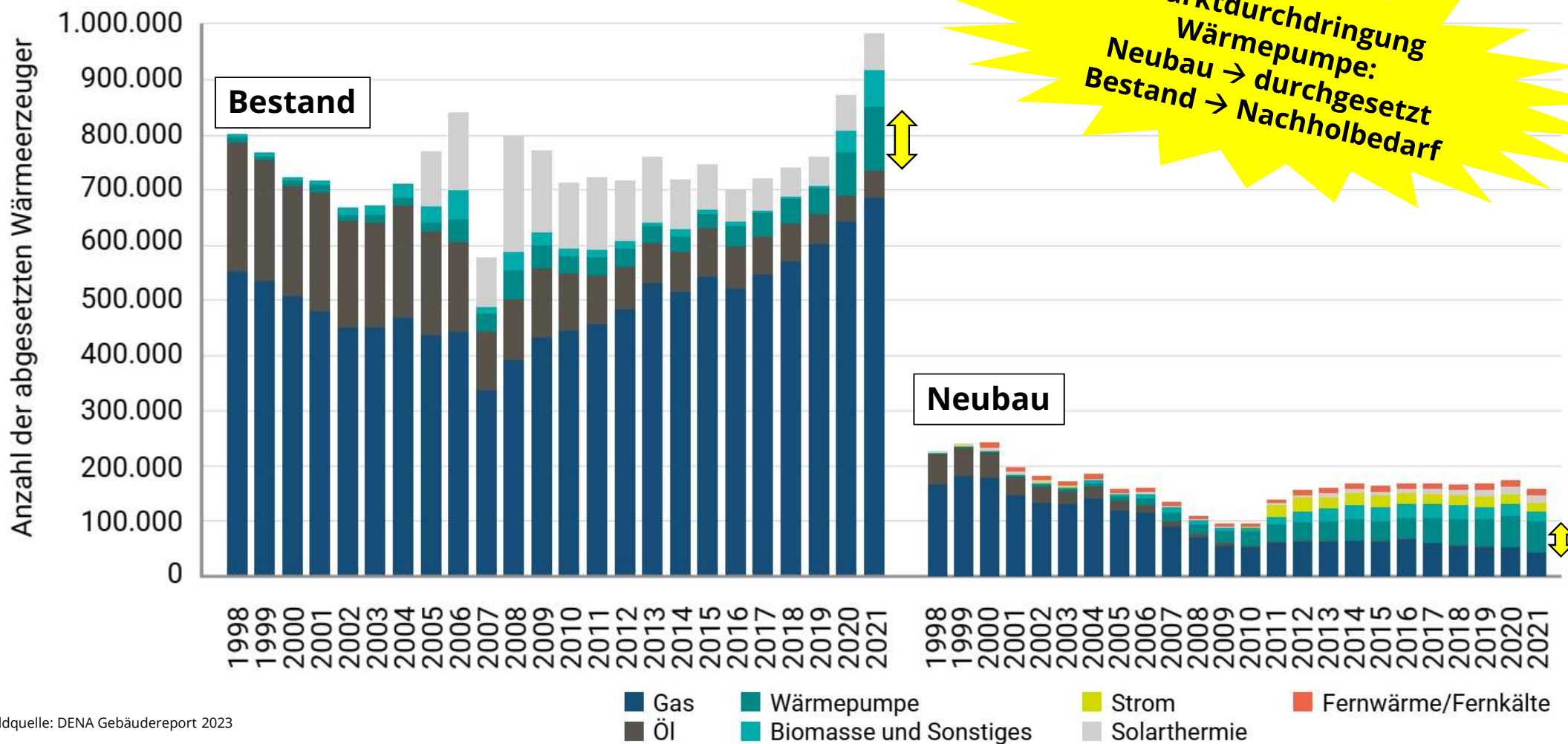


500.000 neue Stromheizungen sollen schon bald jährlich installiert werden. Doch der Weg zum klimaneutralen Heizen ist noch weit.

- Koalitionsvertrag: **65 % Erneuerbare-Energien-Anteil** für neue Heizungen ab 2024

Keine Heizöl- und Erdgas-Heizungen ab 2024 erlaubt!

Was ist die Realität?



2. Vorurteile

2. 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?

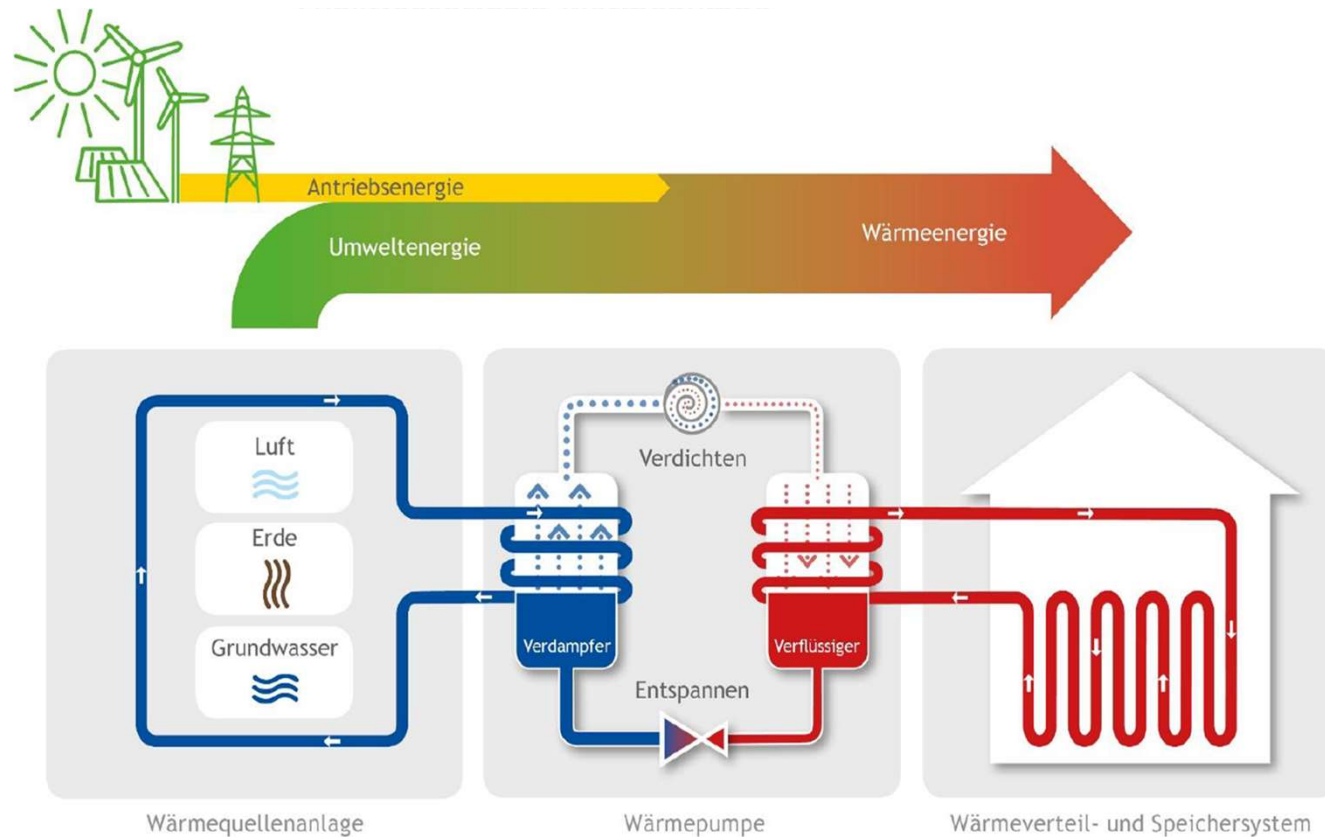
Ist mit Strom heizen nicht zu teuer?

Woher soll der ganze Strom kommen?

Ist Wärmepumpe eine Stromheizung?

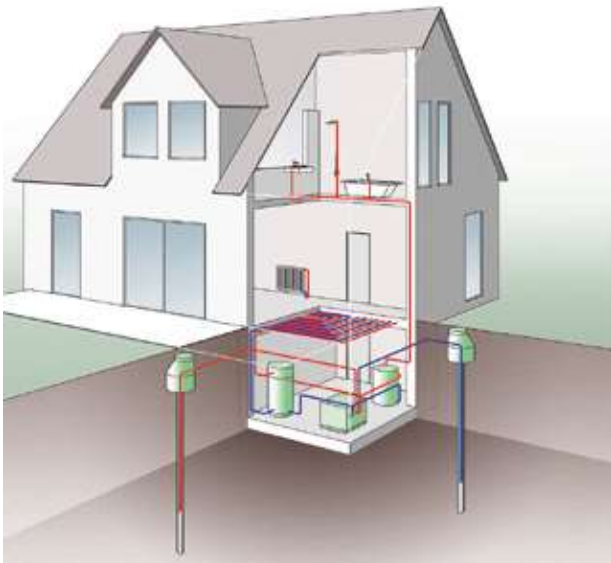
3. Technologie

Funktionsweise Wärmepumpe

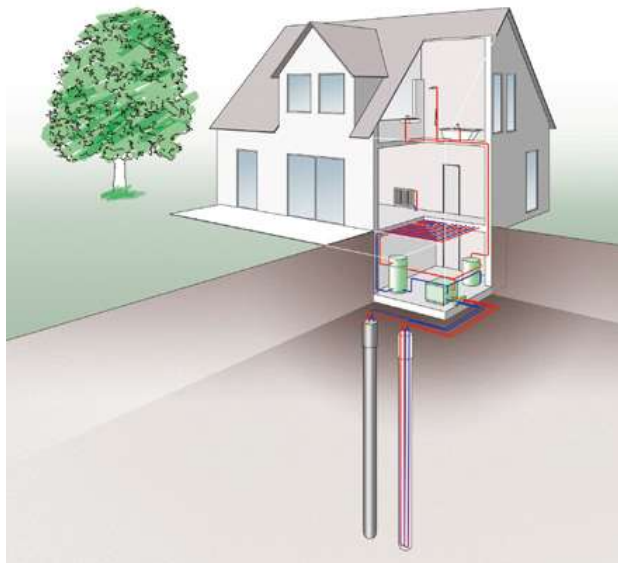


Wärmepumpe fängt **kostenlose Umweltenergie** effektiv ein!

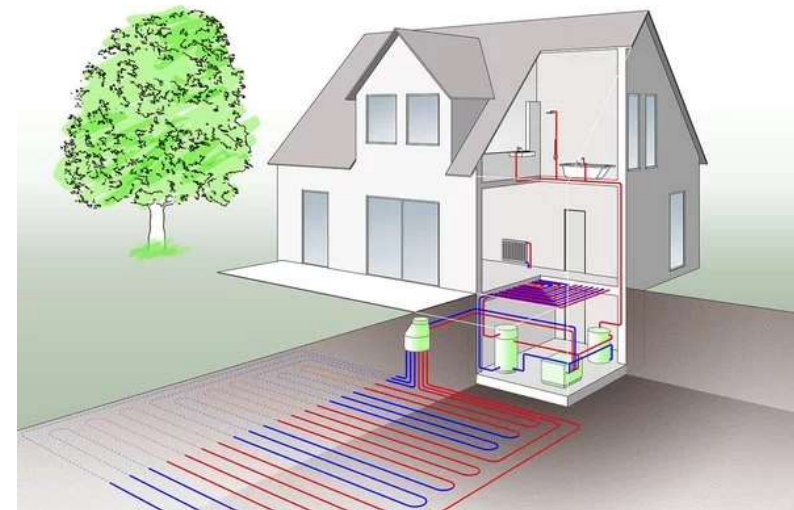
Grundwasser- & Erd-Sole-Wärmepumpe



Grundwasser



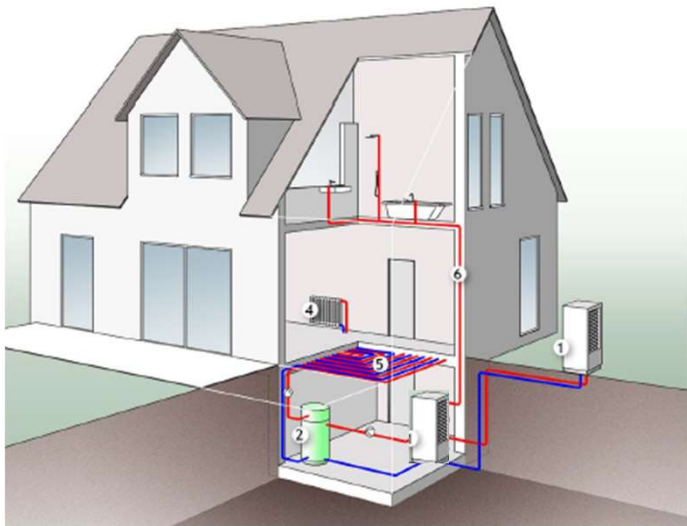
Erdwärme-Sonde



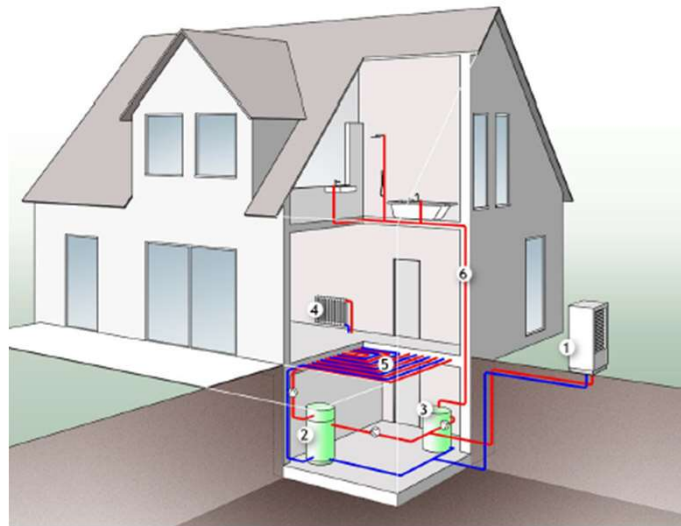
Erdwärme-Kollektor

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

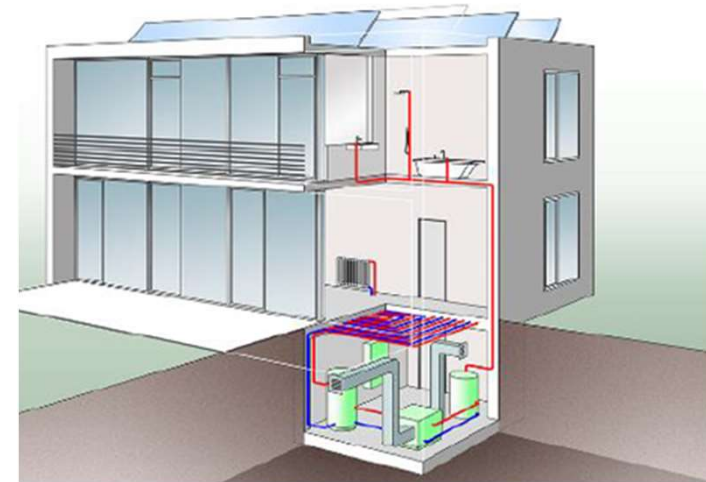
Fokus des Vortrags: Luft-Wasser-Wärmepumpe



Split
innen/außen



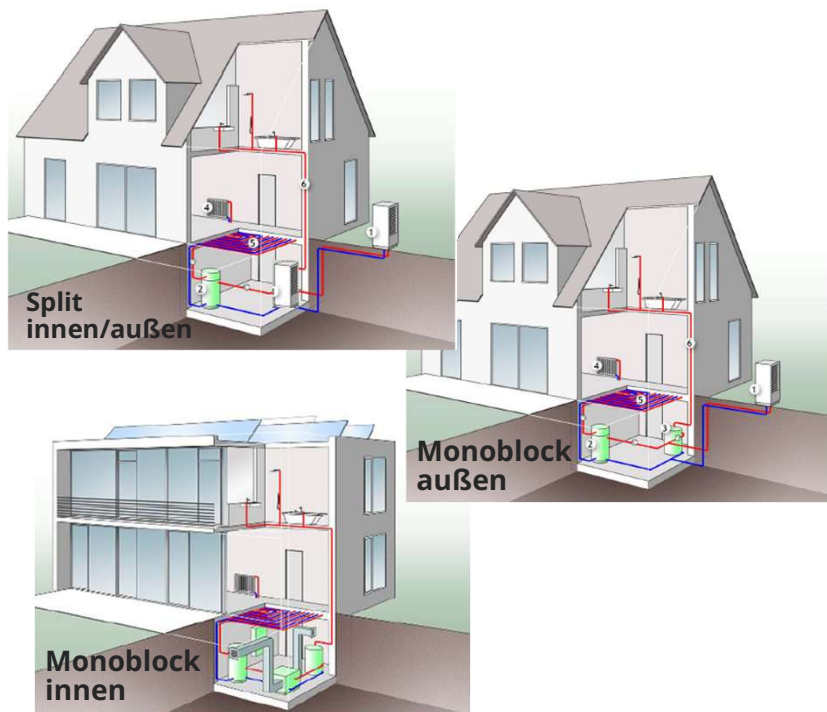
Monoblock
außen



Monoblock
innen

Quellentemperatur 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**
- Notwendiger **Platzbedarf**

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

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Monoblock

Monoblock (Innen) Keller

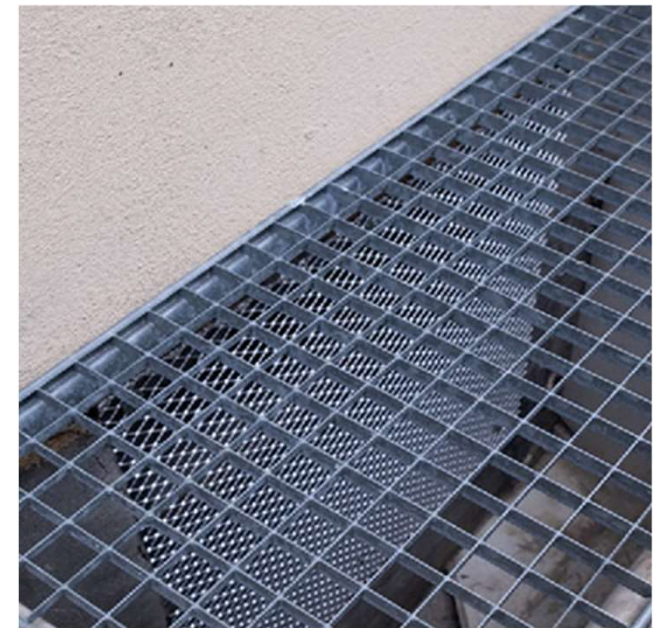


Monoblock (Innen) Dachspeicher



Luft-Wasser-Wärmepumpe: Monoblock

Monoblock (Innen) Keller über Lichtschacht



Luft-Wasser-Wärmepumpe: Monoblock

Monoblock (Außen)



Monoblock (Außen) Reihenhaus



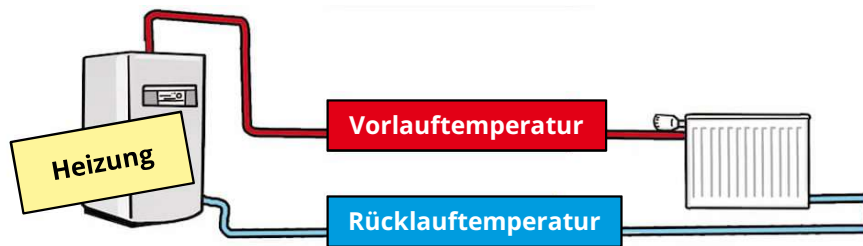
Luft-Wasser-Wärmepumpe: Split

Split-Wärmepumpe



4. Effizienz

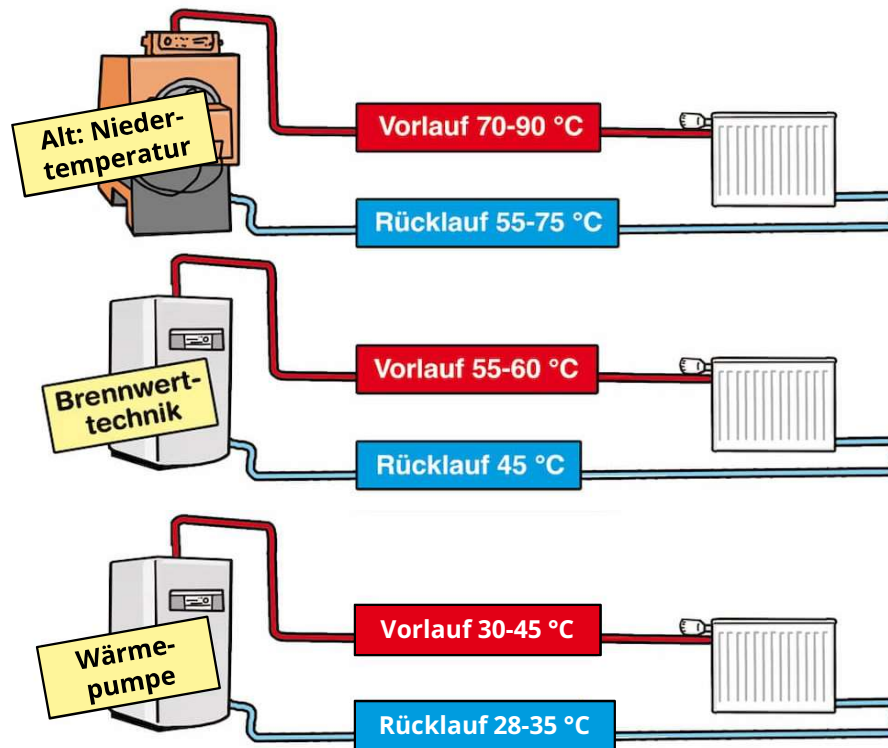
Begriffsbestimmung: Vorlauftemperatur



Vorlauftemperatur ist
von aktueller
Außentemperatur und
des Dämmzustandes des
Hauses abhängig

**Vorlauftemperatur:
Heizwassertemperatur, die in den Heizkreislauf eingeleitet wird**

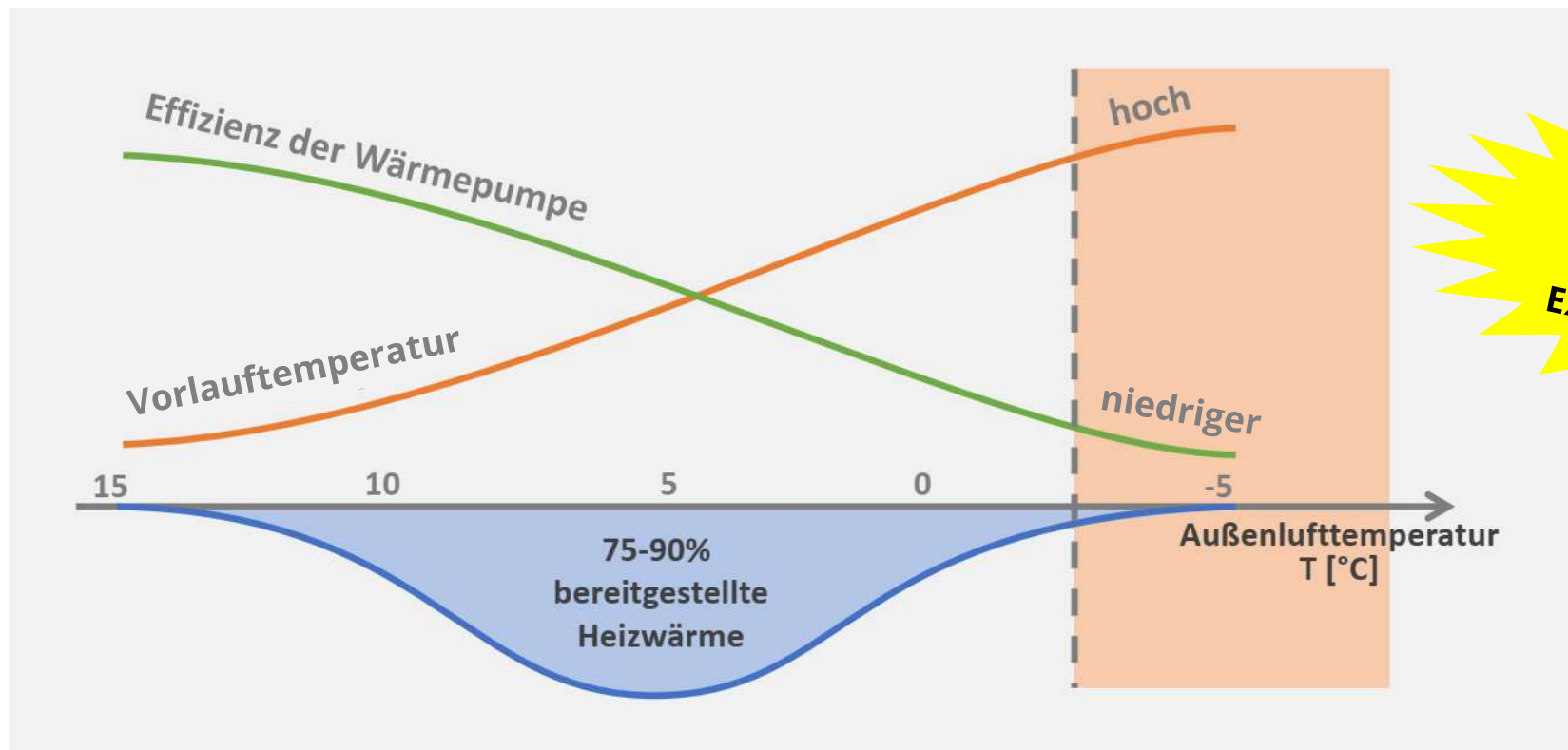
Vorlauftemperatur von Heizsystemen



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

Je geringer die Vorlauftemperatur, desto geringer die Energieverluste!

Effizienz der Luft-Wasser-Wärmepumpe



Gesamteffizienz zählt - nicht die Effizienz bei Extremtemperatur!

Effizienz der Wärmepumpe über das gesamte Jahr ist entscheidend!

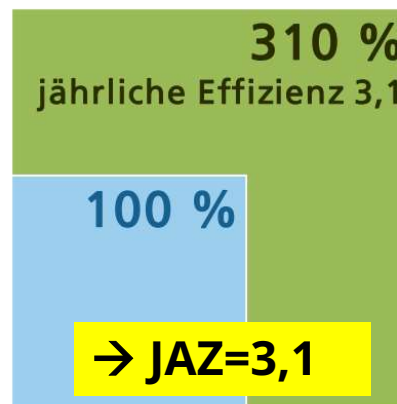
Effizienz der Wärmepumpe: Jahresarbeitszahl (JAZ)

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

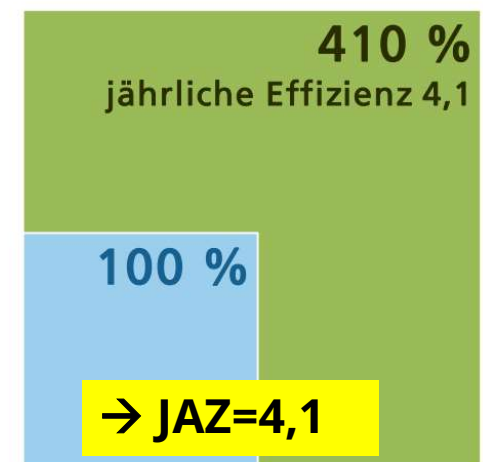
JAZ ist Maßstab für:

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

Luft/Wasser-
Wärmepumpen



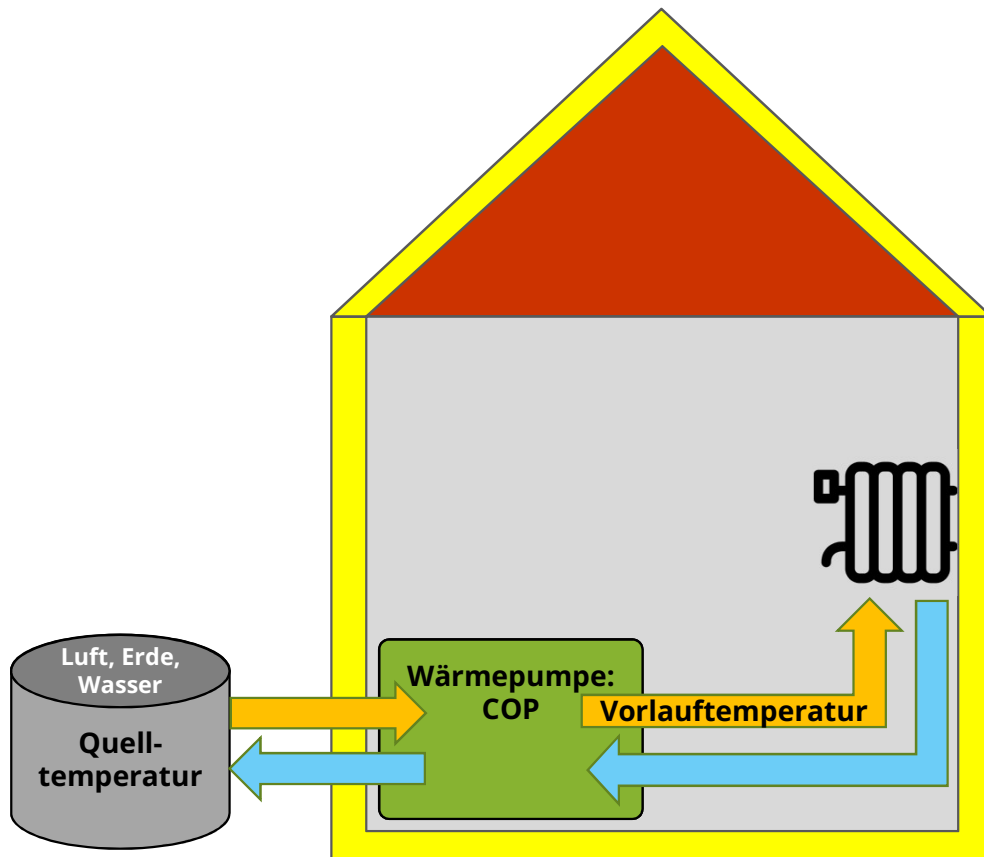
Sole/Wasser-
Wärmepumpen



■ Wärme
■ Strom
(Wärmepumpe)

Feldstudie zeigt: Wärmepumpen im Bestand funktionieren

Effizienz der Wärmepumpe: Einflussfaktoren auf JAZ



Quelle: Eigene Darstellung

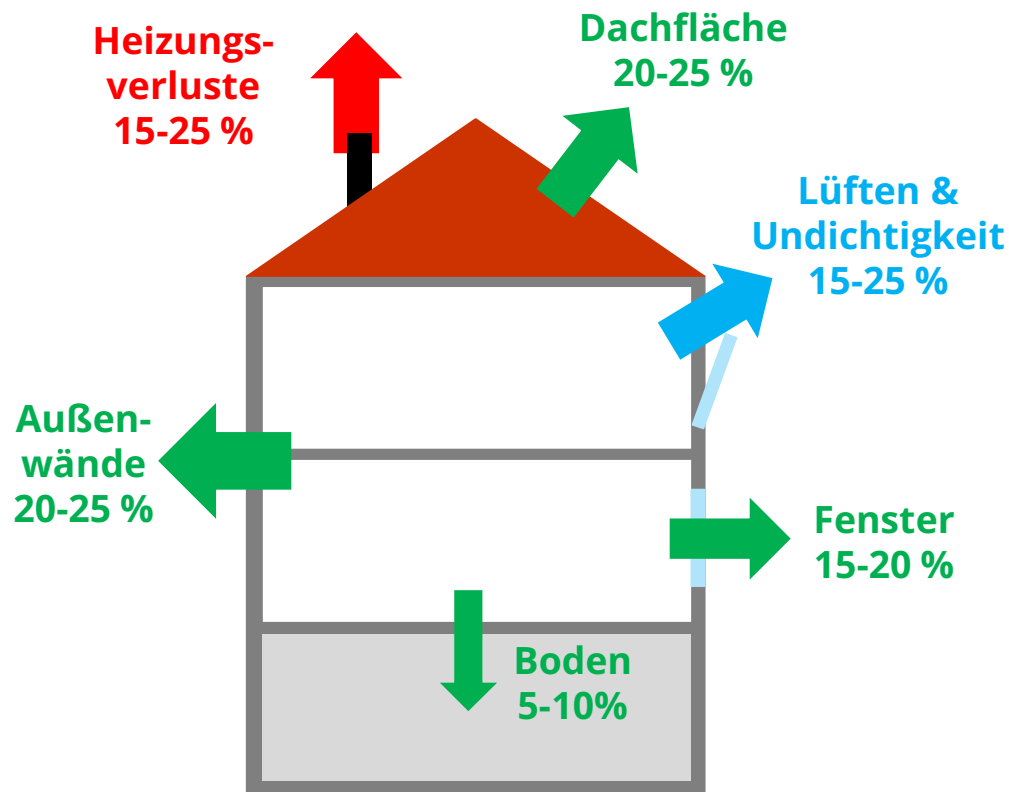
- **COP - Coefficient Of Performance**
 - Laborwert: Wie effizient ist Wärmepumpe?
 - Vergleich von Wärmepumpen-Modellen
- **Vorlauftemperatur**
 - Abhängig von Heizfläche
 - Abhängig von Dämmzustand des Hauses
- **Quelltemperatur**
 - Abhängig von Wärmequelle Luft, Erde & Wasser

Effizienz der Gebäudehülle

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.

Effizienz der Gebäudehülle: Energieverluste



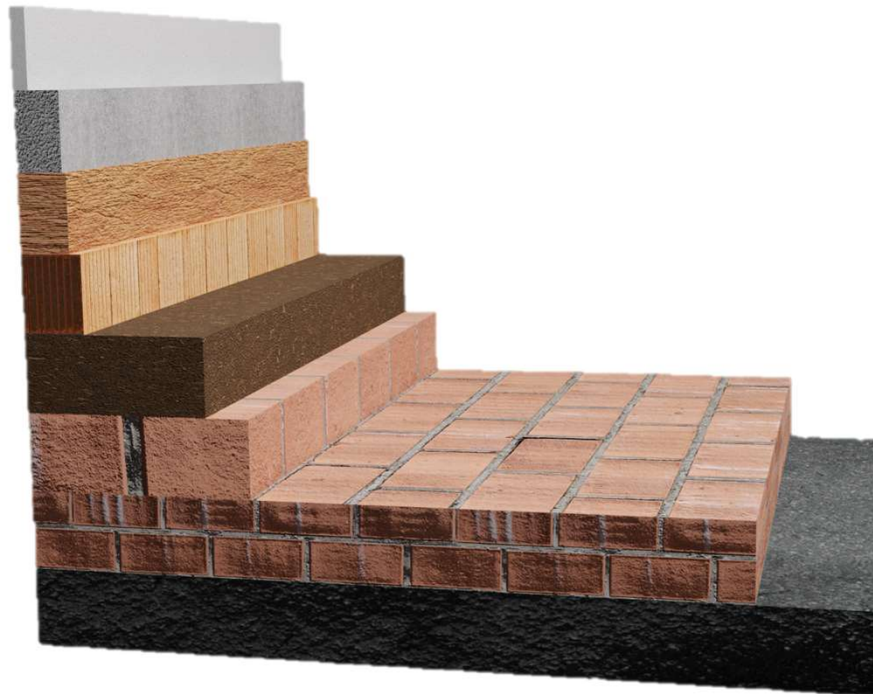
Es gibt drei Arten von Energieverlusten im Haus:

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

Effizienz der Gebäudehülle: Dicke Wand = gute Dämmung?

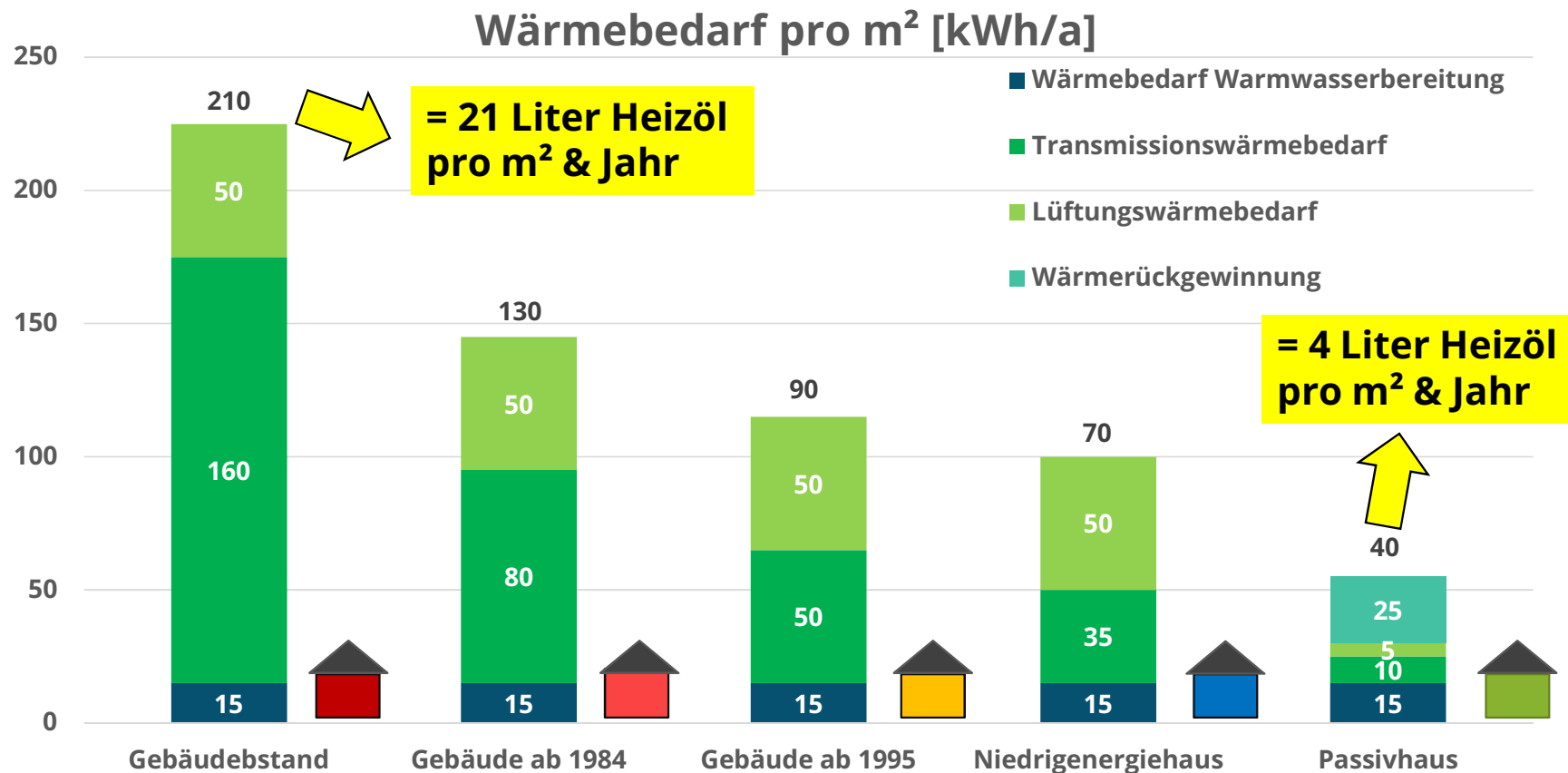
Gleiche Isolierleistung je Baustoff

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



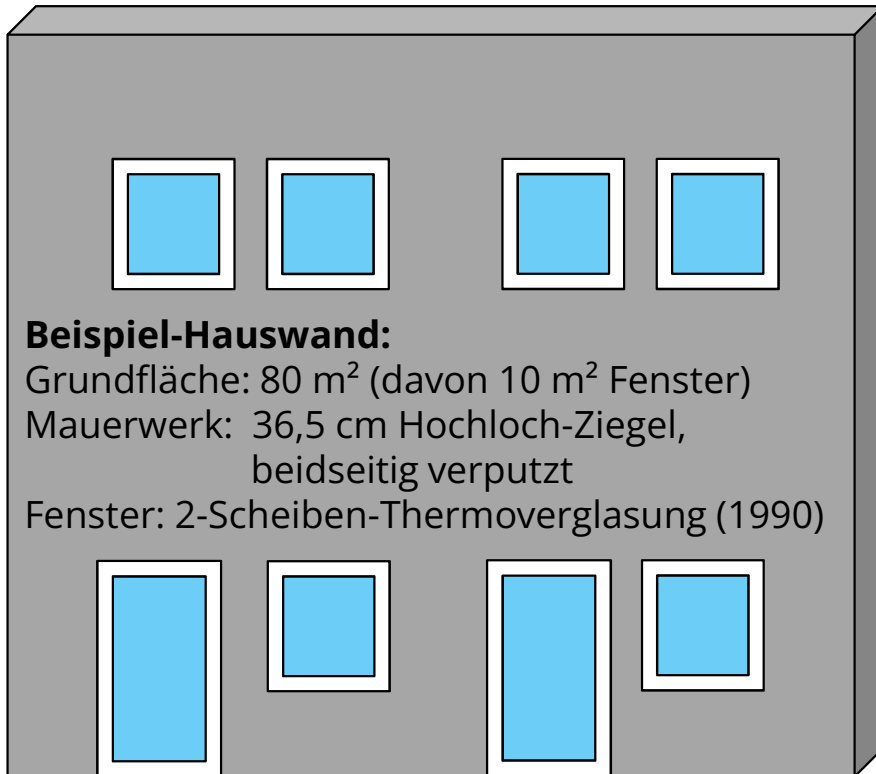
Massive (Hochlochziegel-)Wand ist keine Dämmung!

Effizienz der Gebäudehülle: Wärmebedarf



Quelle: Eigene Darstellung nach Grafik von sbz-monteur.de

Effizienz der Gebäudehülle



Beispiel-Hauswand:

Grundfläche: 80 m² (davon 10 m² Fenster)

Mauerwerk: 36,5 cm Hochloch-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**

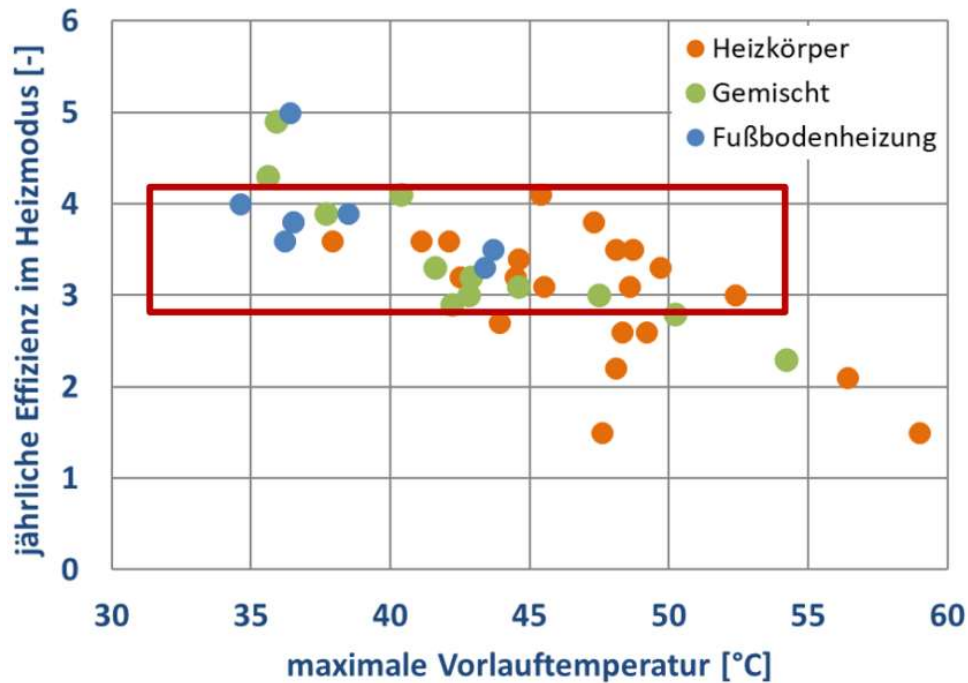
→ **Energieverlust: 2.200 kWh/Jahr**

→ **220 m³ Erdgas / 220 L Erdöl / 550 kWh Strom**

- 84 %

Dämmen lohnt sich!

Effizienz der Wärmeverteilung mit Wärmepumpe



**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

Effekt

++

++

+++

+++

++++

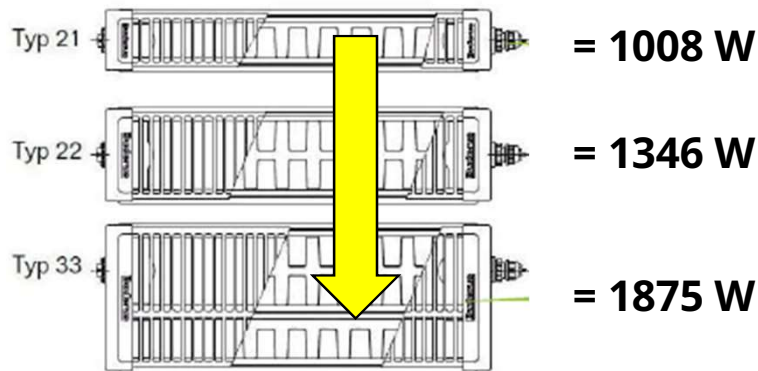
Je abgesenktes °C Vorlauf → Energiebedarf um ca. 2,5 % reduziert!

Vorlauftemperatur senken: Niedertemperaturheizkörper

Größere
Heizfläche
→ mehr Leistung

Einfachste Variante:

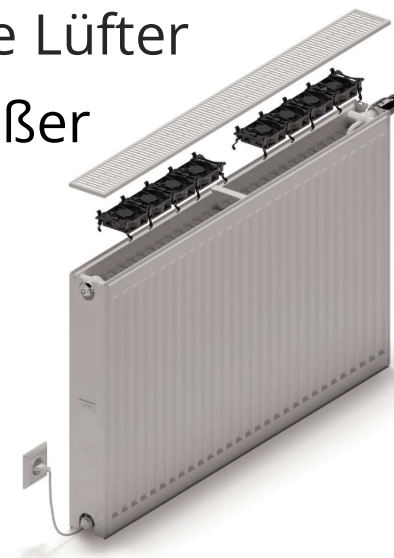
→ Heizkörper vergrößern



Weitere Möglichkeit:

→ Integrierte elektrische Lüfter

→ dadurch „virtuell“ größer



Tausch der schwächsten Heizkörper senkt gesamte Vorlauftemperatur!

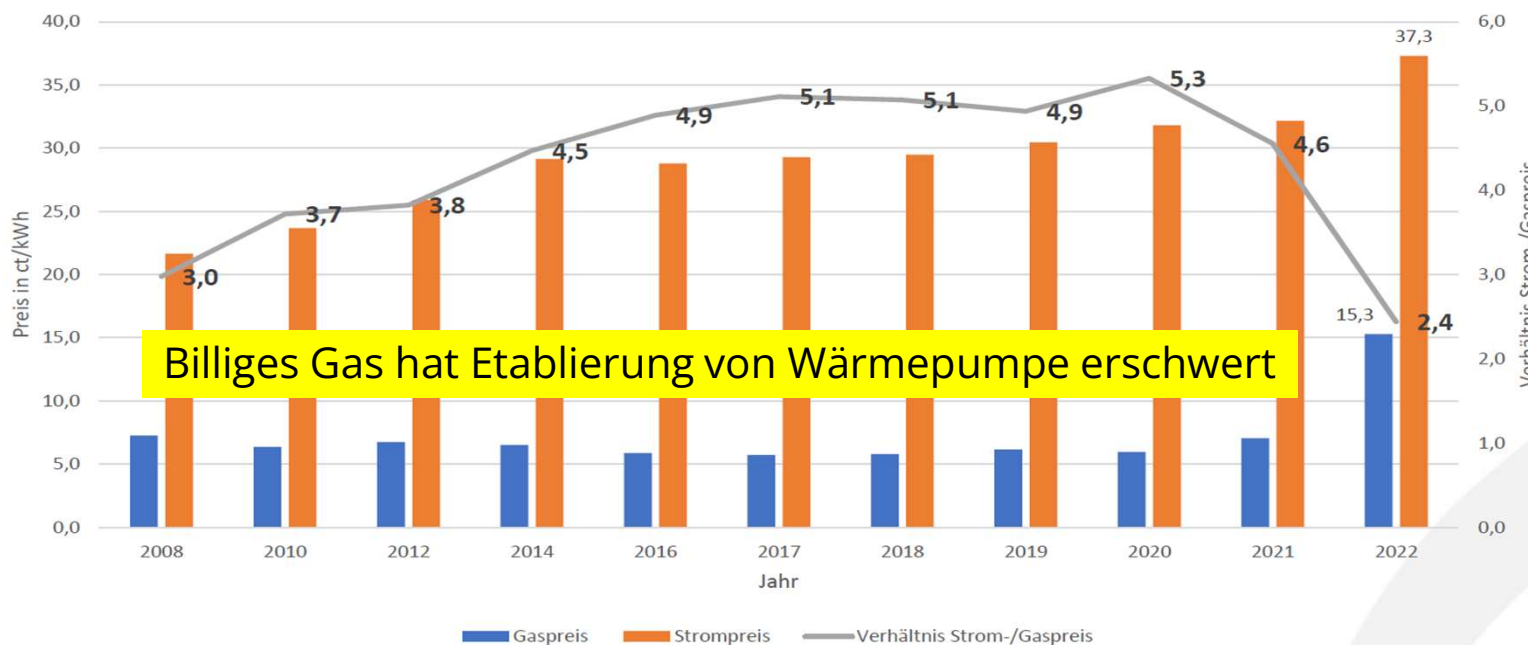
5. Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit

**Wann amortisiert sich eine
Gasheizung?**

Wirtschaftlichkeit: Erdgas oder Wärmepumpe?

Verhältnis Strom-/Gaspreis für Endkunden



Billiges Gas hat Etablierung von Wärmepumpe erschwert

Nicht berücksichtigt:

- CO₂-Steuer
- Eigener PV-Strom

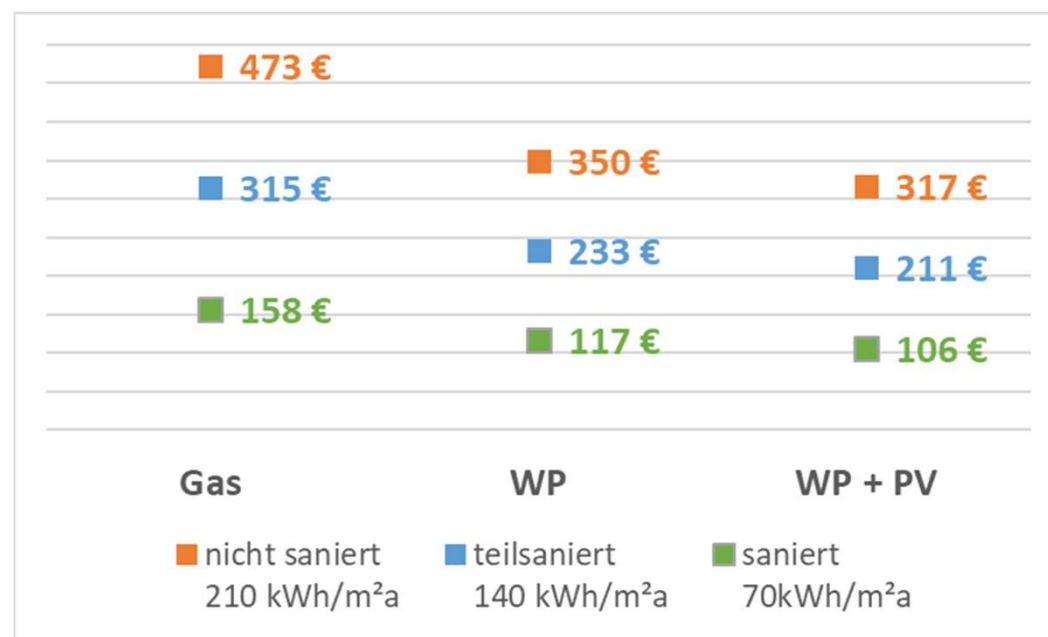
Strom/Gas-Verhältnis kleiner als JAZ → Wärmepumpe günstiger als Gasheizung

Wirtschaftlichkeit: Betriebskosten

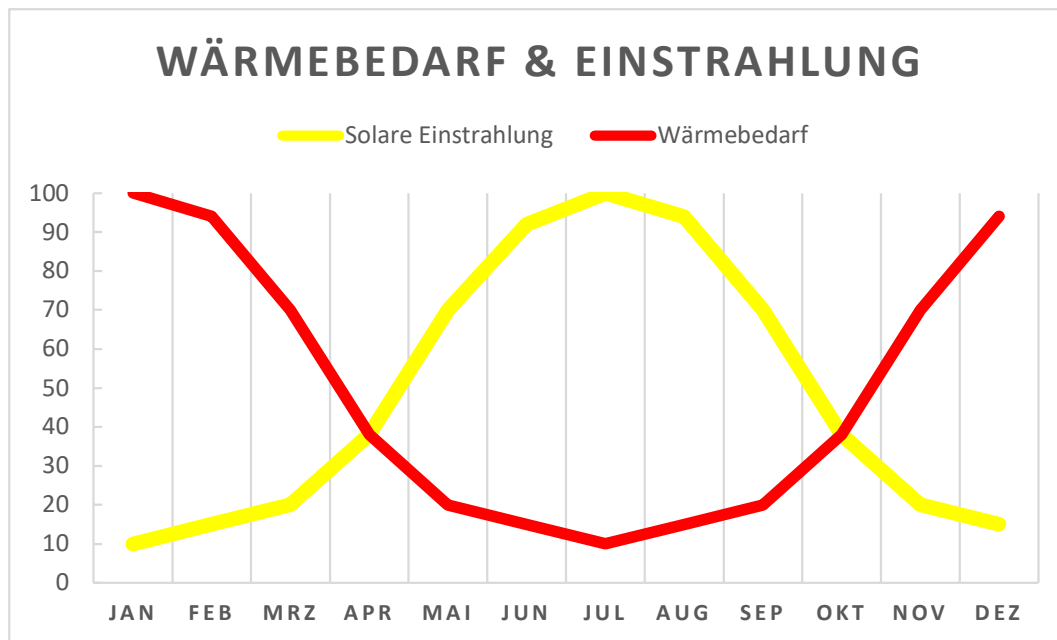
Eckdaten

Wohnfläche: 150 m²
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 im Bestand mit PV möglich
- **Aber:** Je höher Sanierungsstand, desto höher PV Anteil

100% Autarkie mit PV und Wärmepumpe gegenwärtig nicht möglich!

Wärmepumpe und PV: Beispielrechnung Autarkie



+



= 40 - 45%
Autarkie

Anschlussleistung
Wärmepumpe:

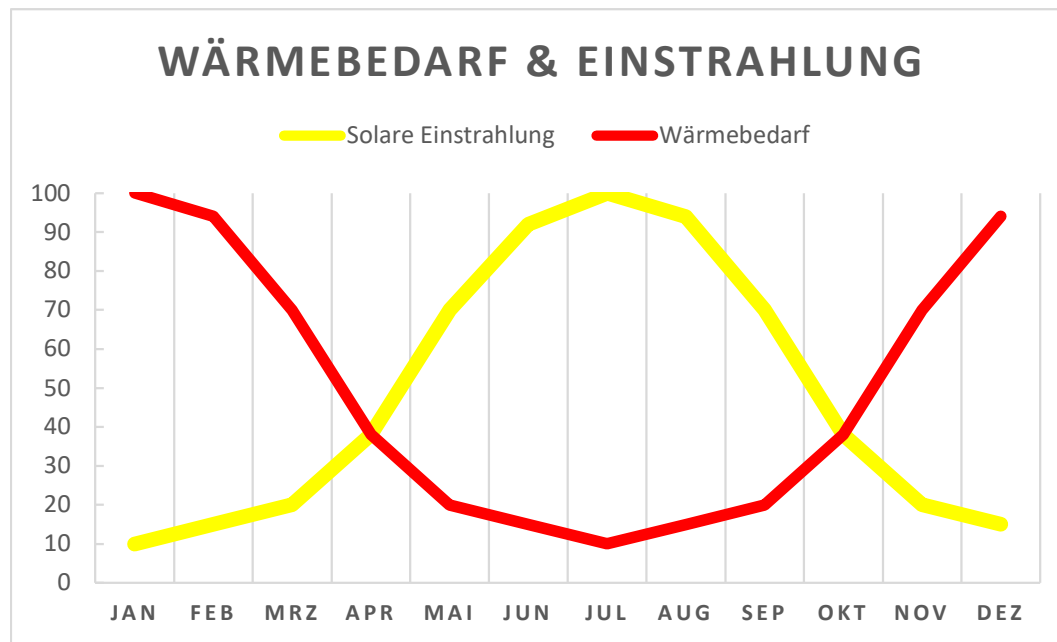
5 kW

Anschlussleistung
PV-Anlage:

15 kWp (ca. 75m²)

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

Energiemanagement (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
Gebäude Dach	Gebäude Dach
Gebäude Wand	Gebäude Wand
Gebäude Fenster	Gebäude Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems	
Einbaujahr WP	2016
Wärmequelle WP	Außenluft
Wärmeerzeuger	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 beheizten 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 m ²																
Energetischer Gebäudezustand:																	
Originalzustand	Istzustand																
<table border="1"> <tr><td>Dach</td><td>Originalzustand</td></tr> <tr><td>Gebäude</td><td>Originalzustand</td></tr> <tr><td>Wand</td><td>Originalzustand</td></tr> <tr><td>Fenster</td><td>Originalzustand</td></tr> </table>	Dach	Originalzustand	Gebäude	Originalzustand	Wand	Originalzustand	Fenster	Originalzustand	<table border="1"> <tr><td>Dach</td><td>Istzustand</td></tr> <tr><td>Gebäude</td><td>Istzustand</td></tr> <tr><td>Wand</td><td>Istzustand</td></tr> <tr><td>Fenster</td><td>Istzustand</td></tr> </table>	Dach	Istzustand	Gebäude	Istzustand	Wand	Istzustand	Fenster	Istzustand
Dach	Originalzustand																
Gebäude	Originalzustand																
Wand	Originalzustand																
Fenster	Originalzustand																
Dach	Istzustand																
Gebäude	Istzustand																
Wand	Istzustand																
Fenster	Istzustand																



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 oder
- Natürliche Kältemittel-Bonus

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 (JAZ 2,7)	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

Brauchwasser-Erzeugung mit Wärmepumpe

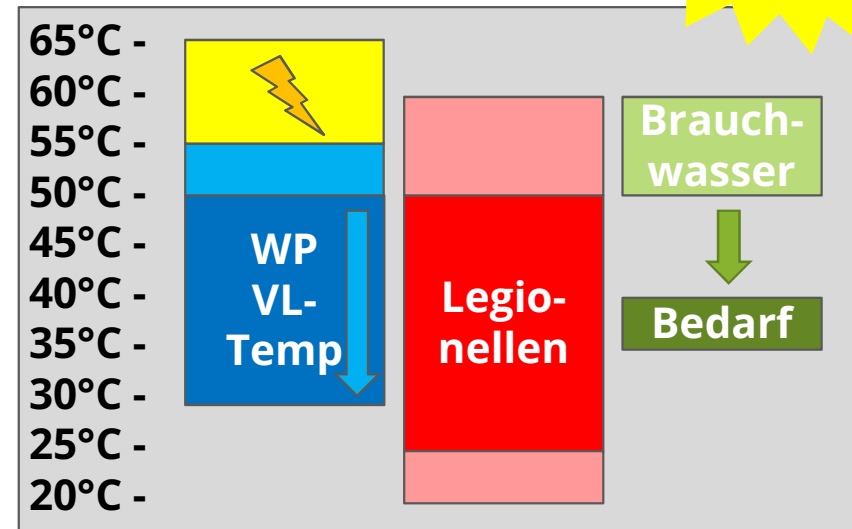
Notwendige
Temperaturen
im Widerspruch
zueinander

Hintergrund

- Legionellen entstehen unter 60°C
- < 3L Wasser in Leitung → geringere gesetzl. Anforderung (z.B. bei EFH/ZFH)

Lösungsansätze

- Frischwasserstation (zentral)
- Brauchwasserwärmepumpe (zentral)
- Durchlauferhitzer (dezentral)
- Boiler (dezentral)
- Trinkwasserentkeimung (Ultrafiltration)



→ Für niedrige VL-Temperatur: Brauchwasser alternativ erwärmen

Auslegungstemperatur der Wärmepumpe

Auslegungstemperatur nach DIN 12831:

- Heizsystem muss bei -15°C Außentemperatur das Gebäude auf $+20^{\circ}\text{C}$ heizen können

Statistik :

- **Vergangene Jahrzehnte:** -15°C an 10 Tagen in 20 Jahren (7300 Tage)
- **Klimawandel** verschiebt Auslegungstemperatur weiter nach oben

Physik :

- **Interne Wärmegewinne** im Haus (elektr. Geräte, Sonne, Bewohner etc.) nicht berücksichtigt

→ Wärmepumpe etwas kleiner auslegbar als DIN 12831 vorgibt!
→ Auslegungstemperatur ohne Komforteinbußen um $2-3^{\circ}\text{C}$ 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

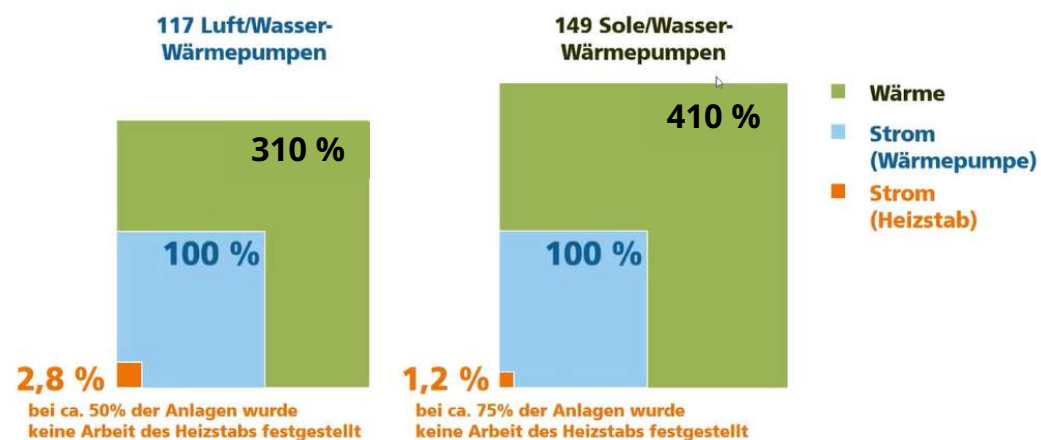
... weniger „Energiefresser“

**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°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
(Wärmepumpe) 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. **Nachabsenkung 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

Energieagentur Ebersberg-München gGmbH

Altstadtpassage 4 . 85560 Ebersberg

Münchener Straße 14 . 85540 Haar

Münchner Straße 72 . 85774 Unterföhring

Stand: 19.06.2023