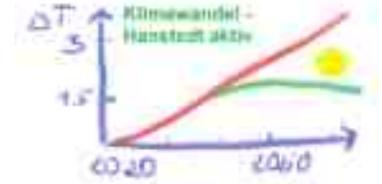


Wärmepumpe – Warum und Wie?



- „Warum“ (Heinke)
- „Wie“ (Günter)
- Selbst herausfinden, ob es geht.
- Wie es weiter geht.

Alles ohne Gewähr.

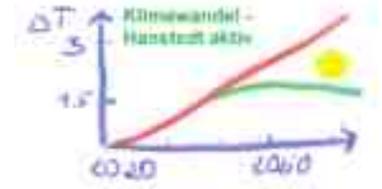
Wir erklären die **Luft-Wasser-Wärmepumpe (Marktanteil 90%)**.

Andere Wärmepumpenarten: Sole, Grundwasser, Wasser, ...



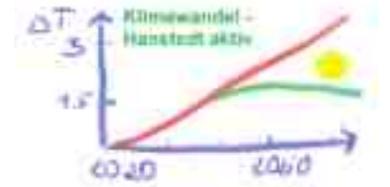
Koordinierungsgruppe klimawandel-hanstedt-aktiv:
Angela Böckler, Wolf Böckler, Hermann Krekeler, Gerhard Schierhorn, Günter Meschkat, Heinke Schlünzen,
nicht im Bild: Reza Hashemi, Frank Müller-Penzlin.

Wärmepumpe – Warum und Wie?

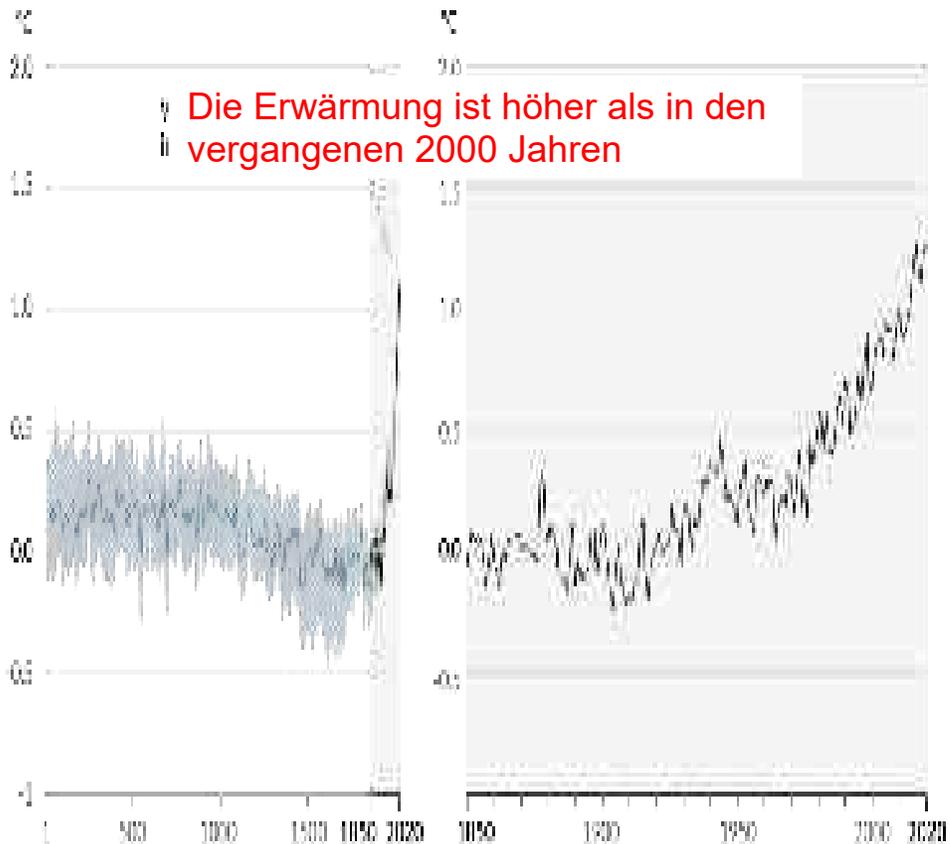


Globale Klimaänderungen - Was ist schon passiert?

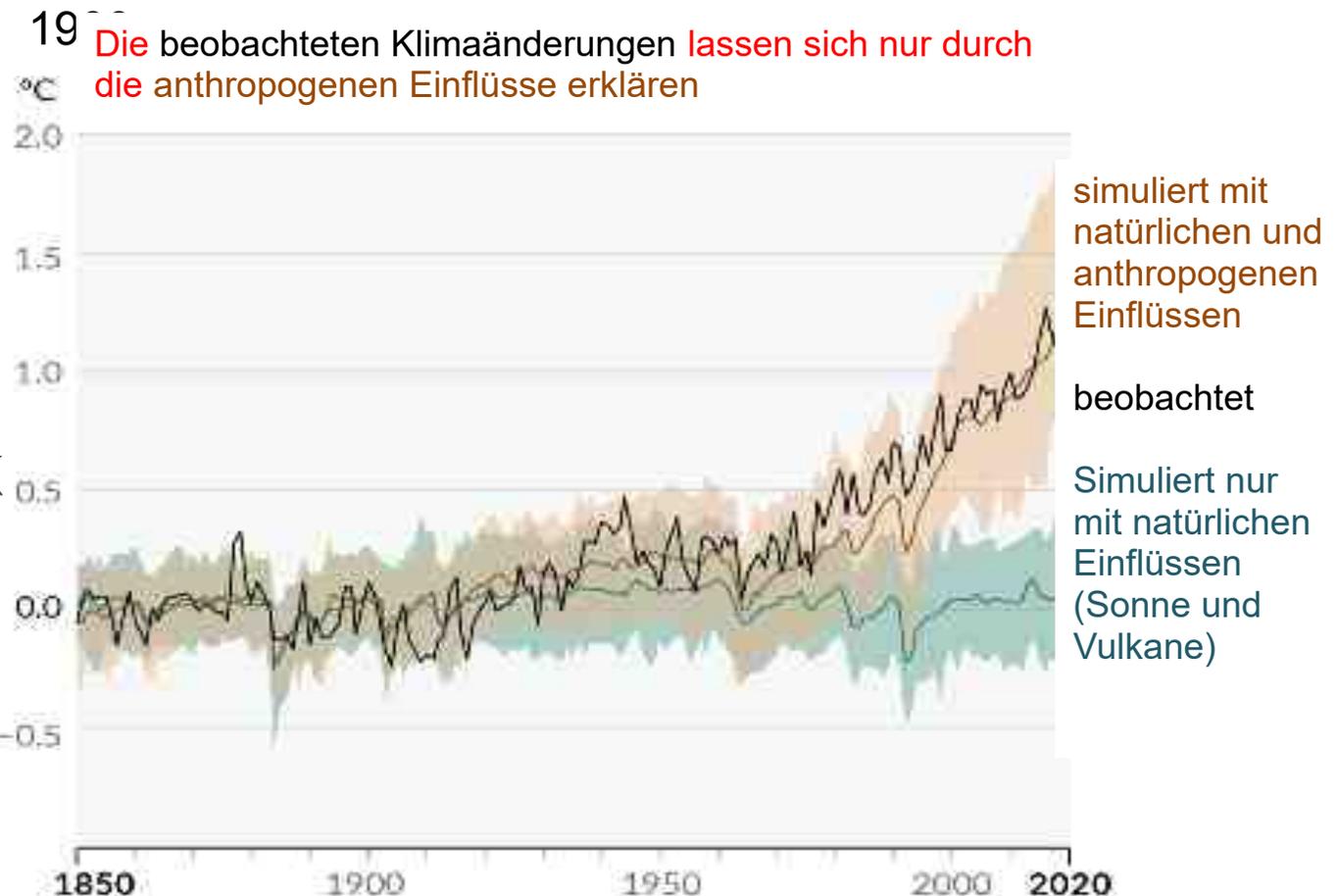
Beispiel Temperatur 1850-2020



Globale Temperaturänderungen (Jahreswerte) relativ zu 1850-1900



Globale Temperaturänderungen (Jahreswerte) relativ zu 1850-19



Die beobachteten Klimaänderungen lassen sich nur durch die anthropogenen Einflüsse erklären

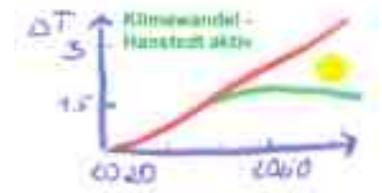
simuliert mit natürlichen und anthropogenen Einflüssen

beobachtet

Simuliert nur mit natürlichen Einflüssen (Sonne und Vulkane)

Quelle für Abbildungen (neu kombiniert und kommentiert): IPCC (2021c): The Physical Science Basis report - Summary for Policymakers.

Klimaänderungen in Niedersachsen

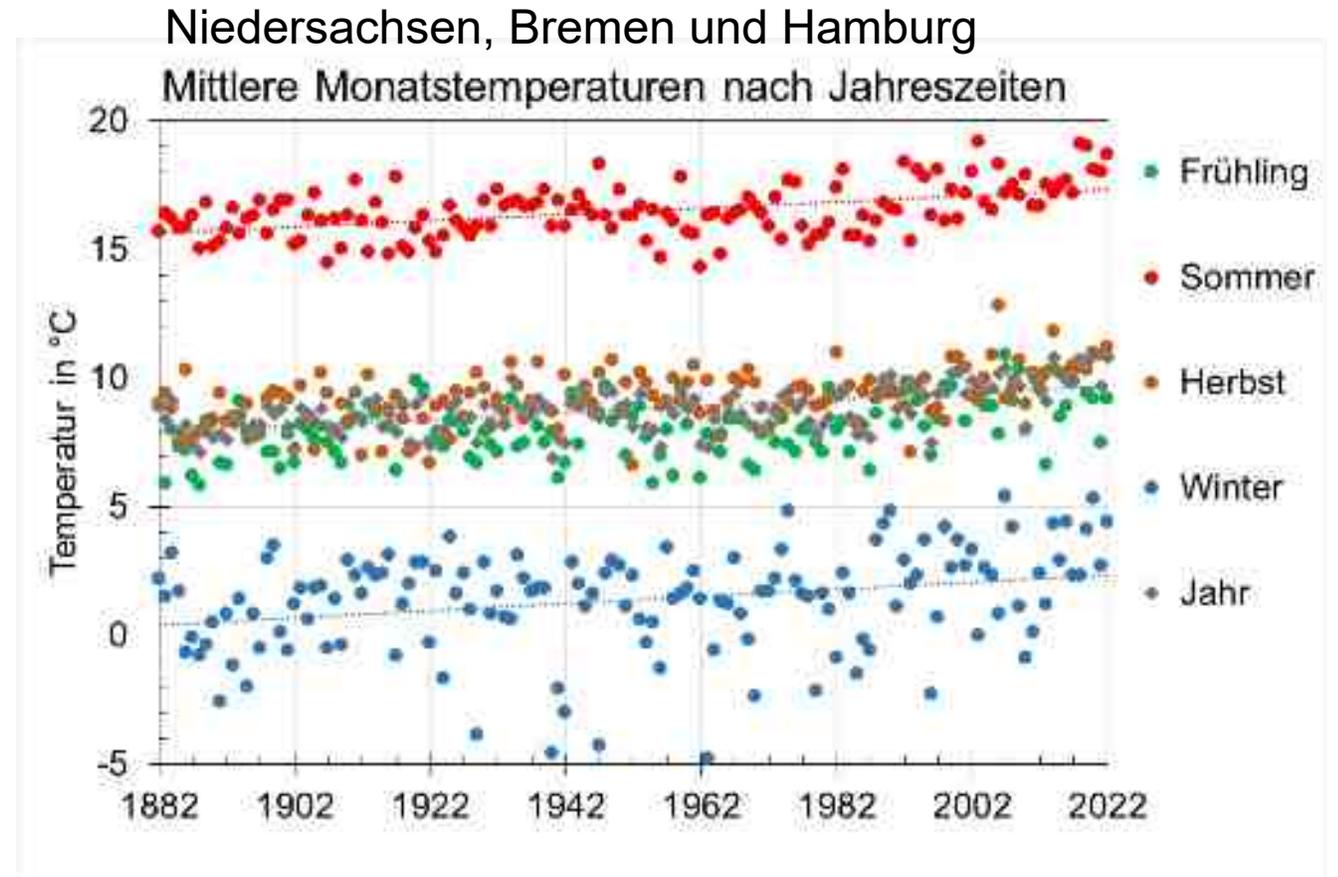


Klimaänderungen in Niedersachsen - Was ist schon passiert? Beispiel Temperatur

Relativ zum Mittel 1881-1900 beträgt der Temperaturanstieg 1.6 K für Niedersachsen (mit Bremen und Hamburg).

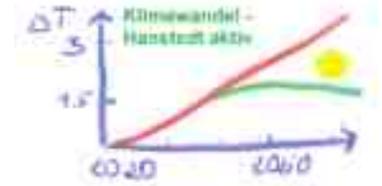
Das sind 0.5 K mehr als der globale mittlere Anstieg von 1.1 K (IPCC 2021).

Der Anstieg ist bei uns in der Region am höchsten im Winter (1.7 K) und am geringsten im Frühling (1.4 K) gewesen.

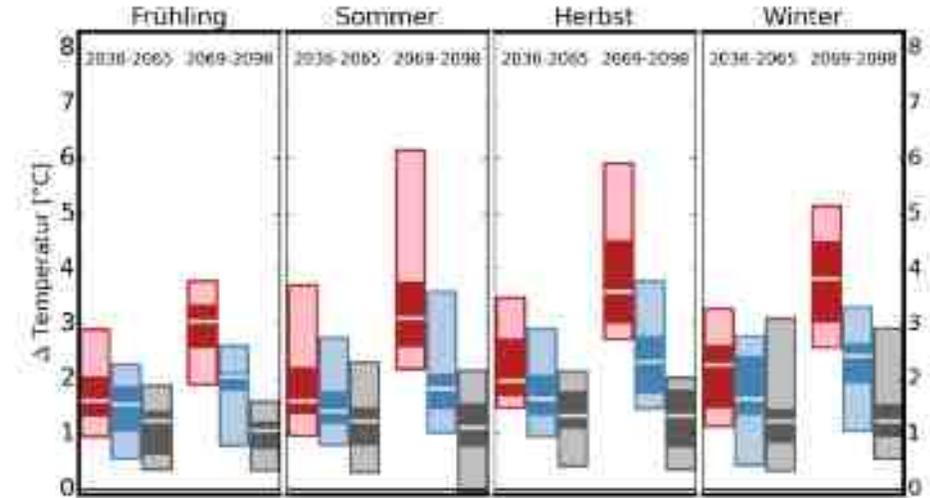
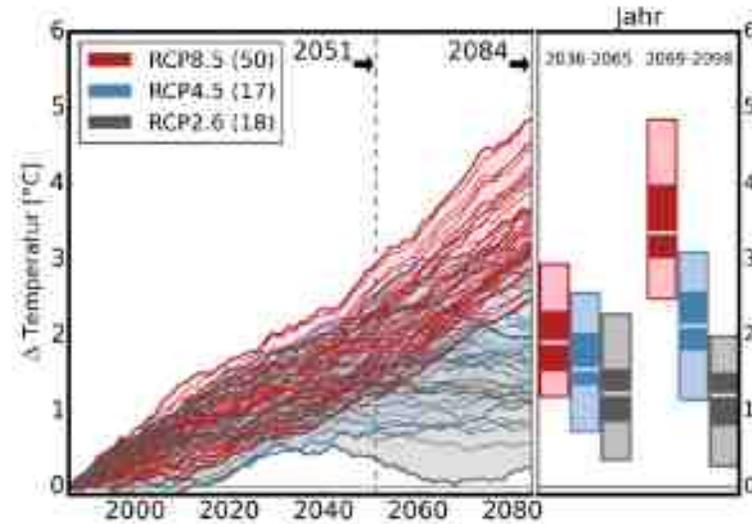


Eigene Abbildung. Daten DWD (2024)

Klimaänderungen im Landkreis Harburg



Klimaänderungen im LK Harburg - Worauf müssen wir uns einstellen? Projizierte Änderung Temperatur



- 1971-2000:
mittlere Temperatur LK Harburg 8.9 °C.
- 2036-2065:
bis zu 2.9 K wärmer als 1971-2000.
- 2069-2098:
bis zu 4.8 K wärmer als 1971-2000.

- Die **Anstiege sind am geringsten im Frühling.**
- Extrema (einzelne Tage) liegen deutlich höher als die gezeigten Klima-Mittelwerte.
- Änderungen in allen Szenarien signifikant.

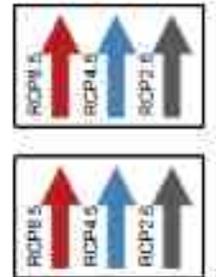
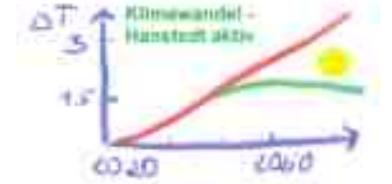


Abbildung aus Pfeifer et al. (2021)

CO2-Emission reduzieren beim Heizen

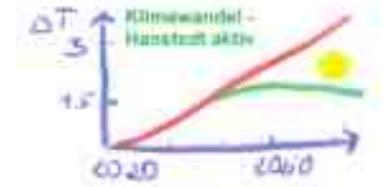


- 2023 heizten immer noch 72 % mit Gas und Öl.
- 2022 wurden 75% der neuen Gebäude mit erneuerbaren Energien beheizt. 57 % davon mit Wärmepumpen.
- Neben der Wärmepumpe sind auch andere Heizarten CO2-arm:
 - Solarthermie
 - Biogas
 - Biomasse



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Wärmepumpe - Heizen mit Strom



Strom-direkt-Heizung



1 kWh Strom = 1 kWh Wärme

Wärme mit Gas: 1 kWh ~ 10,47 Cent

Wärme mit Strom direkt: 1 kWh ~ 26,15 Cent

Wärmepumpe



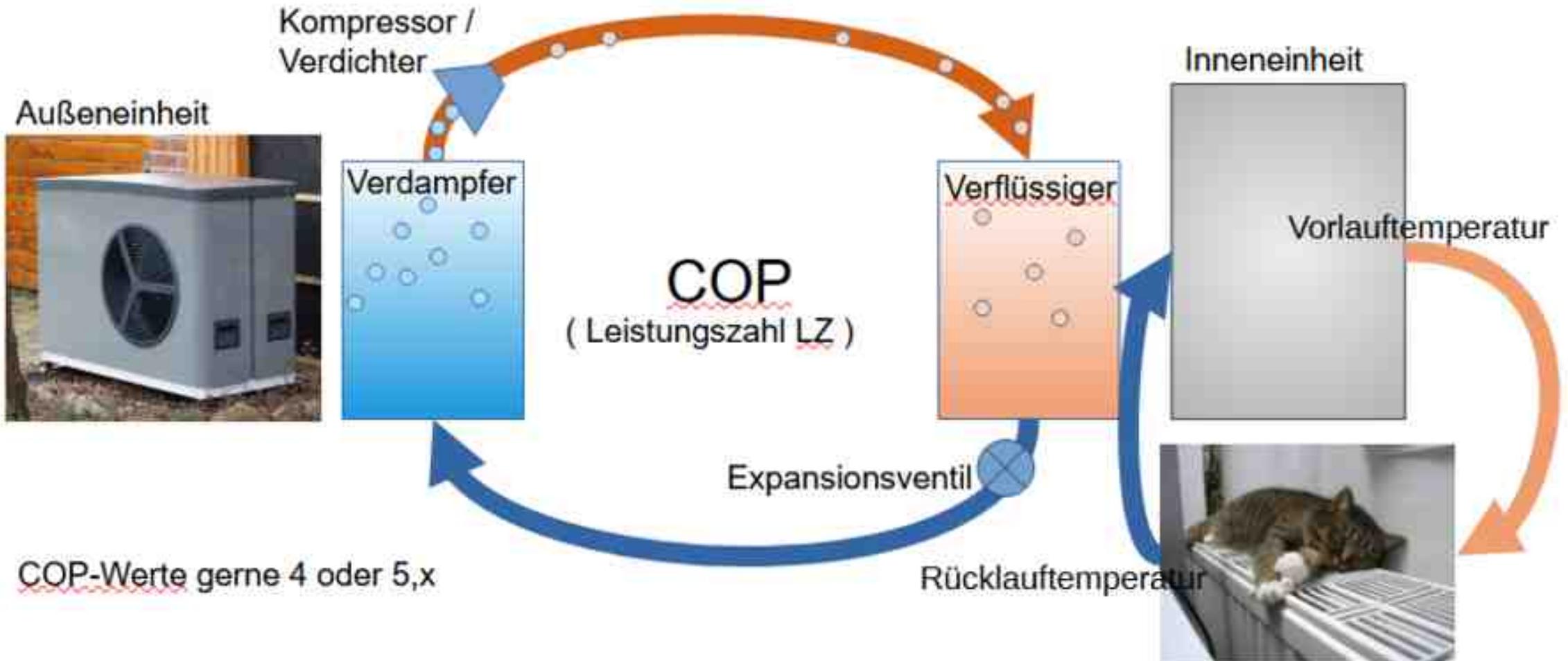
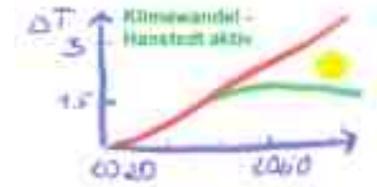
1 kWh Strom = 3 kWh Wärme

Die Magie der Physik:
COP = Coefficient of performance

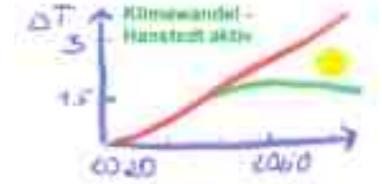
Wärme mit Strom Wärmepumpe:

1 kWh ~ $26,15 / 3 = 8,72$ Cent

Wärmepumpe – Die Magie der Physik: COP



COP = Leistungszahl LZ



Der **COP = LZ** ist das Verhältnis von erzeugter Wärmeleistung zur eingesetzten elektrischen Leistung. Er ist bei geringen Temperaturdifferenzen größer als bei großen Temperaturdifferenzen.

Betriebszustände

- A = Air (Luft)
- B = Brine (Sole (Erdreich))
- W = Water (Wasser)

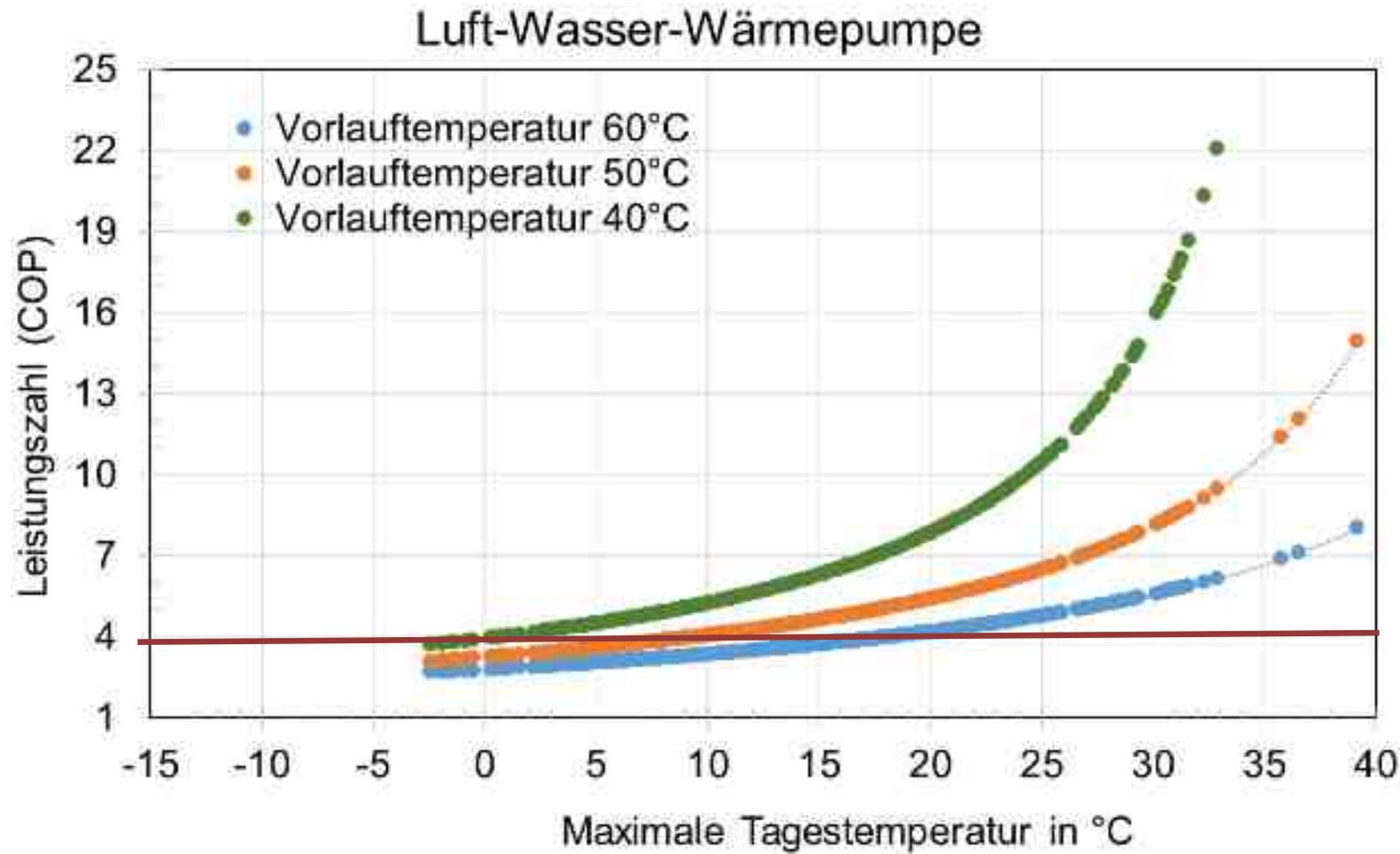
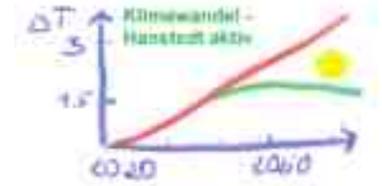
Beispiele

- A2W35 (Außentemperatur 2°C, Vorlauftemperatur 35°C)
- A2W50 (Außentemperatur 2°C, Vorlauftemperatur 50°C)
- A7W50 (Außentemperatur 7°C, Vorlauftemperatur 50°C)



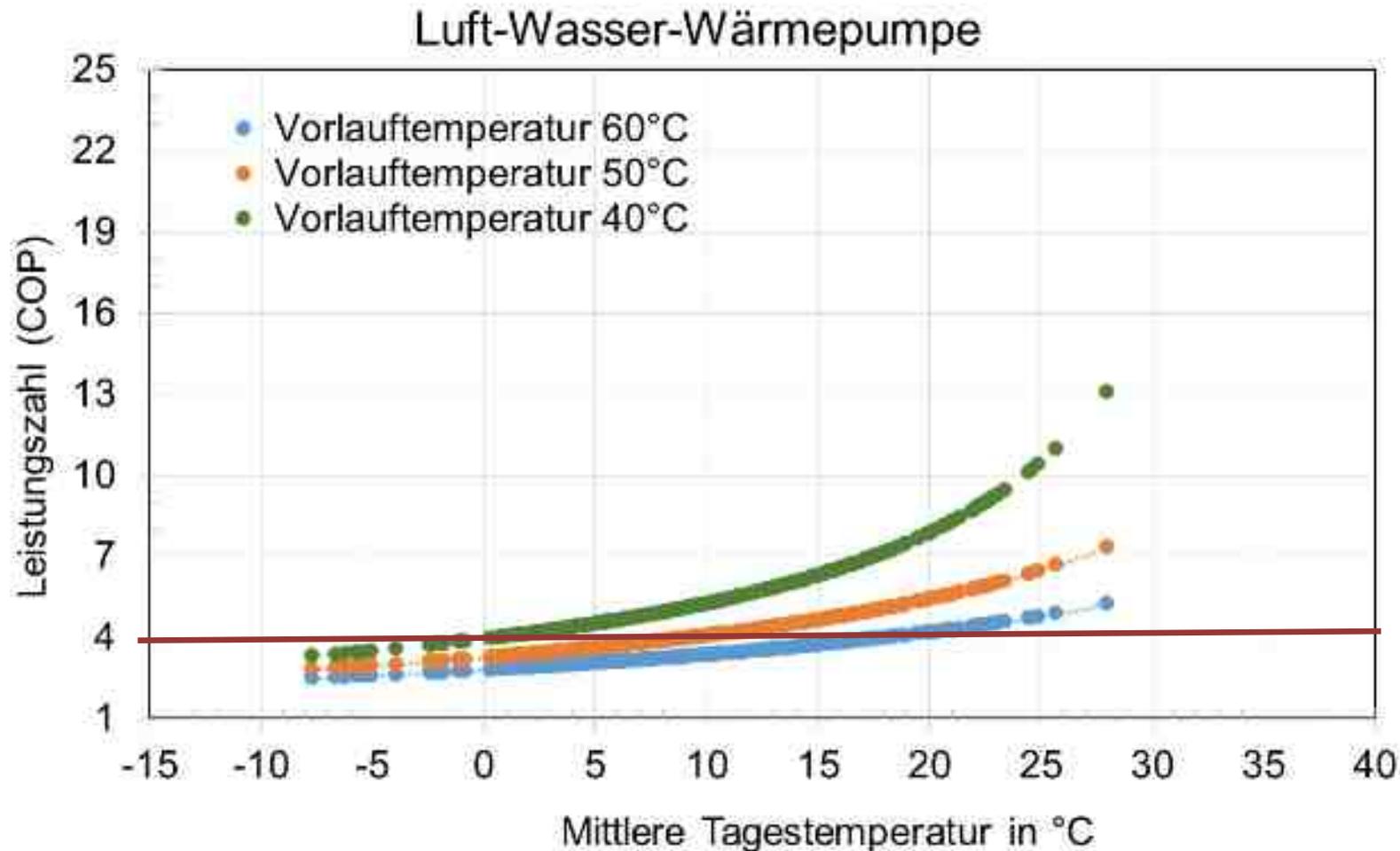
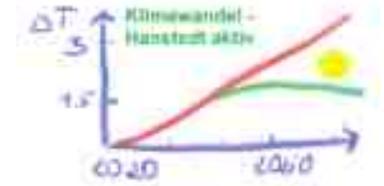
2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

COP mit maximaler Tagestemperatur



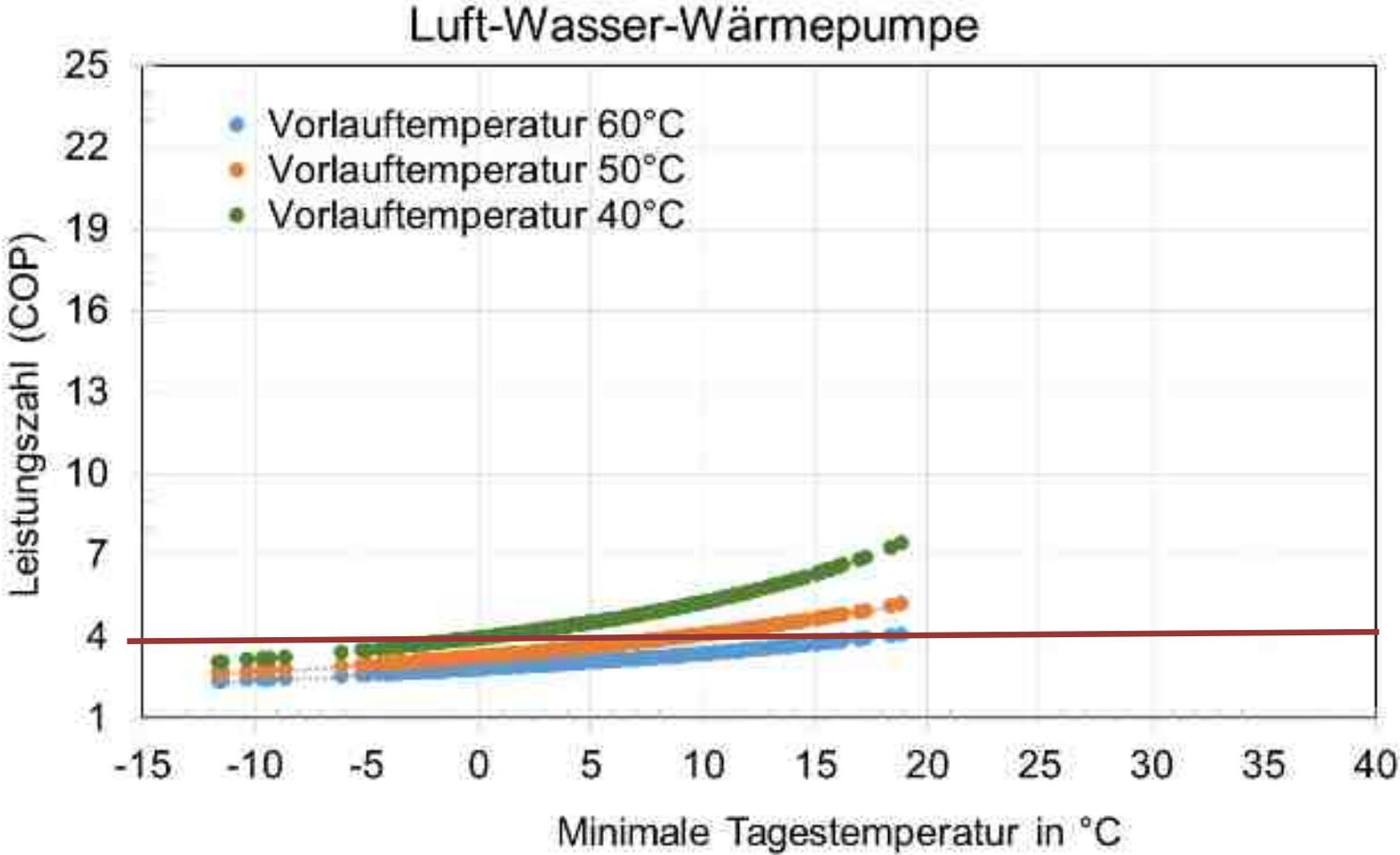
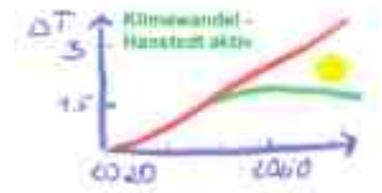
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>; Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit mittlerer Tagestemperatur



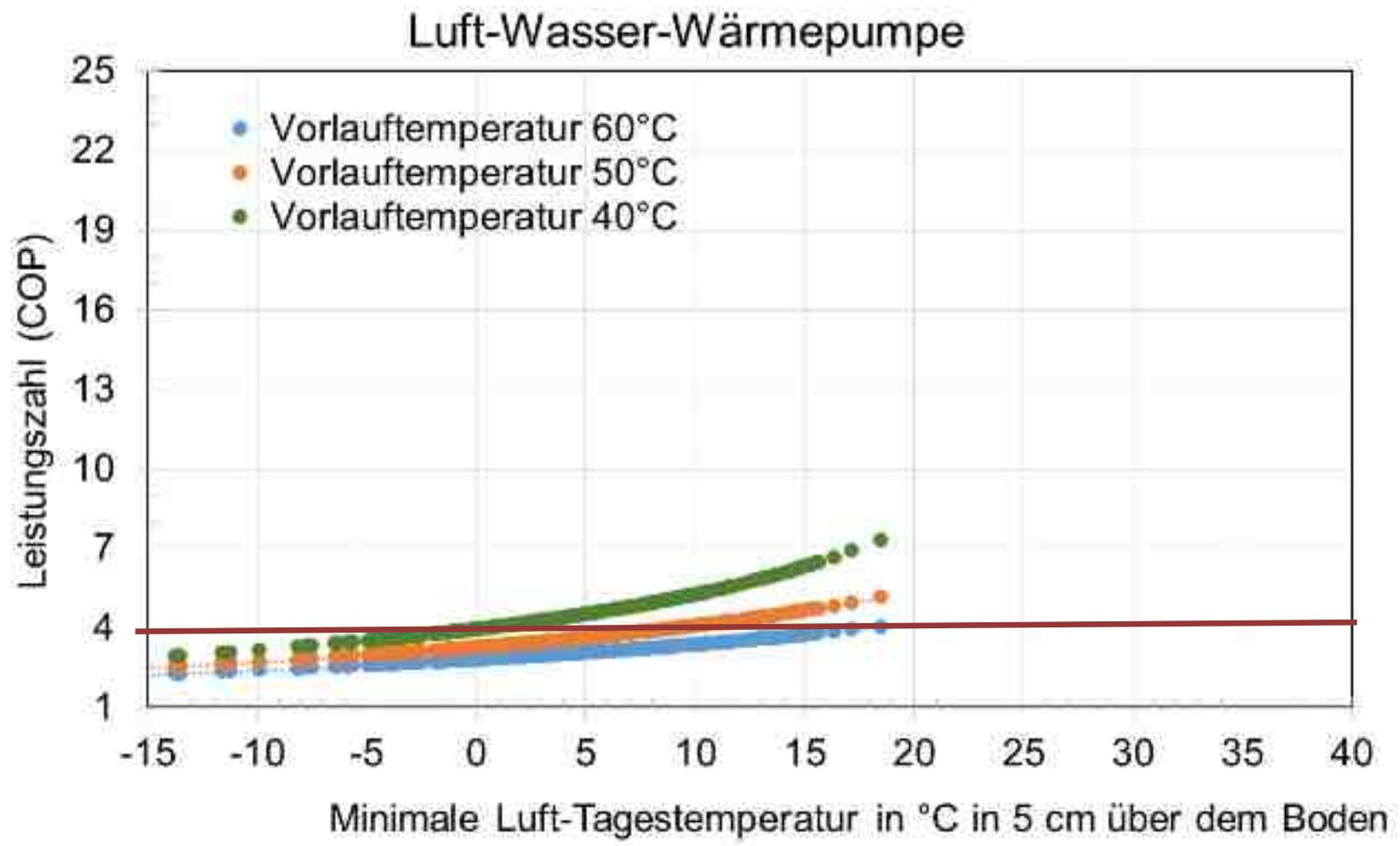
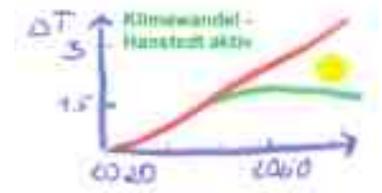
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>; Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit minimaler Tagestemperatur



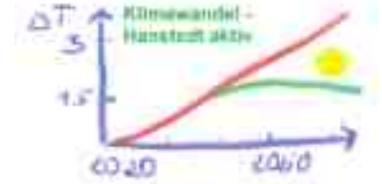
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>;
 Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit minimaler Tagestemperatur 5 cm hoch



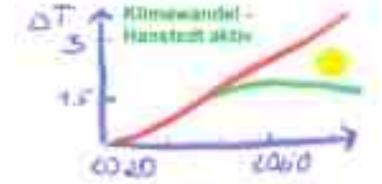
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>;
 Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

Effizienz der Wärmepumpe



- Die Wärmepumpe ist effektiver
(=Führt bei gleich viel hereingesteckter elektrischer Energie zu mehr Wärme)
 - bei geringerer Vorlauftemperatur
 - bei höherer Außentemperatur
 - Also besser höher als 5 cm aufstellen und, wenn es ökonomisch sinnvoll ist (Strompreis), tagsüber nutzen. Eine eigene PV-Anlage ist hier eine Hilfe.
- Bei den vorherrschenden Tagesmittel-Temperaturen in der Heizperiode (minimal -8°C und maximal $+15^{\circ}\text{C}$) erhöht sich die Effektivität der Wärmepumpe gegenüber einer Vorlauftemperatur von 60°C bei einer Vorlauftemperatur von
 - 50°C um etwa 20%
 - 40°C um etwa 50%
 - 35°C um etwa 80%

JAZ & SCOP



Die Jahresarbeitszahl **JAZ**, ist die über ein Jahr produzierte Wärmemenge geteilt durch die dafür benötigte Strommenge, typisch zwischen 2,5 und 3.

Der **SCOP** ist der Seasonal Coefficient of Performance. Er wird innerhalb von verschiedenen Betriebszuständen, die nach Klimazonen gewichtet sind, ermittelt. Dabei werden für den Heizbetrieb die Außentemperaturen 12°, 7°, 2° und -7° C für die Messung herangezogen. Zusätzlich erfolgt auch noch eine Einteilung in die drei Klimazonen Nord-, Mittel- und Südeuropa. Dies ermöglicht eine noch präzisere Bewertung der Leistungseffizienz.

Der SCOP entspricht der JAZ.

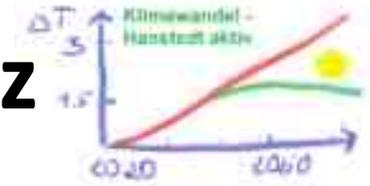
Die JAZ lässt sich nach VDI 4650 Blatt 1: 2019-03 theoretisch berechnen:

<https://www.waermepumpe.de/jazrechner/>



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

$\eta_s = \text{ETAs} = \text{jahreszeitbed. Raumheizungseffizienz}$



Alte fossile Kraftwerke haben einen **Wirkungsgrad** von **40%** \Leftrightarrow Aus 2,5 kW Brennstoffenergie wird 1 kW Strom erzeugt.

Mit einem **SCOP** von **3** wird aus 1 kW Strom 3 kW Wärme erzeugt.

Insgesamt ist damit die **jahreszeitbedingte Raumheizungseffizienz** $\eta_s =$

$$(3 / 2,5) * 100\% = 1,2 * 100\% = \mathbf{120\%}$$

Förderfähig nach BEG EM:

	η_s bei (35 °C)	η_s bei (55 °C)
Wärmequelle Luft	145 %	125 %
Wärmequelle Erdwärme	180 %	140 %
Wärmequelle Wasser	180 %	140 %
Sonstige Wärmequellen (zum Beispiel Abwärme, Solarwärme)	180 %	140 %

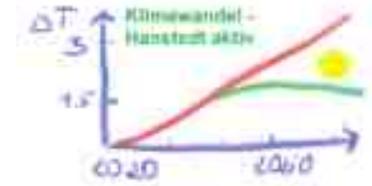


Liste der förderfähigen Wärmepumpen mit Prüf-/Effizienznachweis

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) Zuschuss

https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_waermepumpen_anlagenliste.html

Liste der förderfähigen Wärmepumpen



Auszug: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_waermepumpen_anlagenliste.html

Bundesamt für Wirtschaft und Ausführungskontrolle

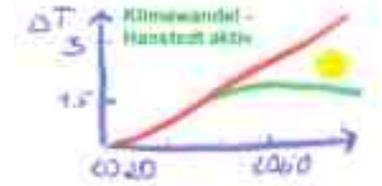
Eschborn, 27.10.2023

Wärmepumpen mit Prüfnachweis / Effizienznachweis eines unabhängigen Instituts

Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) vom 9. Dezember 2022
 Änderungen bleiben jederzeit vorbehalten. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Liste wird nicht übernommen.
 Die Entscheidung über die Bewilligung von Zuschüssen erfolgt ausschließlich im Rahmen des Antragsverfahrens.

Hersteller	Typ	Niedertemperatur-Anwendung 35 °C		Niedertemperatur-Anwendung 55 °C		Kältemittel	Verfügbarkeit (Siehe Hinweis auf Seite 5)	
		Wärme-Nennleistung KW	ETAs 35 %	Wärme-Nennleistung KW	ETAs 55 %		Netzdienlichkeit	EE-Anzeige
Luft / Wasser								
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 250-AH Typ HAWO-M-AC/HAWO-M-AC-AF 252.A06	5,4	183,0	5,1	141,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 250-AH Typ HAWO-M-AC/HAWO-M-AC-AF 252.A08	6,5	176,0	6,2	140,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A04	4,1	169,0	3,8	143,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A04 2C	4,1	169,0	3,8	143,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A06	5,4	183,0	5,1	141,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A06 2C	5,4	183,0	5,1	141,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A08	6,5	176,0	6,2	140,0	R290	ja	ja
Viesmann Climate Solutions SE	Vitocal 252-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A08 2C	6,5	176,0	6,2	140,0	R290	ja	ja

Kältemittel und GWP

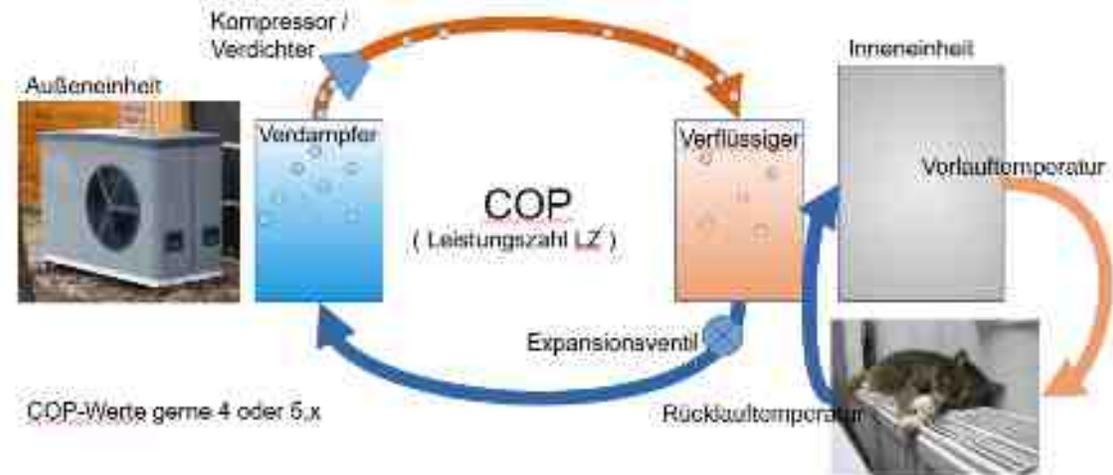


Das Kältemittel sollte:

- bei niedrigen Temperaturen verdampfen (Siedepunkt),
- klimafreundlich sein (Global Warming Potential),
- zugelassen sein.

Man unterscheidet die Kältemittel in:

- natürliche (Propan),
- synthetische (FKW).

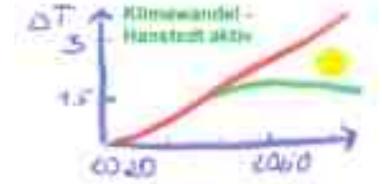


Kältemittel	Siedepunkt	GWP	Gefahrenkl.
R290 (Propan)	-42 °C	6	A3
R32 FKW	-51 °C	675	A2L
R410A FKW	-51 °C	2088	A1
R134A FKW	-26 °C	1430	A1
R407CC FKW	-45 °C	1774	A1

ACHTUNG!

Förderung Effizienz-Bonus 5% gibt es nur für natürliche Kältemittel.

Förderung – die Sache mit dem Geld



Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude
– Einzelmaßnahmen (BEG EM) vom 21.12.2023

- **70 % Max. Fördersatz**
- **30 % Grundförderung**
- **30 % Einkommensbonus**
bis 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen
- **20 % Geschwindigkeitsbonus**
ab 2029 17 %, alle 3 Jahre -3 %
- **5 % Effizienzbonus**
- 30.000 € Höchstgrenze förderfähige Ausgaben

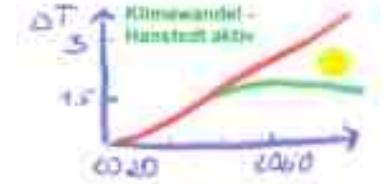
Zinsvergünstigte Kredite:

bis 90.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Förderung – Beispiel 1 incl. Einkommensbonus



Beispiel: Neue Wärmepumpe kostet 30.000 €

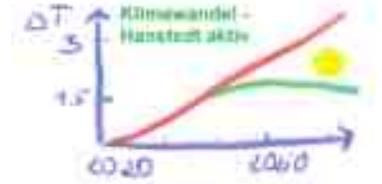
- **30 % Grundförderung** = **9.000 €**
- **30 % Einkommensbonus** = **9.000 €**
bis 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen
- **20 % Geschwindigkeitsbonus** = **6.000 €**
- **5 % Effizienzbonus** = **1.500 €**
- **Summe 85 %, Grenze 70%** = **21.000 €**
- **Selber tragen** = **9.000 €**



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Neuer Gasbrennwertkessel 4.000 € + WW-Speicher 1.500 € + Installation + Zubehör 2.500 € = 8.000 €

Förderung – Beispiel 2 ohne Einkommensbonus



Beispiel: Neue Wärmepumpe kostet 30.000 €

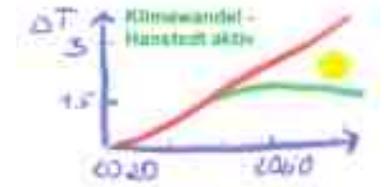
- **30 % Grundförderung** = **9.000 €**
- **30 % Einkommensbonus**
bis 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen
- **20 % Geschwindigkeitsbonus** = **6.000 €**
- **5 % Effizienzbonus** = **1.500 €**
- **Summe 55 %, Grenze 70%** = **16.500 €**
- **Selber tragen** = **13.500 €**



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Neuer Gasbrennwertkessel 4.000 € + WW-Speicher 1.500 € + Installation + Zubehör 2.500 € = 8.000 €

Förderung – Wo, wann, wie beantragen



AB 2024: ERHÖHTE FÖRDERUNG FÜR DEN HEIZUNGSTAUSCH

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird neu aufgestellt. Ab 2024 gelten höhere Fördersätze mit bis zu **70 Prozent** für den Heizungstausch. Weitere Effizienzmaßnahmen werden auch künftig mit bis zu **20 Prozent** gefördert.



WO BEANTRAGEN?

Die Förderung für den Heizungstausch kann bei der **KfW** beantragt werden. Einzelne Effizienzmaßnahmen, wie Fenstertausch oder Dämmung, beim **BAFA**.



AB WANN BEANTRAGEN?

Heizungstausch:
Ab **27. Februar 2024**: für Einfamilienhäuser

Zeitlich gestaffelt für Mehrfamilienhäuser sowie für Vermieterinnen und Vermieter, Kommunen und Unternehmen

Einzelne Effizienzmaßnahmen:
Ab **1. Januar 2024**: für alle Antragstellenden



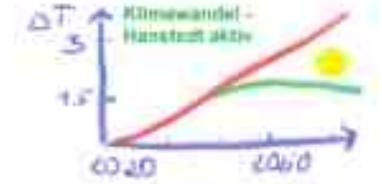
ÜBERGANGSREGELUNG BEIM HEIZUNGSTAUSCH

Der Heizungstausch kann ab sofort beauftragt und der Förderantrag nachgereicht werden. So profitieren Sie schon jetzt von den neuen Fördersätzen. Diese Übergangsregelung gilt für Vorhaben, die **bis zum 31. August 2024** begonnen werden. Der Antrag muss **bis zum 30. November 2024** gestellt werden.



Wärmepumpe EFH Hanstedt

Mein Haus / Meine Wohnung I



Grob-Schätzung Wärmeenergie:

- Wärmebedarf / Jahr (z.B. aus Gasrechnung)
 - m² beheizte Wohnfläche (für Dämmung)
- Ergebnis: kWh/m² im Jahr

Baualterklasse, typische Werte, Bsp. EFH/ZFH:

- bis 1986: 145 bis 173 kWh/m² im Jahr
- bis 2004: 110 bis 120 kWh/m² im Jahr
- bis 2008: ca. 82 kWh/m² im Jahr
- ab 2009: 50 kWh/m² im Jahr und weniger.

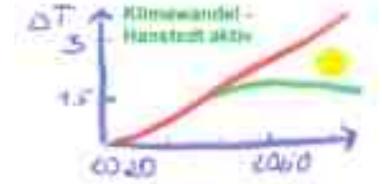
Weitere Parameter:

- EFH, MFH, Reihenhaus, Endreihenhaus
- Denkmalschutz
- Zentralheizung, Fußboden, Heizkörper
- Keller ja/nein
- Gebäude Kompakt / Langgestreckt
- Stockwerke



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Mein Haus / Meine Wohnung II



KEAN-WärmepumpenCheck:

<https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/waerme/waermepumpe/waermepumpen-check.php>

JAZ-Rechner mit Heizungstypen:

<https://www.waermepumpe.de/jazrechner/>

Heizlastberechnung überschlägig DIN EN 15378

Zu beheizende Fläche in Quadratmeter

x Heizlast in Watt pro Quadratmeter

(je nach Baujahr des Gebäudes)

= Überschlägige Heizleistung Heizgerät in (Kilo) Watt

<https://www.bosch-homecomfort.com/de/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/heizleistung-berechnen/#section-3060134>

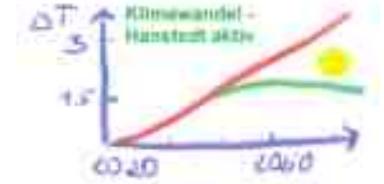


2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Heizlast = Leistung, die an kalten Tagen produziert werden muss !!!

Profis berechnen die Heizlast nach DIN EN 12831 (i.d.R. programmunterstützt).

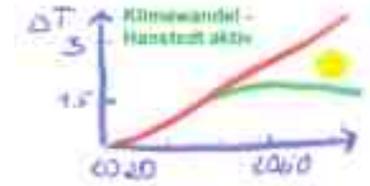
Mein Haus / Meine Wohnung III



Heizlast überschlägig DIN EN 15378: W/m²

W/m ²	<= 1977	1978 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2008	> 2008
100 m ²	163	115	99	67	45	38
125 m ²	162	114	98	67	45	38
150 m ²	161	114	98	66	44	37
200 m ²	160	113	97	65	44	37
300 m ²	157	110	95	64	43	36
500 m ²	150	105	90	60	40	33

Wärmepumpe – Reine Kostenrechnung (Schätzung)



Parameter der reinen Kostenrechnung.

Investition = Preis Wärmepumpe
 - Förderung
 - Preis Fossile neue Heizung

Strompreis + jährliche Steigerung

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe

Gaspreis + jährliche Steigerung

Fertiger Rechner (spreadsheet) unter:
<https://schlau-energiesparen.de/>

Bestehende Heizung	
Startjahr	2023
Heizungsart	Gas
Jahresverbrauch Gas	9.500 kWh
Gesamts pro kWh	0,12 €
Preiserhöhung Gas	3,00%
Wirkungsgrad Gas	80,00%
Kaufpreis Gasheizung	8.000,00 €
Zinsen	0%

Wärmepumpe Sofort	
WP-Strompreis pro kWh	0,27 €
Preissteigerung WP-Strom	1,00%
Jahresarbeitszahl	3
Kaufpreis Wärmepumpe	30.000,00 €
Ökoeffizient Wärmepumpe	55%

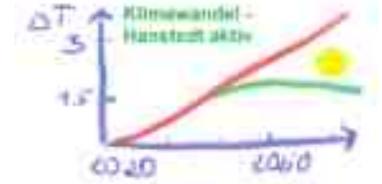
Wärmepumpe Später	
WP Einbaujahr	2055
Jahresarbeitszahl	%
Kosten	€/kWh
Förderung	35%
Neuer Wärmebedarf	

Zu Anstellung



Jahr	Energiekosten		Bestehende Heizung		Wärmepumpe Sofort		Vorteil: WP Sofort	
	WP-Strom	Gaspreis	Jahreskosten	jährliche Kosten	Jahreskosten	jährliche Kosten	pro Jahr	Gesamtverbleibende Zinsen
0/2023	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	11.235,00 €	11.235,00 €	5.145,97 €	5.145,97 €
1/2024	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	742,03 €	742,03 €	379,96 €	-765,81 €
2/2025	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	750,00 €	750,00 €	418,10 €	-1.011,01 €
3/2026	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	757,97 €	757,97 €	456,24 €	-1.256,22 €
4/2027	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	765,94 €	765,94 €	494,38 €	-1.501,43 €
5/2028	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	773,91 €	773,91 €	532,52 €	-1.746,64 €
6/2029	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	781,88 €	781,88 €	570,66 €	-2.000,85 €
7/2030	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	789,85 €	789,85 €	608,80 €	-2.255,06 €
8/2031	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	797,82 €	797,82 €	646,94 €	-2.509,27 €
9/2032	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	805,79 €	805,79 €	685,08 €	-2.763,48 €
10/2033	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	813,76 €	813,76 €	723,22 €	-3.017,69 €
11/2034	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	821,73 €	821,73 €	761,36 €	-3.271,90 €
12/2035	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	829,70 €	829,70 €	799,50 €	-3.526,11 €
13/2036	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	837,67 €	837,67 €	837,64 €	-3.780,32 €
14/2037	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	845,64 €	845,64 €	875,78 €	-4.034,53 €
15/2038	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	853,61 €	853,61 €	913,92 €	-4.288,74 €
16/2039	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	861,58 €	861,58 €	952,06 €	-4.542,95 €
17/2040	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	869,55 €	869,55 €	990,20 €	-4.797,16 €
18/2041	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	877,52 €	877,52 €	1.028,34 €	-5.051,37 €
19/2042	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	885,49 €	885,49 €	1.066,48 €	-5.305,58 €
20/2043	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	893,46 €	893,46 €	1.104,62 €	-5.559,79 €
21/2044	4,27 €	0,12 €	1.143,00 €	1.143,00 €	901,43 €	901,43 €	1.142,76 €	-5.814,00 €

Konzepte: Was gibt es noch zur Wärmepumpe



Wärmepumpenarten

On/ off, Invertergeregelt, Mono-/Bivalente, ...

Wärmepumpen-Strukturtyp

Monoblock , Splitblock

Pufferspeicher ja / nein

Frischwassermodule (Zusatz zum Pufferspeicher)

Schall und Abstände (Luft-Wasser-Wärmepumpe)

Alternative Wärmequellen (Geothermie)



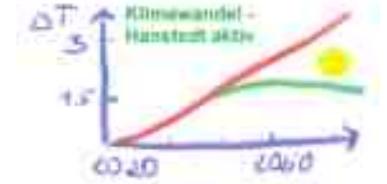
2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Fristen/Termine nach GEG

Dämmung

Energieberatung

Wärmepumpen-Arten



On/ off- Wärmepumpe

Verdichter mit konst. Drehzahl. Schalthysterese.

Invertergeregelte (modulierende) Wärmepumpe

Verdichter mit variab. Drehzahl. Teillastbetrieb.

Monovalente Wärmepumpe

Heizung und Trinkwassererwärmung

Monoenergetische Wärmepumpe

Ab Bivalenzpunkt übernimmt Elektroheizstab.

Bivalent-alternative Wärmepumpe

Ab Bivalenzpunkt übernimmt alternative Heizung.

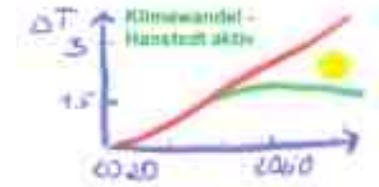
Bivalent-parallele Wärmepumpe

Ab Dimensionierungspunkt wird zweite Heizung zugeschaltet.



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Wärmepumpen-Strukturtyp Monoblock



Monoblock- Wärmepumpe

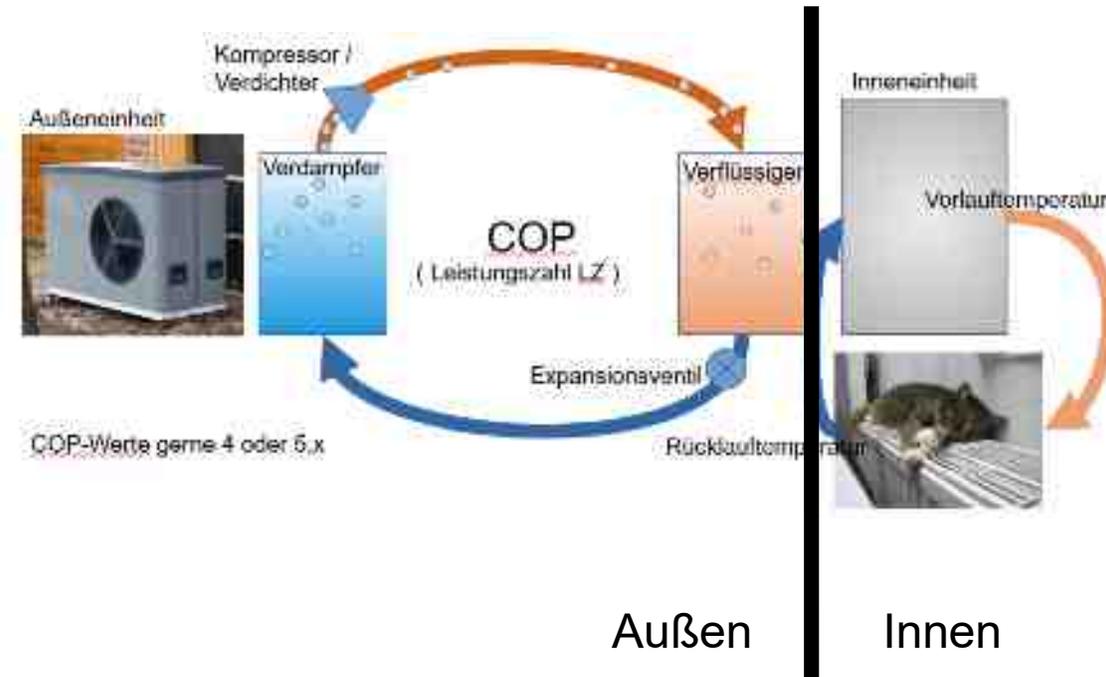
Kompaktausführung: Fast alle Anlagenteile (auch Verflüssiger und Expansionsventil), befinden sich in der Außeneinheit. Ins Haus wird "nur" warmes Wasser geliefert. Marktanteil steigt, inzwischen > 66 Prozent.

Vorteile:

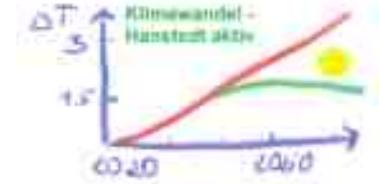
- Geringer Platzbedarf im Haus
- Wenig Schallemission im Haus
- Leichtere Optimierung

Nachteile:

- Warmwasserleitung hat größeren Querschnitt
- Warmwasserleitung muss gut isoliert werden.



Wärmepumpen-Strukturtyp Splitblock



Splitblock- Wärmepumpe

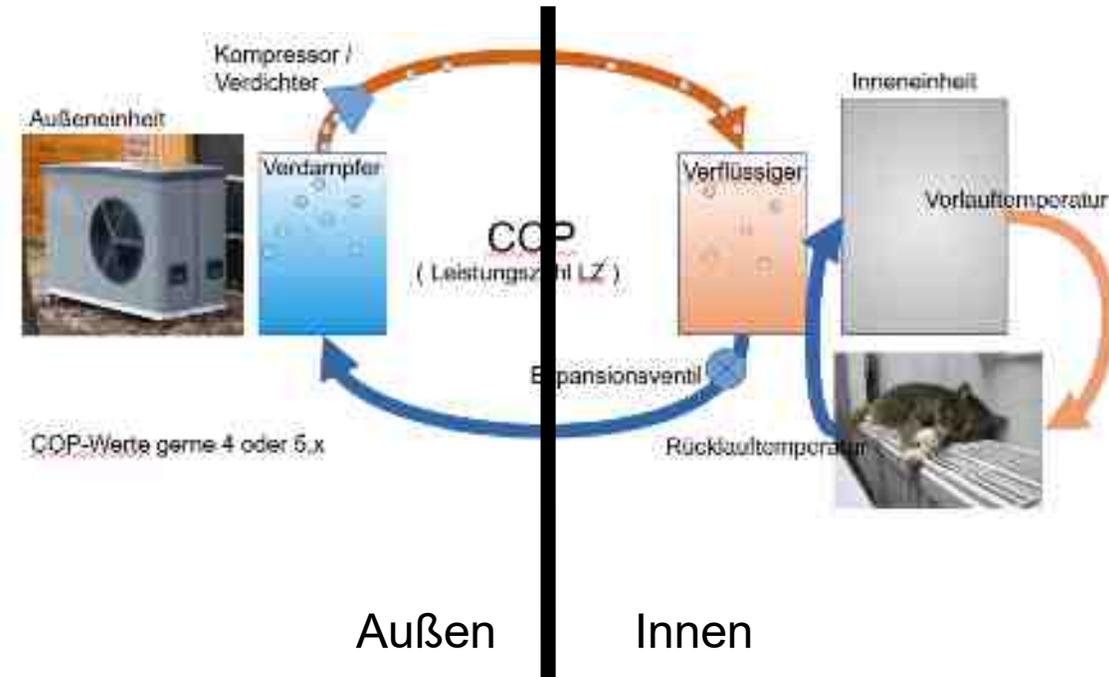
Verdampfer und Kompressor wie in Außeneinheit
Verflüssiger und Expansionsventil befinden sich im Haus
(Inneneinheit). Ins Haus wird “nur“ das erhitzte
Kältemittel geliefert.

Vorteile:

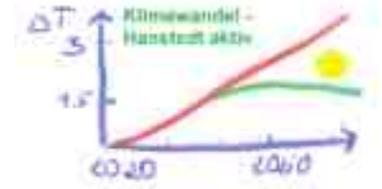
- Geringer Leitungsquerschnitt ins Haus
- Kältemittelleitung einfacher zu isolieren
- Außeneinheit leichter und kleiner

Nachteile:

- Etwas mehr Schallemission von Inneneinheit
- Kältemittelleitung muss häufiger gewartet werden.
- Techniker brauchen besonderen Kältemittelschein.



Pufferspeicher: Nein ?



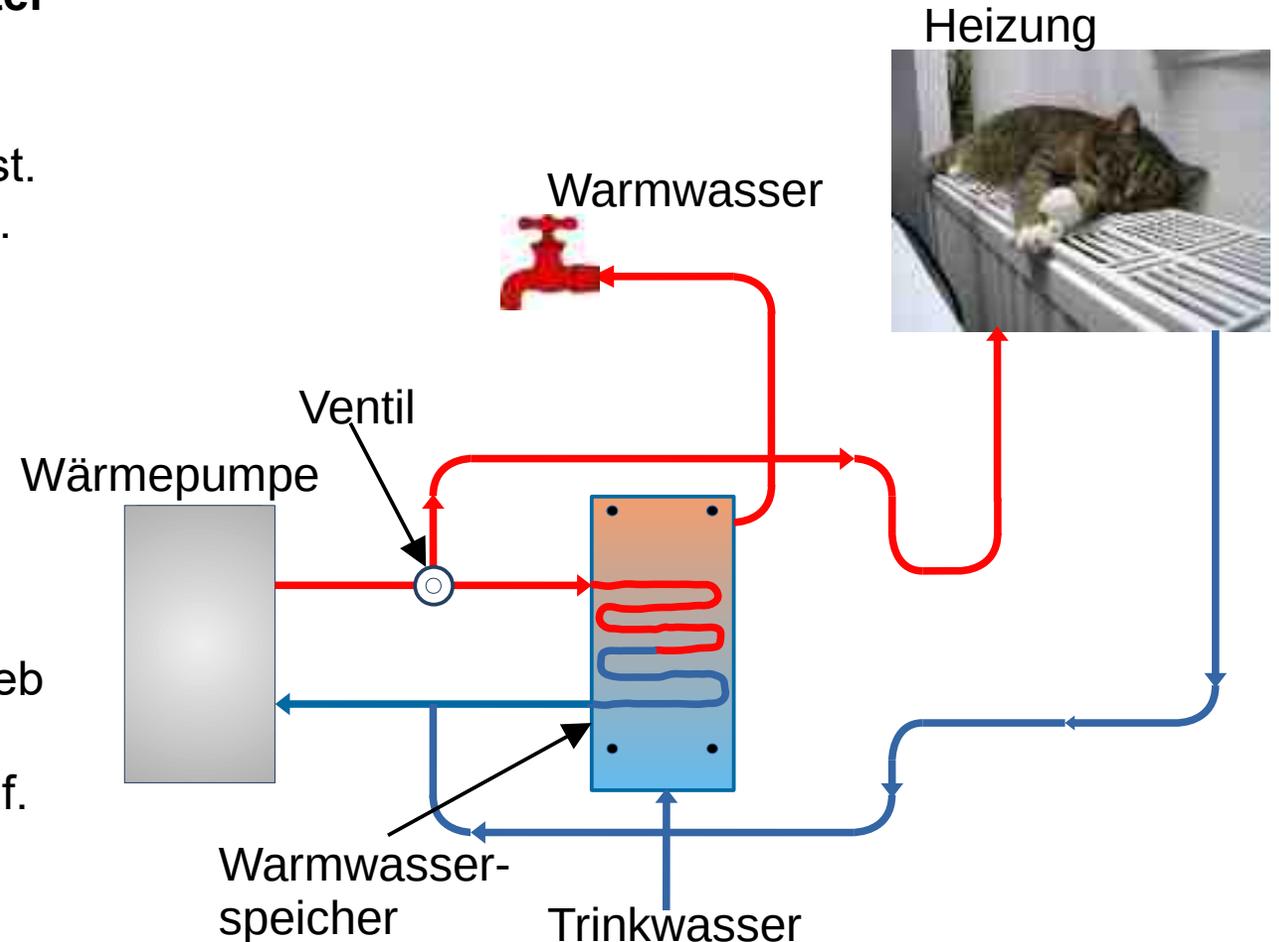
Moderne Wärmepumpen arbeiten mit einem **Inverter** und modulieren die Heizleistung nach Bedarf. Wenn sie nicht überdimensioniert sind arbeiten sie auch an mäßig kalten Tagen kontinuierlich in Teillast. Noch besser: Eine Fußbodenheizung puffert selbst.

Vorteile:

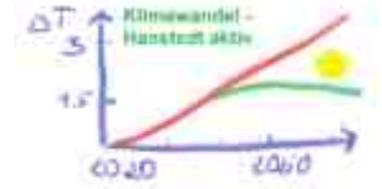
- Ein Pufferspeicher wird dann nicht benötigt.
- Ein On-Off-Betrieb sollte selten eintreten (würde die Anlage belasten).

Nachteile

- Bei zu großer Dimensionierung ggf. On-Off-Betrieb an mäßig kalten Tagen
- Tarif-/Netzlastbedingte Abschaltzeiten werden ggf. nicht so gut überbrückt.



Pufferspeicher (parallel)



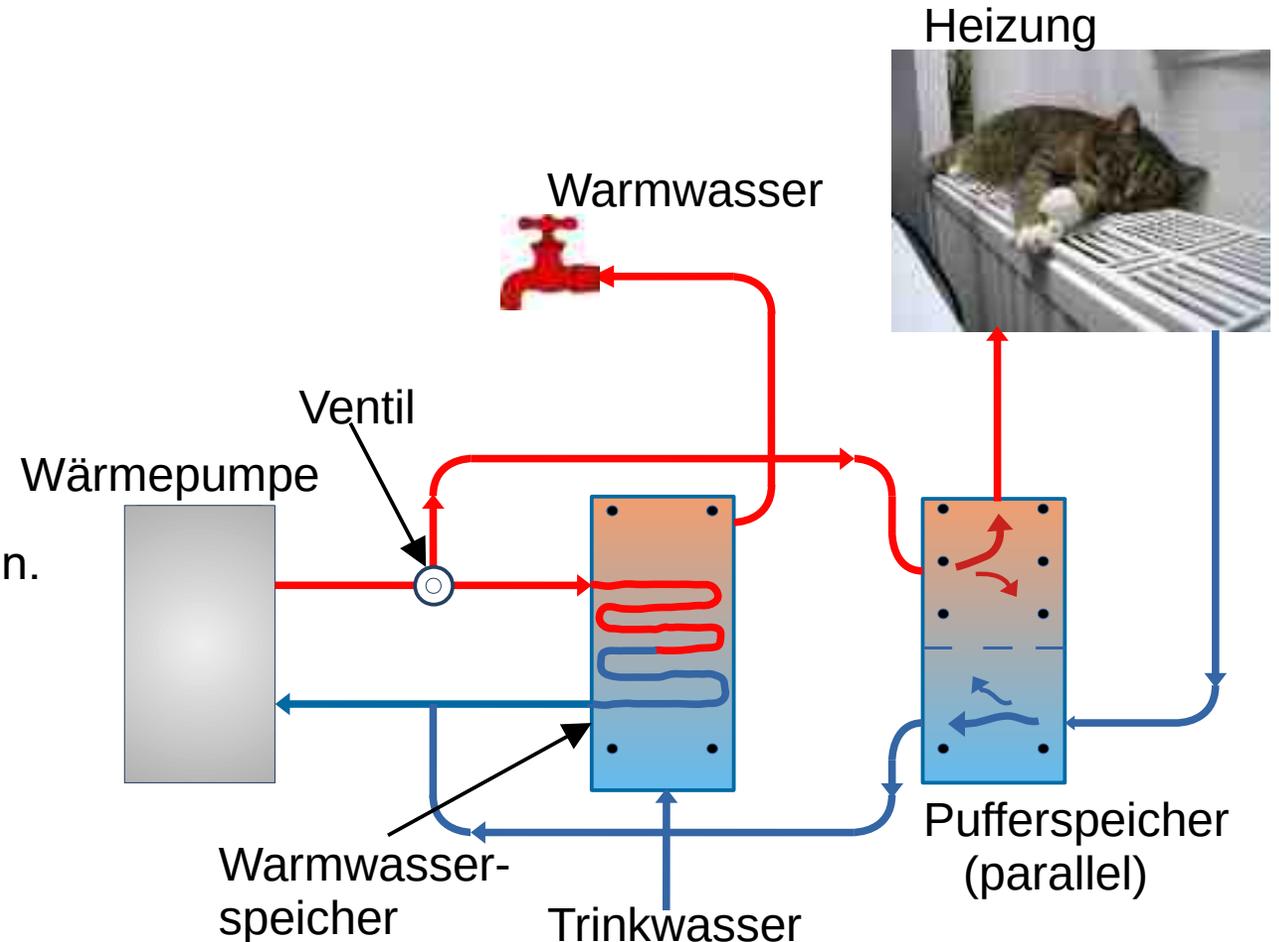
Der **Pufferspeicher** wird zwischen Wärmepumpe und Heizungskreislauf installiert.

Er kann überschüssige Wärme aufnehmen und die Erzeugung vom Verbrauch etwas entkoppeln.

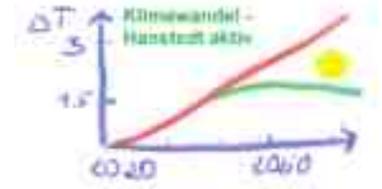
- On/ Off-Wärmepumpen schalten weniger häufig.
- Nacht- und Tarifsperzeiten können überbrückt werden.
- Solaranlagen-Wärmeoutput kann integriert werden.
- Weitere Wärmeerzeuger können integriert werden.
- Heizstäbe von PV-Anlagen können integriert werden.
- Frischwassermodule können integriert werden.

Arten:

- Konventioneller Pufferspeicher
- Schichtladespeicher



Pufferspeicher (in Reihe)

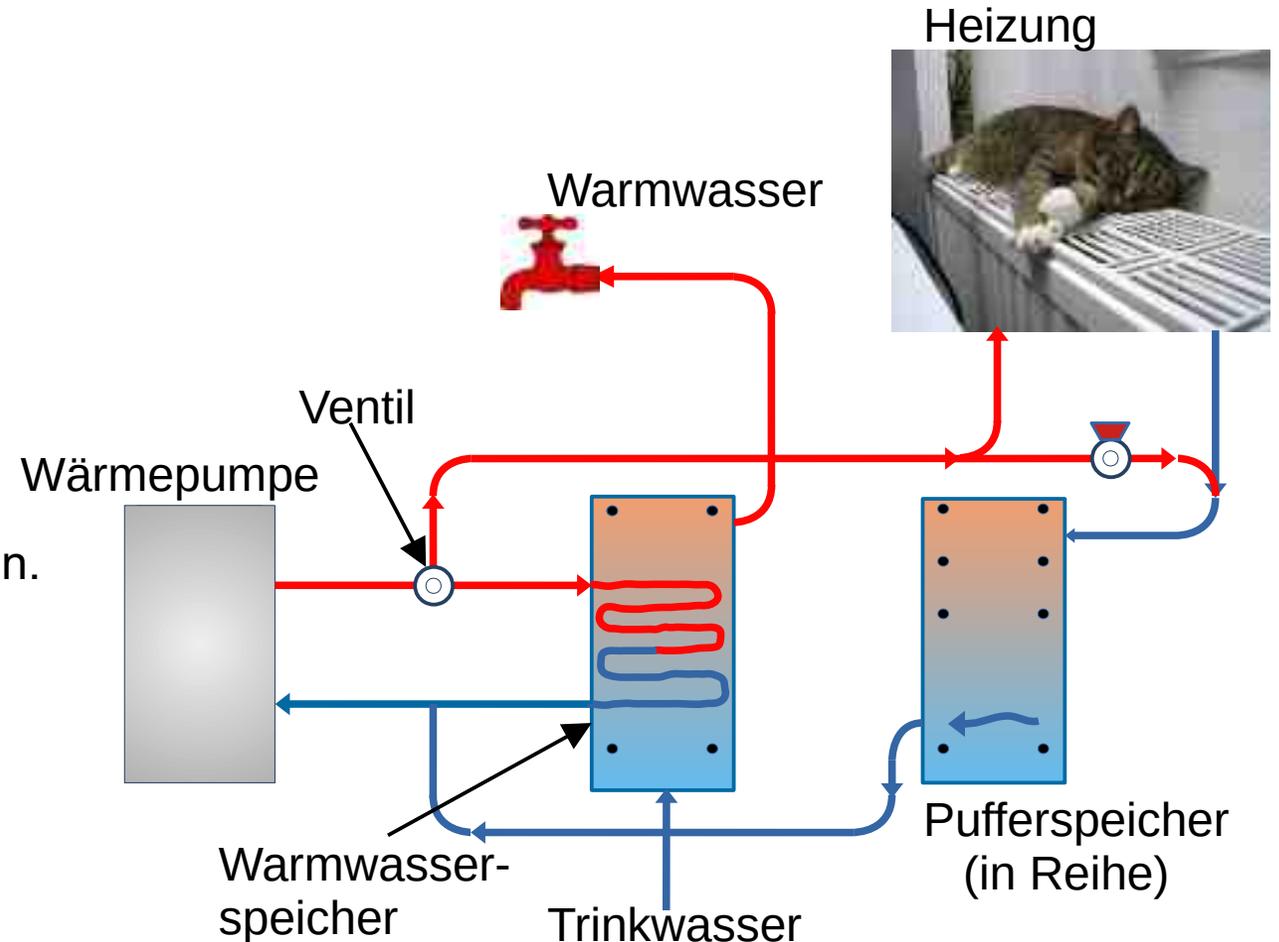


Der **Pufferspeicher** wird zwischen Wärmepumpe und Heizungskreislauf installiert. Er kann überschüssige Wärme aufnehmen und die Erzeugung vom Verbrauch etwas entkoppeln.

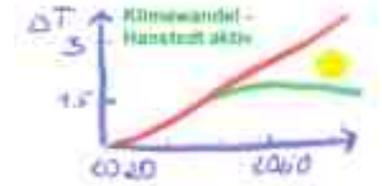
- On/ Off-Wärmepumpen schalten weniger häufig.
- Nacht- und Tarifsperzeiten können überbrückt werden.
- Solaranlagen-Wärmeoutput kann integriert werden.
- Weitere Wärmeerzeuger können integriert werden.
- Heizstäbe von PV-Anlagen können integriert werden.
- Frischwassermodule können integriert werden.

Arten:

- Konventioneller Pufferspeicher
- Schichtladespeicher



Frischwassermodule



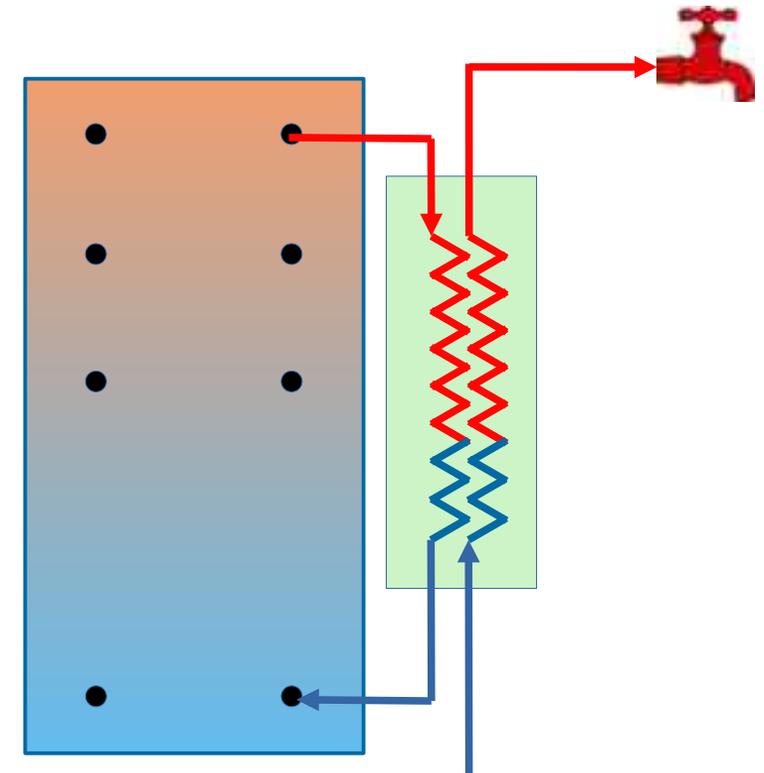
Das Frischwassermodule ist ein Zusatzgerät zum Pufferspeicher oder ist dort integriert. Es trennt das Heizungswasser vom Warmwasser und arbeitet ähnlich wie ein Durchlauferhitzer.

Vorteile:

- Kein Warmwasserspeicher notwendig.
- Hat ein geringes Speichervolumen \Leftrightarrow Es wird schnell frisches Wasser zugeführt und erwärmt \Leftrightarrow Legionellengefahr gering.

Nachteile:

- Max. Temperatur ist \leq Pufferspeichertemperatur
- Pufferspeicher muss im Sommer geheizt werden.

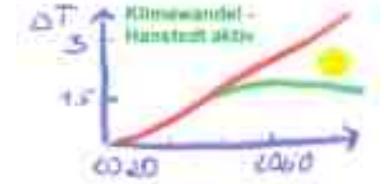


Pufferspeicher und Frischwassermodule

ACHTUNG:

Die Durchlaufleistung [l/min] muss ausreichend sein! Z.B. 20 l/min

Frischwassermodule + Schichtladespeicher



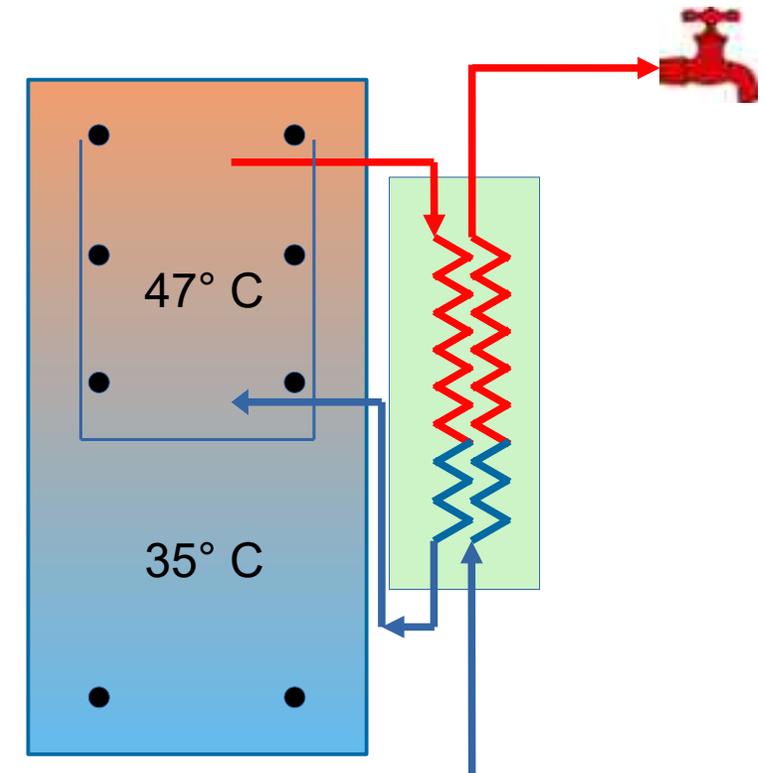
Das Frischwassermodule ist ein Zusatzgerät zum Pufferspeicher oder ist dort integriert. Es trennt das Heizungswasser vom Warmwasser und arbeitet ähnlich wie ein Durchlauferhitzer.

Vorteile:

- Kein Warmwasserspeicher notwendig.
- Hat ein geringes Speichervolumen \Leftrightarrow Es wird schnell frisches Wasser zugeführt und erwärmt \Leftrightarrow Legionellengefahr gering.

Nachteile:

- Max. Temperatur ist \leq Pufferspeichertemperatur
- Pufferspeicher muss im Sommer geheizt werden.

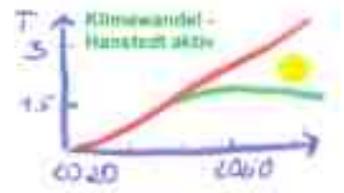


Pufferspeicher und Frischwassermodule

ACHTUNG:

Die Durchlaufleistung [l/min] muss ausreichend sein! Z.B. 20 l/min

Grenzabstand von Wärmepumpen (WP)
 (Errichtung ist verfahrensfrei – keine Genehmigung erforderlich)



Abstände / Schallemission

Mindestens zu berücksichtigen sind:

- **Niedersächsische Bauordnung (NbauO)** vom 27.6.2023, ggf. weitere kommunale Regelungen
- **TA Lärm.**

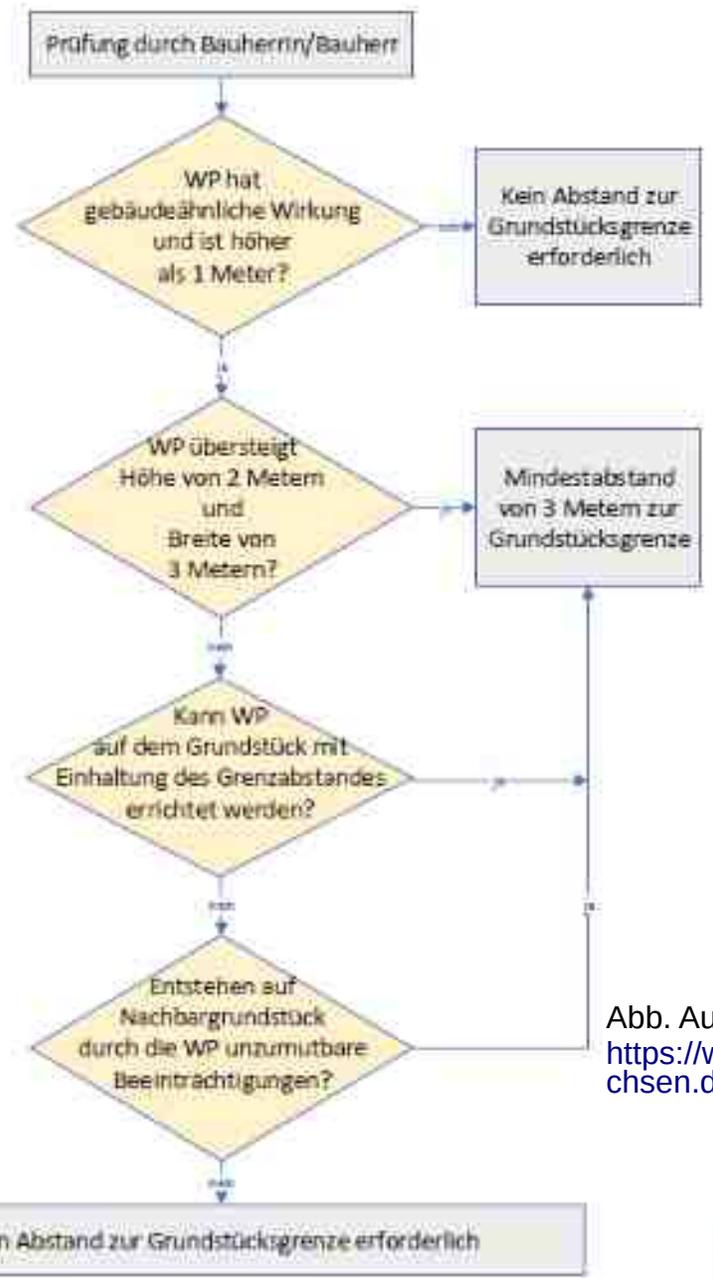
TA-Lärm Immissionsgrenzwerte in reinen Wohngebieten:

- Tags 50 dB(A)
- Nachts 35 dB(A)

Formel zur groben Abschätzung:

$$L_{Aeq} = L_{WAeq} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2}\right)$$

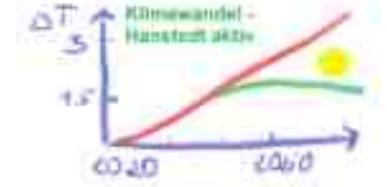
Schallrechner (bwp):
<https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>



NBauO

Abb. Aus <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/>

Alternative Wärmequellen (Geothermie)



Geothermische Wärmepumpen:

Erdwärme

- Erdreichsonde (oft ca. 100 m tief = 10 °C)
- Erkollektor (oft > 1,50 m tief, geht in die Fläche)

Grundwasser

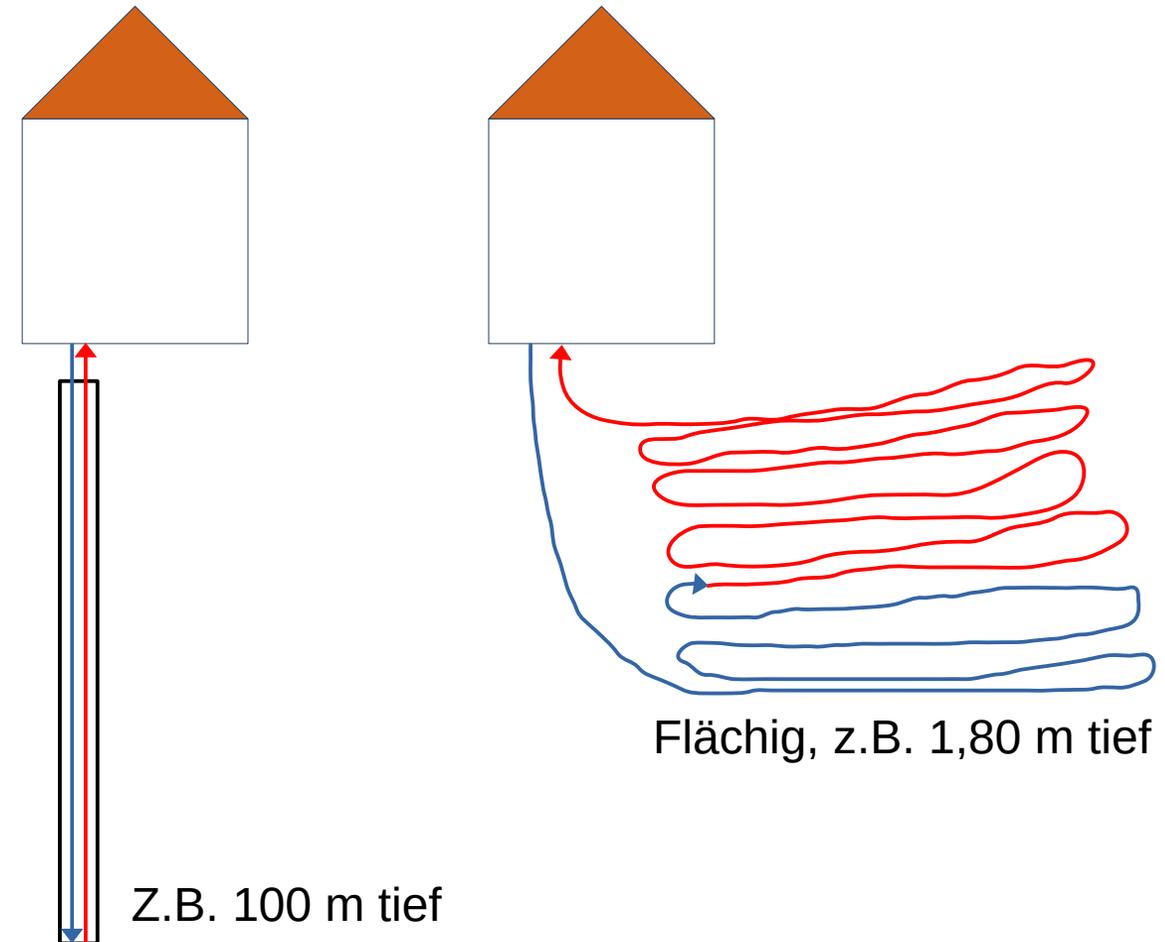
- Saug- und Schluckbrunnen

Vorteile:

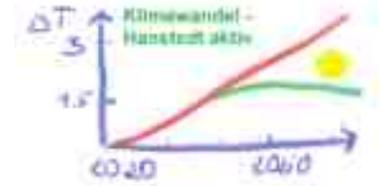
- Temperatur konstant höher als Luft im Winter
<=> COP und JAZ oft 4 und mehr
- I.d.R. keine Geräuschemissionen

Nachteile:

- Genehmigungspflichtig
- Teurer in der Investition als Luft-Wasser-WP



Kalte Nahwärmenetze



Nahwärmenetz: Rohrleitungen, z.T. über einige km
Kalt: Wasser mit 20 bis 30 °C.

1. Stufe: Große Wärmepumpe für das Netz
2. Stufe: Kleine Wärmepumpen in Gebäuden

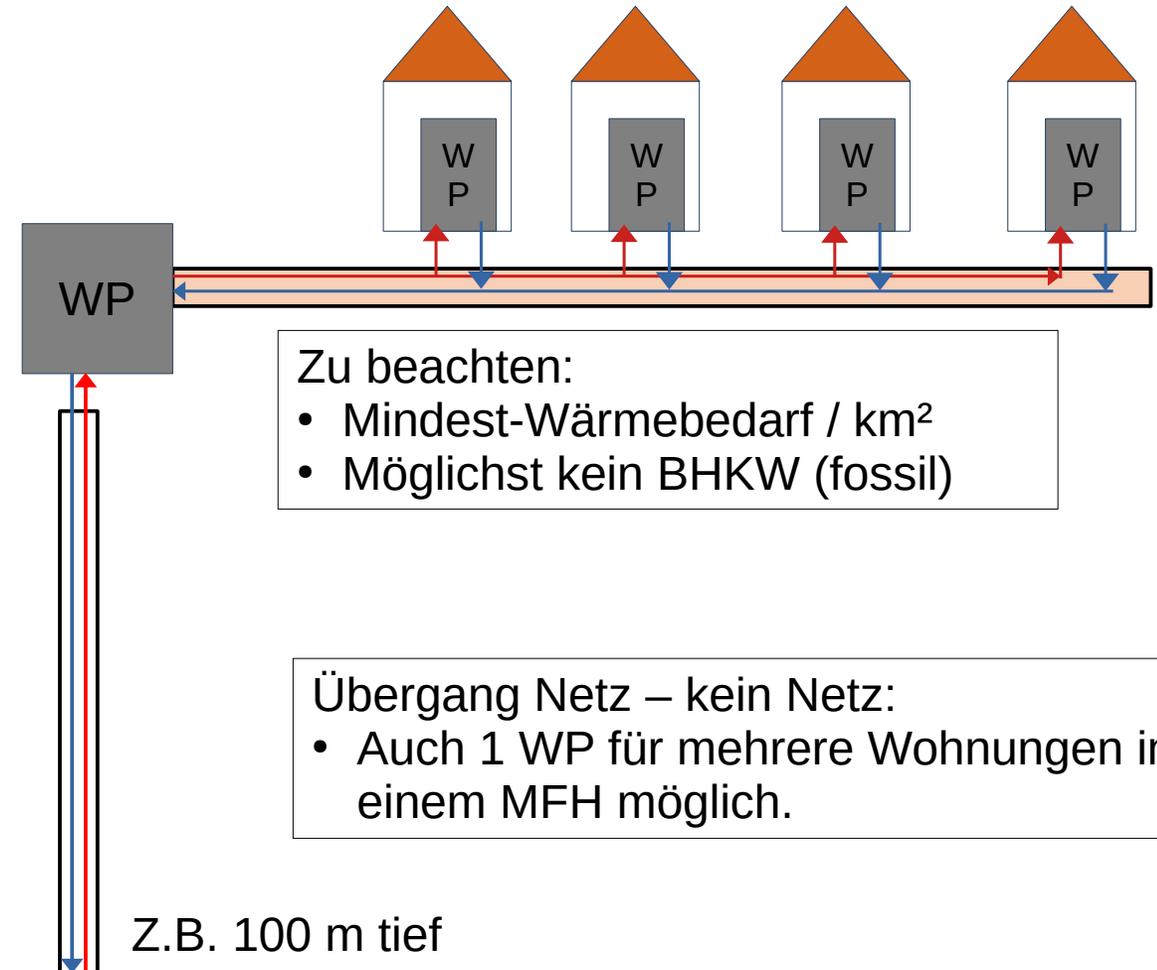
Vorteile:

- Netz-Temperatur konstant höher als Luft im Winter
=> COP und JAZ 4 und mehr
- Keine Vereisung/Abtauen von Luft-Wasser-WP

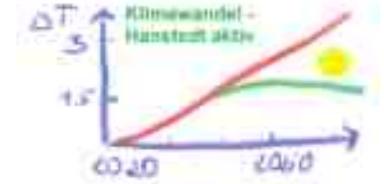
Nachteile:

- Größeres Bau- und Investitionsvorhaben
- Wärmeverluste im Netz

Realisierung i.d.R. erst nach komm. Wärmeplanung
Realisierung wird nicht garantiert.



Kalte Nahwärmenetze - Komm. Wärmeplan



Kommunen bis 100T Einwohner müssen bis Mitte 2028 einen Wärmeplan erstellen.

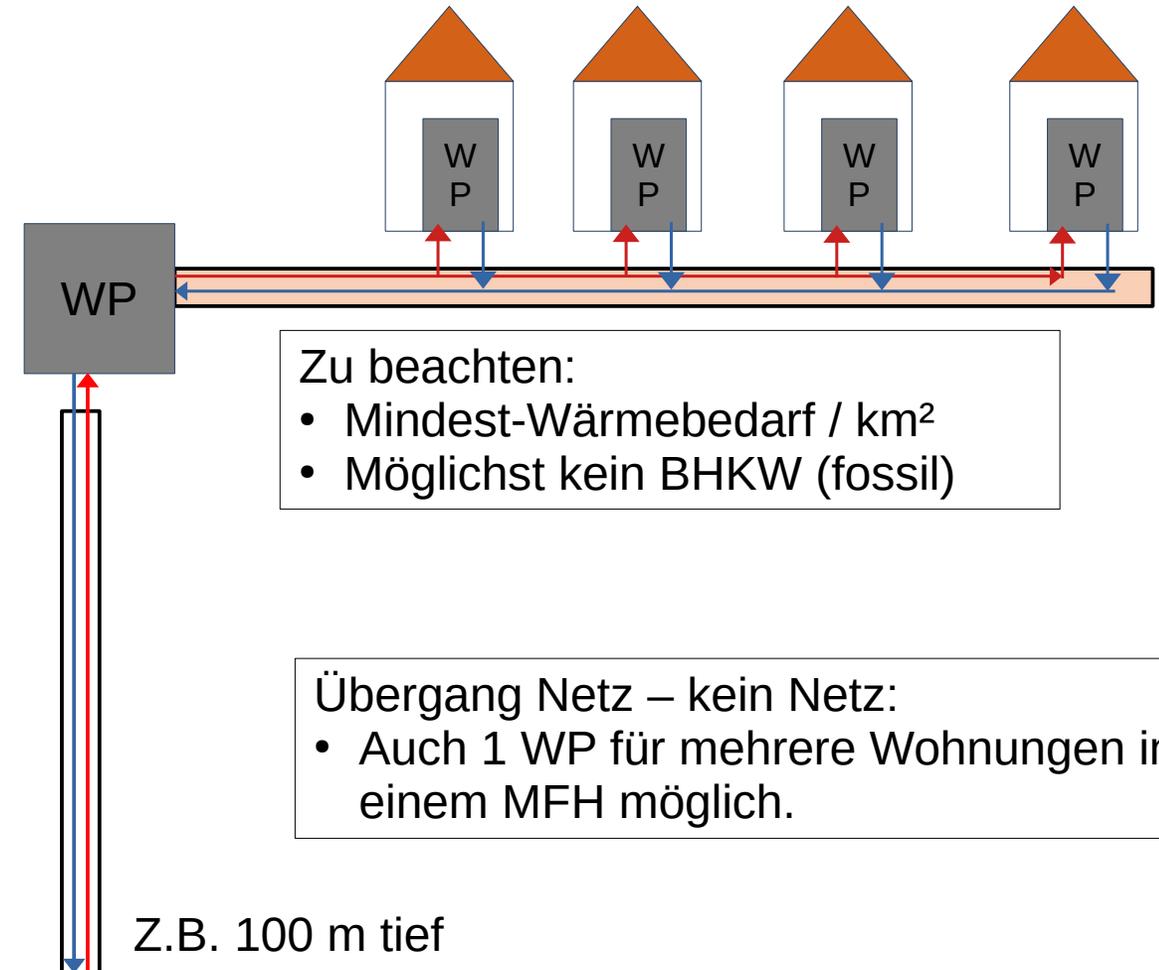
Mit Wärmenetz **könnte für Neubauten** ein Anschluss verpflichtend sein (Gemeindebeschluss).

Vorhandene Heizsysteme müssen nicht aufgegeben werden. Wenn das vorhandene Heizsystem defekt wird und nicht mehr reparabel ist, also ersetzt werden muss, muss die neue Heizung nach GEG ab Mitte 2028 mit >65% erneuerbaren Energien betrieben werden. Dann könnte ein Anschlusszwang wirksam werden.

Sollte man auf den Wärmeplan warten?

Aus unserer Sicht: Nein!

Bis zum Netz wird es viele Jahre dauern.



Zu beachten:

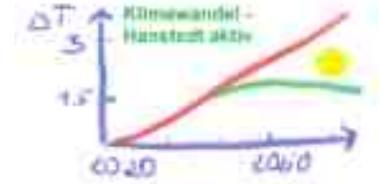
- Mindest-Wärmebedarf / km²
- Möglichst kein BHKW (fossil)

Übergang Netz – kein Netz:

- Auch 1 WP für mehrere Wohnungen in einem MFH möglich.

Z.B. 100 m tief

Dämmung – Wärmepumpe: Schwerpunkt?



Dämmmaterial muss hergestellt und eingebaut werden. Das kostet einmalig CO₂ => Dabei wird einmalig CO₂ emittiert.

Dämmung reduziert ständig (über eine Laufzeit) den Wärmebedarf. Das spart CO₂ ein => Es wird weniger CO₂ emittiert.

Beides gilt auch für die Wärmepumpe.

Gibt es nur noch grünen Strom (auch bei der Herstellung), wird kein CO₂ emittiert. Wozu dann noch dämmen und /oder eine Wärmepumpe installieren?

Dann geht es immer noch um die Effektivität (Wirkungsgrad) des Heizens und Dämmens bzw. die Kosten in Euro.

Vor 2045:

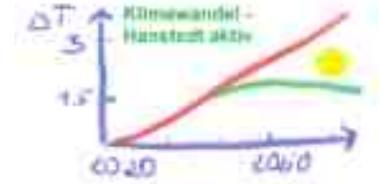
CO₂-Emissionen einsparen

Kosten / Energie einsparen

Nach 2045:

Kosten / Energie einsparen

Dämmung – Wärmepumpe: Schwerpunkt?



Gibt es nur noch grünen Strom (auch bei der Herstellung), wird kein CO₂ emittiert. Wozu dann noch dämmen und /oder eine Wärmepumpe installieren?

Nach 2045:

Kosten / Energie einsparen

Dann geht es immer noch um die Effektivität (Wirkungsgrad) des Heizens und Dämmens bzw. die Kosten in Euro:

Dämmmaterial muss hergestellt und eingebaut werden. Das kostet einmalig CO₂ \Leftrightarrow Dabei wird einmalig CO₂ emittiert.

Vor 2045:

CO₂-Emissionen einsparen

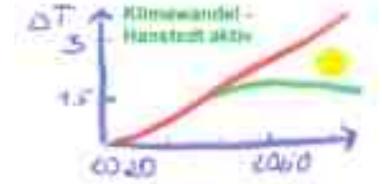
Dämmung reduziert ständig (über eine Laufzeit) den Wärmebedarf. Das spart CO₂ ein \Leftrightarrow Es wird weniger CO₂ emittiert.

Kosten / Energie einsparen

Beides gilt auch für die Wärmepumpe.

Dämmung – Reine Kostenrechnung

(Schätzungen zusammengetragen aus diversen Quellen)



Altes Haus, nichts ist gedämmt: Dämmung neu

Was spart wie viel bei den Heizkosten:

- Dach: -16%
- Fenster & Türen -14%
- Wand -30%
-

Ab wann hat man die Dämmkosten eingespart:

- Dach: Nur Dämmplatten selber einb.: 3 Jahre
- Dach neu mit Aufsparrendämmung: 16 Jahre
- Fenster und Türen: 20 Jahre
- Zweischal. Mauerwerk Einblasdämmung: 5 Jahre
- Außendämmung (Verbundsystem): 15 Jahre
- Kellerdecke: 5 Jahre
- Kellerwand: 20 Jahre

Dämmung von 1980 auf Standard 2023.

Ab wann hat man die Dämmkosten eingespart:

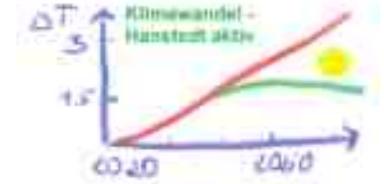
- Dach: 60 Jahre
- Fenster und Türen: 50 Jahre
- Wand: 30 Jahre

Nur wenn Teile sowieso ersetzt werden müssen, rechnet sich die Verbesserung der Dämmung.

Bei Wärmepumpeneinsatz sind 150 kWh/m² im Jahr ein typischer Grenzwert für den Einbau / die Verbesserung von Dämmung.

Für eine Wärmepumpe kann sich trotzdem auch hier eine Dämmung rechnen wg. niedriger VL-Temperatur und besserer Jahresarbeitszahl JAZ.

Gebäudeenergiegesetz (GEG) / Termine



Ab wann muss meine Heizung mit >65% EE laufen?

Neubau:

- In Neubaugebieten: Bauantrag ab 1.1.2024
- Außerhalb von Neubaugebieten: Frühestens ab 2026

Bestand

- Heizung funktioniert / lässt sich reparieren:
Kein Heizungstausch vorgeschrieben
- Heizung ist kaputt / keine Reparatur möglich:
Ab Mitte 2028 (Kommunale Wärmeplanung muss vorliegen)

