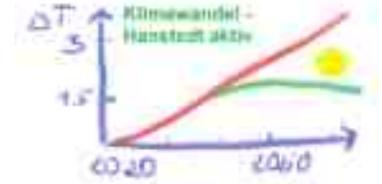


Wärmepumpe – Warum und Wie?



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

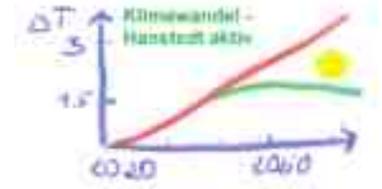
Wir erklären die **Luft-Wasser-Wärmepumpe (Marktanteil 90%)**.

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



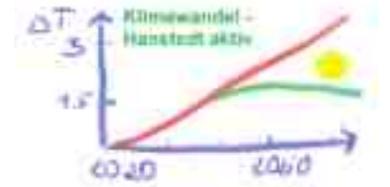
Koordinierungsgruppe klimawandel-hanstedt-aktiv:
Angela Böckler, Wolf Böckler, Hermann Krekeler, Gerhard Schierhorn, Günter Meschkat, Heinke Schlünzen,
nicht im Bild: Reza Hashemi, Frank Müller-Penzlin.

Wärmepumpe – Warum und Wie?

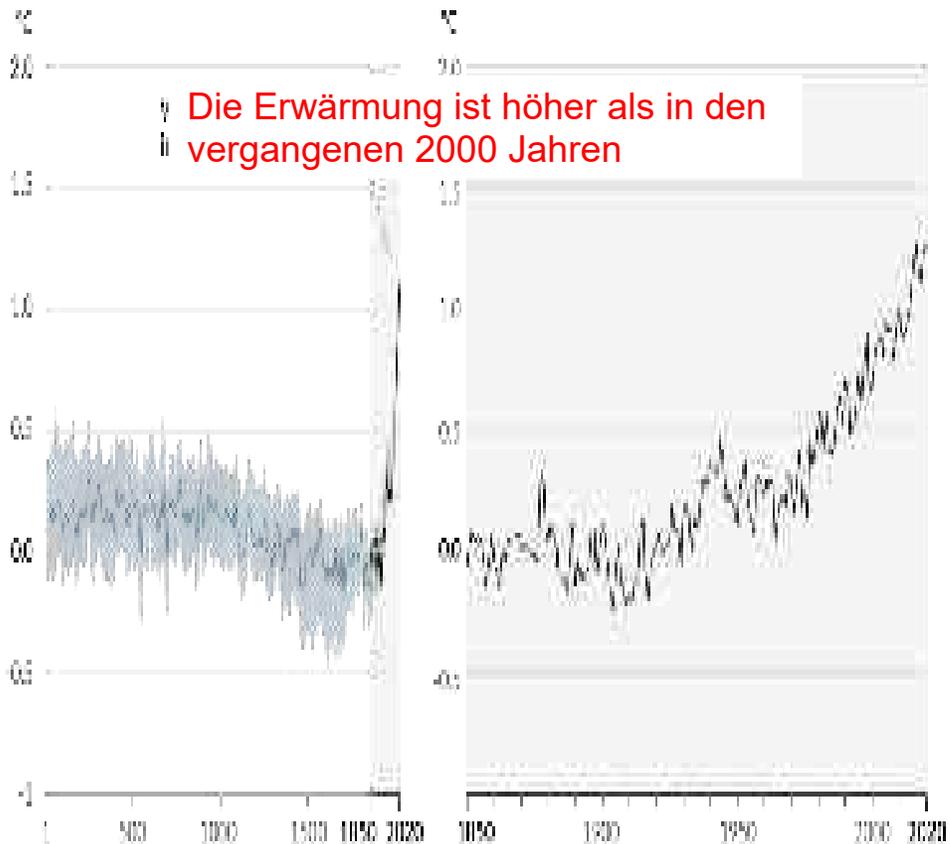


Globale Klimaänderungen - Was ist schon passiert?

Beispiel Temperatur 1850-2020

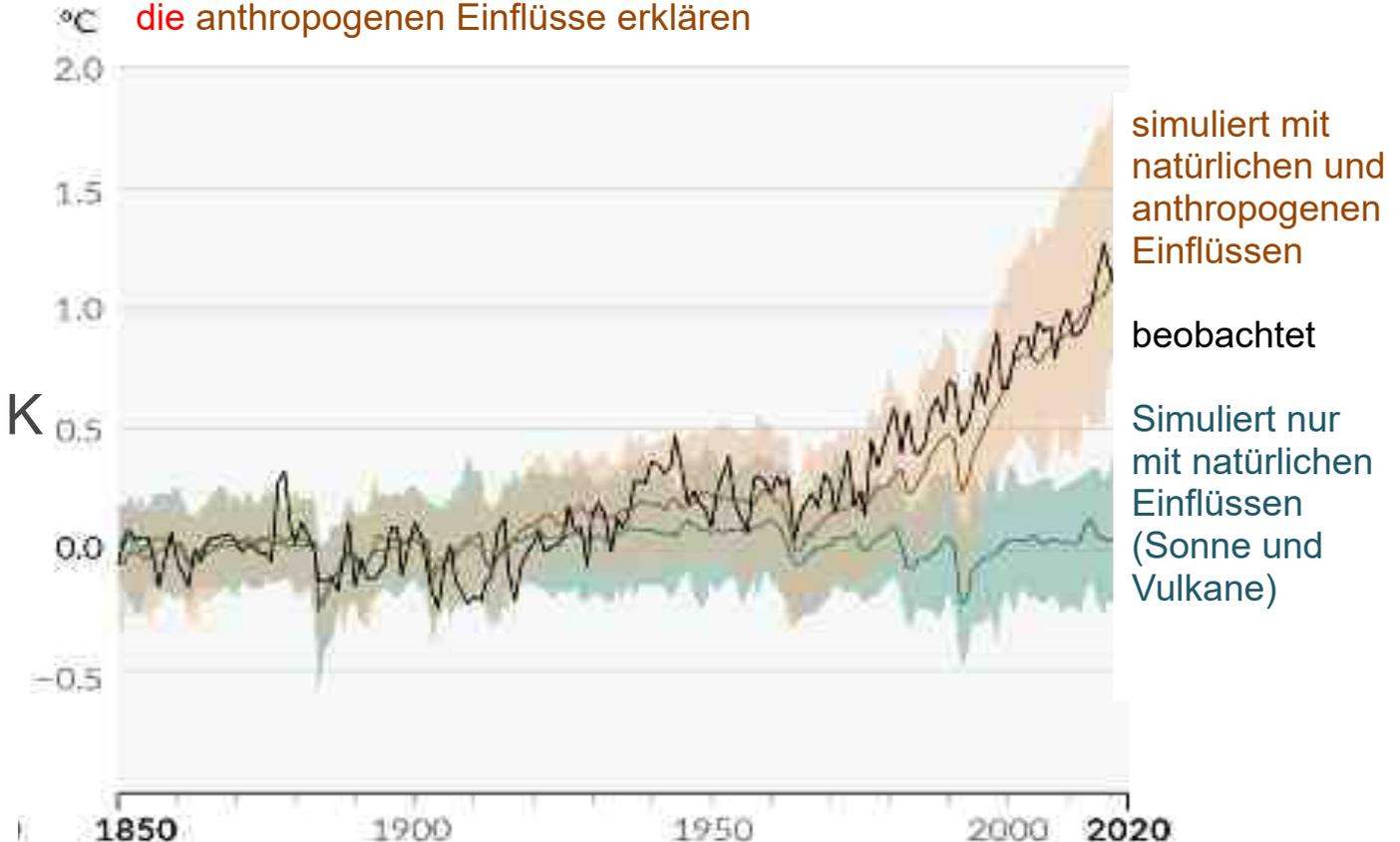


Globale Temperaturänderungen (Jahreswerte) relativ zu 1850-1900



Globale Temperaturänderungen (Jahreswerte) relativ zu 1850-19

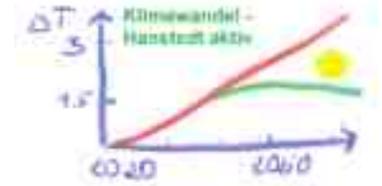
Die beobachteten Klimaänderungen lassen sich nur durch die anthropogenen Einflüsse erklären



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

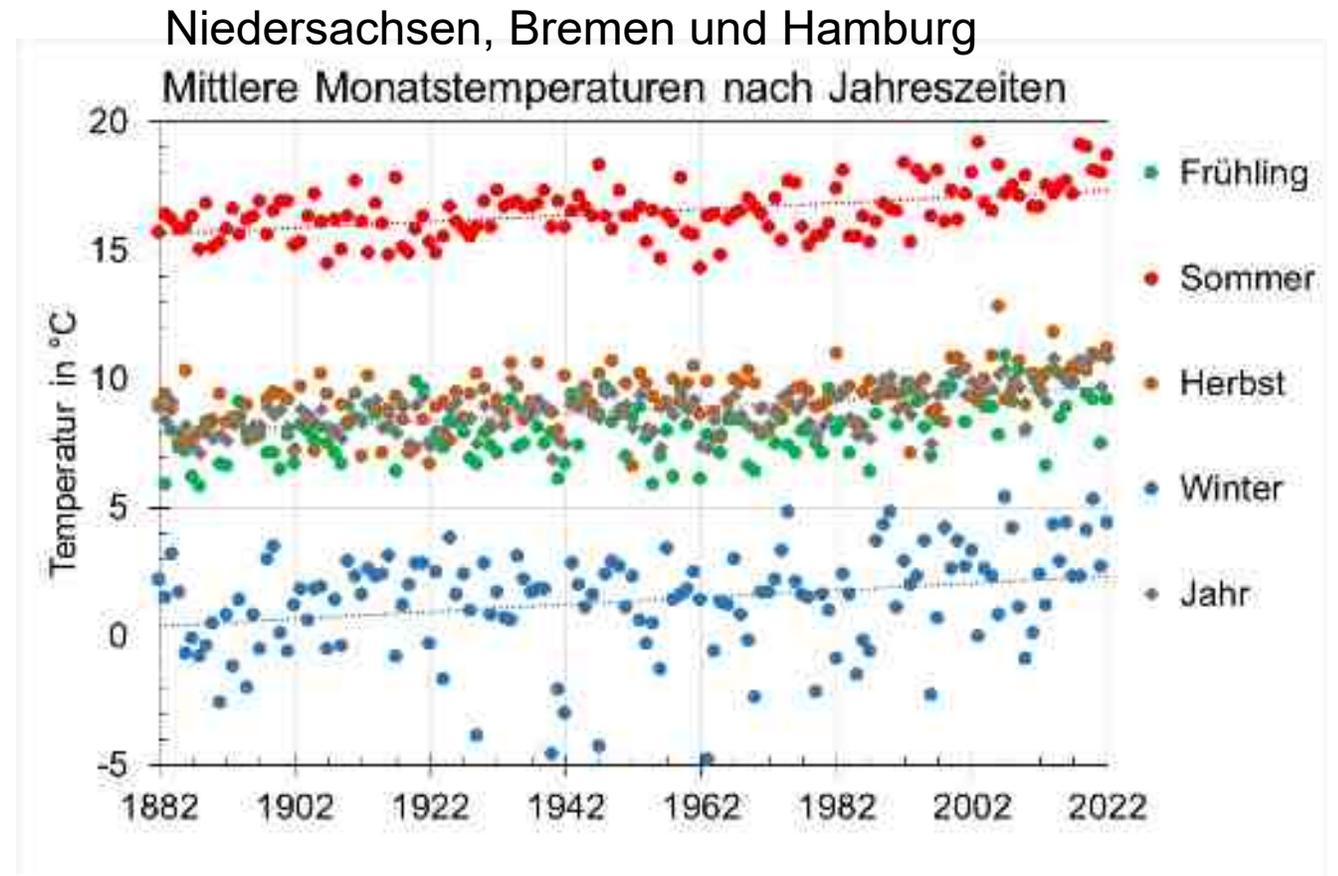


Klimaänderungen in Niedersachsen - Was ist schon passiert? Beispiel Temperatur

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

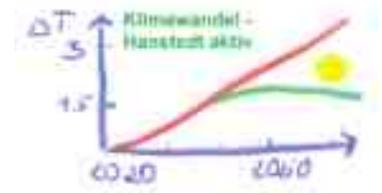
Das sind 0.5 K mehr als der globale mittlere Anstieg von 1.1 K (IPCC 2021).

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

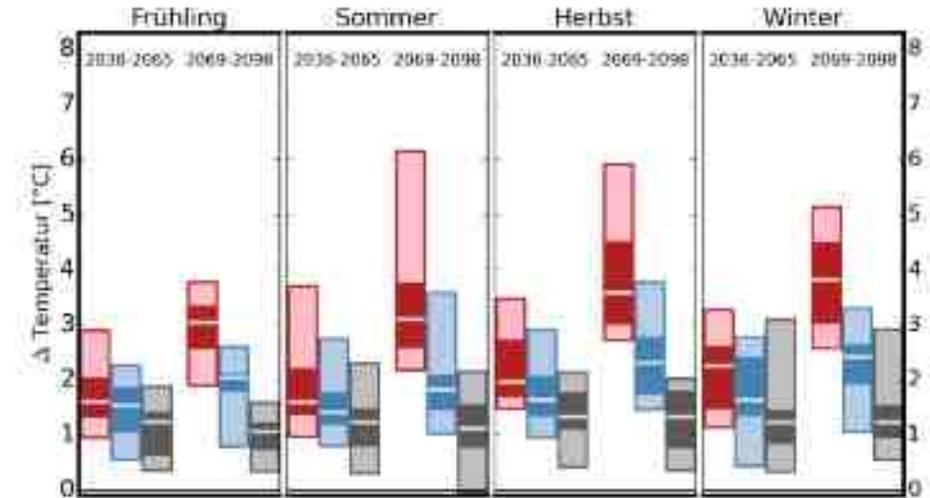
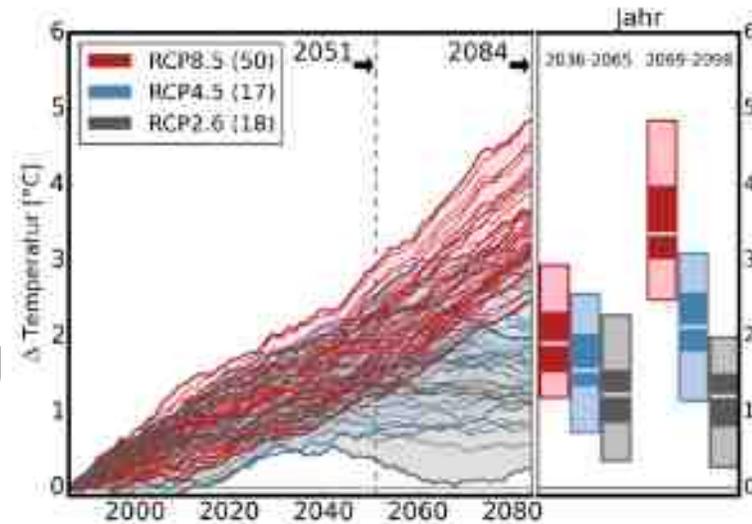


Eigene Abbildung. Daten DWD (2024)

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.

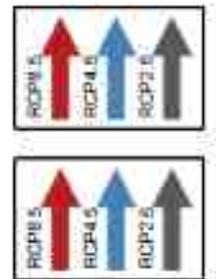
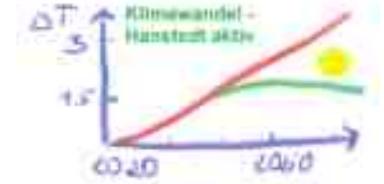


Abbildung aus Pfeifer et al. (2021)

CO2-Emission reduzieren beim Heizen

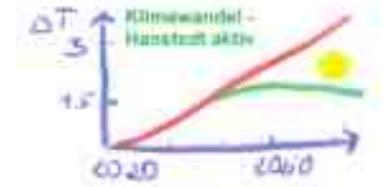


- 2023 heizten immer noch 72 % mit Gas und Öl.
- 2022 wurden 75% der neuen Gebäude mit erneuerbaren Energien beheizt. 57 % davon mit Wärmepumpen.
- Neben der Wärmepumpe sind auch andere Heizarten CO2-arm:
 - Solarthermie
 - Biogas
 - Biomasse



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



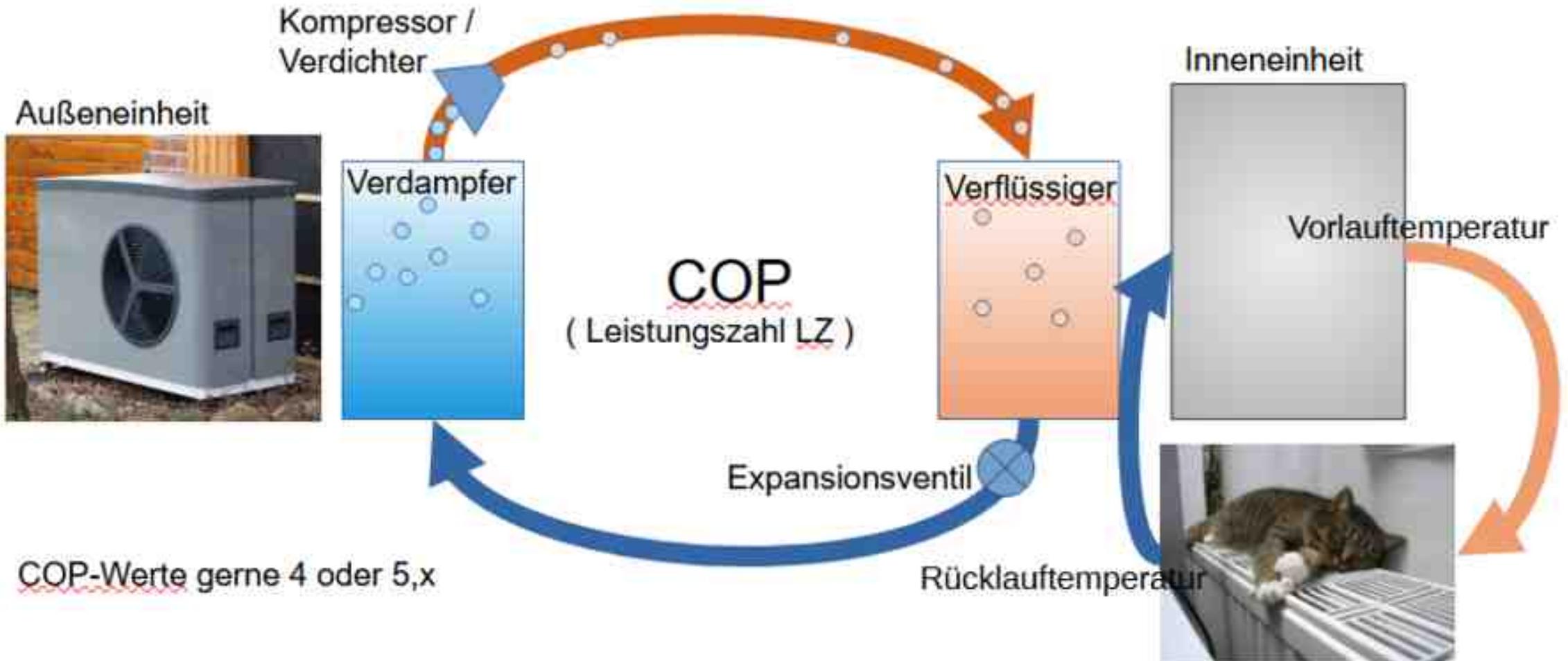
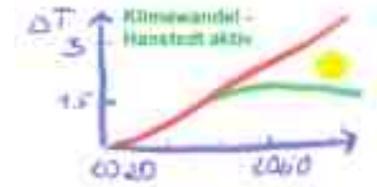
1 kWh Strom = 3 kWh Wärme

Die Magie der Physik:
COP = Coefficient of performance

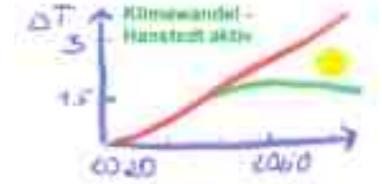
Wärme mit Strom Wärmepumpe:

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)

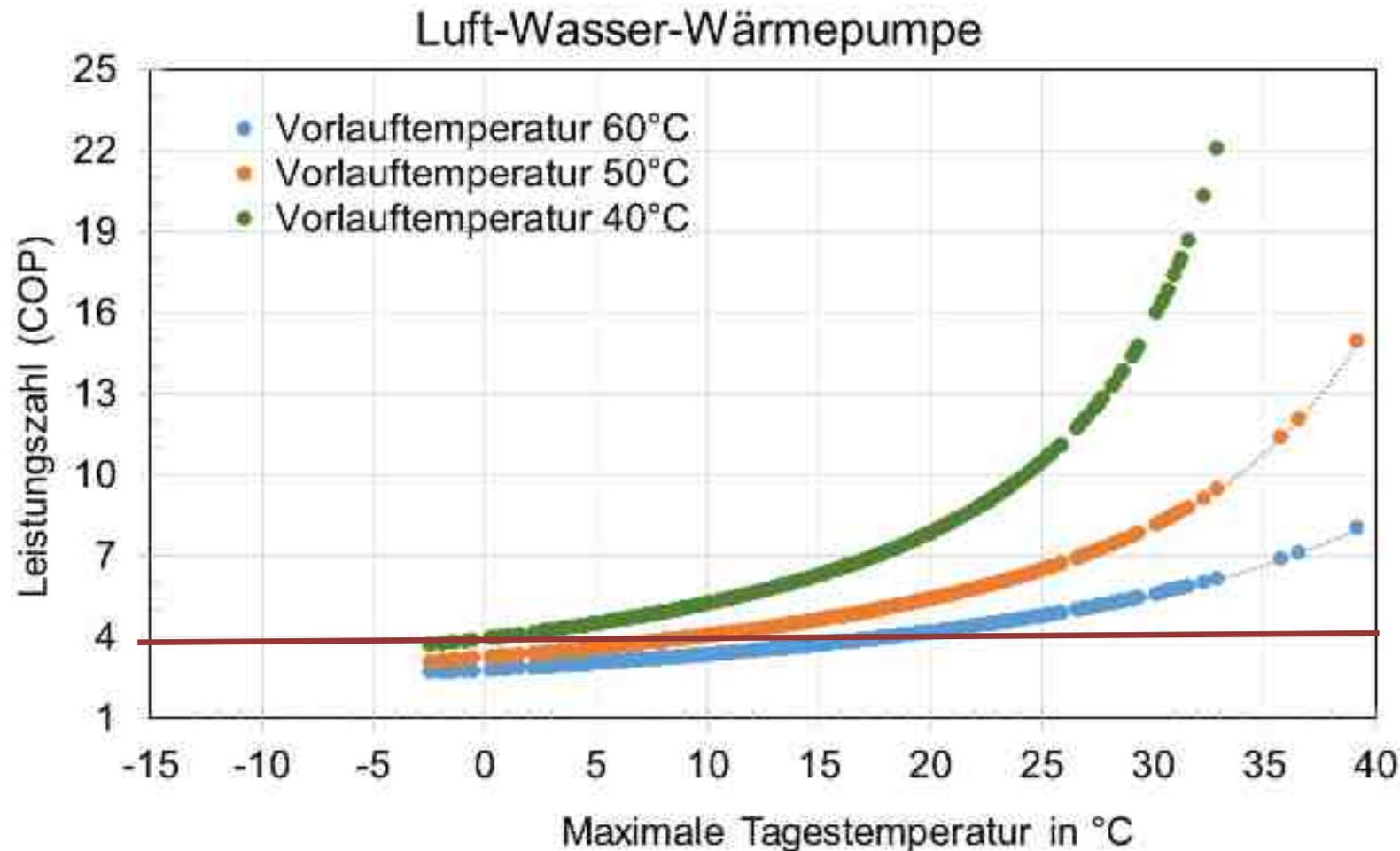
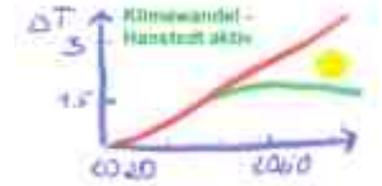
Beispiele

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



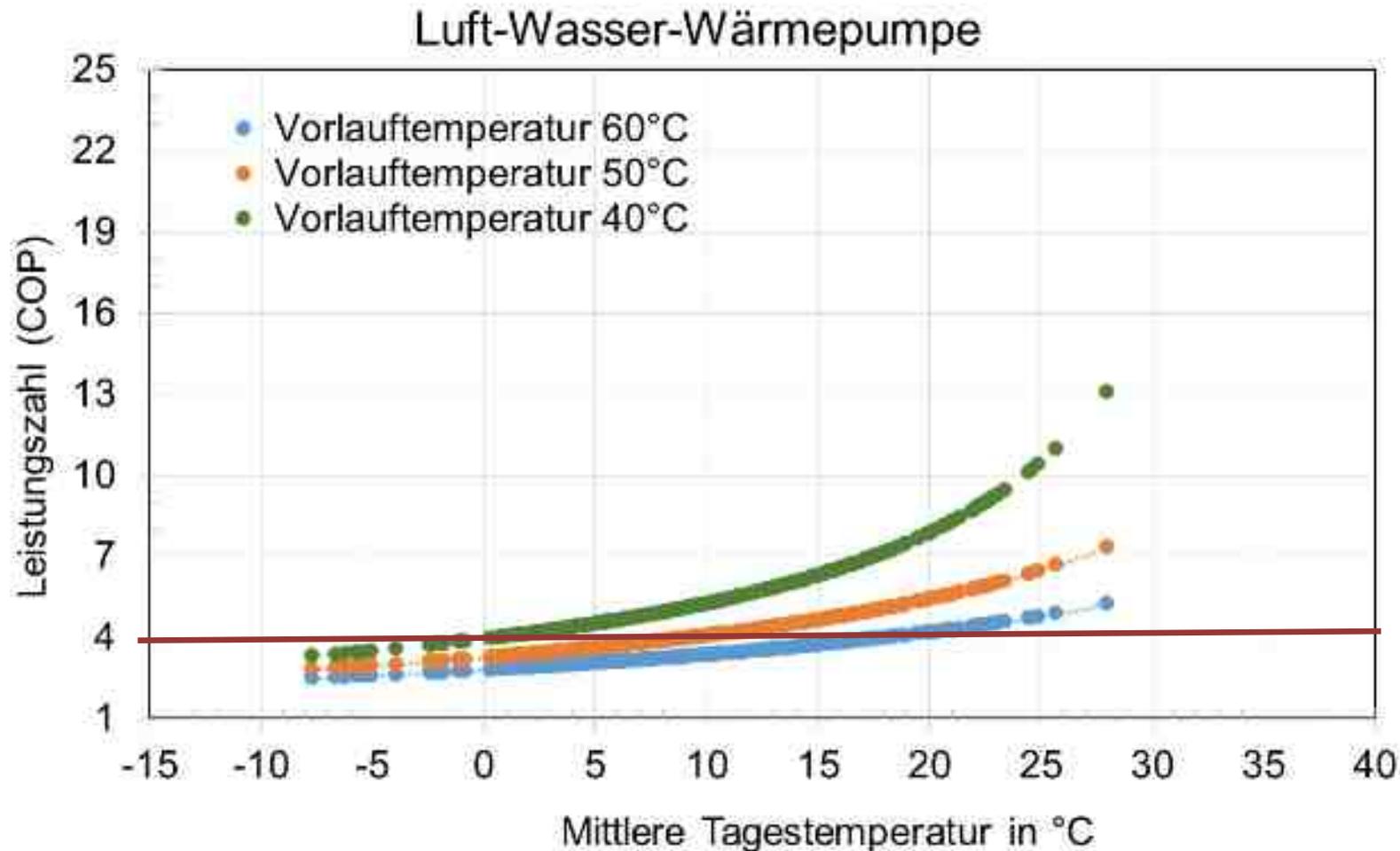
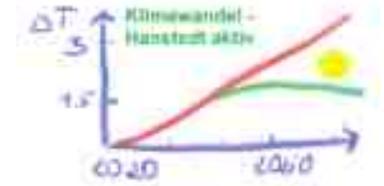
2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

COP mit maximaler Tagestemperatur



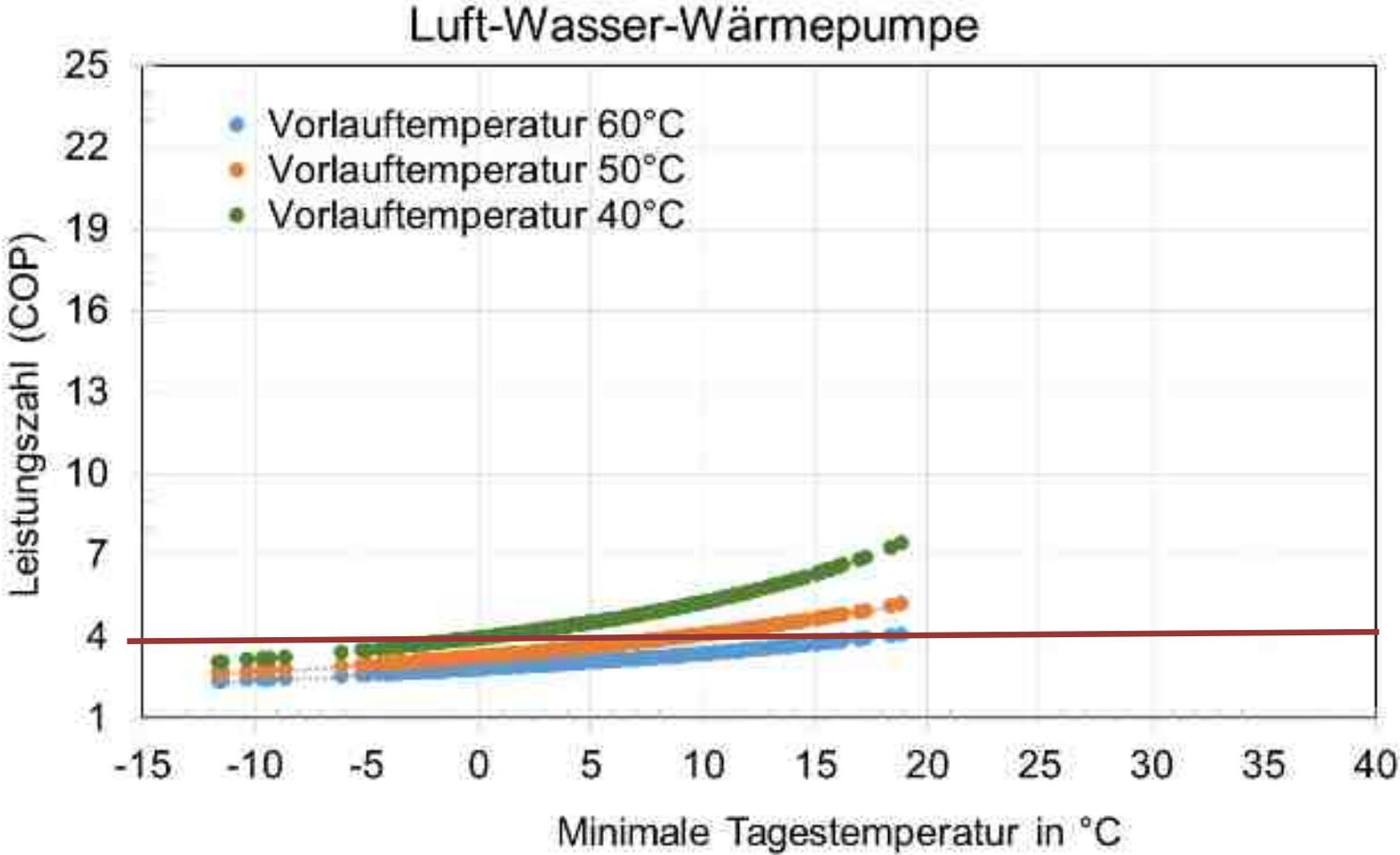
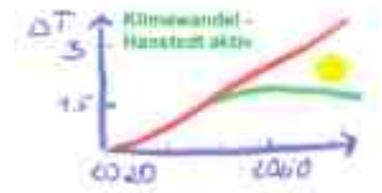
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>;
 Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit mittlerer Tagestemperatur



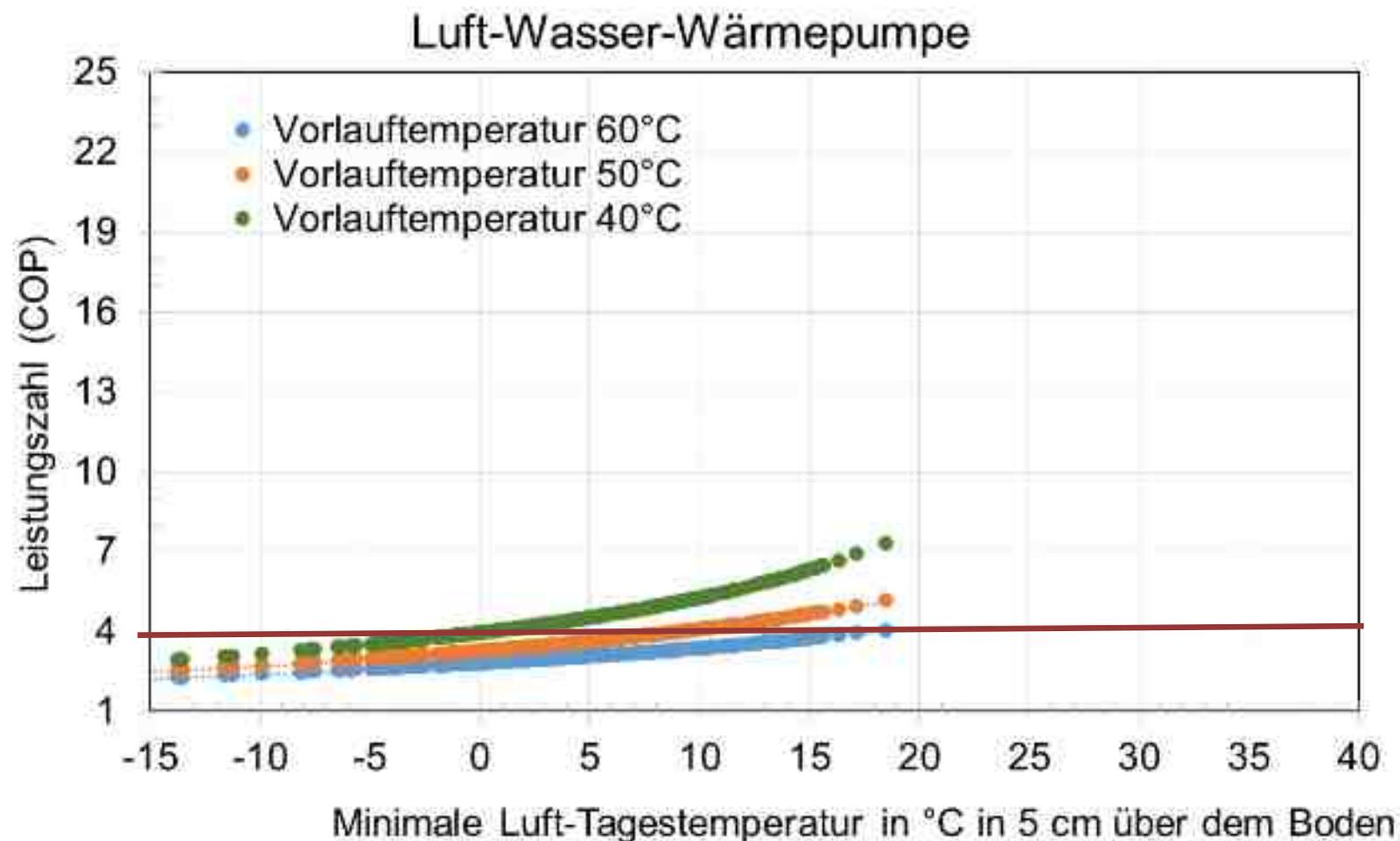
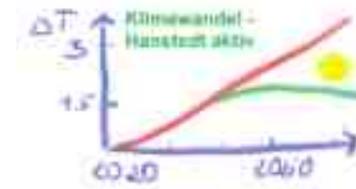
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>; Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit minimaler Tagestemperatur



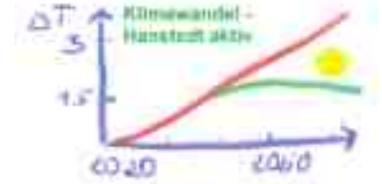
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>;
Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

COP mit minimaler Tagestemperatur 5 cm hoch



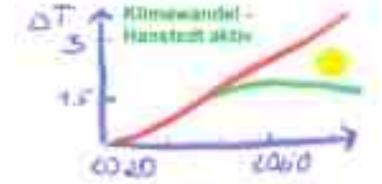
Eigene Berechnung mit Leistungszahl (COP=coefficient of performance) wie z.B. bei <https://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB127-05.htm>;
Unter Verwendung der Temperaturdaten von Soltau für 2022 vom DWD https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

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%

SCOP = Seasonal Coefficient of Performance



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° Celsius 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.

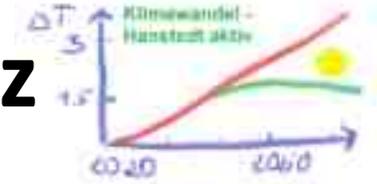
Die JAZ lässt sich nach VDI 4650 Blatt 1: 2019-03 theoretisch berechnen:

<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 % |

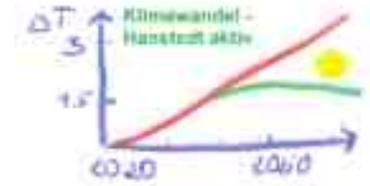


Liste der förderfähigen Wärmepumpen mit Prüf-/Effizienznachweis

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:

Bundesamt für Wirtschaft und Aushöhrkontrolle

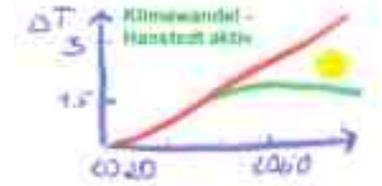
Eschborn, 27.10.2023

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 % | | Netzübersichtlichkeit | EE-Anzeige |
| Luft / Wasser | | | | | | | | |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 250-AH Typ HAWO-M-AC/HAWO-M-AC-AF 252.A00 | 5,4 | 183,0 | 5,1 | 141,0 | R290 | ja | ja |
| Viessmann 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 |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A04 | 4,1 | 189,0 | 3,8 | 143,0 | R290 | ja | ja |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A04 2C | 4,1 | 189,0 | 3,8 | 143,0 | R290 | ja | ja |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A06 | 5,4 | 183,0 | 5,1 | 141,0 | R290 | ja | ja |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-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 |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-A Typ AWOT-M-E-AC/AWOT-M-E-AC-AF 251.A08 | 6,5 | 176,0 | 6,2 | 140,0 | R290 | ja | ja |
| Viessmann Climate Solutions SE | Vitocal 251-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 |
| Viessmann Werke GmbH & Co KG | Vitocal 200-A AWCI-AC 201.A10 | 11,0 | 164,0 | 10,0 | 127,0 | R410A | ja | ja |
| Viessmann Werke GmbH & Co KG | Vitocal 200-A AWCI 201.A00 | 9,8 | 180,0 | 9,7 | 134,0 | R410A | ja | ja |
| Viessmann Werke GmbH & Co KG | Vitocal 200-A AWCI-E 201.A09 | 9,8 | 180,0 | 9,7 | 134,0 | R410A | ja | ja |
| Viessmann Werke GmbH & Co KG | Vitocal 200-A AWCI-E-AC 201.A09 | 9,8 | 180,0 | 9,7 | 134,0 | R410A | ja | ja |
| Viessmann Werke GmbH & Co KG | Vitocal 200-A AWCI-E-AC 201.A10 | 9,0 | 180,0 | 9,7 | 134,0 | R410A | ja | ja |

Kältemittel und GWP

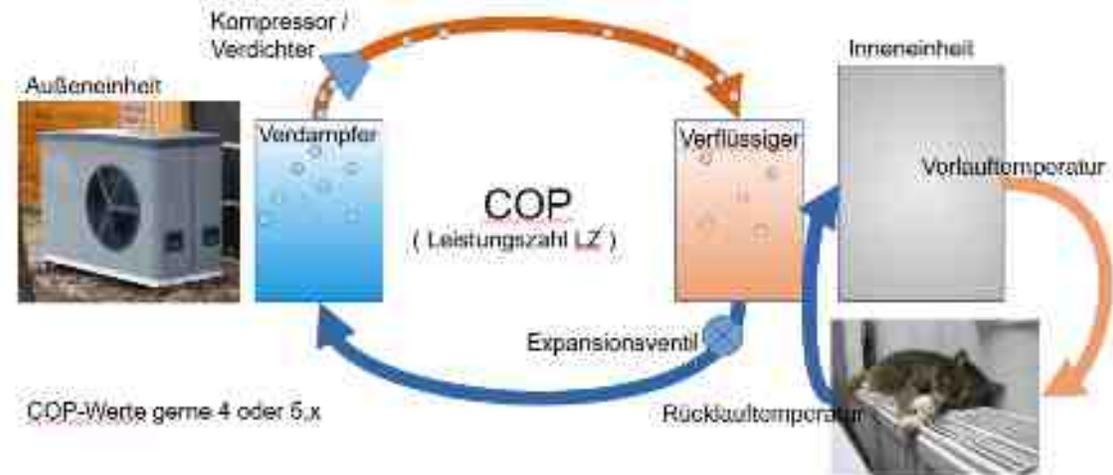


Das Kältemittel sollte:

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

Man unterscheidet die Kältemittel in:

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



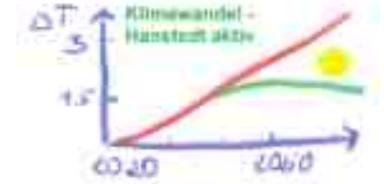
COP-Werte gerne 4 oder 5,x

| 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

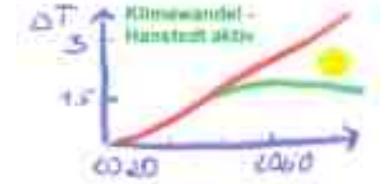
Zinsvergünstigte Kredite:

bis 90.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen



2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

Förderung – Beispiel 1 incl. Einkommensbonus



Beispiel: Neue Wärmepumpe kostet 30.000 €

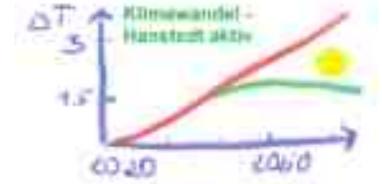
- **30 % Grundförderung** = **9.000 €**
- **30 % Einkommensbonus** = **9.000 €**
bis 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen
- **20 % Geschwindigkeitsbonus** = **6.000 €**
- **5 % Effizienzbonus** = **1.500 €**
- **Summe 85 %, Grenze 70%** = **21.000 €**
- **Selber tragen** = **9.000 €**



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 €

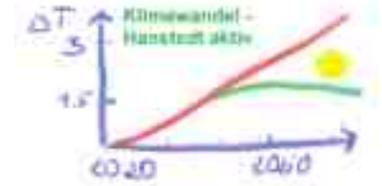
- **30 % Grundförderung** = **9.000 €**
- **30 % Einkommensbonus**
bis 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen
- **20 % Geschwindigkeitsbonus** = **6.000 €**
- **5 % Effizienzbonus** = **1.500 €**
- **Summe 55 %, Grenze 70%** = **16.500 €**
- **Selber tragen** = **13.500 €**



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



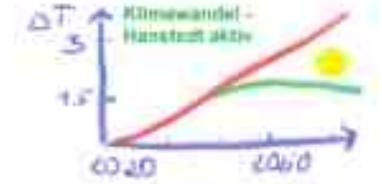
ÜBERGANGSREGELUNG BEIM HEIZUNGSTAUSCH

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.

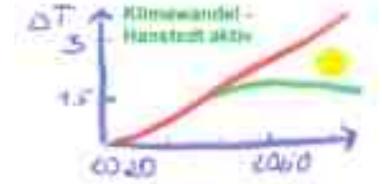
Weitere Parameter:

- 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/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>

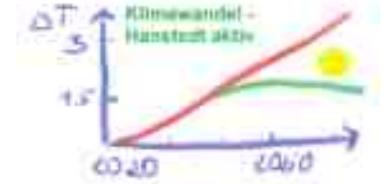


2023: Nachgerüstete Wärmepumpe EFH Hanstedt

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

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

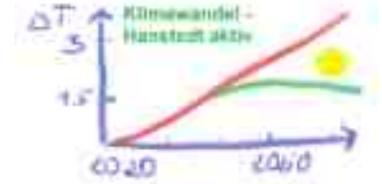
Mein Haus / Meine Wohnung III



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 – Warum und Wie?



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

13.3.2024 19 Uhr Kulturbäckerei



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