

Wärmepumpen: sieben Mythen im Fakten-Check

Wärmepumpe versus Gas-Heizung



Wärmepumpen: sieben Mythen im Fakten-Check



**...Wärmepumpen eignen sich nur für Neubauten
oder komplett sanierte Gebäude!
... funktionieren nur mit einer Fußbodenheizung!!
... die Umrüstung kostet über 300.000 EUR !!!**

Wer's glaubt wird selig!

...den größten Mythen auf den Zahn gefühlt !!

Jetzt noch schnell eine Gas/Öl-Heizung einbauen?

Die Angst vor den hohen Kosten einer Heizungsmodernisierung treibt derzeit viele Hausbesitzer um und totale Ratlosigkeit macht sich breit !

„Ich hätte aber deutlich mehr Angst, dass einen die Kosten für den Öl- und Gas-Verbrauch auffressen...“

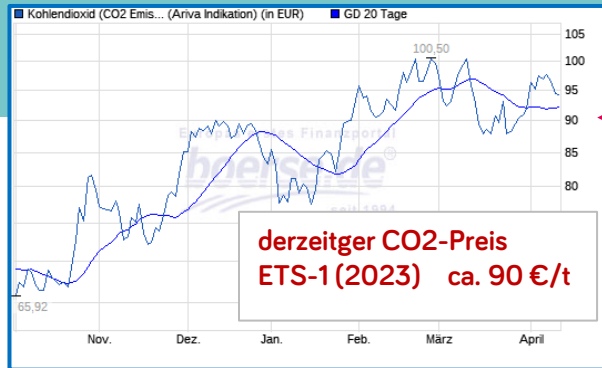
am wichtigsten ist:

„Wir müssen von den hohen Heizenergieverbräuchen runter und die zu hohen Vorlauf-Temperaturen ($> 60^{\circ}\text{C}$ und mehr) müssen abgesenkt werden !

...da dies nicht kompatibel ist, wenn zukünftig sämtliche Heizwärme durch „erneuerbare“ Energien gedeckt werden soll !! *(das wissen wir aber schon seit 25 Jahren...)*

...dann klappt das auch mit der Wärme-Wende !!!

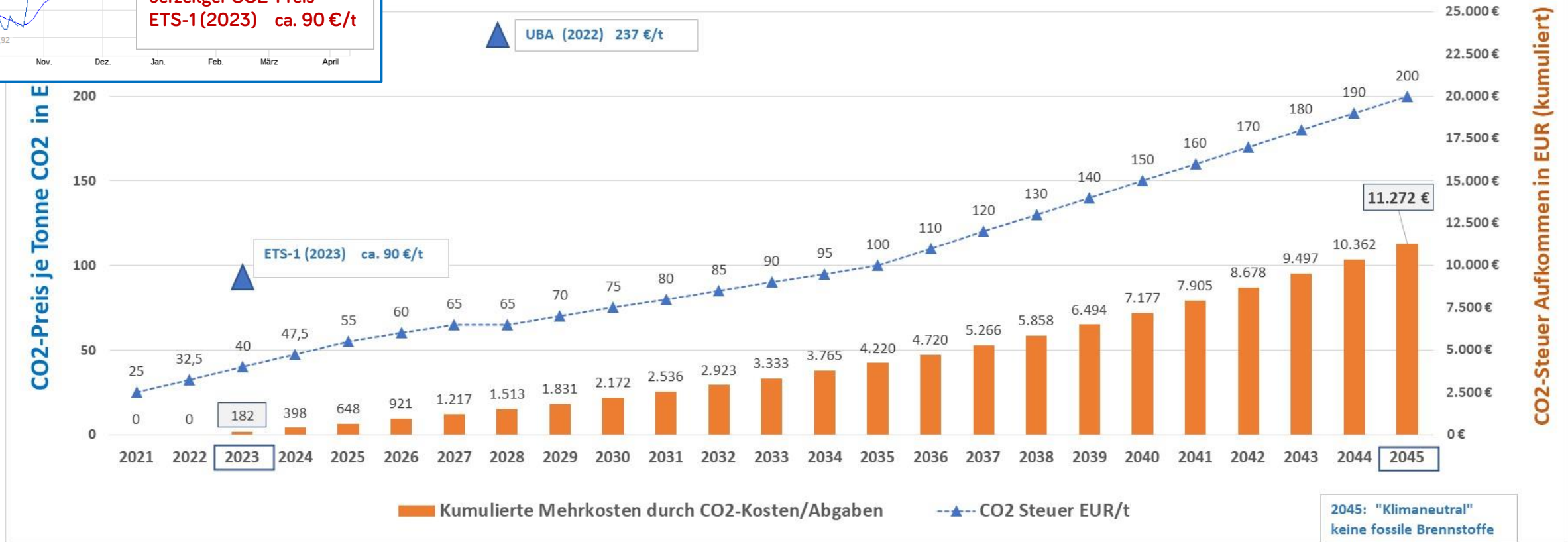
Jetzt noch schnell eine Gas/Öl-Heizung einbauen?



CO2-Steuer - kumulierte Kosten/Abgaben bis 2045

UBA (2022) 237 €/t

Basis:
Erdgas 25.000 kWh/a
CO₂ Emission 4,5 t/a
bis 2045 aufgelaufene
CO2-Steuer ca. 11.000 EUR



Bundesregierung 2021/2025
21 bis 55 €/t

ab 2027 ETS Europäischer Emissionshandel
auch Gebäude + Verkehr

UBA CO2 Kosten
langfristig 200 €/t

Wesentliche Bestandteile einer Wärmepumpe

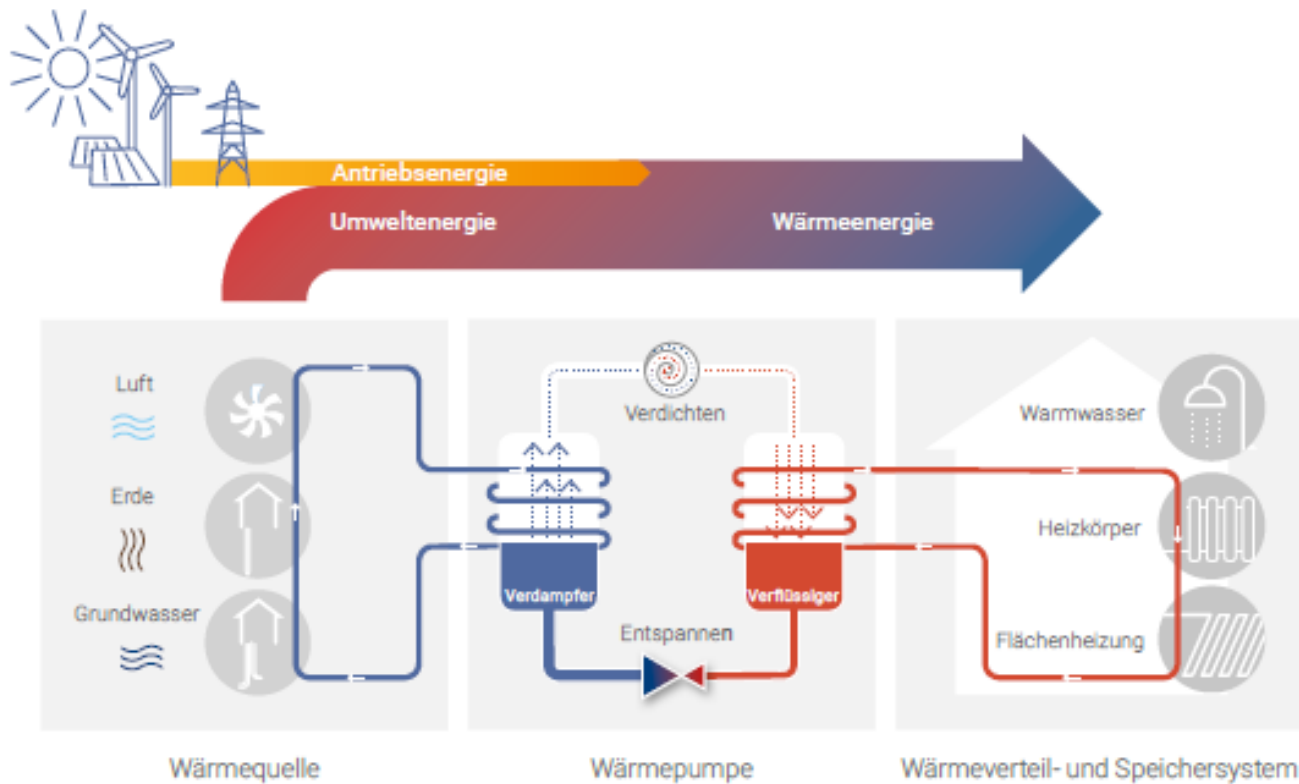


Abb. 2:
Funktionsprinzip
Wärmepumpen

Quelle: BDH/BWP

- 1) **Kompressor**
(Antriebsenergie zur Verdichtung des Kältemittels)
- 2) **Verflüssiger**
(Wärmeabgabe durch Kondensation des Kältemittels an den Heizkreis)
- 3) **Expansionsventil**
(Entspannung des Kältemittels)
- 4) **Verdampfer**
(Wärmeaufnahme aus Umgebung durch Verdampfen des Kältemittels)

$$\text{Jahresarbeitszahl (JAZ)} = \frac{\text{Wärmeenergie}}{\text{Antriebsenergie}} = \frac{\text{Umweltenergie} + \text{Strom}}{\text{Strom}}$$

Wärmepumpen: sieben Mythen im Fakten-Check

Wärmepumpen ...

- Mythos 1: ... eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude
- Mythos 2: ... funktionieren nur mit einer Fußbodenheizung
- Mythos 3: ... funktionieren nicht bei niedrigen Außen-Temperaturen
- Mythos 4: ... sind Stromfresser und belasten das Stromnetz vor Ort
- Mythos 5: ... mit Wärmepumpen zu heizen (für wird) viel zu teuer!
- Mythos 6: ... sind viel zu laut!
- Mythos 7: ... bringen nicht den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom!
- Problem?: konventionelle Kältemittel sind „Klimakiller“, wirken als „Ewigkeits-Chemikalie“

**Wer's glaubt wird selig!
...den größten Mythen auf den Zahn gefühlt !!**

Mythos 1: Wärmepumpen eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude

Bewertung: die hartnäckigste Legende !

auch (nur) teilsanierte Gebäude eignen sich für Wärmepumpen!

das zeigt der groß angelegte Feldtest des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesystem ISE (2019) <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/wpsmart-im-bestand.html>

Hinreichende Bedingung: die max. Vorlauftemperatur ist $< 55^{\circ}\text{C}$

nur völlig unsanierte Gebäude benötigen umfangreiche Dämmmaßnahmen.

Je besser gedämmt, umso geringer die Heizkosten !

>> das gilt aber für alle Heizsysteme !!

Mythos 1: Wärmepumpen eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude

Widerlegung der hartnäckigste Legende: Feldtest „WPsmart im Bestand“ mit 56 Bestandsgebäude

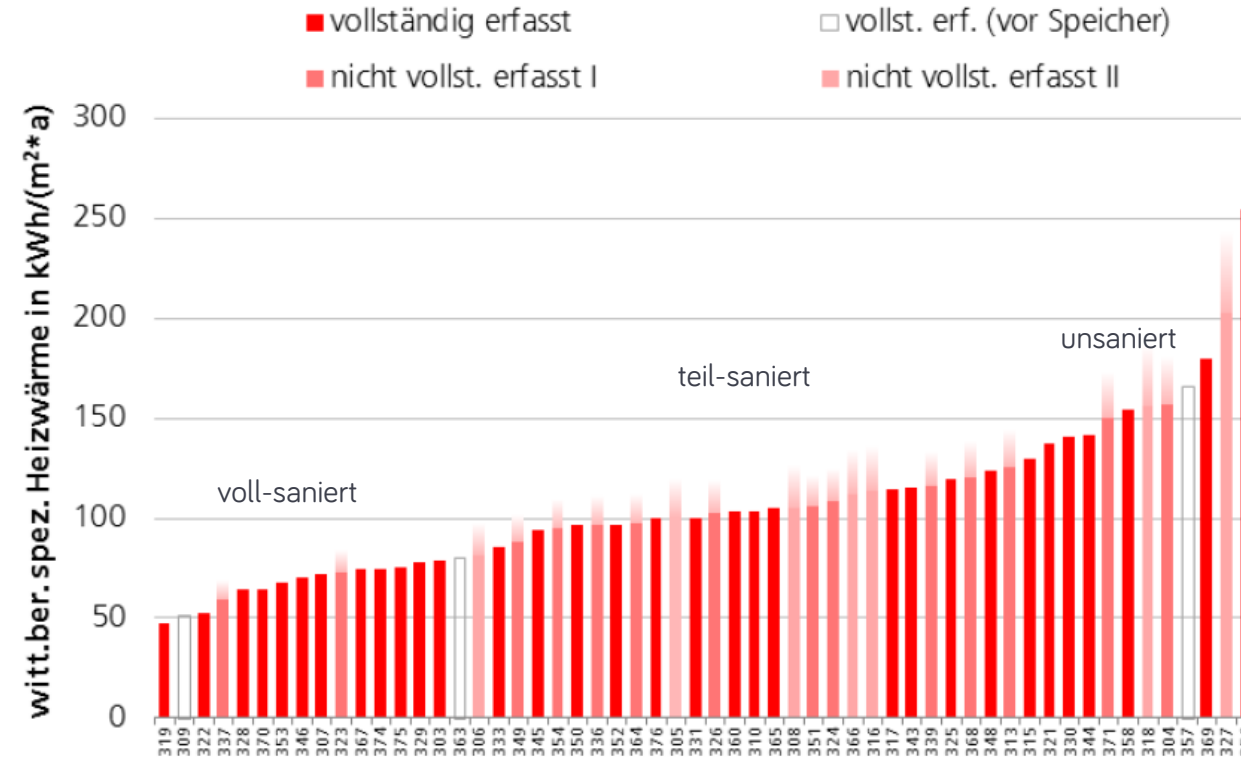
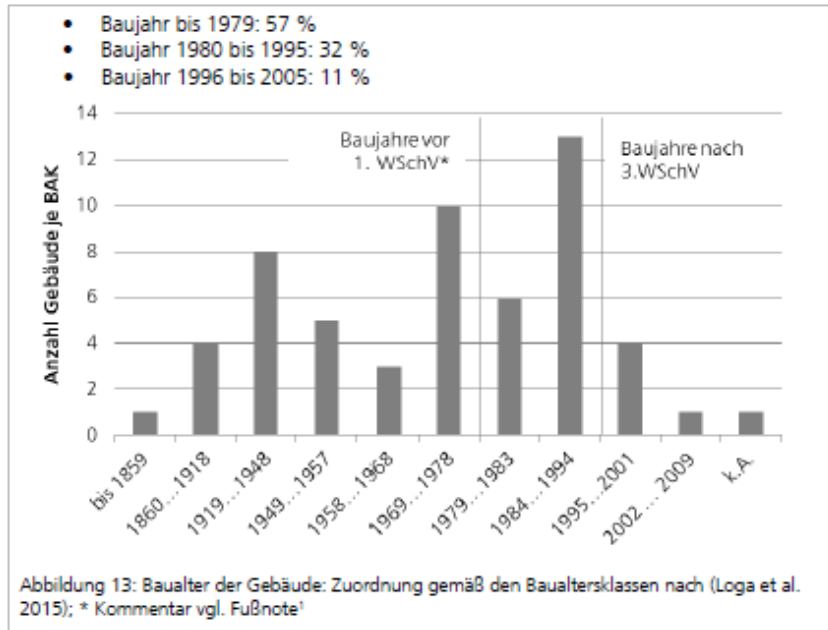


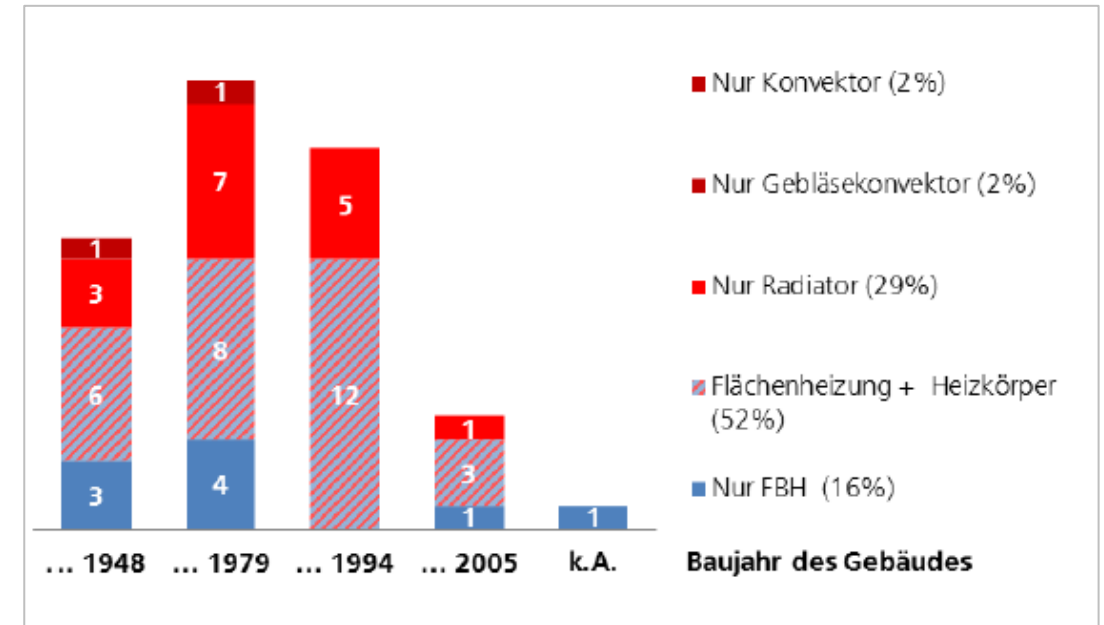
Abbildung 34: Witterungsbereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch der 56 Messobjekte

Mythos 1: Wärmepumpen eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude

Widerlegung der hartnäckigsten Legende: Feldtest „WPsmart im Bestand“ mit 56 Bestandsgebäude



Gebäudetypen/Baualter



und

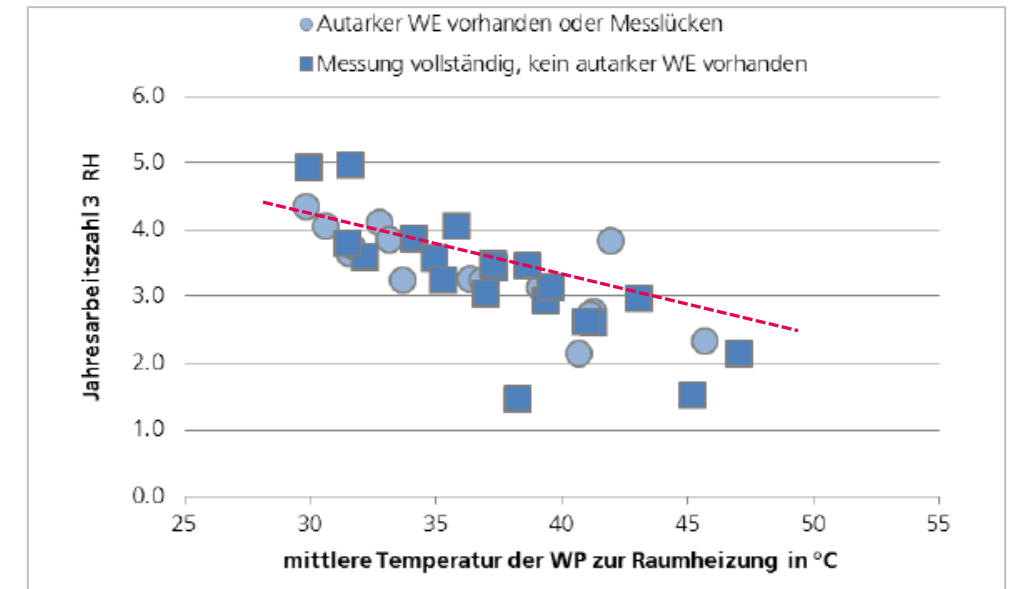
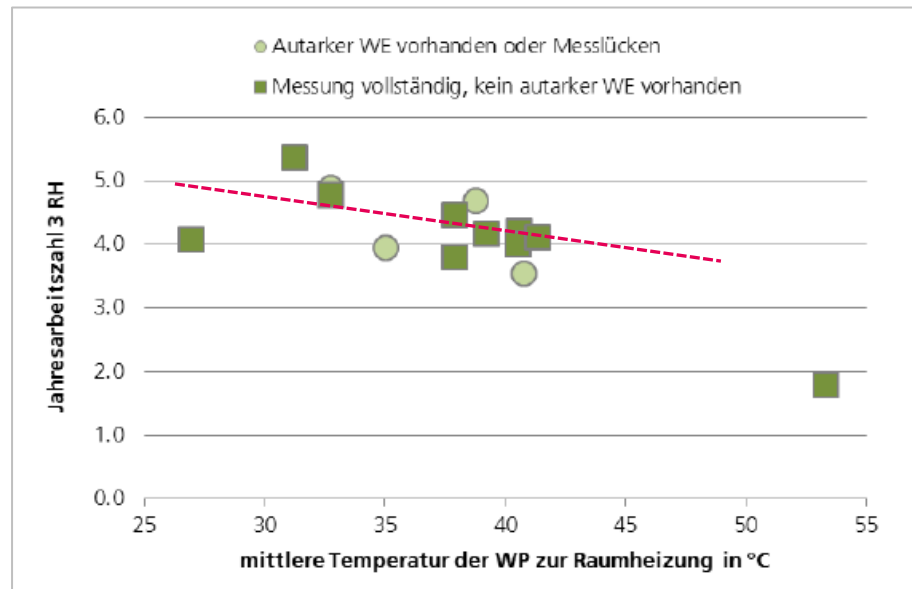
Art der Wärmeübergabe



Mythos 1: Wärmepumpen eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude

Widerlegung der hartnäckigsten Legende: Feldtest „WPsmart im Bestand“ mit 56 Bestandsgebäude

gemessene Jahresarbeitszahlen (JAZ)



Sohle-Wärmepumpen (Erdreich/Eisspeicher)
JAZ von 4,0 bis 5,5

Außen-Luft Wärmepumpe
JAZ von 2,8 bis 4,5

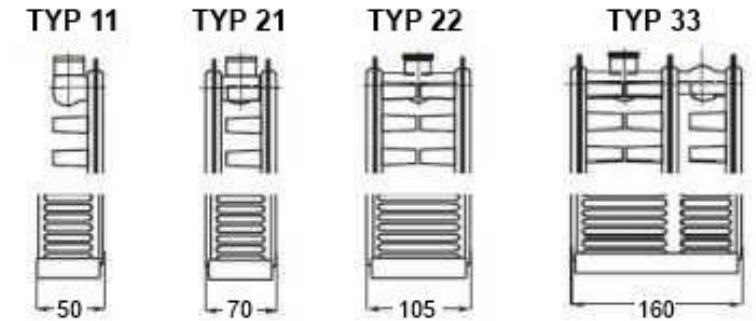


Mythos 2: Wärmepumpen funktionieren nur mit einer Fußbodenheizung

Bewertung: Falsch !

Flächenheizsysteme sind natürlich ideal... sind aber keine Voraussetzung für eine Wärmepumpe, da gut dimensionierte Heizkörper ausreichend sind (je größer desto besser...)

Wichtig: >> raumweise Heizlastberechnung
>> Prüfung Heizleistung eines jeden Heizkörpers
>> ggf. die kleinsten Heizkörper durch größere ersetzen



Ziel: Senkung der maximalen Vorlauf-Temperatur (im Auslegungsfall Bremen -9°C)
top: < 40°C sehr gut: < 45°C gut: < 50 °C grenzwertig: < 55°C

auch Gas-Brennwert-Kessel benötigen Rücklauf-Temperaturen von deutlich < 50 °C, um den Brennwert-Effekt überhaupt nutzbar zu machen!
>> schätzungsweise 80% der Brennwert-Kessel im Gebäudebestand kondensieren nicht, oder nur ungenügend (Optimus-Studie)

Voraussetzung für optimale Brennwert-Nutzung ist ein Nieder-Temperatur-System (55°C/45°C)

Mythos 3: Wärmepumpen funktionieren nicht bei niedrigen Außen-Temperaturen

Bewertung: schlicht unwahr ! - auch bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ funktioniert eine WP-Heizung

Fällt die WP dann aus? Nein, Wärmepumpensysteme sind immer bivalent entweder Elektro-Heizstab als Notheizung oder Kessel des Hybridsystems.

...es steigt nur der Stromverbrauch.

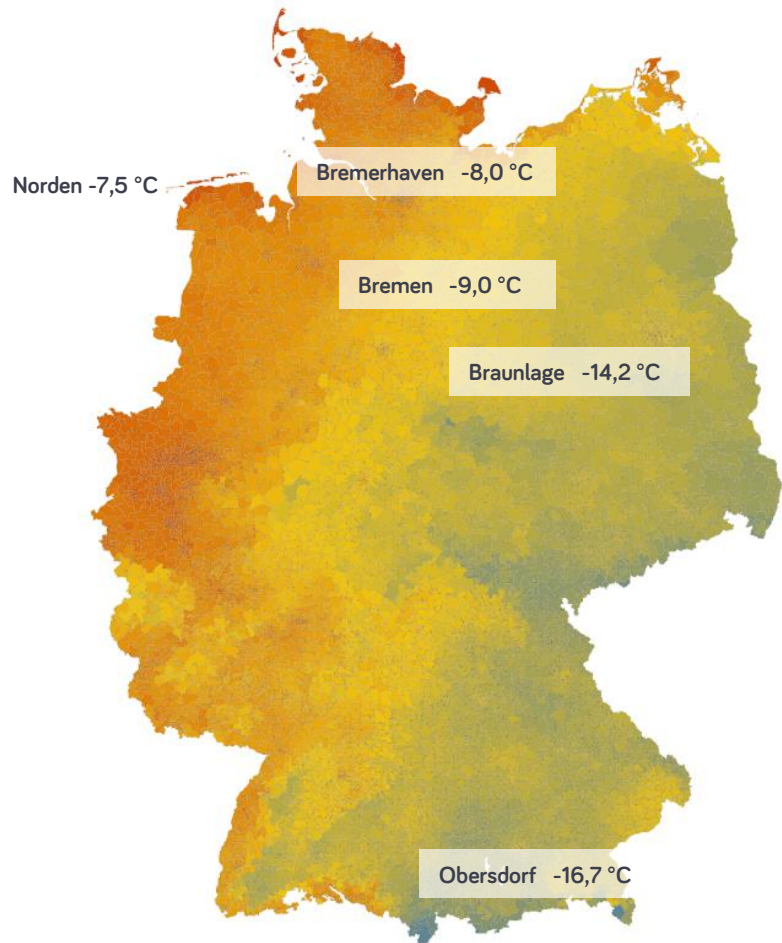
bei unsaniertem Haus mehr... / bei saniertem Haus weniger...

Häufigkeit von tiefen Außentemperaturen?

Bremen: 30 Jahresmittel Außen-Temperatur unter -9°C ? >>> nur 46 Std/Jahr

Fazit: im Nord-Westen von Emden bis Bremen ein ziemlich irrelevantes Problem !

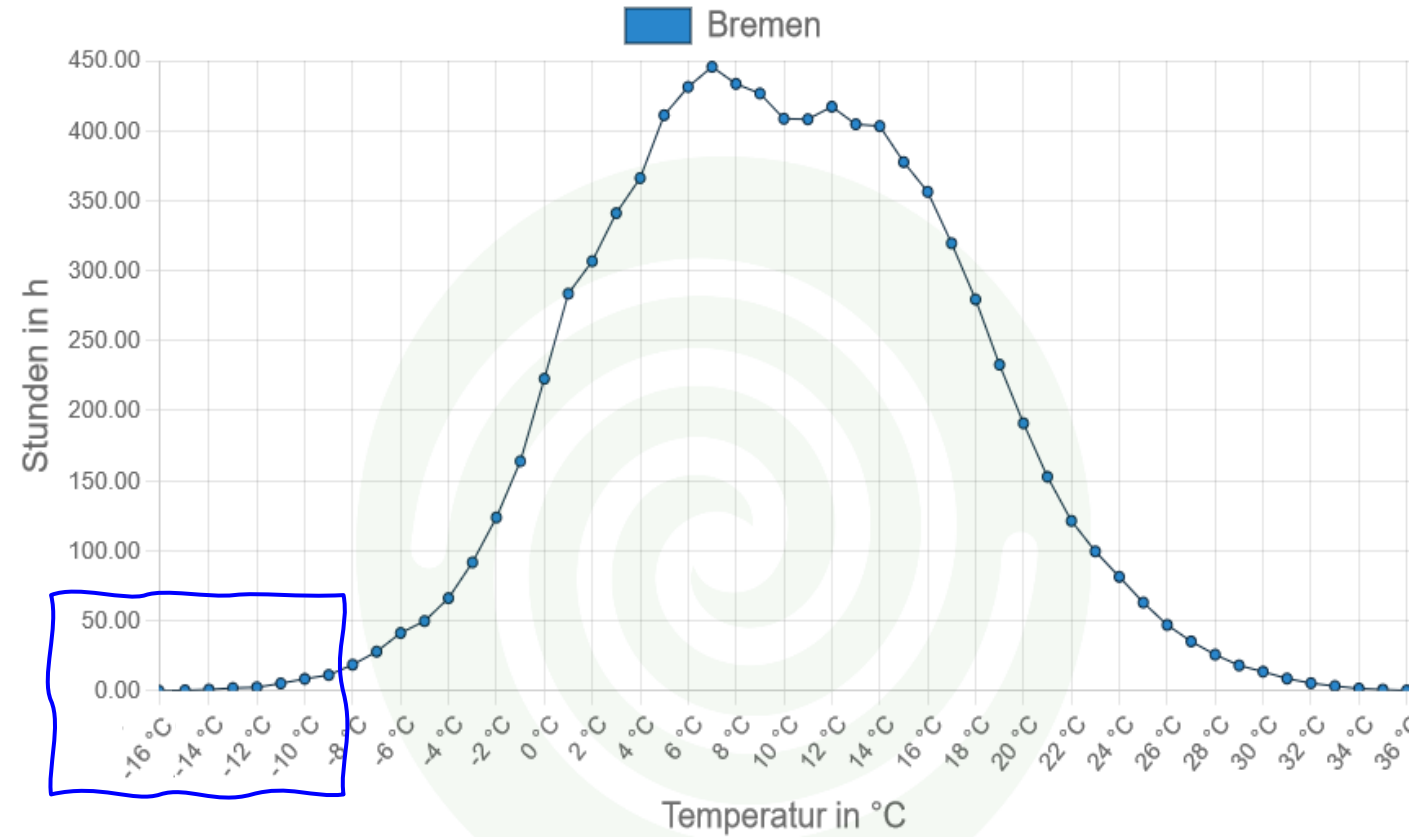
Norm-Außentemperaturen für Deutschland



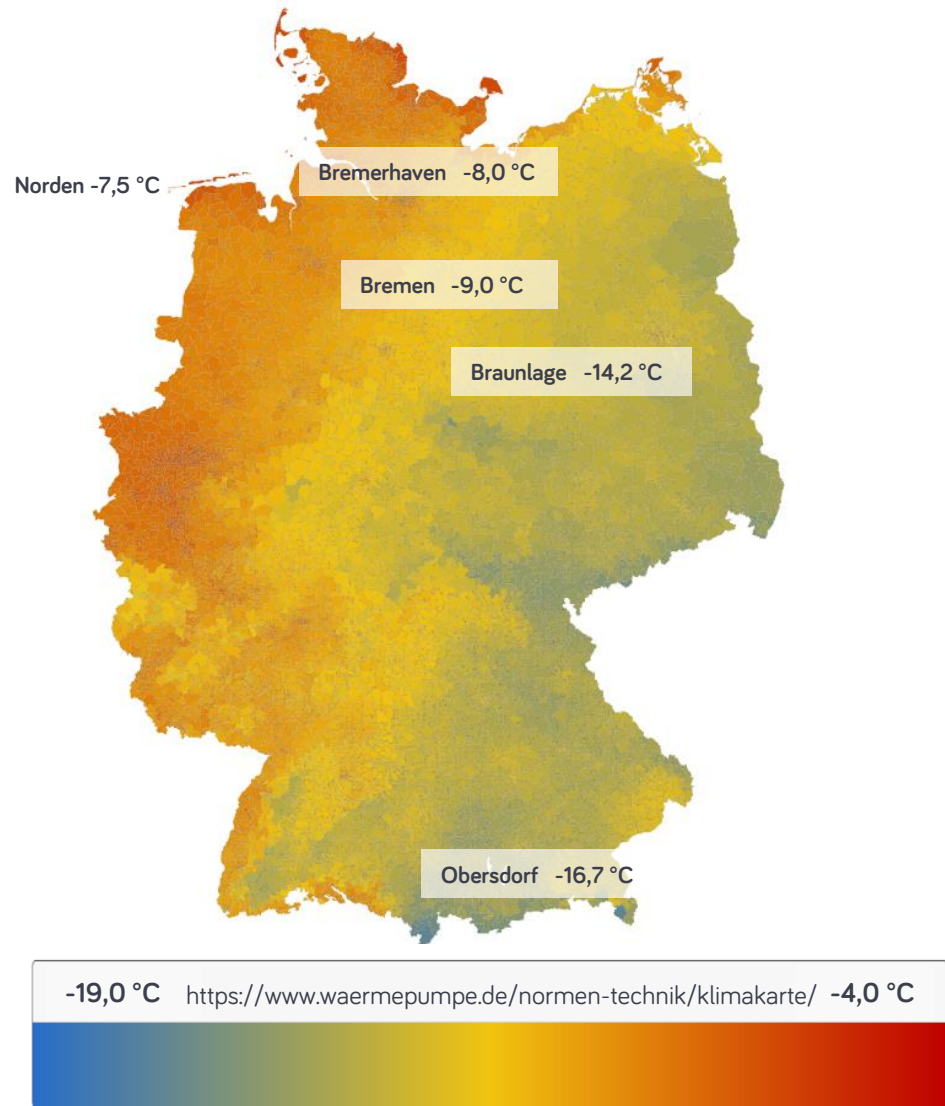
$-19,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ <https://www.waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte/> $-4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Bremen: Häufigkeiten der Außentemperatur

DWD: 280.600 Messungen im Zeitraum 1979 bis 2022



Norm-Außentemperaturen für Deutschland



Bremen: Häufigkeiten der Außentemperatur

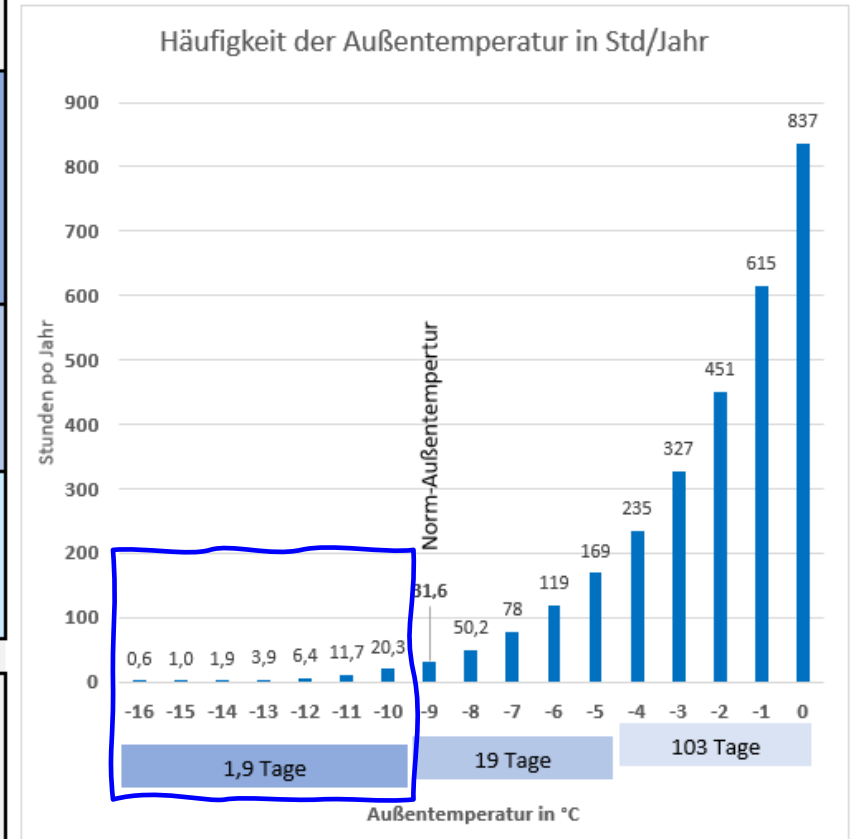
DWD: 280.600 Messungen im Zeitraum 1979 bis 2022

Normaußentemperatur

-9 °C

Temp/°C	Stunden/a	Summen-Häufigkeit	
		Std/a	Tage/a
-16	0,6	46	1,9
-15	1,0		
-14	1,9		
-13	3,9		
-12	6,4		
-11	11,7		
-10	20,3	448	18,7
-9	31,6		
-8	50,2		
-7	78		
-6	119		
-5	169		
-4	235	2465	102,7
-3	327		
-2	451		
-1	615		
0	837		

Frost-	
Stunden	Tage
Std /Tage pro Jahr	2959 123
Anteilig po Jahr	34%



Mythos 4: Wärmepumpen sind Stromfresser und belasten das Stromnetz vor Ort

Bewertung: auch das ist nicht korrekt

Beispiel: Einfamilienhaus EFH mit 150 m² 100 W/m²

Luft/Wasser- Wärmepumpe mit JAZ = 2,6

		"unsaniert"	"teilsaniert"	"saniert"	
A) max. Leistung bei Auslegungs- Temp. mit - 9 °C	Heizlast (100%)	15,0	10,0	5,0	kW therm
	WP Leistung	5,8	3,8	1,9	kW _{el}

Luft/Wasser- Wärmepumpe mit JAZ = 3,8

		"unsaniert"	"teilsaniert"	"saniert"	
B) Durchschnitt Heizperiode ca. 4 °C	Heizlast (55%)	8,3	5,5	2,8	kW therm
	WP Leistung	2,2	1,5	0,7	kW _{el}

Fazit: mit der Leistung eines Föhns heizt eine effiziente Wärmepumpe ein ganzes Haus !



Wall-Box 4,6 / 11 / 22 kW



Sauna-Ofen 6 / 7,5 / 9 kW

Kochfeld (bis zu 7,5 kW)

Backofen (ca. 3 bis 4 kW)



Heizlüfter 1 bis 2 kW



Infrarot-Strahlungsheizung

je nach Größe 0,3 / 0,8 / 1,5 kW

Faustregel: für 150m² bis zu 9 kW

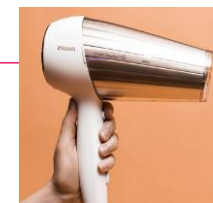
Wärmeschutz des Raumes

sehr gut: < 20 W/m²

gut: 30 - 40 W/m²

Durchschnitt: 40 - 50 W/m²

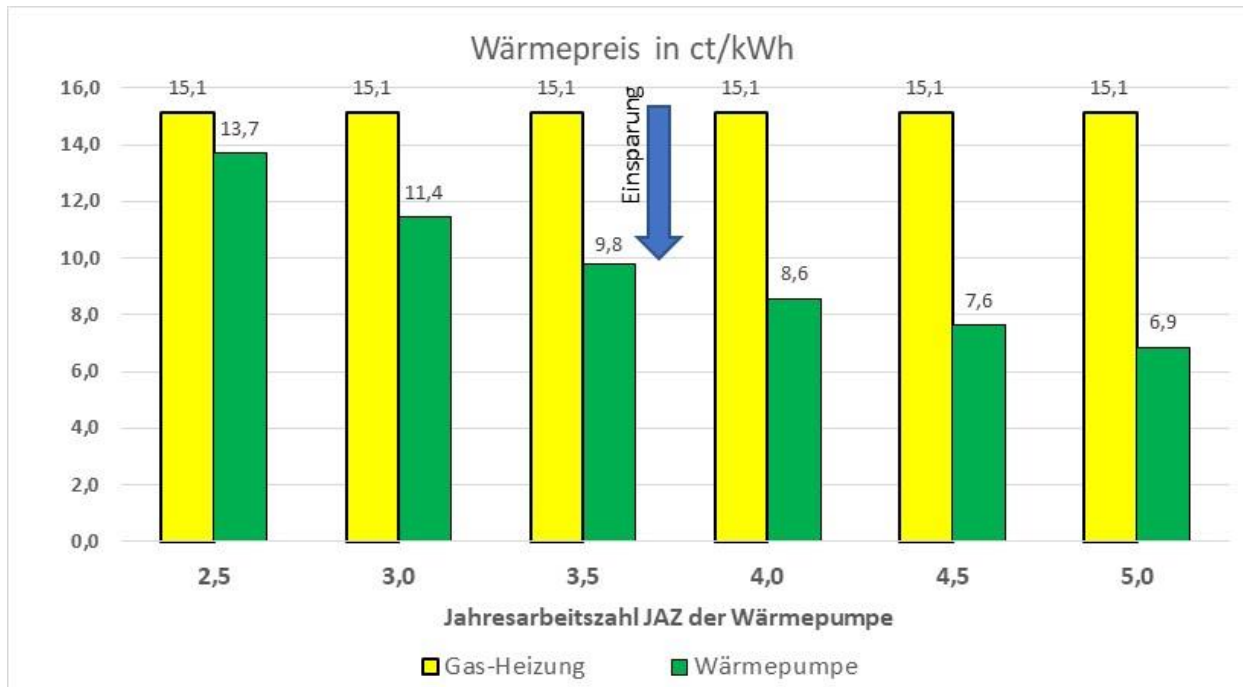
schlecht: 60 bis 80 W/m²



Föhn 1,0 bis 1,5 kW

Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! Verbrauchskosten Gas/Strom bzw- Vollkosten-Vergleich



Wärmepreis Vergleich Wärmepumpe und Gas-Kessel

Jahresnutzungsgrad Gas-Brennwert-Kessel 1,02

Strompreis 34,3 ct/kWh
Gas-Preis (Hs) 13,9 ct/kWh
EWE
Grundversorgung 01.04.2023

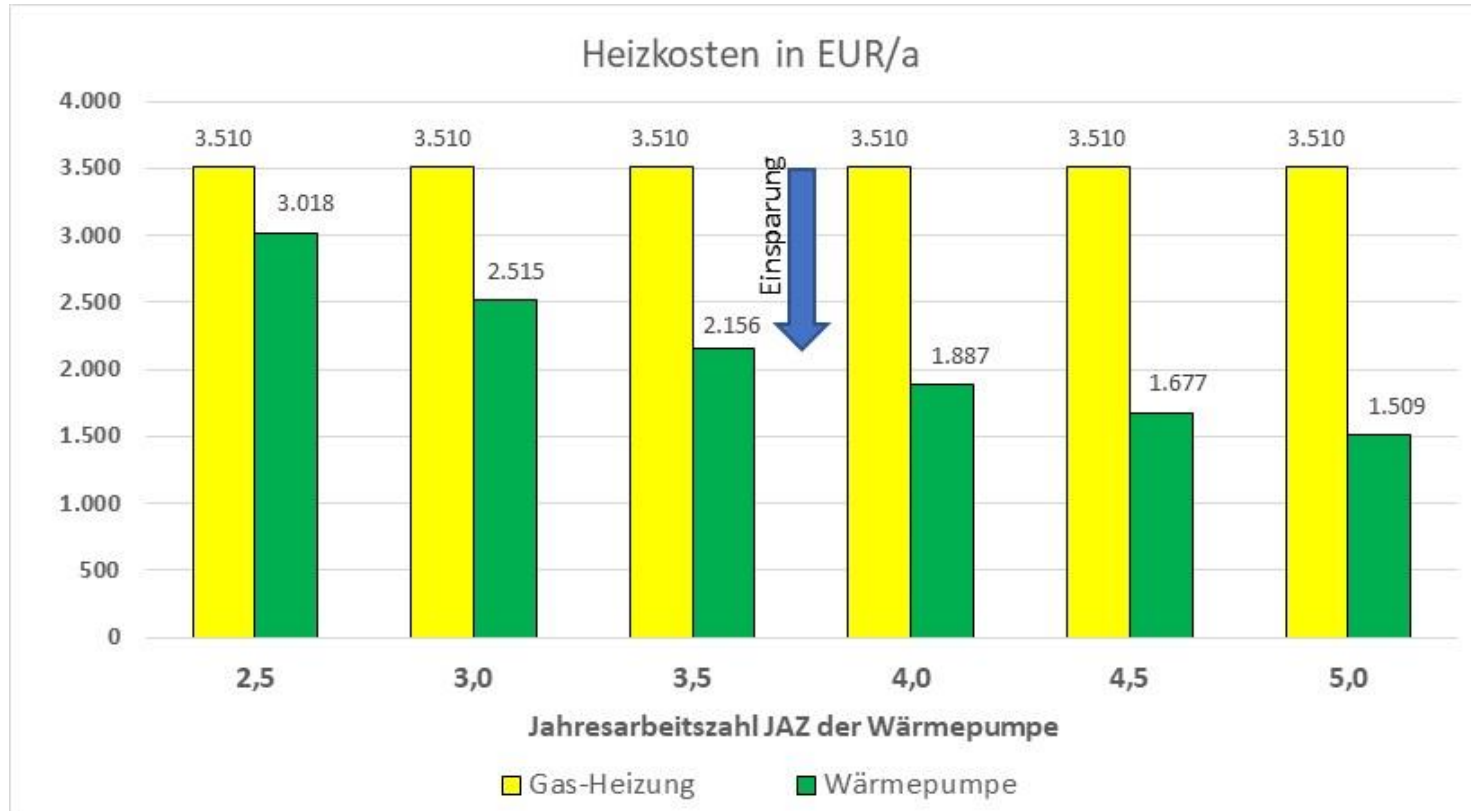
Jahresarbeitszahl WP	JAZ =	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
Wärmepreis/Wärmepumpe		13,7	11,4	9,8	8,6	7,6	6,9	ct/kWh
Wärmepreis/Brennwertkessel		15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	ct/kWh
Einsparung gegenüber Gas		9%	24%	35%	43%	50%	55%	

Heizwärmebedarf 150 m² 22.000 kWh/a 147 kWh/m²

Jahresarbeitszahl WP	JAZ =	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
Strom	Verbrauch	8.800	7.330	6.285	5.500	4.890	4.400	kWh/a
	Kosten	3.018	2.515	2.156	1.887	1.677	1.509	EUR/a
Erdgas	Verbrauch	23.940	23.940	23.940	23.940	23.940	23.940	kWh(Hs)/a
	Gas-Kosten inkl Grundpreis 180€/a	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	EUR/a
Einsparung gegenüber Gas		492	995	1.354	1.624	1.833	2.001	EUR/a
		14%	28%	39%	46%	52%	57%	

Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! Verbrauchskosten Gas/Strom bzw.- Vollkosten-Vergleich



Einsparung WP versus Gas

bei JAZ = 3,5 / Heizwärmebedarf 22.000 kWh/a

Strompreis	34,3 ct/kWh	EWE Grundversorgung
Gas-Preis (Hs)	13,9 ct/kWh	01.04.2023

EWE

Heizkosten-Einsparung ca. 1.350 EUR/a

Zukünftige Entwicklung:

Biomethan? wird immer teurer bleiben!

flexible Stromtarife für Wärmepumpen
» sinkende Strompreise!

Option: PV-Stromerzeugung am Gebäude
» WP erhöht den Eigenverbrauch

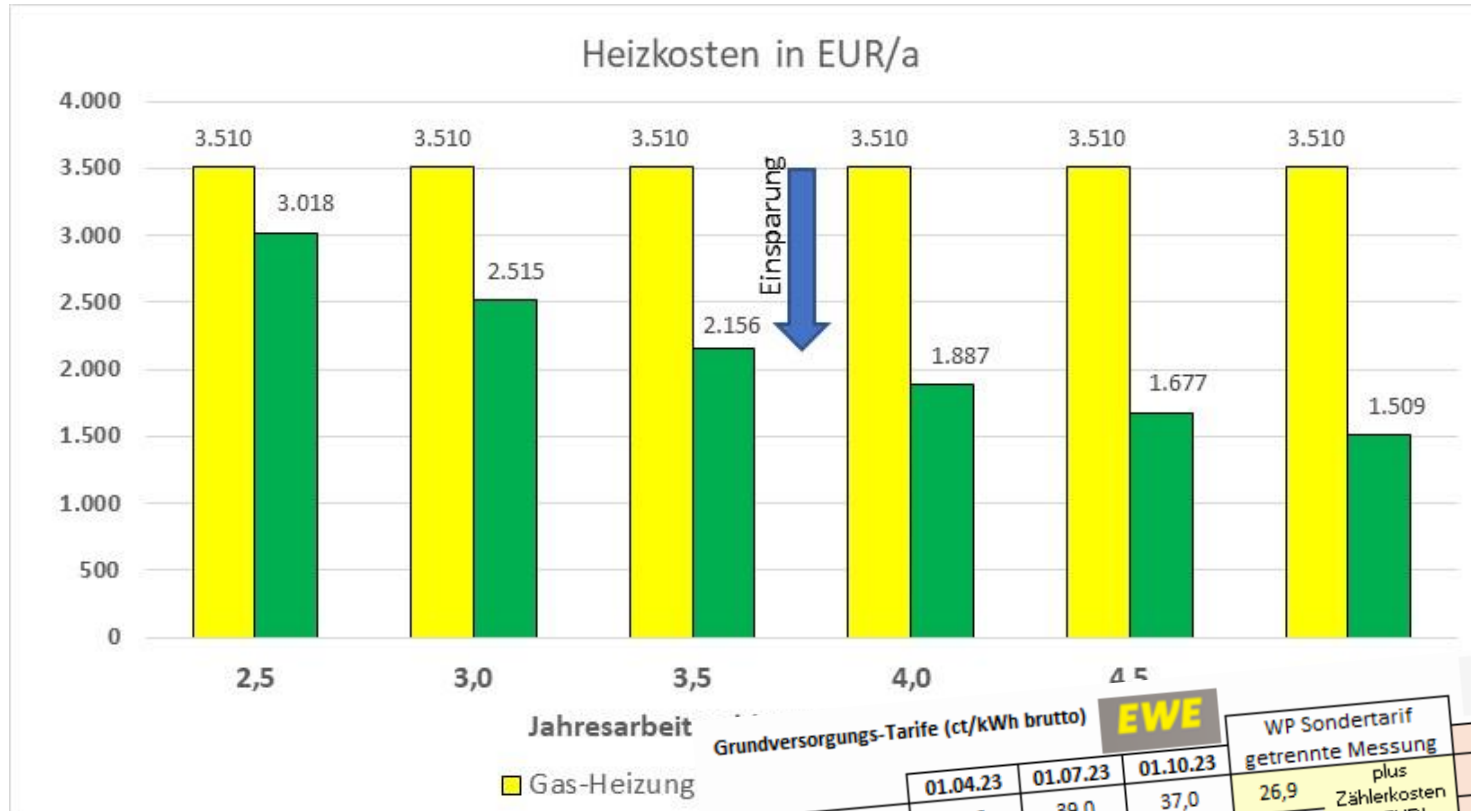
Erdgas kann nicht selbst erzeugt werden!

Wasserstoff für Heizung?

» wie lange müssen wir warten?

Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! Verbrauchskosten Gas/Strom bzw- Vollkosten-Vergleich



	Grundversorgungs-Tarife (ct/kWh brutto)			WP Sondertarif getrennte Messung plus Zählerkosten 149 EUR/a +4,3 ct/kWh WP Strom ca. 31,2 ct	Okt 2023
	01.04.23	01.07.23	01.10.23		
Strompreis	34,0	39,0	37,0	26,9	34,1 - 35,6
Gas-Preis (Hs)	14,7	15,2	?	16,9	9,6 - 10,4
Gas-Preis (Hi)	16,3	16,9			10,7 - 11,6
delta Strom zu Gas (Hi)	17,7	22,1	22,1	14,3	ca. 22

Einsparung WP versus Gas

bei JAZ = 3,5 / Heizwärmebedarf 22.000 kWh/a

Strompreis	34,3 ct/kWh	EWE Grundversorgung
Gas-Preis (Hs)	13,9 ct/kWh	01.04.2023

EWE

Heizkosten-Einsparung ca. 1.350 EUR/a

Zukünftige Entwicklung:

Biomethan? wird immer teurer bleiben!

flexible Stromtarife für Wärmepumpen
» sinkende Strompreise!

Option: PV-Stromerzeugung am Gebäude
» WP erhöht den Eigenverbrauch

Erdgas kann nicht selbst erzeugt werden!

Wasserstoff für Heizung?

» wie lange müssen wir warten?

Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! >>> entscheidend sind die Vollkosten

Strompreis	34,3 ct/kWh	EWE Grundversorgung
Gas-Preis (Hs)	13,9 ct/kWh	01.04.2023

Vollkosten-Vergleich Wärmepumpe und Gas-Kessel

Investition	Gas-Brennwert	Wärmepumpe
Wärmeerzeuger	5.000 €	18.000 €
Pufferspeicher	0 €	1.500 €
WW-Speicher	1.200 €	2.000 €
Hydraul Abgleich	1.200 €	2.800 €
Elektro-Arbeiten	100 €	2.000 €
Sonstiges/Umfeldmaß	500 €	4.000 €
Montage	1.000 €	5.000 €
Summe inkl. MWSt	9.000 €	35.300 €

BEG/BAFA-Förderung	0%	30%
Förderbetrag	0 €	-10.590 €

Netto Kosten	9.000 €	24.710 €
--------------	---------	----------

Mehrkosten Wärmepumpe / GAS-Heizg 15.710 €

Vollkosten	Gas-Brennwert	Wärmepumpe (JAZ = 3,5)
Kapitalkosten*	754 €/a	2.070 * €/a
Wartung	150 €/a	180 €/a
Schornsteinfeger	50 €/a	0 €/a
Verbrauchskosten	3.510 €/a	2.156 €/a
CO2-Steuer (100 €/t)	436 €/a	0 €/a
Vollkosten	4.900 €/a	4.406 €/a

* nach Anrechnung BAFA-Förderung

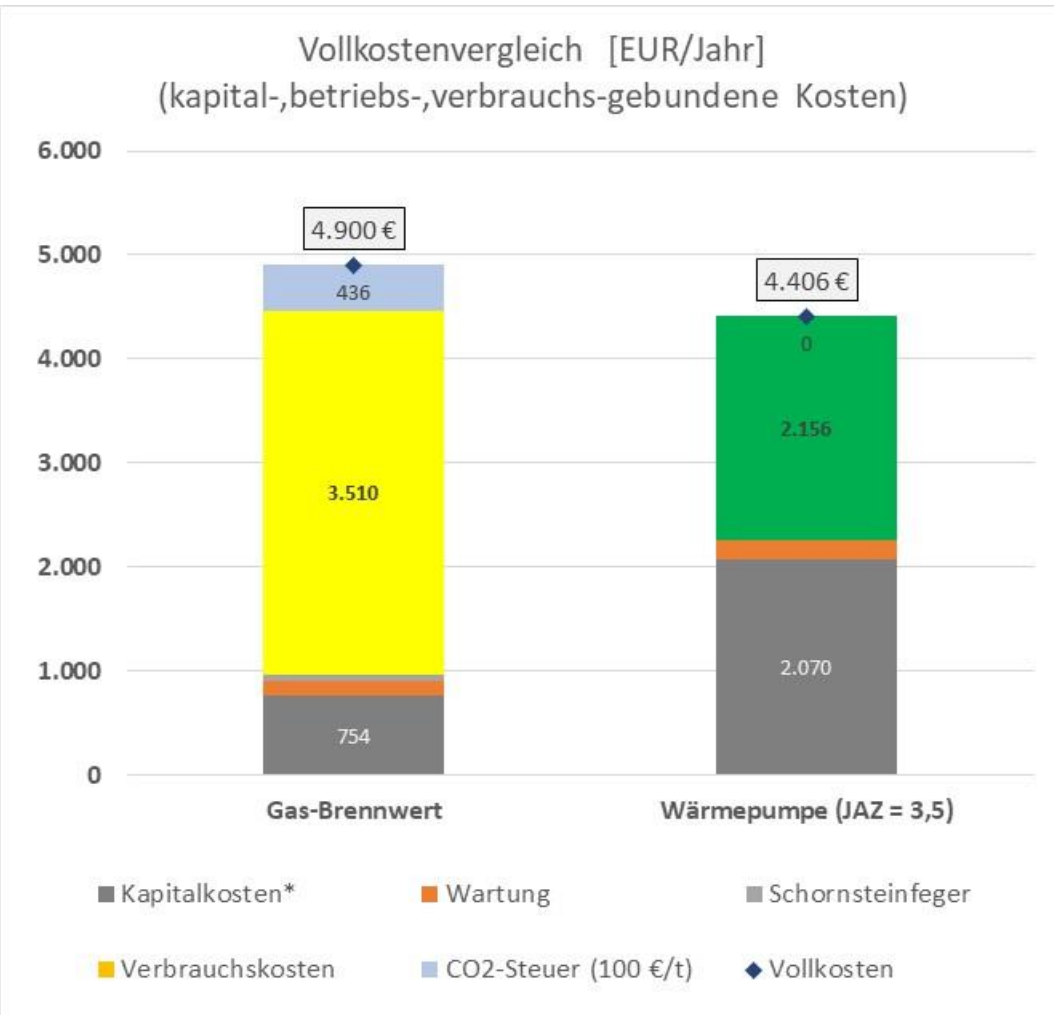
Nutzungsdauer: 15a / kalk Zins 3% / Annuität 7%

Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! >>> entscheidend sind die Vollkosten

Vollkosten-Vergleich Wärmepumpe und Gas-Kessel

Investition	Gas-Brennwert	Wärmepumpe
Wärmeerzeuger	5.000 €	18.000 €
Pufferspeicher	0 €	1.500 €
WW-Speicher	1.200 €	2.000 €
Hydraul Abgleich	1.200 €	2.800 €
Elektro-Arbeiten	100 €	2.000 €
Sonstiges/Umfeldmaß	500 €	4.000 €
Montage	1.000 €	5.000 €
Summe inkl. MWSt	9.000 €	35.300 €
BEG/BAFA-Förderung	0%	30%
Förderbetrag	0 €	-10.590 €
Netto Kosten	9.000 €	24.710 €
Mehrkosten Wärmepumpe / GAS-Heizg		15.710 €



Mythos 5: mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer!

Bewertung: einfach nachrechnen! >>> entscheidend sind die Vollkosten

Strompreis	34,3 ct/kWh	EWE Grundversorgung 01.04.2023
Gas-Preis (Hs)	13,9 ct/kWh	

Vollkosten-Vergleich Wärmepumpe und Gas-Kessel

Investition	Gas-Brennwert	Wärmepumpe
Wärmeerzeuger	5.000 €	18.000 €
Pufferspeicher	0 €	1.500 €
WW-Speicher	1.200 €	2.000 €
Hydraul Abgleich	1.200 €	2.800 €
Elektro-Arbeiten	100 €	2.000 €
Sonstiges/Umfeldmaß	500 €	4.000 €
Montage	1.000 €	5.000 €
Summe inkl. MWSt	9.000 €	35.300 €

BEG/BAFA-Förderung	0%	30%
Förderbetrag	0 €	-10.590 €

Netto Kosten	9.000 €	24.710 €
--------------	---------	----------

Mehrkosten Wärmepumpe / GAS-Heizg **15.710 €**

Wirtschaftlichkeit der Mehrkosten mit Anrechnung BAFA-Förderung

Effizienz der Wärmepumpe	JAZ=2,5	JAZ=3,0	JAZ = 3,5	JAZ=4,0	JAZ=4,5	
Heizkosten-Einsparung	492	995	1.354	1.624	1.833	€/a
statische Amortisation	32	16	12	10	9	Jahre
Wirtschaftlich?	nein	noch	ja , gut	sehr gut	optimal	

techn. Nutzungsdauer 15 bis 18 Jahre

entscheidend für die **Lebensdauer** einer Wärmepumpe sind
> richtige Dimensionierung der WP
> geringes Takten (Start/Stop) >> lange Laufzeiten je Startvorgang
> das ist nur mit ausreichend großem Pufferspeicher möglich!

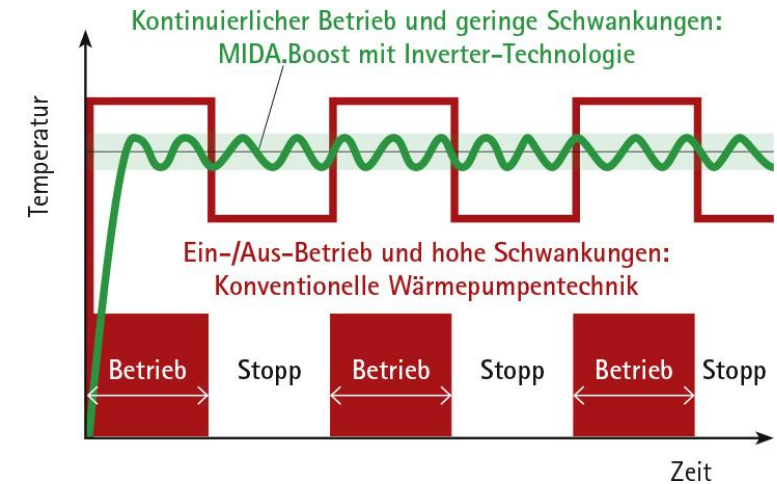
Mythos 6: Wärmepumpen sind viel zu laut !

Bewertung: nö, das war mal

Grundsätzlich: Erdwärmepumpen & Grundwasser-Wärmepumpen sind praktisch nicht hörbar
nur bei Luftwärmepumpen verursacht der Ventilator Geräusche

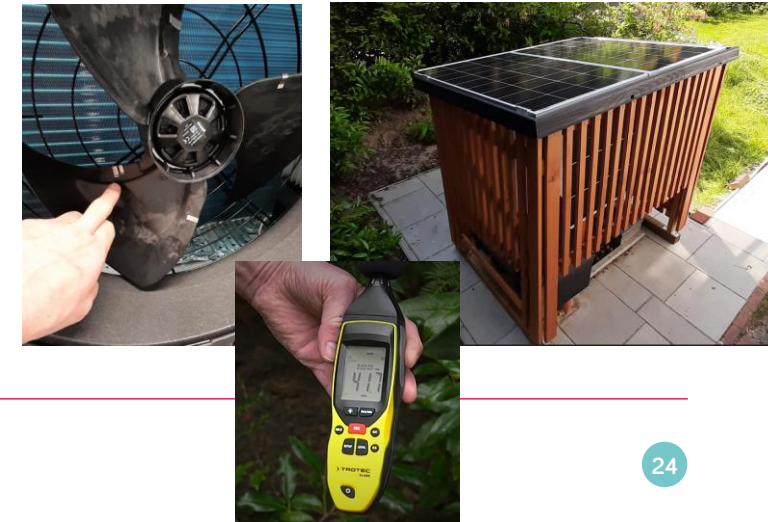
es gibt erhebliche Innovationen:

- ✓ Drehzahlregelung der Verdichter
- ✓ aerodynamische Verbesserungen der Ventilatoren
(„winglets“ auch bezeichnet als „Eulenflügel-Technik“)
- ✓ elektronisch ausgewuchtete Motoren
- ✓ Flüsterbetrieb mit reduzierter Drehzahl für Nachbetrieb
(allerdings auch reduzierter Heizleistung)
- ✓ Einhausung der Außeneinheit



Planungshilfe: Leitfaden Schall / Schallrechner

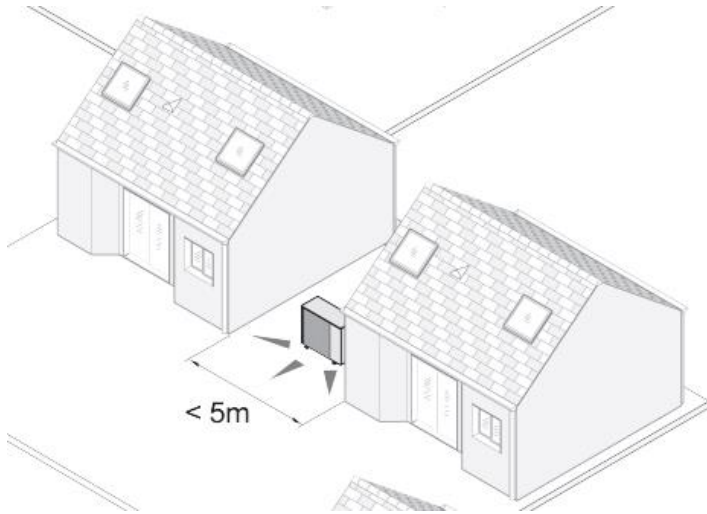
<https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>



Mythos 6: Wärmepumpen sind viel zu laut !

Bewertung: nö, das war mal

Schallpegel im Abstand von 3m ??



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

allgemeines Wohngebiet / Kleinsiedlungsgebiet

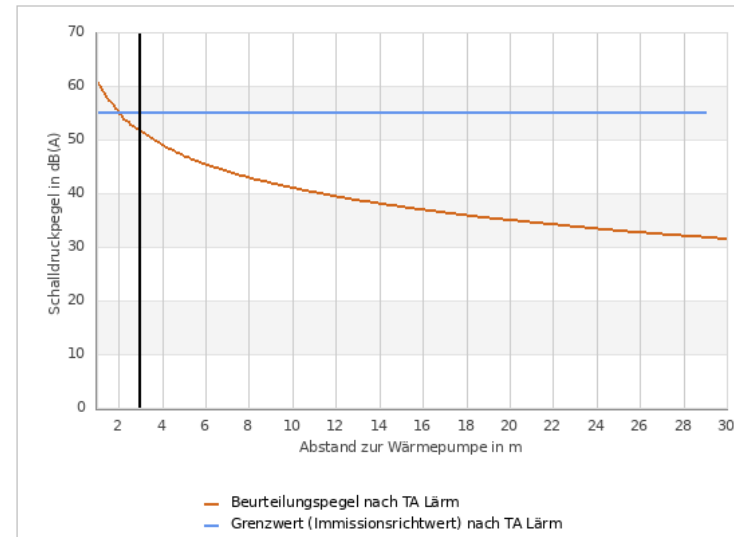
Tagbetrieb

Beurteilungspegel Lr:

51.5

dB(A)

✓ Unterschreitung des Immissionsrichtwertes der TA Lärm um 3.5 dB(A).



Nachtbetrieb

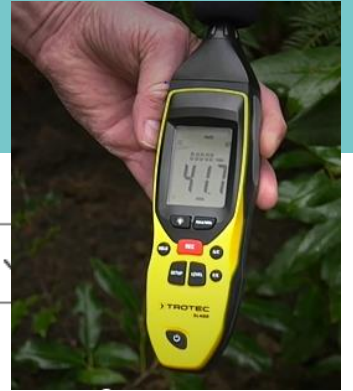
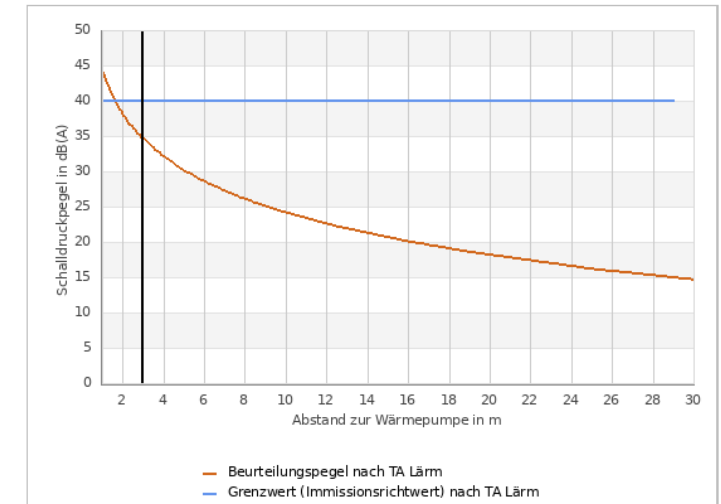
(mit Schallreduzierung)

Beurteilungspegel Lr:

34.7

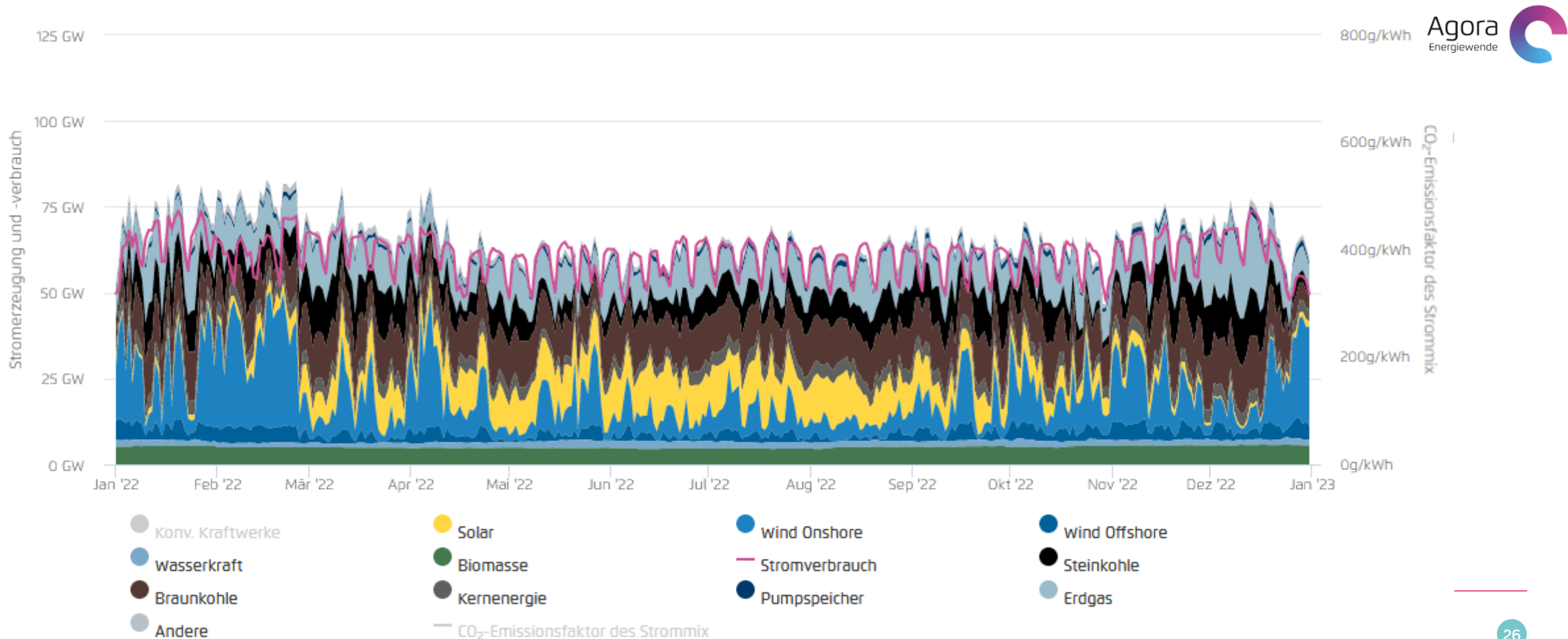
dB(A)

✓ Unterschreitung des Immissionsrichtwertes der TA Lärm um 5.3 dB(A).



Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

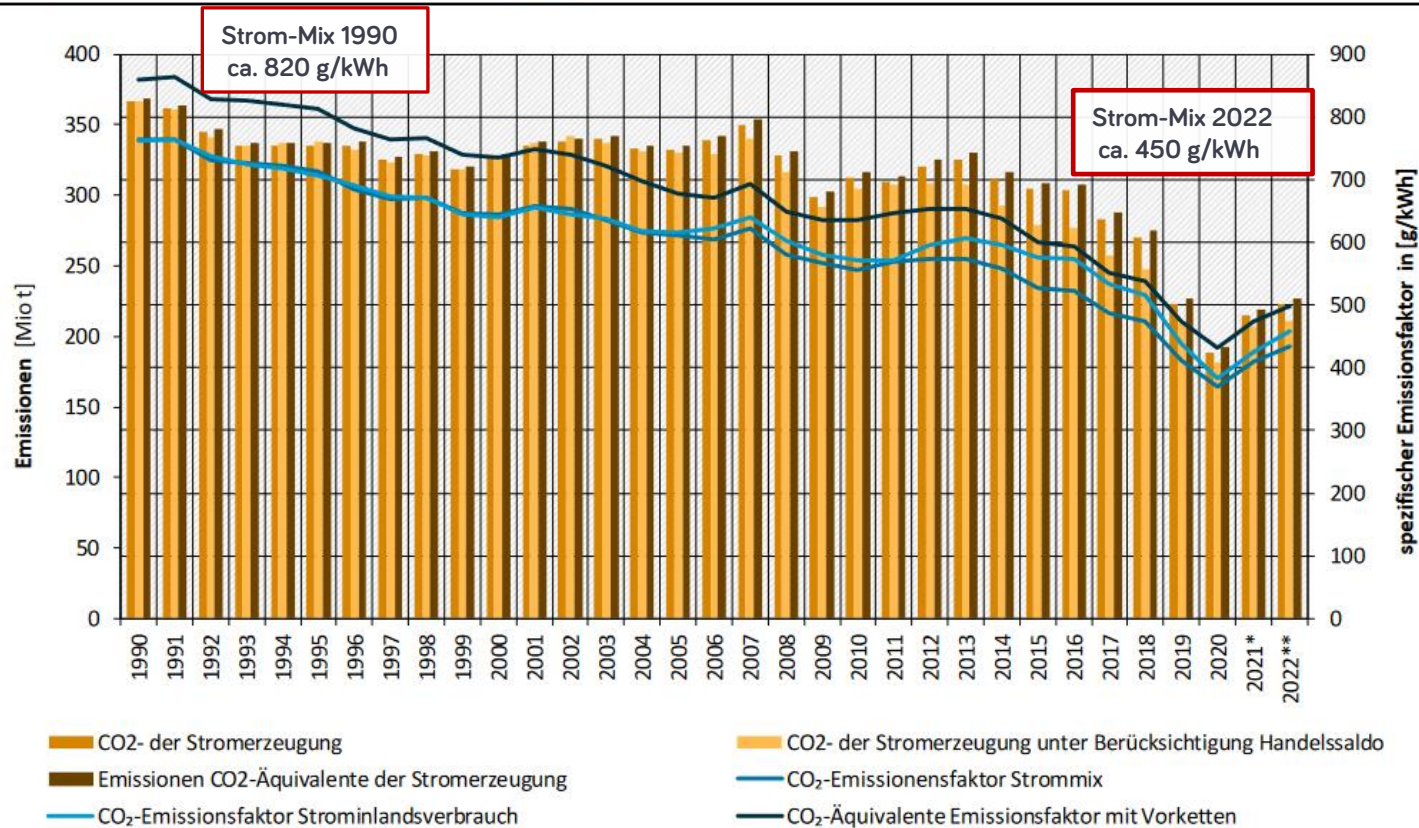
Frage: wie setzt sich der Strom-Mix über das Jahr zusammen und welche CO₂-Emissionsfaktoren ergeben sich?



Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

Bewertung: ja, kann man behaupten ? Wir gehen der Sache auf den Grund!!

Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommix 1990-2021 und erste Schätzungen 2022 im Vergleich zu Emissionen der Stromerzeugung



2021* vorläufig 2022** geschätzt

Quellen: Umweltbundesamt eigene Berechnungen April 2023

Die Frage muss aber lauten...

wie Kohle-lastig („schmutzig“) ist/darf der Strommix im Winter und wie effizient muss die Wärmepumpe sein,

damit die WP eine deutlich bessere CO₂-Reduktion gegenüber einer Gas-Brennwert-Lösung generiert ?

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

Bewertung: ja, kann man behaupten ? Wir gehen der Sach auf den Grund!!

Die Frage muss aber lauten...

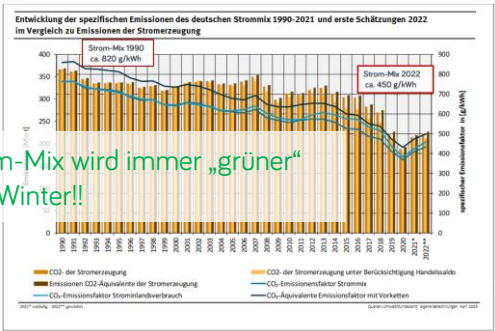
wie Kohle-lastig („schmutzig“)
ist/darf der Strommix im Winter
und
wie effizient muss die
Wärmepumpe sein,

damit die WP eine deutlich bessere
CO2-Reduktion gegenüber einer
Gas-Brennwert-Lösung generiert ?

Weitere Fragen sind:

- Wie erhöht der FlüssigGas-Import (LNG) die CO2-Emissionen der GAS-Heizung?
- Wie hoch sind die Methan-Leckagen?
- Welchen Einfluss hat das Kältemittel bei der Wärmepumpe?

pro Wärmepumpe



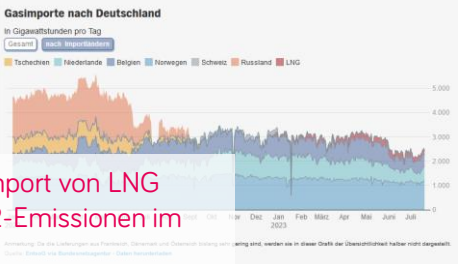
der Strom-Mix wird immer „grüner“
auch im Winter!!

Kältemittel	GWP	Kategorie	Sicherheitsklassen
R-134a	1.430	High GWP	A1
R-410A	2.088	High GWP	A1
R-32	675	Low GWP	A2L
R-290 (Propan)	3	Super Low GWP	A3
R-454B*	460	Low GWP	A2L
R-454C*	148	Super Low GWP	A2L
R-717 (Ammoniak)	0	Super Low GWP	B2
R-744 (CO2)	1	Super Low GWP	A1

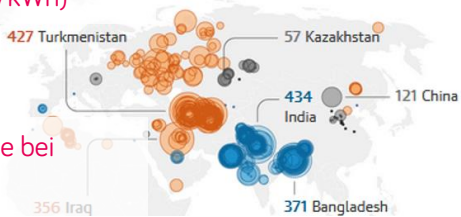
es gibt klimaverträgliche Kältemittel!
z.B. Propan (R290)

Strom kann selbst (vorort) erzeugt werden z.B.
PV-Strom / Erdgas? nicht !!

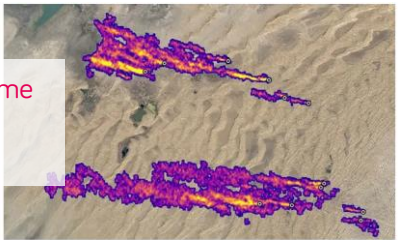
kontra Erdgas / Methan / LNG



durch wachsenden Import von LNG
erhöhen sich die CO2-Emissionen im
deutschen Gas-Mix
(von 202 g auf bis zu 300 g/kWh)



Weltweite Methan-Emissionen bei
der Öl- /Gas-Exploration
sind kaum einzudämmen



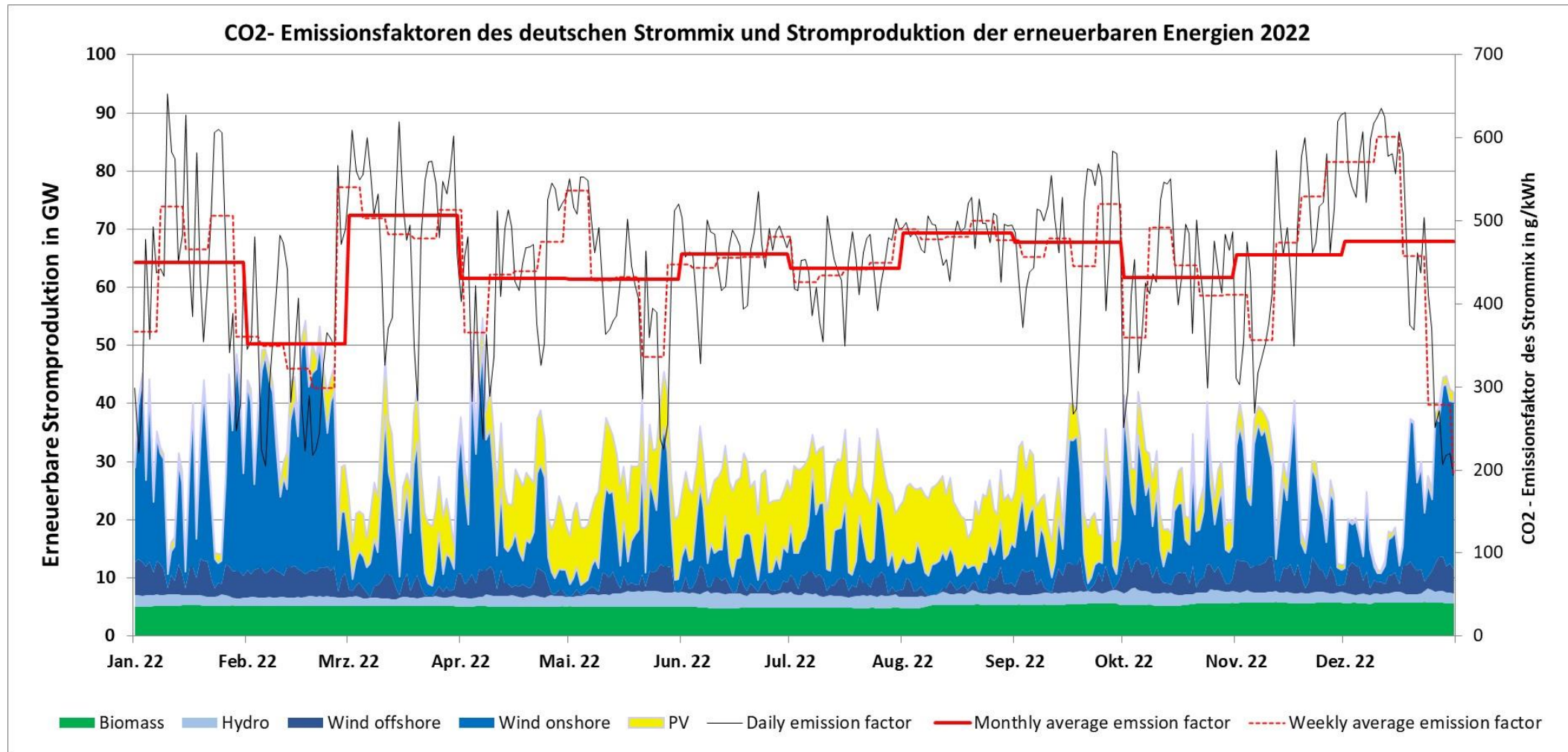
NASA-Satelliten-Aufnahme
Methan-Burst in
Turkmenistan Dez 2022

A NASA satellite image of methane plumes east of Hazar, Turkmenistan, in October 2022. Photograph: NASA/JPL-Caltech/AFP/Getty

Methan-Emissionen haben ein um Faktor 28
größere Klimawirkung als CO2

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom

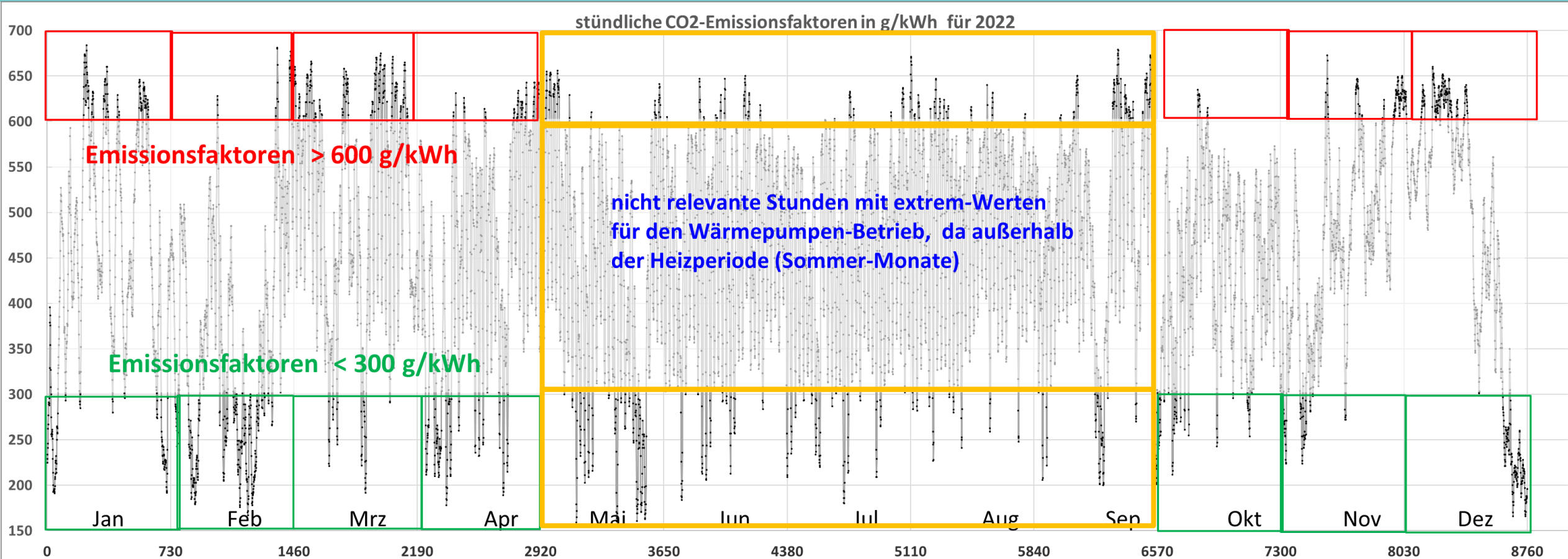
Frage: wie setzt sich der Strom-Mix über das Jahr zusammen und welche CO₂-Emissionsfaktoren ergeben sich?



CO ₂ - Emissionsfaktoren Strom-Mix 2022 in g/kWh	
Jan	450
Feb	352
Mrz	506
Apr	431
Mai	429
Jun	460
Jul	443
Aug	486
Sep	475
Okt	432
Nov	459
Dez	475
Jahr	450

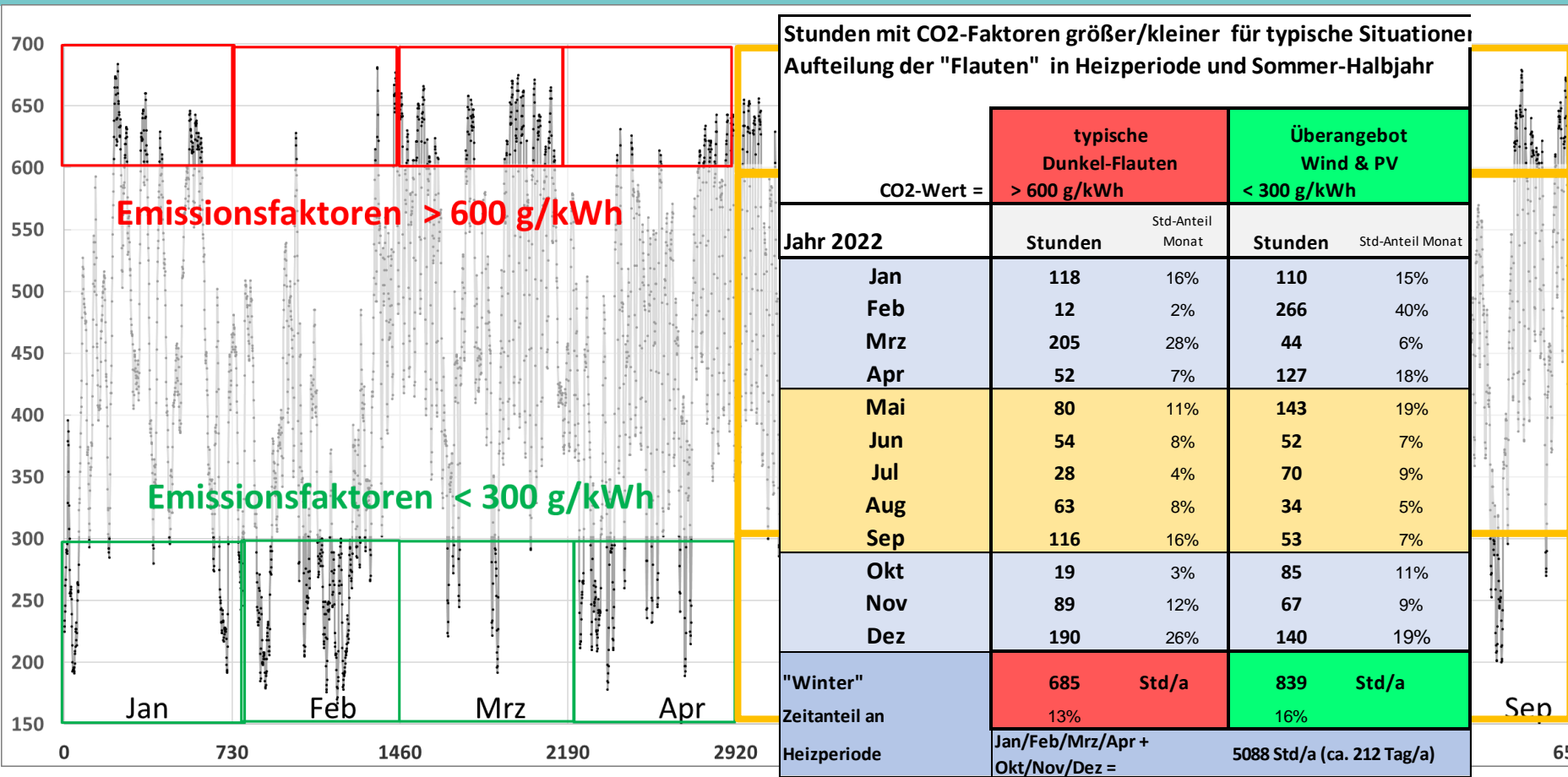
Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlstrom !

Frage: wie setzt sich der Strom-Mix über das Jahr zusammen und welche CO₂-Emissionsfaktoren ergeben sich?



Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlstrom !

Frage: wie setzt sich der Strom-Mix über das Jahr zusammen und welche CO2-Emissionsfaktoren ergeben sich?



Fazit:

den wenigen Zeiten (**684 Std/a**) während der Heizperiode mit hohen Emissionen bedingt durch viele „Dunkel-Flauten“ mit viel Kohlestrom (> 600 g/kWh)

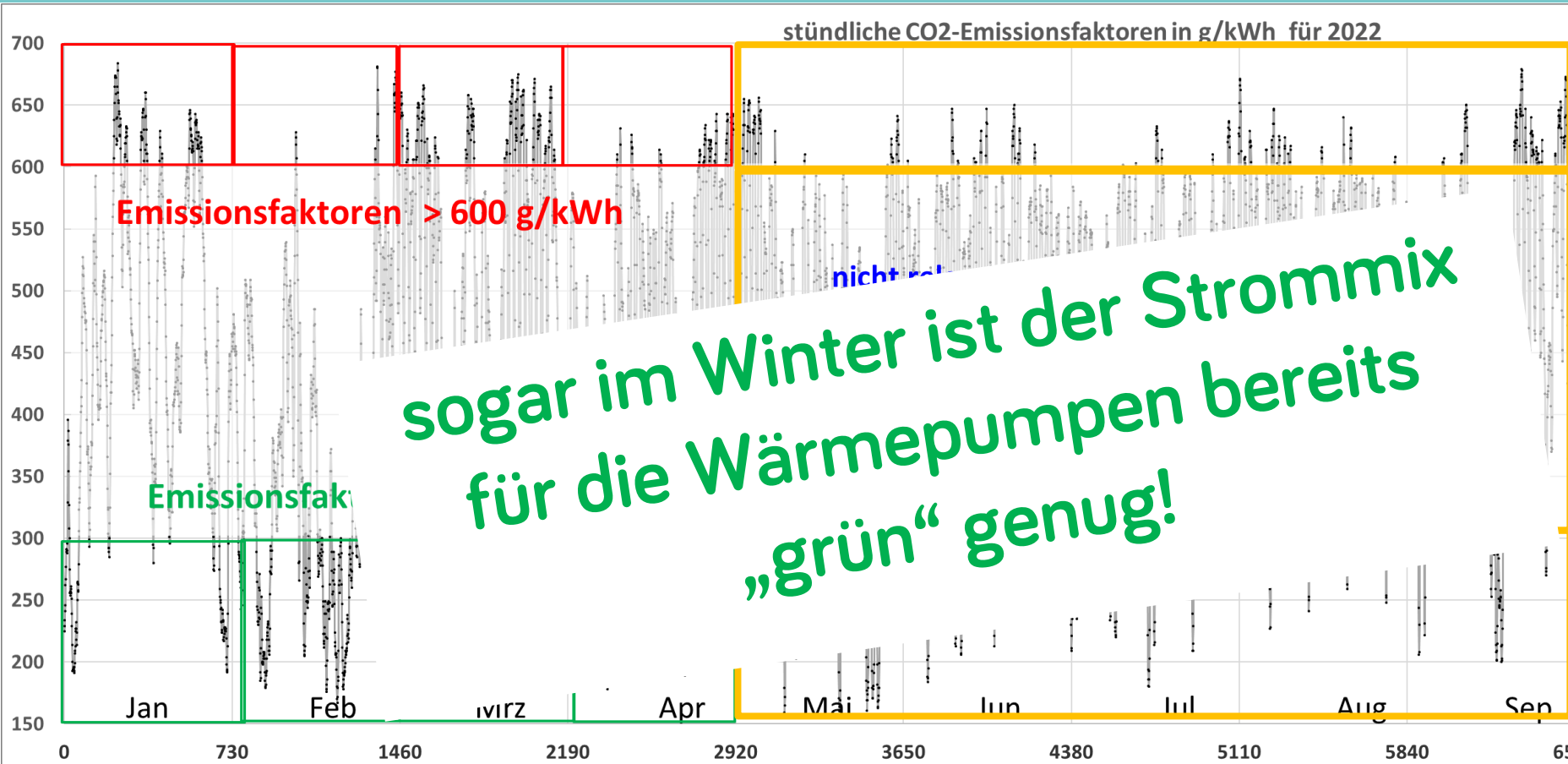
stehen im gleichen Zeitraum

sogar mehr Stunden (**839 Std/a**) mit hohem Aufkommen an „grünem“ Strom (< 300 g/kWh)

gegenüber!

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlstrom!

Frage: wie setzt sich der Strom-Mix über das Jahr zusammen und welche CO₂-Emissionsfaktoren ergeben sich?



Fazit:

den wenigen Zeiten (**684 Std/a**) während der Heizperiode mit hohen Emissionen bedingt durch viele „Dunkel-Flauten“ mit viel Kohlestrom (> 600 g/kWh)

stehen im gleichen Zeitraum

sogar mehr Stunden (**839 Std/a**) mit hohem Aufkommen an „grünem“ Strom (< 300 g/kWh)

gegenüber!

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom

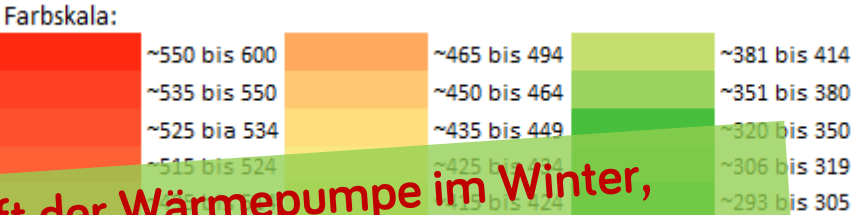
Bewertung: der Strom im Winter ist für die Wärmepumpe bereits „grün“ genug!

Heatmap: CO2-Emissionsfaktor des deutschen Strommix in [g/kWh] 2022 (stündlich pro Monat gemittelt)												
2022	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
00:00	445	357	555	476	502	550	527	557	518	443	445	478
01:00	441	356	560	475	501	549	531	562	520	443	442	477
02:00	438	357	557	483	501	549	533	569	522	447	439	477
03:00	438	360	568	477	503	548	535	577	524	451	441	477
04:00	443	363	570	481	507	549	536	580	528	457	444	477
05:00	447	368	569	488	509	545	532	580	531	465	451	478
06:00	452	373	564	491	495	524	515	571	529	471	461	477
07:00	458	375	541	474	462	487	480	538	521	473	471	481
08:00	460	364	494	441	415	437	431	484	491	457	463	483
09:00	453	341	450	398	369	386	382	430	450	423	447	478
10:00	440	319	414	358	332	349	346	386	409	389	431	468
11:00	428	305	391	332	308	326	323	356	377	362	422	462
12:00	422	296	383	320	296	315	307	341	359	344	422	461
13:00	424	297	387	315	293	312	298	336	355	338	436	466
14:00	437	308	403	318	298	317	300	341	364	349	463	475
15:00	456	332	435	332	313	333	313	355	386	379	495	487
16:00	471	365	485	358	339	360	339	386	418	424	508	488
17:00	473	388	540	401	382	403	377	431	462	471	497	484
18:00	472	386	560	452	436	458	427	489	513	489	486	480
19:00	468	378	551	496	487	514	480	545	538	477	480	476
20:00	463	370	543	505	519	553	522	572	532	462	473	472
21:00	460	364	539	495	520	564	536	564	520	462	473	472
22:00	461	366	544	491	514	558	533	553	513	449	465	469
23:00	458	362	549	486	506	549	527	552	511	449	465	467
Mittelwert	450	352	506	431	429	460	443	486	475	432	459	475

Quelle: Agora-Meter Energiewende / Bundesnetzagentur / 2023

Durschnittlicher CO2- Emissionsfaktor 2022:

arithm. Mittel	450 g/kWh
Minimum	293 g/kWh
Maximum	580 g/kWh
Median	462 g/kWh



nur der Wind-Strom hilft der Wärmepumpe im Winter, erst dann kommt PV-Strom !

und der „Kohle-Strom“ zeigt sich eher im Sommer in der Nacht ...da laufen aber keine Wärmepumpen !!

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom

Bewertung: der Strom im Winter ist für die Wärmepumpe bereits „grün“ genug!

Heatmap: CO2-Emissionsfaktor des deutschen Strommix in [g/kWh] 2021 (stündlich pro Monat gemittelt)												
2021	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
00:00	450	383	422	415	381	500	478	435	533	428	483	448
01:00	446	377	417	412	372	499	472	432	532	429	481	444
02:00	445	374	421	413	368	499	467	431	532	427	481	443
03:00	444	374	416	415	367	499	466	431	533	432	484	445
04:00	447	378	421	422	370	502	469	436	536	440	488	449
05:00	453	387	429	432	377	499	468	441	542	450	492	453
06:00	464	402	436	439	377	483	462	444	546	459	495	458
07:00	473	412	429	429	360	454	441	430	535	464	496	465
08:00	479	407	403	402	333	414	408	400	500	448	488	466
09:00	475	393	371	363	302	373	372	365	459	420	472	459
10:00	467	379	343	327	276	340	343	334	421	393	459	450
11:00	460	371	324	303	260	321	325	311	393	370	450	444
12:00	457	364	314	288	248	310	313	297	378	352	448	443
13:00	460	363	311	277	241	306	307	290	373	346	455	451
14:00	468	371	319	275	240	311	308	292	379	353	470	464
15:00	482	392	340	284	248	324	316	302	398	377	491	476
16:00	491	424	377	307	267	348	334	324	434	415	504	477
17:00	490	443	424	346	301	386	364	358	481	456	503	473
18:00	486	438	450	393	345	431	406	401	531	469	499	469
19:00	482	429	453	431	390	478	450	443	554	457	496	464
20:00	477	419	448	442	416	509	482	464	549	444	494	459
21:00	471	410	442	436	418	517	491	463	540	434	492	455
22:00	466	405	437	430	409	511	488	458	535	431	493	454
23:00	456	395	431	422	394	504	480	448	531	426	492	449
Mittelwert	466	395	399	379	336	430	413	393	489	422	484	457

Quelle: Agora-Meter Energiewende /
Bundesnetzagentur / 2023

Durchschnittlicher CO2- Emissionsfaktor 2022:

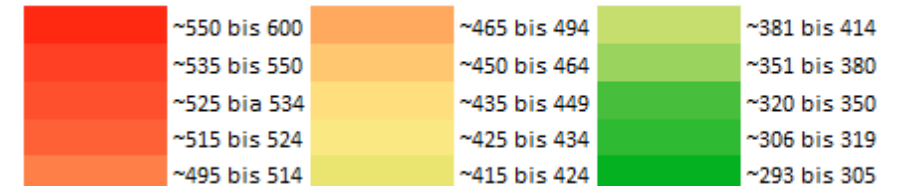
arithm. Mittel 450 g/kWh

Minimum 293 g/kWh

Maximum 580 g/kWh

Median 462 g/kWh

Farbskala:



Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom

Bewertung: der Strom im Winter ist für die Wärmepumpe bereits „grün“ genug!

Heatmap: CO2-Emissionsfaktor des deutschen Strommix in [g/kWh] 2019 (stündlich pro Monat gemittelt)												
2019	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
00:00	414	434	359	419	461	422	458	461	403	365	429	327
01:00	410	430	355	418	450	410	450	448	393	358	424	320
02:00	411	429	350	423	442	404	446	441	388	348	421	316
03:00	412	430	352	430	440	403	444	440	389	353	421	317
04:00	414	435	354	440	444	405	446	446	395	360	424	321
05:00	421	445	361	451	455	412	454	456	409	378	436	330
06:00	430	456	370	458	459	415	458	464	426	398	451	346
07:00	438	461	366	451	446	402	445	451	424	409	462	361
08:00	442	448	348	431	422	375	416	420	403	404	463	368
09:00	439	427	326	402	388	341	383	382	377	388	457	364
10:00	432	411	306	369	361	311	353	344	347	371	450	355
11:00	424	400	294	343	344	293	332	320	321	356	446	349
12:00	419	395	289	325	334	281	316	304	306	348	447	350
13:00	418	397	289	317	329	276	308	297	301	348	456	358
14:00	426	410	294	318	329	280	307	300	304	357	471	373
15:00	439	436	310	330	336	293	313	312	318	377	486	389
16:00	447	470	337	355	353	315	332	339	343	406	490	393
17:00	448	488	370	392	382	354	365	385	387	431	486	390
18:00	444	483	390	432	421	400	408	439	432	439	480	384
19:00	438	474	392	459	459	440	448	483	454	431	474	378
20:00	433	464	386	456	485	467	477	503	452	418	468	371
21:00	429	455	376	442	490	471	488	502	442	402	462	361
22:00	429	449	371	434	486	459	487	492	432	391	456	352
23:00	424	442	362	427	475	440	477	475	418	375	445	333
Mittelwert	428	440	346	405	416	378	409	413	386	384	454	354

Quelle: Agora-Meter Energiewende /
Bundesnetzagentur / 2023

Durchschnittlicher CO2- Emissionsfaktor 2022:

arithm. Mittel	450 g/kWh
Minimum	293 g/kWh
Maximum	580 g/kWh
Median	462 g/kWh

Farbskala:

~550 bis 600	~465 bis 494	~381 bis 414
~535 bis 550	~450 bis 464	~351 bis 380
~525 bis 534	~435 bis 449	~320 bis 350
~515 bis 524	~425 bis 434	~306 bis 319
~495 bis 514	~415 bis 424	~293 bis 305

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom

Bewertung: der Strom im Winter ist für die Wärmepumpe bereits „grün“ genug!

Heatmap: CO2-Emissionsfaktor des deutschen Strommix in [g/kWh] 2021 (stündlich pro Monat gemittelt)												
2021	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
00:00	450	383	422	415	381	500	478	435	533	428	483	448
01:00	446	377	417	412	372	499	472	432	532	429	481	444
02:00	445	374	421	413	368	499	467	431	532	427	481	443
03:00	444	374	416	415	367	499	466	431	533	432	484	445
04:00	447	378	421	422	370	502	469	436	536	440	488	449
05:00	453	387	429	432	377	499	468	441	542	450	492	453
06:00	464	402	436	439	377	483	462	444	546	459	495	458
07:00	473	412	429	429	360	454	441	430	535	464	496	465
08:00	479	407	403	402	333	414	408	400	500	448	488	466
09:00	475	393	371	363	302	373	372	365	459	420	472	459
10:00	467	379	343	327	276	340	343	334	421	393	459	450
11:00	460	371	324	303	260	321	325	311	393	370	450	444
12:00	457	364	314	288	248	310	313	297	378	352	448	443
13:00	460	363	311	277	241	306	307	290	373	346	455	451
14:00	468	371	319	275	240	311	308	292	379	353	470	464
15:00	482	392	340	284	248	324	316	302	398	377	491	476
16:00	491	424	377	307	267	348	334	324	434	415	504	477
17:00	490	443	424	346	301	386	364	358	481	456	503	473
18:00	486	438	450	393	345	431	406	401	531	469	499	469
19:00	482	429	453	431	390	478	450	443	554	457	496	464
20:00	477	419	448	442	416	509	482	464	549	444	494	459
21:00	471	410	442	436	418	517	491	463	540	434	492	455
22:00	466	405	437	430	409	511	488	458	535	431	493	454
23:00	456	395	431	422	394	504	480	448	531	426	492	449
Mittelwert	466	395	399	379	336	430	413	393	489	422	484	457

Quelle: Agora-Meter Energiewende /
Bundesnetzagentur / 2023

Durchschnittlicher CO2- Emissionsfaktor 2022:

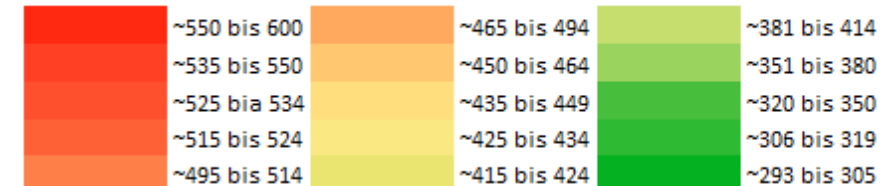
arithm. Mittel 450 g/kWh

Minimum 293 g/kWh

Maximum 580 g/kWh

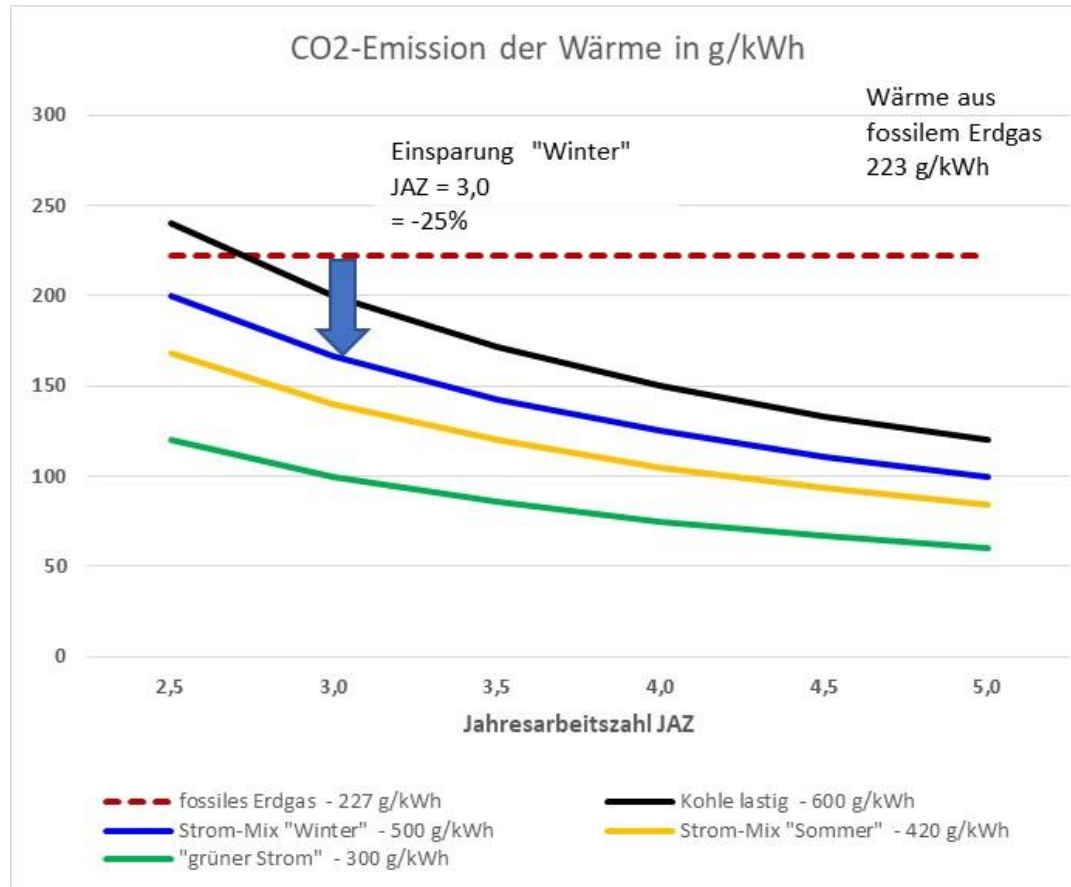
Median 462 g/kWh

Farbskala:



Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

Bewertung: ja, kann man behaupten ? stimmt aber nicht!! ... wir rechnen nach!



Vergleich CO₂-Emission der Wärmeerzeugung

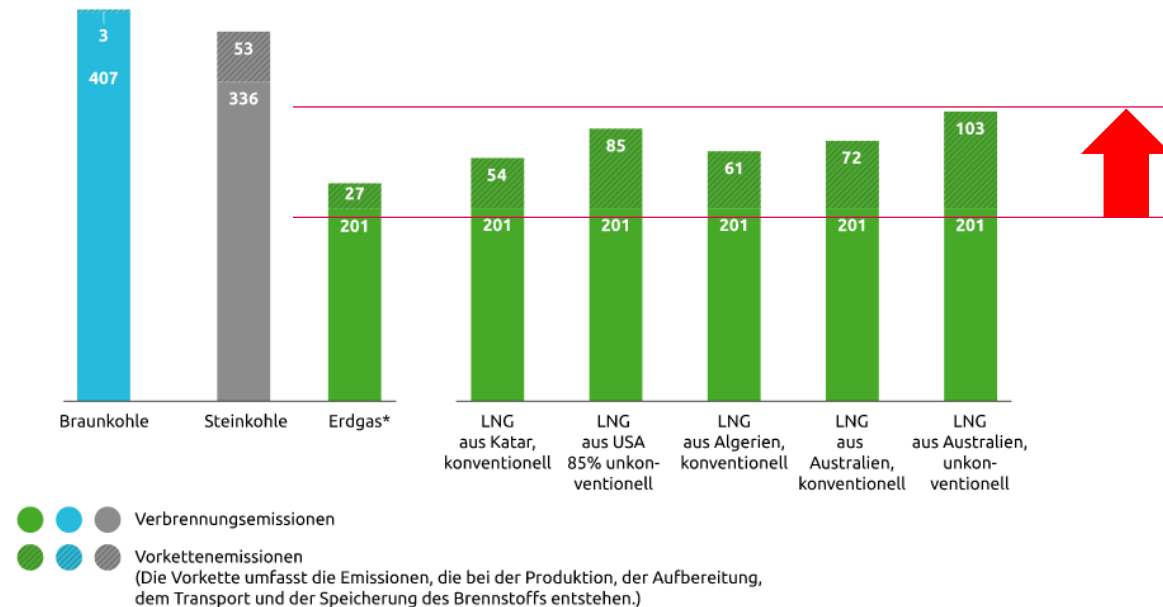
Jahresarbeitszahl	JAZ	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Jahresnutzungsgrad Kessel	1,02	entspr. Brennwert-Kessel max. 1,08 bezogen auf unterem Heizwert					
fossiles Erdgas	227 g/kWh	223	223	223	223	223	223 g/kWh
Strom-Qualität	g/kWh	Wärme erzeugt über Wärmepumpe					
Kohle lastig	600	240	200	171	150	133	120 g/kWh
Strom-Mix "Winter"	500	200	167	143	125	111	100 g/kWh
Strom-Mix "Sommer"	420	168	140	120	105	93	84 g/kWh
"grüner Strom"	300	120	100	86	75	67	60 g/kWh

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

Ach ja, und importiertes Flüssiggas (LNG) ist kein Klimakiller! ?

Treibhausgas-Emissionen von Erdgas und anderen fossilen Energieträgern

in Gramm CO₂-Äquivalente pro Kilowattstunde



* leitungsgebundenes, in Deutschland verwendetes Erdgas

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von UBA (2019), ifeu (2015), DBI (2016), thinkstep (2017)

CO₂-Emissionsfaktoren Strom 2022 (1)

Erzeugungsmix: 434 g/kWh
Inlandverbrauch: 459 g/kWh
inkl Stromhandelssaldo: 486 g/kWh
(Import/Export)
inkl. Vorketten: 498 g/kWh

mit Vorkette	CO ₂	/	CO ₂ äquiv	(2)
Erdgas:	226	/	247 g/kWh	
Heizöl:	315	/	318	

**LNG (Flüssiggas): ca. 260 bis 300 g/kWh (3)
je nach Herkunftsland**

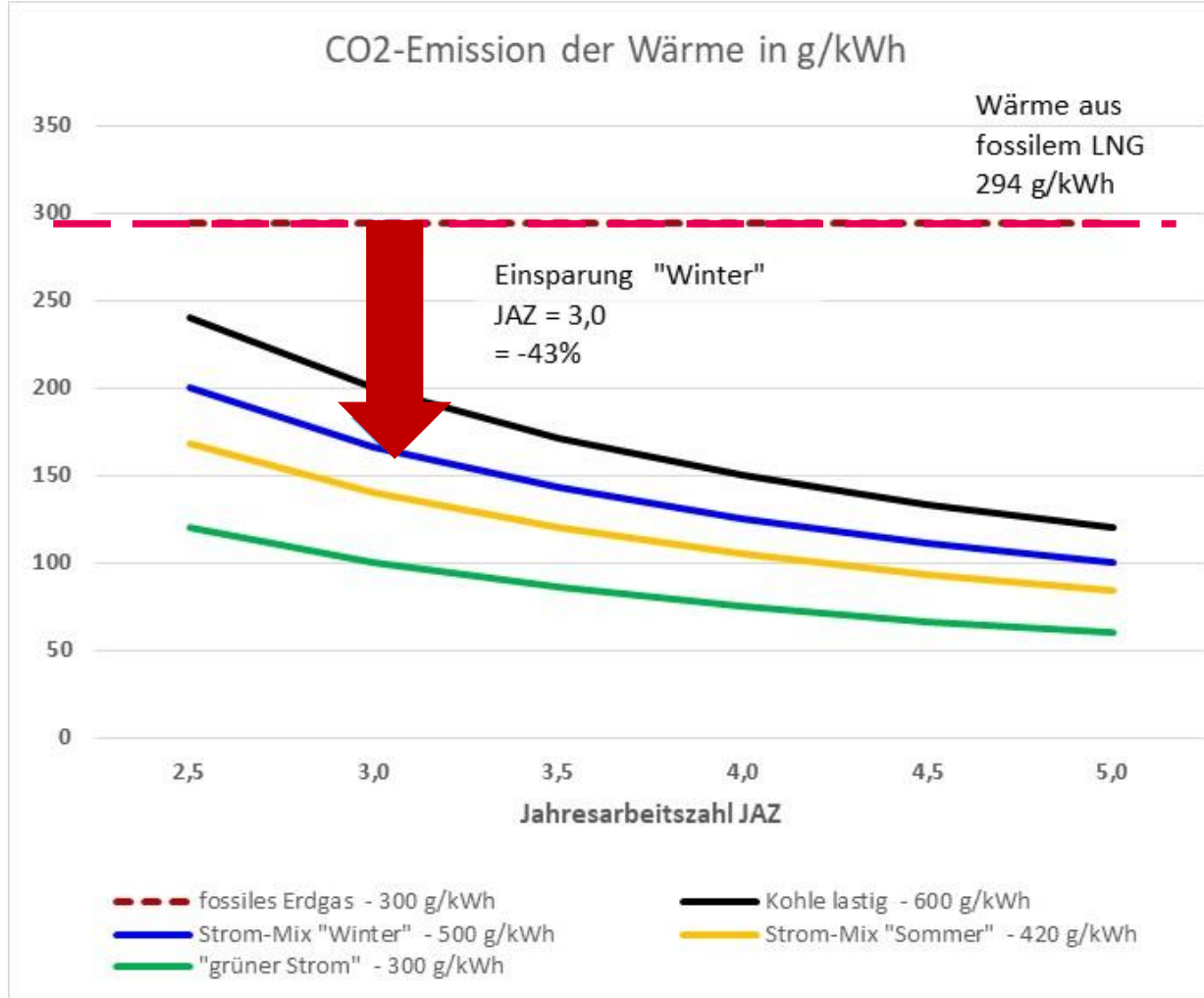
(1) UBA <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-9>

(2) GEMIS 5.0 <https://iinas.org/downloads/gemis-downloads/>

(3) GAS-INFO <https://gas.info/energie-gas/erdgas/eigenschaften-erdgas/erdgas-emissionen#c9385>

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom!

Ach ja, und importiertes Flüssiggas (LNG) ist kein Klimakiller! ?

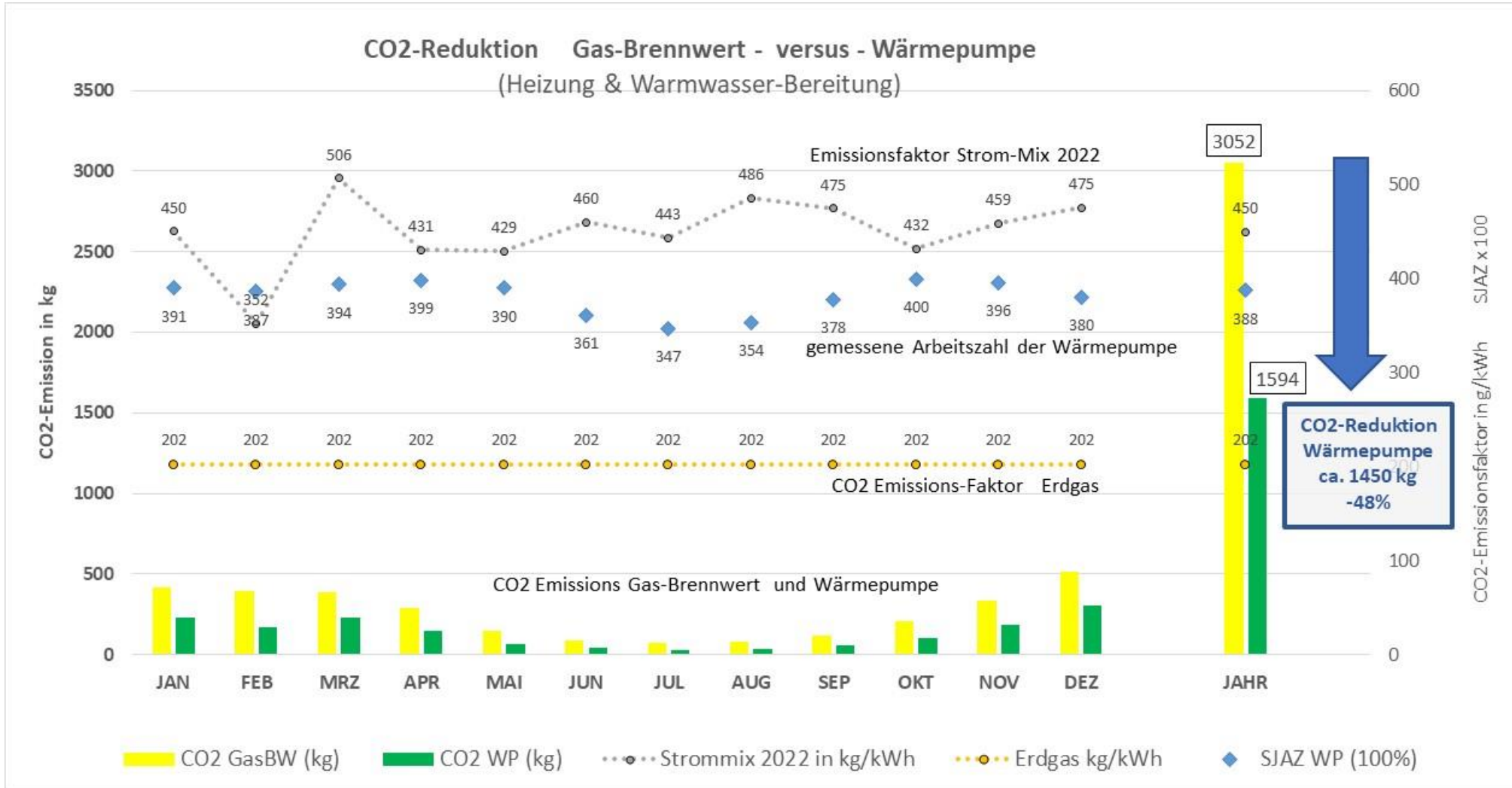


Bewertung: für effiziente Wärmepumpen ist der Strom-Mix bereits heute „grün“ genug um besser als eine Gas-Heizung zu sein!

das gilt erst recht bei Verbrennung von importierten Flüssig-Gas (LNG)

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

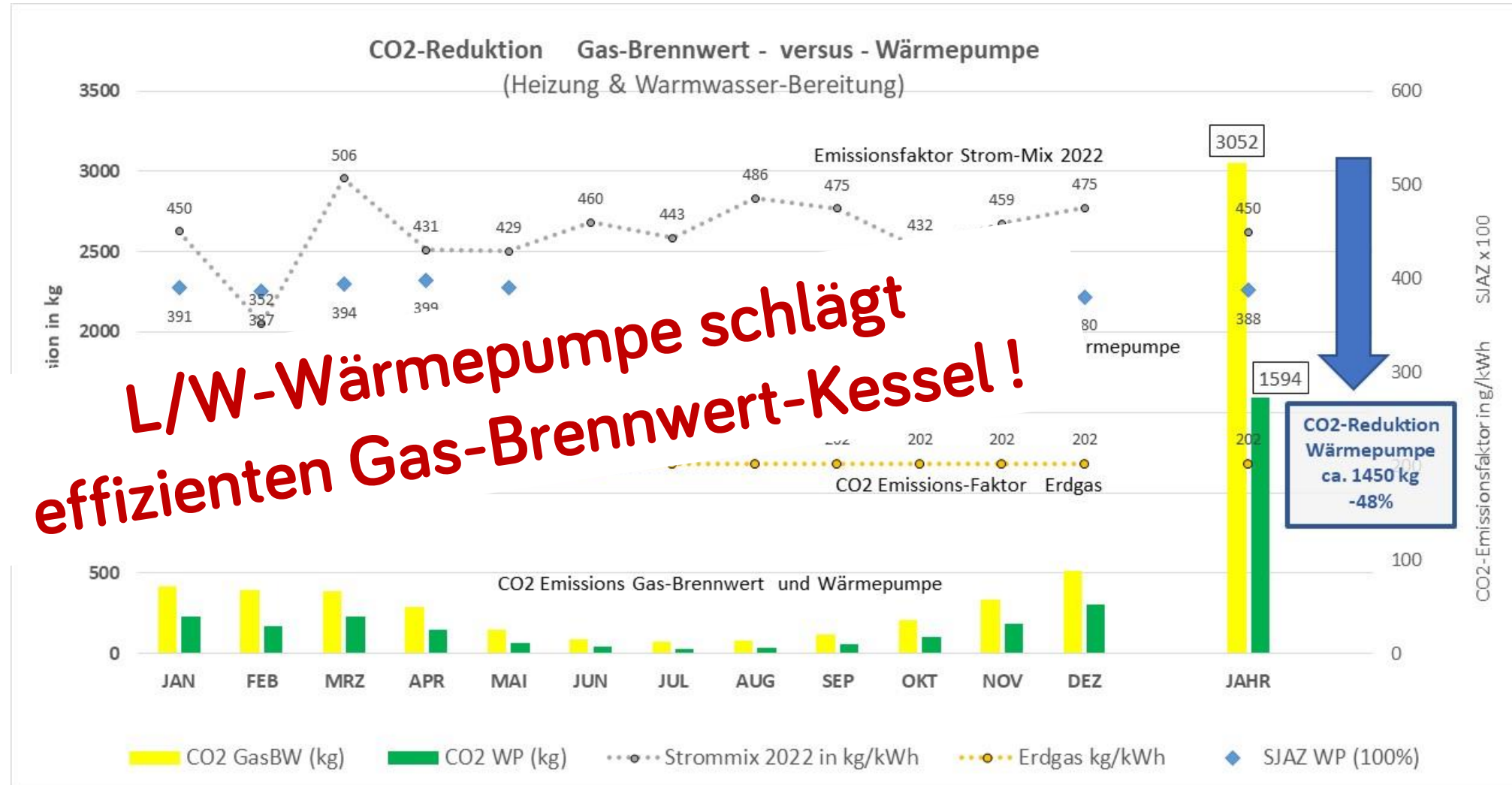
Bewertung: ja, kann man behaupten ? und hier der Gegenbeweis !! >> Messung/Monitoring*



- * Betriebs- und Verbrauchs-Monitoring einer optimierten (Luft/Wasser) Wärmepumpe mit 7 kW Heizleistung in Bremen

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !

Bewertung: ja, kann man behaupten ? und hier der Gegenbeweis !! >> Messung/Monitoring*



* Betriebs- und Verbrauchs-Monitoring einer optimierten (Luft/Wasser) Wärmepumpe mit 7 kW Heizleistung in Bremen

Problem 8: Stoppt die neue Kältemittel-Vorschrift den Wärmepumpen-Ausbau?

Bewertung: ja, das ist ein Problem! ...aber es gibt inzwischen bessere Kältemittel !!

der Grüne Deal: EU-weiter Ausstieg 2025/2030 aus der Verwendung „fluorierter“ Treibhausgase und „ozonabbauender“ Stoffe (die sogenannte F-Gase-Verordnung)

- HFKW-Phase-Down könnte Einführung von Wärmepumpen gefährden
 - HFKW sind kein nachhaltiger Ersatz für FCKW
- Fokus muss zukünftig auf natürlichem Propan als Kältemittel liegen
 - Propan-Wärmepumpe: Forscher senken Explosionsgefahr!

Problem: die Hersteller bauen gerade erst Fertigungskapazitäten für Propan-Wärmepumpen auf wie schnell ist der Produktions-Hochlauf von Propan-Wärmepumpen ??

GWP = global warmin potenzial

Kältemittel	GWP	Kategorie	Sicherheitsklassen
R-134a	1.430	High GWP	A1
R-407C	1.774	High GWP	A1
R-410A	2.088	High GWP	A1
R-404A	3.922	Very High GWP	A1
R-32	675	Low GWP	A2L
R-290 (Propan)	3	Super Low GWP	A3
R-454B*	460	Low GWP	A2L
R-454C*	148	Super Low GWP	A2L
R-717 (Ammoniak)	0	Super Low GWP	B2
R-744 (CO2)	1	Super Low GWP	A1

Sicherheitsgruppen Kältemittel

A3	B3	hoch entflammbar
A2	B2	entflammbar
A2L	B2L	schwer entflammbar
A1	B1	keine Flammenausbreitung
geringe Toxizität	erhöhte Toxizität	

Problem 8: Stoppt die neue Kältemittel-Vorschrift den Wärmepumpen-Ausbau?

Bewertung: ja, das ist ein Problem! ...aber es gibt inzwischen bessere Kältemittel !!

Ganzheitliche Klimabilanz

eine Fokussierung auf das Kältemittel greift bei der Beurteilung der Klimawirkung einer Wärmepumpe allerdings zu kurz. Für eine ganzheitliche Betrachtung empfiehlt sich der **Total Equivalent Warming Impact (TEWI)** im Zusammenspiel mit der jeweiligen Wärmepumpenanwendung.

Total Equivalent Warming Impact (TEWI)

=

Leckagerate
(GWP x jährliche Leckage x Betriebszeit)

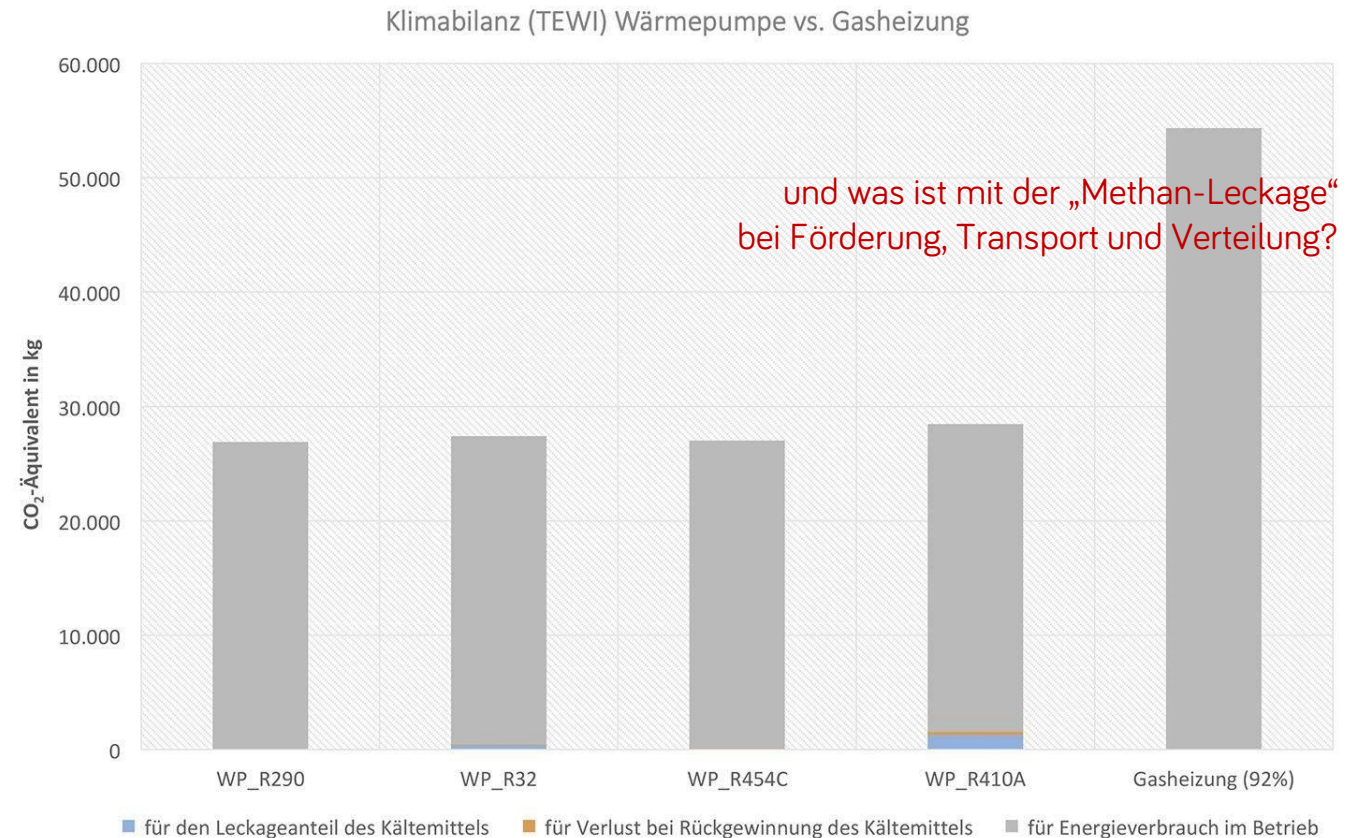
+

Rückgewinnungsverluste
(GWP x Füllgewicht x Recyclingfaktor)

+

Energiebedarf
(Betriebszeit x Energiebedarf x CO₂-Emissionsfaktor)

5



Wärmepumpe oder Gasheizung?

	Wärmepumpe	Gas-Heizung
Funktionsweise	Umgekehrter Kältschrank, verdichtetes Kältemittel nimmt Umgebungswärme auf und gibt dies an das Heizsystem ab (30 bis 50 °C)	Heiße Flamme bis 1000 °C / Stickoxide! meist 70/50°C = nicht brennwert-tauglich oder 55/45°C = brennwert-tauglich
Energieträger	Strom-Mix oder auch Ökostrom oder eigener PV-Strom	Fossiles Erdgas / derzeit auch LNG Importe oder Biomethan / PtG
Kostenlose Energienutzung?	Ja, Umgebungswärme, Abwärme, kalte Nahwärme	Nein
Energieaufwand /Nutzungsgrad	1 kWh Strom erzeugt 3 bis 4 teilw. 5 kWh Heizwärme Jahresarbeitszahl (JAZ)	1 kWh Erdgas erzeugt 0,9 kWh Heizwärme
Energiepreis und Wärmepreis (heute)	30 bis 35 ct/kWh / auch günstige Wärmepumpen-Tarife möglich EWE derzeit 34 ct/ JAZ 2,5 = 13,6 ct/kWh Wärmepreis 34 ct/ 3,0 = 11,3 ct/kWh 34 ct/ 3,5 = 9,7 ct/kWh Einsparung geg Gas 40% => 34 ct/ 4,0 = 8,5 ct/kWh	11 bis 15 ct/kWh Brennwert (Hs/Hi = 1,11) (EWE= 13,9 ct/kWh) 13,9 ct * 1,11 / 0,95 = 16,2 ct/kWh Wärme <i>Siehe extra Grafik</i>
Energiepreise zukünftig	Stromgestehungskosten bei PV und Wind sind weiter fallend / zeit-variable Wärmepumpen-Tarife jeder kann Strom mit PV selbst erzeugen!	Globaler Vorrat schrumpft, Gaspreis-Bremse läuft im Apr. 2024 aus / LNG-Importe sind teuer / zukünftig steigende Preise
CO2-Emissionen heute: Strom-Mix 420 bis 500 g/kWh „grüner“ Strom <250g/kWh	Strommix im „Winter“ 500 g/kWh /JAZ = 3,5 Wärme: 143 g/kWh Einsparung geg Gas 33% => grüner Strom 200g/kWh / Wärme (JAZ 3,5) = 57 g/kWh	Fossiles Erdgas 202g/kWh / Jahresnutzungsgrad 95% Wärme 213 g/kWh mit LNG > 300 g/kWh / mehr als 50% höhere Emission!!
CO2-Steuer <i>Jetzt noch schnell eine Gas-Heizung einbauen?</i>	CO2-Steuer nur auf Kohle/GasKraftwerke grüner Strom: keine CO2-Steuer	2021: 25 €/t 2025: 55-65 €/t / 2045 : bis 200 €/t ?? Ab 2027 Europäischer Emissionshandel: nach oben offen da Zertifikate stetig reduziert / Gas wird teuer (bei 25 MWh/a => 4,5 t/a kumulierte Abgaben bis 2045 ca. 11.300 EUR = Mehrkosten der GasHeizung)
Verhältnis Invest / Betriebskosten	Anschaffung teurer, danach langfristig günstige Verbrauchskosten	Anschaffung günstig, danach langfristig erhöhte Verbrauchskosten
Förderung Stand 01.05.2023	BAFA / BEG-Förderung = 25% Mindestförderung Bonus 5% (natürliches Kältemittel Bonus 5% wenn Wärmequelle Erdreich,Wasser,Abwasser Förderung soll je nach Einkommen noch aufgestockt werden	Keine
generelle Einschränkungen	Keine (wenn das Gebäude in einem Gebiet liegt, wo ein Wärmenetz Vorrang hat, könnte die Kommune den Einbau von zu vielen Wärmepumpen einschränken, damit das Wärmenetz genug Abnehmer hat.)	gemäß GEG-Novelle ab 1.1.2024 (oder 2025 ??) Neueinbau nur, wenn Wärmeanteil Erdgas <35% 65 % müssen aus erneuerbaren Energien kommen. (Pflicht zur Kombination z. B. mit Wärmepumpe oder Solarthermie)
Verbote	Keine / ggf EU Regelung zur F-Gase-Verordnung Mittelfristig ist mit Verbot von PFAS (Ewigkeits-Chemikalien) zu rechnen / Fokus: natürliche Kältemittel wie Propan/R290 und andere	Gasheizungen werden nach dem aktuellen Gesetzentwurf des GEG aus Klimaschutzgründen bis spätestens 31.12.2044 verboten , denn ab 2045 muss Deutschland klimaneutral sein. Bis dahin wird der Betrieb schrittweise eingeschränkt.

Wärmepumpe oder Gasheizung?

	Wärmepumpe	Gas-Heizung
Investitionskosten ohne Förderung! Erfahrungswerte bis zum Jahr 2022 (Quelle: co2online):	Luft-Wärmepumpe: ca. 10.000 € bis 18.000 € Erd-Wärmepumpe: ca. 12.000 € bis 18.000 € <ul style="list-style-type: none"> + Kollektor: 3.000 € bis 5.000 € + pro Sonde: 8.000 € bis 13.000 € Grundwasser-Wärmepumpe: ca. 10.000 € bis 12.000 € <ul style="list-style-type: none"> + Brunnen: 5.000 € bis 8.000 € Zusätzlich Pufferspeicher/hydraulische Einbindung/Stromseite!	(Quelle: co2online) extrapoliert für 2023 Gasbrennwert-Kessel: Ø 8.000 € Gasbrennwert-Kessel mit solare Heizungsunterstützung: Ø 19.000 €
Platzbedarf	Heizungskeller oder Heizraum erforderlich (Dachheizzentrale der Heizung kaum nutzbar für Wärmepumpe) deutlich größerer Platzbedarf/Gewicht wegen Pufferspeicher (L/W)WP:Außenaufstellung/Fundament/Kondensatablauf/Frostschutz	Wandtherme mit wenig Platzbedarf Dachheizzentrale / Einbauschrank / in der Wohnung kein Pufferspeicher, meist nur kleiner WW-Speicher 100 bis 150 L
Preisentwicklung	massiver Ausbau der Produktionskapazitäten, hoher Wettbewerb / Preise werden langfristig sinken	Keine Dynamik. Verkaufszahlen werden zukünftig stark zurück gehen.
Techn. Lebensdauer	15 bis 20 Jahre und mehr bei guter Wartung Entscheidend für Lebensdauer: nicht die jährl.Betriebsdauer sondern Anzahl Kompressorstartvorgänge! (häufiges Takten und geringe Laufzeit pro Startvorgang reduziert Lebensdauer) Abhilfe schafft nur korrekte Dimensionierung (Heizlastberechnung) und Pufferspeicher	20 Jahre und mehr bei guter Wartung (Lebensdauer der Elektronik, kaum Ersatzteilbeschaffung insb. der Platinen nach mehr als 25 Jahre begrenzt die Lebensdauer)
Fachkräfte	Erfahrungen mit Wärmepumpen wächst, dennoch fehlen Fachkräfte, wie in vielen anderen Bereichen auch. Weiterbildungsangebot für Fachkräfte seit 01.04.2023 mit 90 % Kostenzuschuss (Quelle: BAFA BAW Aufbauprogramm Wärmepumpe).	Handwerker sind rar. Mit Gasheizungen kennen sich die meisten Heizungsbauer sehr gut aus. Oft ist das der Grund, warum einige von Wärmepumpen „abrateten“.
Techn. Weiterentwicklung	Schwerpunkt der Entwicklung sind natürlichen Kältemitteln Konzepte für Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern. Großwärmepumpen im Bereich Industrie und Wärmenetze	Option Wasserstoff: Gasbrenner mit dem Zusatz „H2-Ready“ / bzw. 100% Wasserstoff geeignet damit Verlängerung der Betriebserlaubnis zukünftig wir für Heizungsbereich nur in Ausnahmen und dann sehr teurer Wasserstoff angeboten werden können! Option Biogas für Gasnetze: wird aufgrund der Knappheit nur in wenigen, ländlichen Kommunen möglich sein.
Netzdienlichkeit	positiv: Wärmepumpen können das Stromnetz stabilisieren. bei Strom-Überschuss im Netz > günstige Strompreise >> WP lädt den Wärmespeicher (Pufferspeicher, WWSpeicher Gebäude). bei Strom-Mangel/ hoher Strompreis /Sperrzeiten 2 bis 4 Std am Tag: zeitweise Abschalten >Heizung & Dusche nutzen solange Vorrat reicht. im Gegenzug günstigere Stromtarife vom Energieversorger.	Gasheizungen haben keinen Einfluss auf das Stromnetz.
Quelle: https://www.zukunft-zuhause.net/mein-haus-sanieren/ratgeber/waermepumpe-vs-gasheizung/ plus eigene Ergänzungen und Erfahrungen		

Wärmepumpen: sieben Mythen im Fakten-Check

Wärmepumpen ...

- Mythos 1: ... eignen sich nur für Neubauten oder komplett sanierte Gebäude → Märchen
- Mythos 2: ... funktionieren nur mit einer Fußbodenheizung → falsch !
- Mythos 3: ... funktionieren nicht bei niedrigen Außen-Temperaturen → schlicht unwahr !
- Mythos 4: ... sind Stromfresser und belasten das Stromnetz vor Ort → nicht korrekt !
- Mythos 5: ... mit Wärmepumpen zu heizen ist (...wird) viel zu teuer! → selber nachrechnen!
- Mythos 6: ... sind viel zu laut ! → nö, das war mal -> Planung mit Leitfaden Schall
- Mythos 7: ... bringen nichts für den Klimaschutz, denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom !
→ nö, das war mal -> der Strom-Mix ist bereits „grün“ genug !
- Problem: konventionelle Kältemittel sind „Klimakiller“ und „Ewigkeits-Chemikalie“
→ stimmt! aber es gibt bereits bessere Kältemittel

Wo anfangen ? Was muss vorab geprüft werden ?

1) Verbrauchsanalyse: Wo steht Ihr Haus?

...Einschätzung Verbrauchs, Baualter, Verbrauchskennzahlen, Benchmark

2) Wo sind die energetischen Schwachstellen?

...am Gebäude, ...bei der Heizung, ...WW-Bereitung... sonstige Stromfresser?

3) Ist das Haus „Wärmepumpen-ready“ ? >>> drei Kriterien prüfen lassen (Heizlast)

4) Welche Maßnahmen stehen „ohnehin“ an?

„Kopplung“ von Sanierung und Energieeinsparung

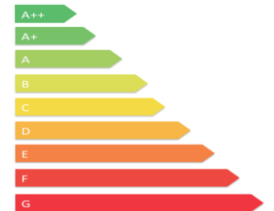
5) umfassende und kompetente Beratung nutzen

6) Information und Überblick zu Fördermitteln

7) individueller Sanierungsfahrplan erstellen

8) Kosten durch (mehrere) Angebote ermitteln

9) Qualitätssicherung bei der Umsetzung der Maßnahmen einplanen und durchführen



www.Heizspiegel.de
www.CO2online.de



Heizreport.www.de

Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

	Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)	Fördersatz	(SFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
	Solarthermieanlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	50 %
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25 % Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75 % Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
Heizungsoptimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5 %, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND/4.0)

Stand: 1. Januar 2021

www.BAFA.de

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Individueller-Sanierungsfahrplan/>

www.BAFA.de

Wärmepumpen: drei wichtige Kriterien

Ist mein Haus ... „Wärmepumpen-ready“ ? und für ein Niedertemperatur-Heizsystem geeignet??

- 1) grobe Abschätzung der Gebäudeheizlast („Schweitzer Formel“)
(Brennstoffverbr. – Anteil TWW) / Vollbenutzungsstunden / Jahresnutzungsgrad
Beispiel: $(22.000 - 2.000 \text{ kWh (2.Pers)}) / 1.750 \text{ h} \times 0,88 = 10,1 \text{ kW}$
- 2) spezif. Raumheizlast (raumweise Berechnung aller Räume)
Bauteilfläche (Wand, Fenster, Decke) U-Werte, Luftwechselrate,
Norm-Temperaturen bezogen auf die Nutzfläche des Raumes
- 3) Prüfung der Heizflächen und Vorlauf-Temperatur
Anzahl / Bauart / Größe der Heizkörper? >> Abschätzung der Heizleistung
Prüfung Heizkörper: geeignet ? / nicht geeignet ! >> Austausch-Empfehlung

Kriterium erfüllt?

< 20 kW

Marktverfügbarkeit für
Wärmepumpen ist gegeben !

< 70 W/m²

(VDI 4645 < 80 W/m²)

wenn größer ? dann kleinere
Dämm-Maßnahmen
durchführen !

<< 55°C Vorlauf

(bei Normaußen-
Temperatur von -10°C)

Damit die Wärmewende klappt! Was muss noch erledigt werden?

1) Kommunale Wärmeplanung

welche Stadtteile/Quartiere werden zukünftig wie versorgt?

2) der individuelle Sanierungsfahrplan für das Gebäude

wie sieht Ihr sinnvolles Maßnahmenpaket für die nächsten 10 bis 20 Jahre aus?

3) verlässliche Fördermittel und Beratungsmöglichkeiten

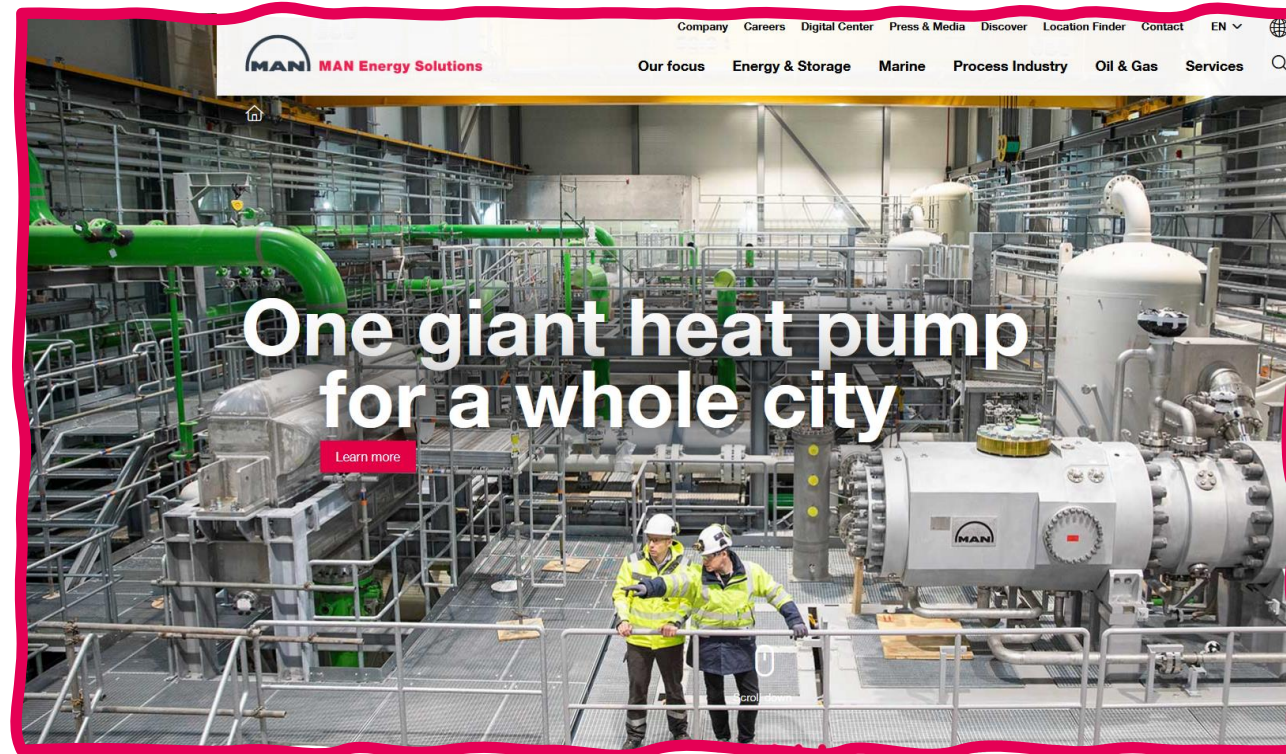
4) es braucht genügend Handwerker, die das Umsetzen!

„montieren“ statt
„demonstrieren“?

Neubauer, Habeck, Palmer und Welzer
beim taz lab 2023:

Es geht doch ... mit der Wärmepumpe und Wärmewende !

<https://man-es.com/de/unternehmen/pressemitteilungen/press-details/2021/09/21/man-energy-solutions-liefert-klimaneutrale-fernwaerme-fuer-daenische-groestadt>
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/fernwaerme-groesste-waermepumpe-der-welt-heizt-100-000-daenen-ein/>



MIT DEUTSCHER TECHNIK

19.06.2023, 19:29 Uhr

Fernwärme: Größte Wärmepumpe der Welt heizt 100.000 Dänen ein

Ab Herbst soll die weltgrößte Wärmepumpe Fernwärme für etwa 100.000 Dänen liefern. Die Technik dafür stammt von einem deutschen Unternehmen. Da stellt sich die Frage, warum uns Dänemark in Bezug auf die Wärmewende so weit voraus ist.



... Dänen lügen nicht!
die Dänen „lachen“ nur
über die Deutschen
„Wärmepumpen-Muffel“

Das Kohlekraftwerk im Hafen von Esbjerg, spätestens im Sommer 2024 soll es vom Netz gehen.

Foto: Panthermedia.net/Carsten Madsen



**Nicht weil die Dinge schwierig sind
wagen wir sie nicht,
sondern weil wir sie nicht wagen
sind sie schwierig.**

Es gibt noch viel zu tun !
packen wir's an !!

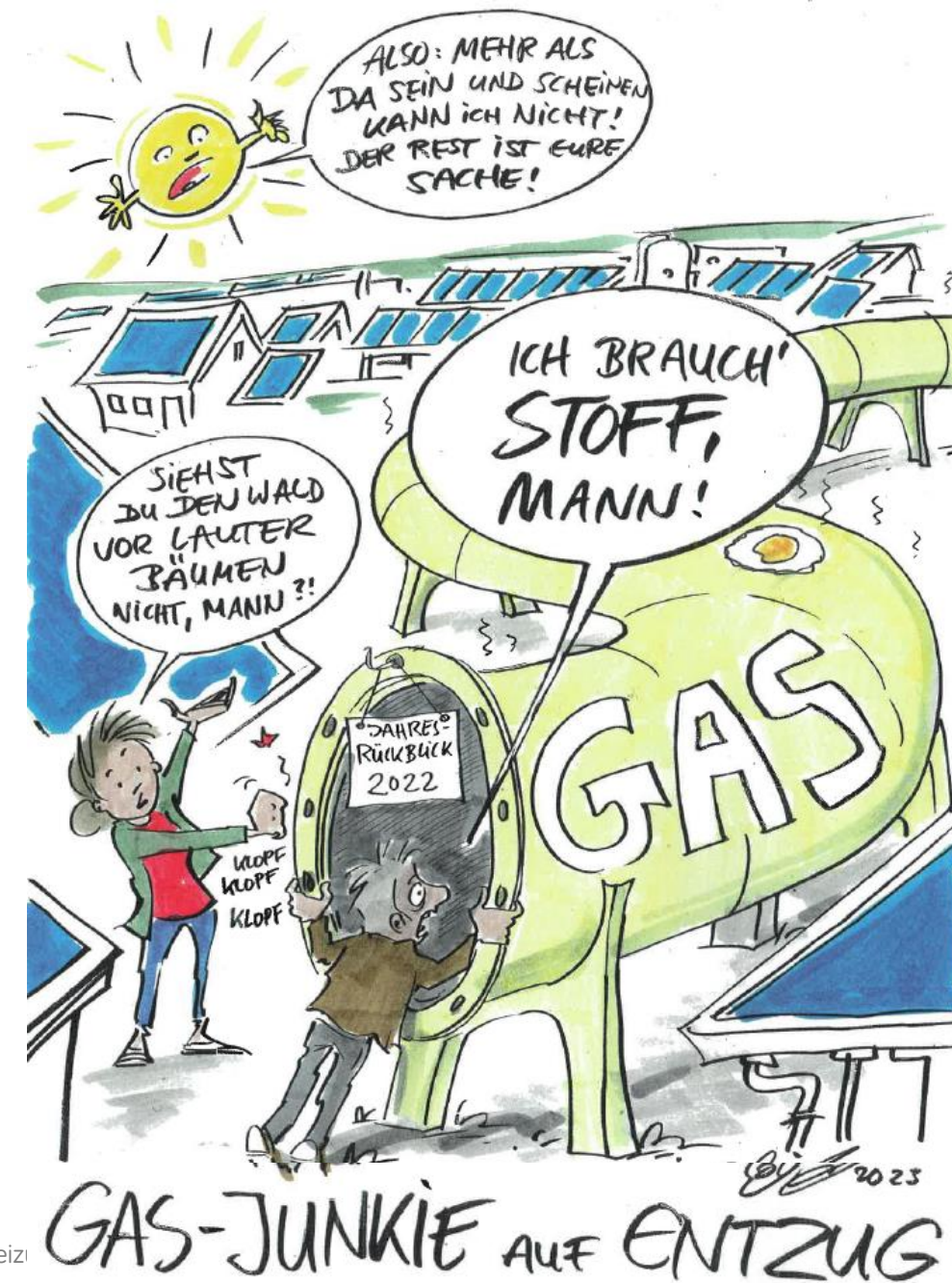
Ulrich Imkeller-Benjes

BEKS EnergieEffizienz GmbH

Imkeller-benjes@beks-online.de

0421 835 888-17

www.beks-online.de



Zeit für Fragen und Diskussion

Sie sind dran!!

Jahr	Kohlendi-oxidemis-sionen der Strom-erzeu-gung ¹ [Mio. t]	Strom-ver-brauch ² [TWh]	CO ₂ -Emissions-faktor Strommix ³ [g/kWh]	Strom-verbrauch unter Berücksichtigung des Strom-handels-saldos ⁴ [TWh]	CO ₂ -Emissions faktor Strom-inlands-ver-brauch ⁵ [g/kWh]	Kohlendi-oxidemis-sionen der Strom-erzeugung unter Berücksichtigung Handels-saldo ⁶ [Mio. t]	THG-Emissions-faktor ohne Vorketten [g CO ₂ -Äqui-valente /kWh]	THG-Emissions-faktor mit Vorketten [g CO ₂ -Äqui-valente /kWh]	THG-Emis-sionen der Stromer-zeugung [Mio. t CO ₂ -Äqui-valente] ⁷
1990	366	479	764	480	763	367	769	860	369
2016	303	579	524	529	574	277	531	595	308
2017	283	582	486	530	535	258	494	552	287
2018	271	572	473	524	517	248	480	537	275
2019	223	542	411	510	437	209	418	474	227
2020	189	511	369	492	383	182	377	432	192
2021*	215	523	410	505	425	207	418	475	219
2022*	223	513	434	486	459	211	442	498	227

2021 *vorläufig 2022 ** geschätzt

Quellen: Umweltbundesamt eigene Berechnung April 2023

1 UBA Berechnungen auf Grundlage des deutschen Treibhausgasinventares 1990-2022

2 Stromverbrauch =Bruttostromerzeugung (eigene Berechnung AGEB und AGEE-Stat) -Kraftwerkseigenverbrauch - Pumpstrom-Leitungsverluste

3 UBA-Berechnungen auf der Grundlage der Daten der Emissionsinventare auf Datenbasis der AGEB (Veröffentlichung AGEB Energiebilanz 2021. und des Statistischen Bundesamtes

4 Stromverbrauch incl. Stromhandelssaldo =Bruttostromerzeugung (AGEB + AGEE-Stat) -Kraftwerkseigenverbrauch - Pumpstrom-Leitungsverluste + (Stromhandelssaldo Destatis)

5 UBA Berechnungen unter Berücksichtigung des Stromhandelssaldos (Destatis)

6 Emissionen der Stromerzeugung abzüglich der Emissionen die dem Stromhandelssaldo zugerechnet wurden

CO2-Emissionsfaktoren Strom 2022 (1)

Erzeugungsmix: 434 g/kWh
 Inlandverbrauch: 459 g/kWh
 inkl Stromhandelssaldo: 486 g/kWh
 (Import/Export)
 inkl. Vorketten: 498 g/kWh

mit Vorkette CO2 / CO2 äquiv (2)
 Erdgas: 226 / 247 g/kWh
 Heizöl: 315 / 318

(1) UBA <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-9>

(2) GEMIS 5.0 <https://iinas.org/downloads/gemis-downloads/>

(3) GAS-INFO <https://gas.info/energie-gas/erdgas/eigenschaften-erdgas/erdgas-emissionen#c9385>

Mythos 7: Wärmepumpen bringen nichts für den Winter denn sie laufen im Winter mit Kohlestrom!

Auswirkung Abschaltung 3,2 GW AKW Strom auf CO2-Emission?

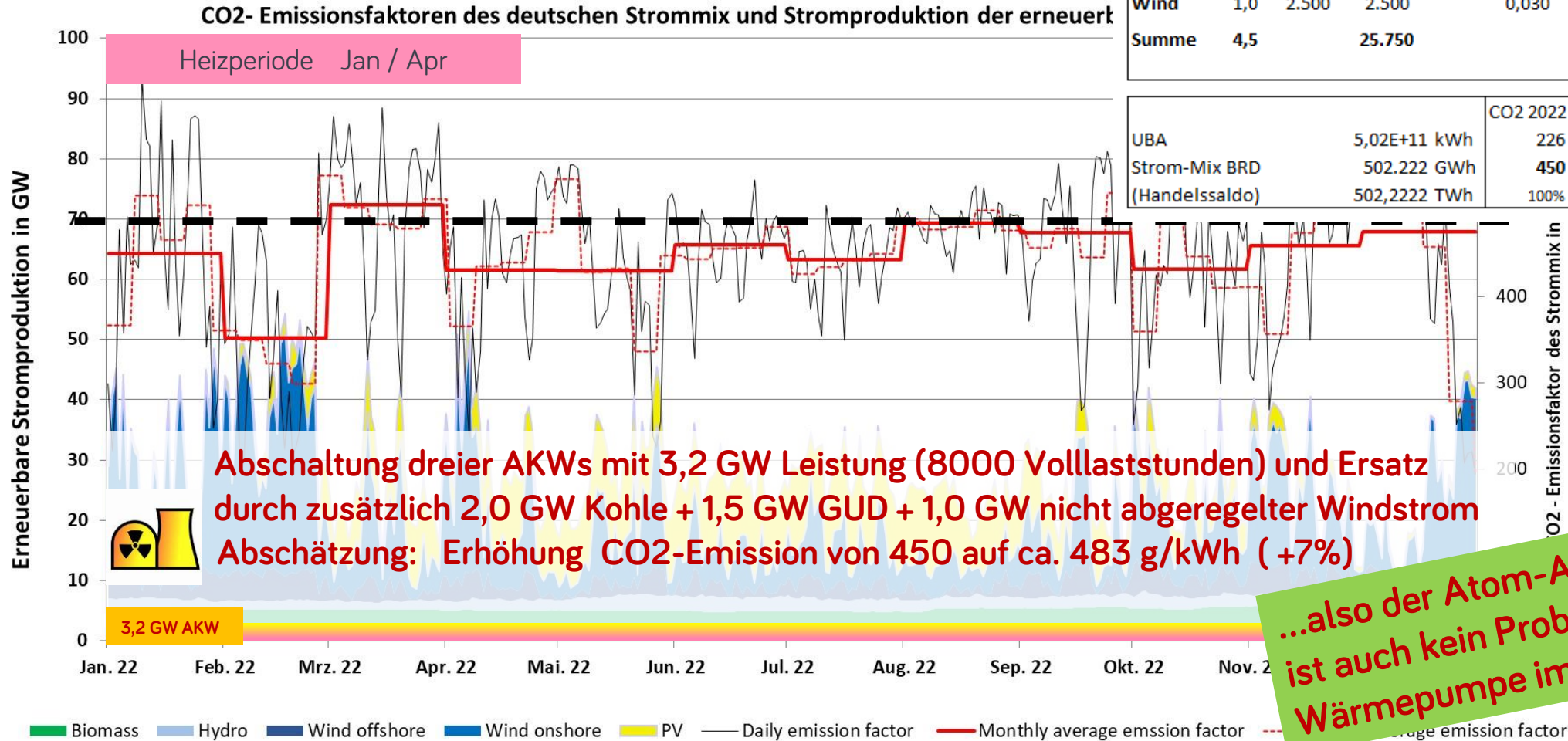
zusätzliche CO2-Emission bei Abschaltung 3,2 GW AKW

	GW	Std	Strom GWh	CO2 kg/kWh	CO2 Tonnen
AKW	3,2	8.000	25.600	0,010	256.000
Anteil Strom-Mix			5%		0,26 Mio t

Ersatz durch Kohle/GUD/Wind-Mix

Kohle	2,0	7.500	15.000	0,905	13.571.429 t
GUD	1,5	5.500	8.250	0,364	3.000.000 t
Wind	1,0	2.500	2.500	0,030	75.000 t
Summe	4,5		25.750		16.646.429 t
					16,6 Mio t

UBA	5,02E+11 kWh	CO2 2022	226 Mio t äqv	ohne AKW	242,4 Mio t äqv
Strom-Mix BRD	502.222 GWh		450 g/kWh		483 g/kWh
(Handelssaldo)	502,2222 TWh	100%			107%



Strom-Mix 2022 in g/kWh	
Jan	450
Feb	352
Mrz	506
Apr	431
Mai	429
Jun	460
Jul	443
Aug	486
Sep	475
Oct	472
Nov	479