

BAYERISCHE

KLIMAWOCHE

#ShowYourStripes

10.–19.
Okt. 2025



Technische
Hochschule
Rosenheim



ezro gemeinsam.
energiewende.
jetzt.



Wie heizen wir in Zukunft?

Prof. Uli Spindler

Technische Hochschule Rosenheim

Vortrag im Rahmen der Bayerischen Klimawoche

17. Oktober 2025, Kottgeisering



Kofinanziert von der
Europäischen Union

ZUKUNFT MACHEN. **JETZT.**

STUDIENGANG **EGT**
ENERGIE- UND GEBÄUDETECHNOLOGIE

Dringend gesucht: Ingenieure und Fachhandwerker für die Energiewende



Bachelorstudiengang Energie- und Gebäudetechnologie



Abschluss
Bachelor of Engineering



Dauer
7 Semester



Zulassungsbeschränkung
Zulassungsfrei



Studienmodell
Vollzeit



ECTS-Punkte
210



Studienort
Campus Rosenheim



Sprache
Deutsch



Studienbeginn
Wintersemester



Bewerbungszeitraum
01.05. - 15.07.



Vorpraxis
10 Wochen



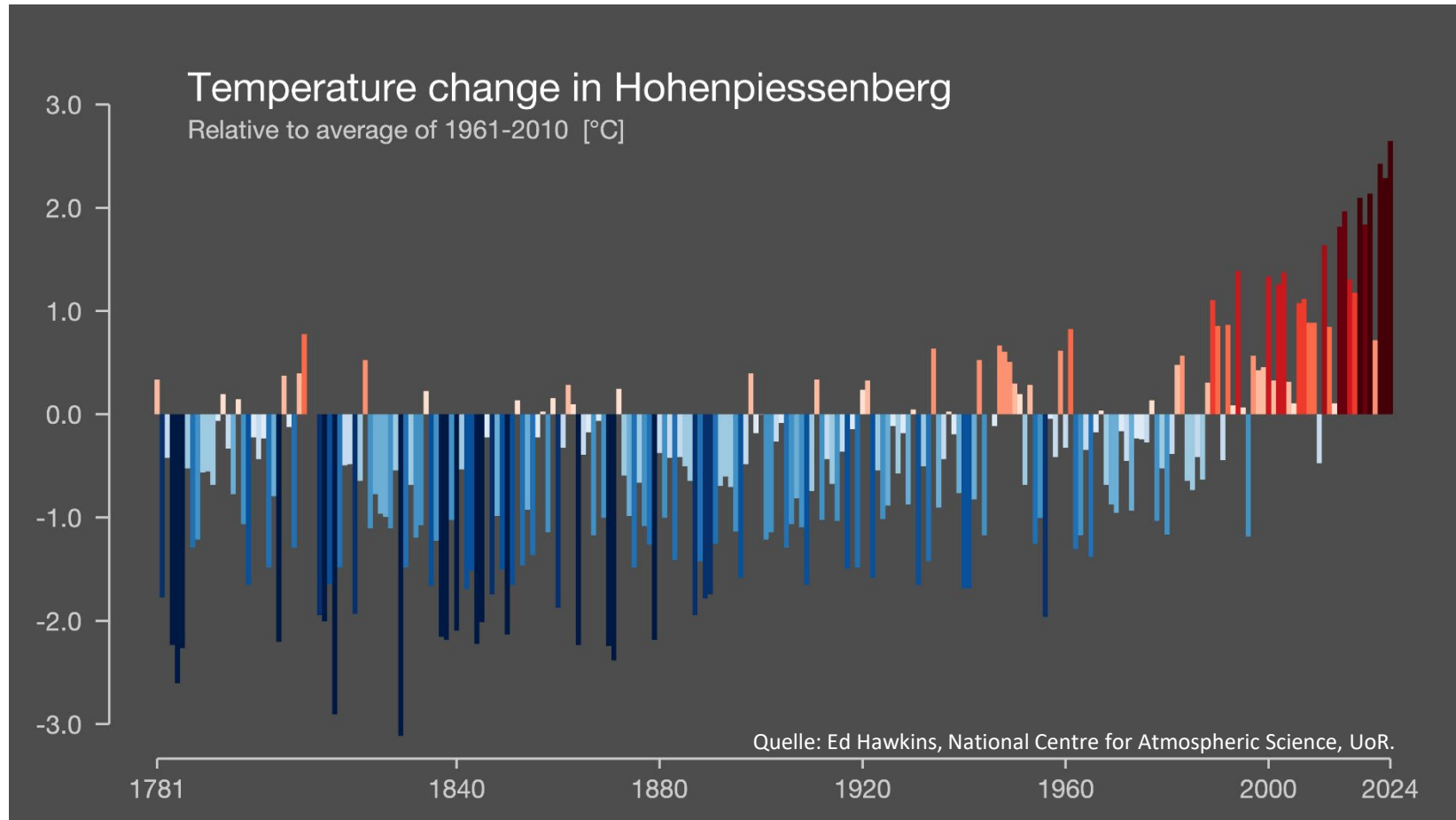
Auslandserfahrung
Praktikum im
Ausland



Kosten
Nur Studenten-
werksbeitrag

Alle reden von 1,5 Grad

Wir in Bayern nicht – wir sind schon bei 2,5 Grad!



Problem: das Treibhaus Erde hat keine Fenster zum Aufmachen, es gibt nicht mal Steine!

→ CO₂ aus fossilen Brennstoffen bleibt in der Atmosphäre

- CO₂-Ausstoß summiert sich immer weiter auf
- Mit jeder Tonne CO₂-Emission erhöht sich die Konzentration und damit die Erdtemperatur

→ Es verbleibt ein bestimmtes CO₂-Budget für das Erreichen von maximalen Erwärmungszielen

- Ca. 160 Gt für 1,5°C gegenüber der vorindustriellen Zeit
- Ca. 910 Gt für 2°C
- Ausstoß weltweit derzeit jährlich ca. 42 Gt

„Bis zum Jahr 2045 werden die Treibhausgasemissionen so weit gemindert, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.“

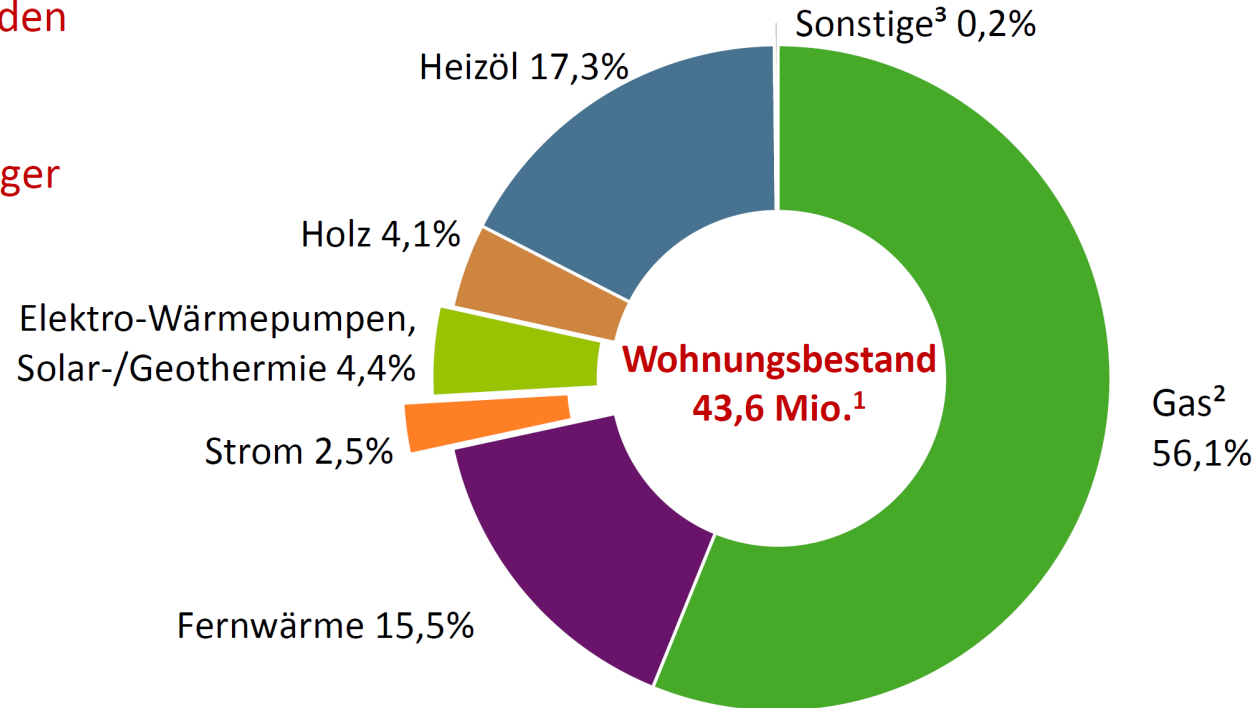
Beschlossen von der Großen Koalition aus CDU/CSU/SPD

**Eine klare Antwort:
Es muss CO₂-frei sein**

Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2024⁴

in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden

Anteile der genutzten Energieträger



¹ Anzahl der Wohnungen in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden, in denen eine Heizung vorhanden ist

² einschließlich Biomethan und Flüssiggas

³ v.a. Kohle

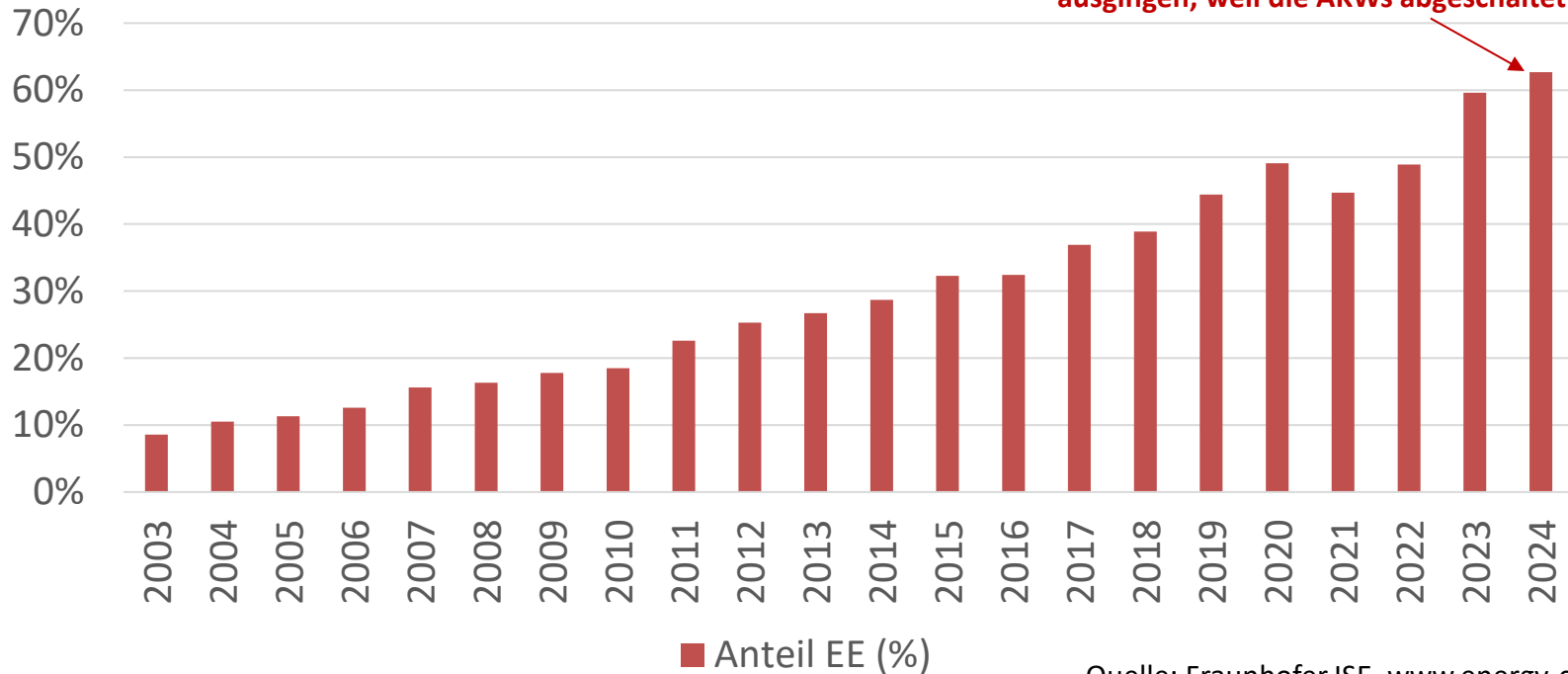
⁴ vorläufig und teilweise geschätzt

Quelle: BDEW; Stand 12/2024

Wesentlich besser sieht es beim Strom aus: 2024 betrug der Anteil der Erneuerbaren 62,7%

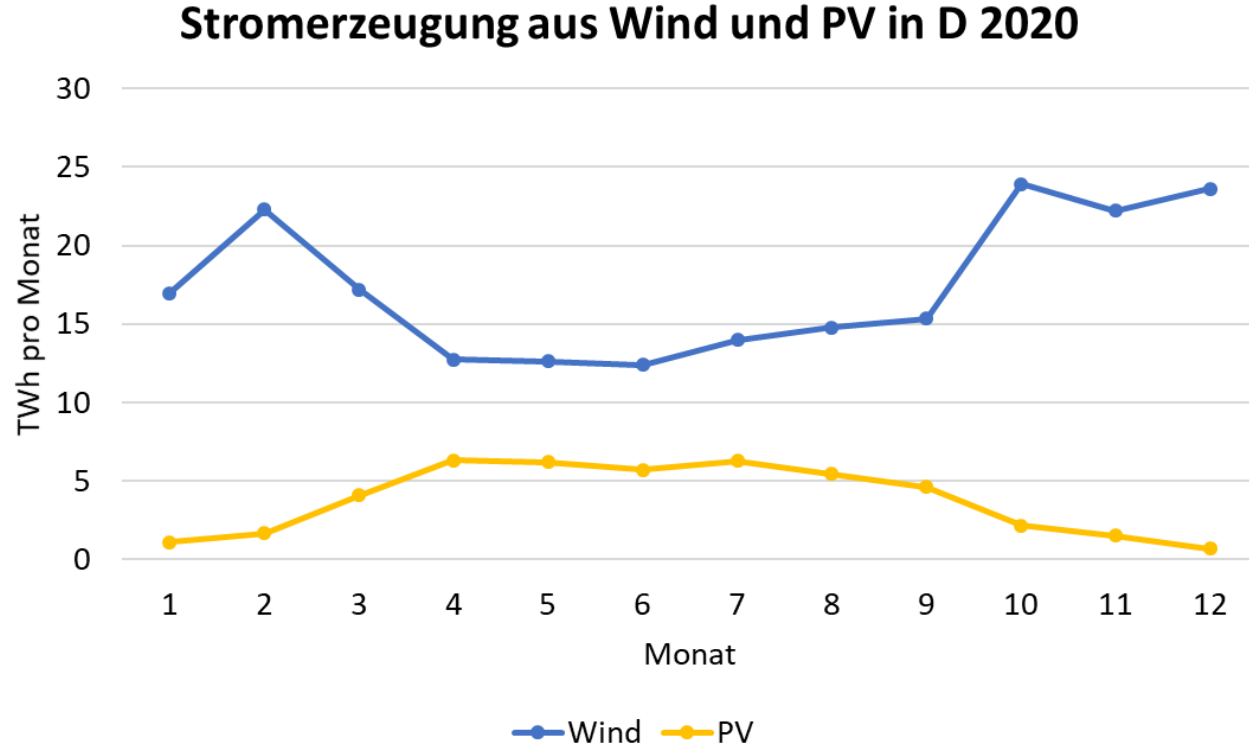
Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland

Das Jahr, in dem in Deutschland die Lichter
ausgingen, weil die AKWs abgeschaltet wurden 😊



Quelle: Fraunhofer ISE, www.energy-cahrt.info

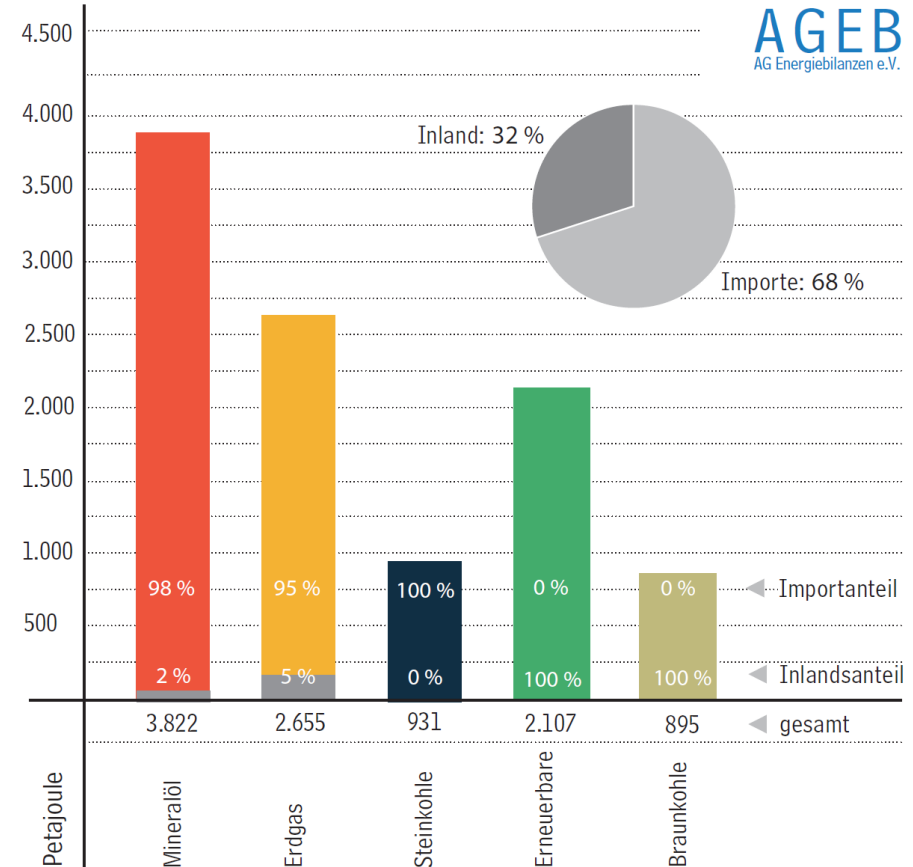
Wind bläst mehr in der kalten Jahreszeit → passt gut zum Heizen



PV- und Windstrom werden im Inland produziert

- Importabhängigkeit reduziert sich
- Geld wird im Inland verdient
- Durch dezentrale Erzeugung nehmen die Gemeinden Gewerbesteuern ein
- Bei Bürgerbeteiligung hohe Akzeptanz der Erzeugung vor Ort

Import von fossiler Energie (Kohle, Gas, Erdöl):
Kosten jährlich ca. 65 – 70 Milliarden €
→ Entspricht etwa 10% des Bundeshaushalts

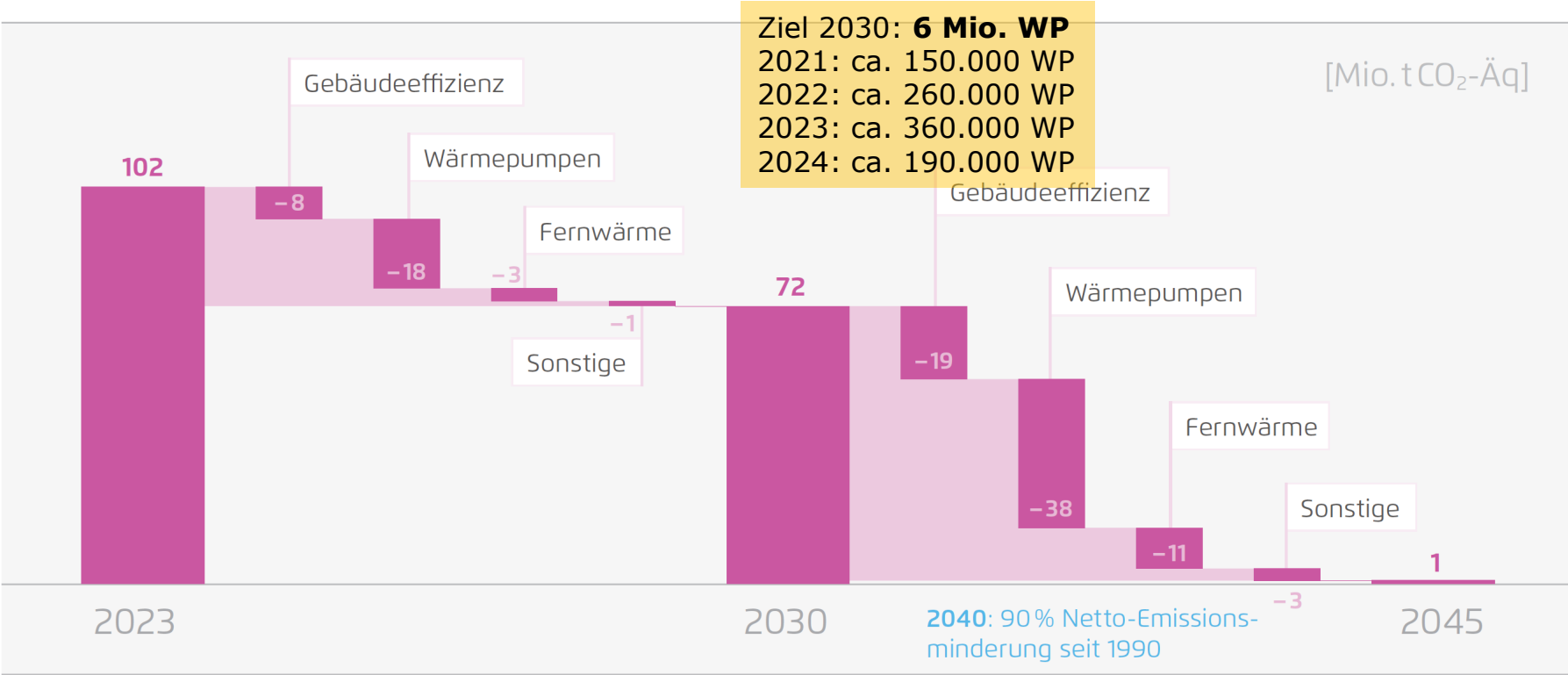


Klimaneutrales Deutschland 2045 - Was ist bis 2030 nötig?

Bericht Agora Energiewende update 2024

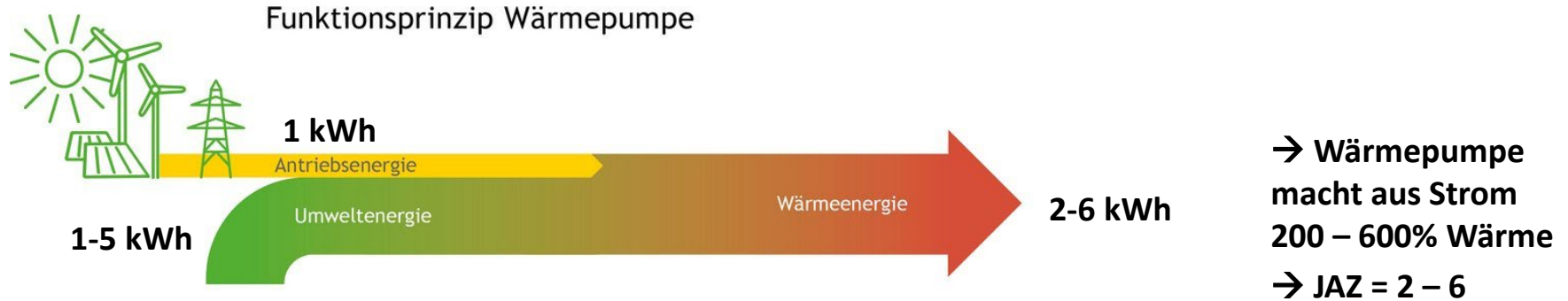
Gebäudesektor – Reduktion der Treibhausgasemissionen

→ Abb. 18

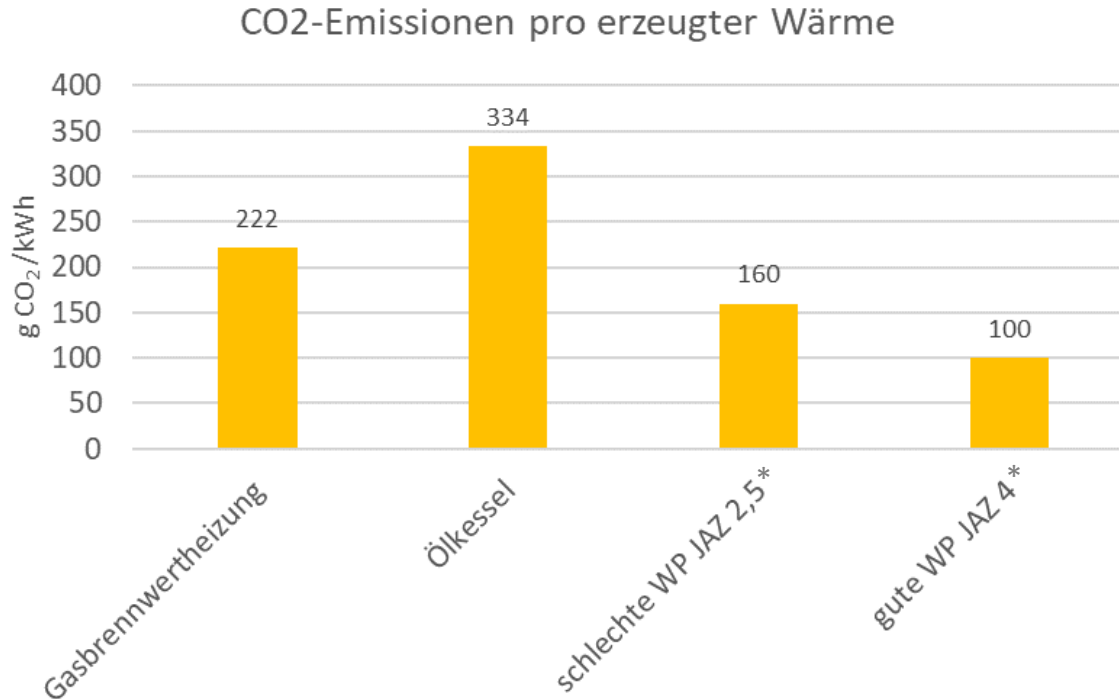


Agora Energiewende und Prognos (2024)

Warum sind Wärmepumpen fürs Klima so wichtig?



Wärmepumpen senken die CO₂-Emissionen der Heizung drastisch!



Beispiel

EFH 3000 l Öl/a

8 t CO₂/a

Austausch mit WP JAZ 2,5

3,8 t CO₂/a – 52,5%

Austausch mit WP JAZ 4

2,4 t CO₂/a – 70%

**CO₂-Emissionen der WP
sinken mit Ausbau der
Erneuerbaren Energien**

*Strommix ca. 400 g/kWh sinkt in Zukunft weiter mit Ausbau Windkraft und PV



Hubert Aiwanger • 2.

Politik mit gesundem Menschenverstand

11 Monate • 

+ Folgen

An alle Grünen u Befürworter des weltfremden Heizungsgesetzes: hier sind 20 Ster Brennholz. 1 Ster ersetzt 120 Liter Heizöl bzw über 100 m3 Erdgas. Also 2000 L Öl/2000m3 Gas. Meint Ihr wirklich, dass es besser ist,dieses Holz verfaulen zu lassen?Ich nicht. [#Aiwanger](#) [#FREIEWÄHLER](#)



§ 72

Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen

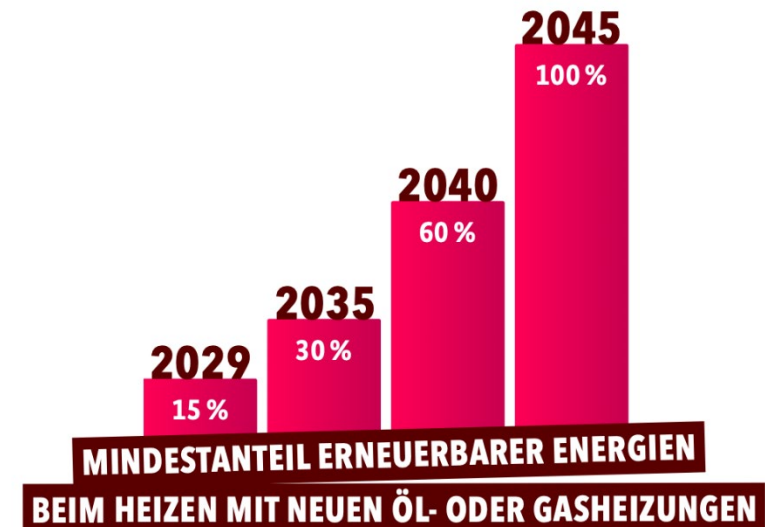
(1) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben.

Richtig geraten ☺:

Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020, Wirtschaftsminister Altmaier (**CDU**)

Ein „Heizungsgesetz“ hat es nie gegeben, Habeck hat nur dieses GEG überarbeitet

- Funktionierende Heizungen (unabhängig von der Energiequelle) können weiter betrieben werden
 - Gilt auch, wenn eine Heizung kaputt geht und noch repariert werden kann
- Bis zum Ablauf der Fristen für die Wärmeplanung, dürfen weiterhin neue Heizungen eingebaut werden, die mit Öl oder Gas betrieben werden. Allerdings müssen diese ab 2029 einen wachsenden Anteil an Erneuerbaren Energien wie Biogas oder Wasserstoff nutzen
- Sonderlösungen (z. B. Etagenheizung) gesonderte Vorschriften



Quelle: BMWK (energiewechsel.de)



Hubert Aiwanger • 2.

Politik mit gesundem Menschenverstand
11 Monate • 

+ Folgen

An alle Grünen u Befürworter des weltfremden Heizungsgesetzes: hier sind 20 Ster Brennholz. 1 Ster ersetzt 120 Liter Heizöl bzw über 100 m³ Erdgas. Also 2000 L Öl/2000m³ Gas. Meint Ihr wirklich, dass es besser ist, dieses Holz verfaulen zu lassen? Ich nicht. #Aiwanger #FREIEWÄHLER



Fakten Check

- Die Beheizung von 1000 unsanierten Bestands-EFH benötigt
 - mit nachhaltigen Holzheizungen
etwa 1.250 ha Wald
 - mit Wärmepumpenheizungen
ca. 1 Windrad (1-2 ha)
 - mit grünem H₂
ca. 4 – 5 Windräder (2-8 ha)
- Nettoholzzuwachs BRD 2021: 100 Mill. m³
Holzentnahme 2021: 99 Mill. m³
Unwiederbringliche Verluste 2021: 7 Mill. m³
(Quelle: Waldgesamtrechnung 2014-2021, DESTATIS, Statist. Bundesamt)
- 1 Windrad genügt für die Beheizung von ca. **3000 - 4000 sanierten EFH** mit Wärmepumpen

Oder auf den Landkreis bezogen



- Der Landkreis Fürstenfeldbruck
 - hat 21% Waldfläche = 9.100 ha
genügend für ca. 7.300 Bestands-EFH
 - Aber es gibt 41.000 EFH, 6.800 ZFH, 8.500 MFH

Und was machen dann die Schreinereien und Zimmereien?

Gebäudesanierung

- Setzt an der Ursache an → Reduktion des Energieverbrauchs → Erneuerbare Energiebereitstellung wird leichter
- Leider oft sehr teuer, aber auch kleinere günstige Maßnahmen helfen

CO₂-freie Wärmeerzeugung

- erneuerbarer Strom → Wärmepumpe
 Anteil 2024: 63 % → Stromdirektheizung
 → grüner H₂
 → grüne E-Fuels } → Heizkessel, Brennstoffzelle oder BHKW
- Holz → nur, wenn aus nachhaltiger Bewirtschaftung
- Biogas/-methan → sehr hoher Treibstoffaufwand für Anbau, hoher Flächenbedarf
- Solarthermie → Langzeitspeicherung nötig

Wärmepumpe

- Sehr effizient
1 kWh → 3-5 kWh Wärme
- niedrige Betriebskosten
- derzeit noch sehr hohe Investitionskosten

Stromdirektheizungen

- Geringe Effizienz
1 kWh → 1 kWh Wärme
- IR-Heizungen, Heizlüfter
- Niedrige Investitionskosten
- Sehr hohe Betriebskosten

Stromdirektheizungen mit Speicher

- Geringe Effizienz
1 kWh → 1 kWh Wärme
- Nachtspeicheröfen, Heizstäbe, Elektrokessel
- Sehr hohe Betriebskosten, evtl. in Zukunft wieder interessant, wenn viel EE-Überschussstrom entsteht

Vorteile:

- Gut für saisonale Speicherung geeignet

Nachteile:

- Sehr hoher Bedarf für die Dekarbonisierung der Industrie und absehbar kaum Produktionskapazitäten → mittelfristig (die nächsten 15 – 20 Jahre) sehr hohe Preise erwartet
- Sehr geringe Gesamteffizienz: 1 kWh Strom → ca. 0,7 kWh H₂ → ca. 0,65 kWh Wärme
- E-Fuels noch schlechter
- Es werden voraussichtlich nur wenige Gasnetze auf Wasserstoff umgestellt

Verwendung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (BHKW, Brennstoffzellen)

- Im EFH/ZFH Bereich derzeit nicht wirtschaftlich
- Wichtiges Thema bei Fernwärme

Wichtigster Vorteil

- Saisonale Speicherung

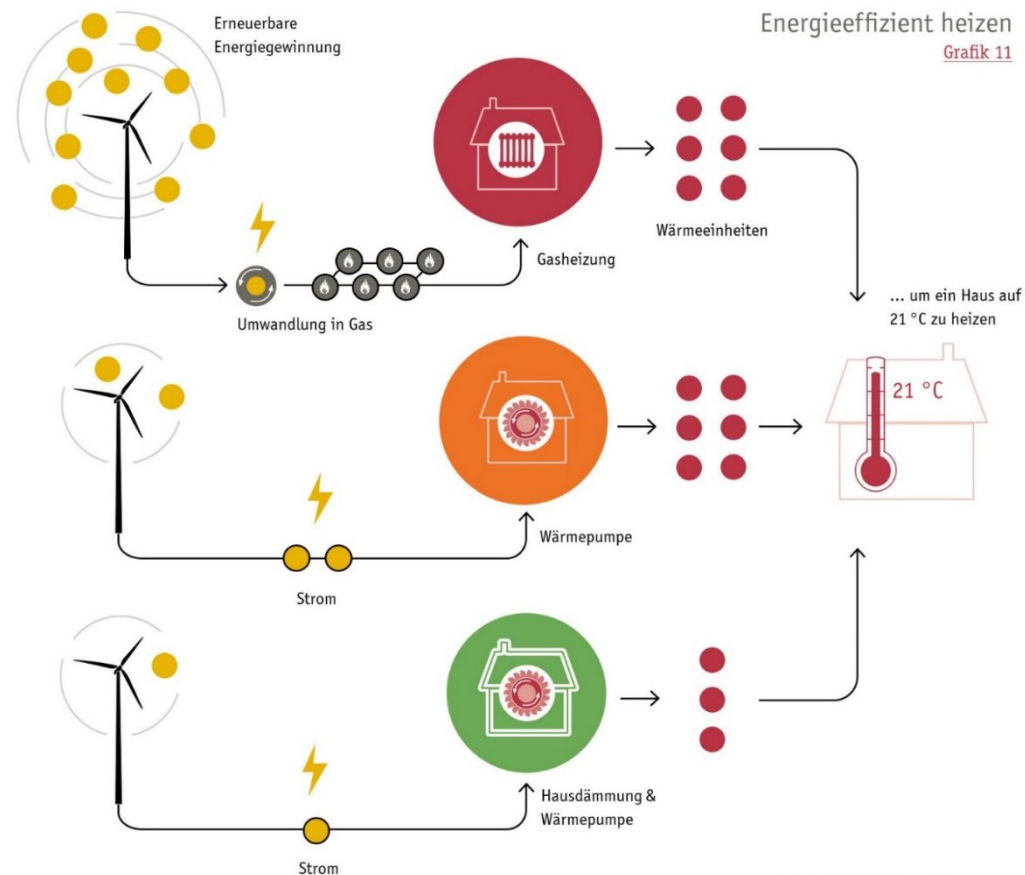
Holz

- In D an der Nachhaltigkeitsgrenze

Biogas/-methan

- Sehr hoher Flächenbedarf
- Anbau nicht CO₂-neutral
- Methan-Schlupf erzeugt hohen Treibhauseffekt
- Sinnvoll nur aus Rest- und Abfallstoffen

Weg von den Fossilen: Zukünftiges CO₂-freies Heizen



Sektor 2: Hauswärme | 69



Fernwärme benötigt auch eine CO₂-freie Wärmeerzeugung

- zusätzliche Optionen:
 - Tiefengeothermie
 - Nutzung von industriellen Abwärmequellen
- Kunde muss sich nicht um die Dekarbonisierung der Heizung kümmern

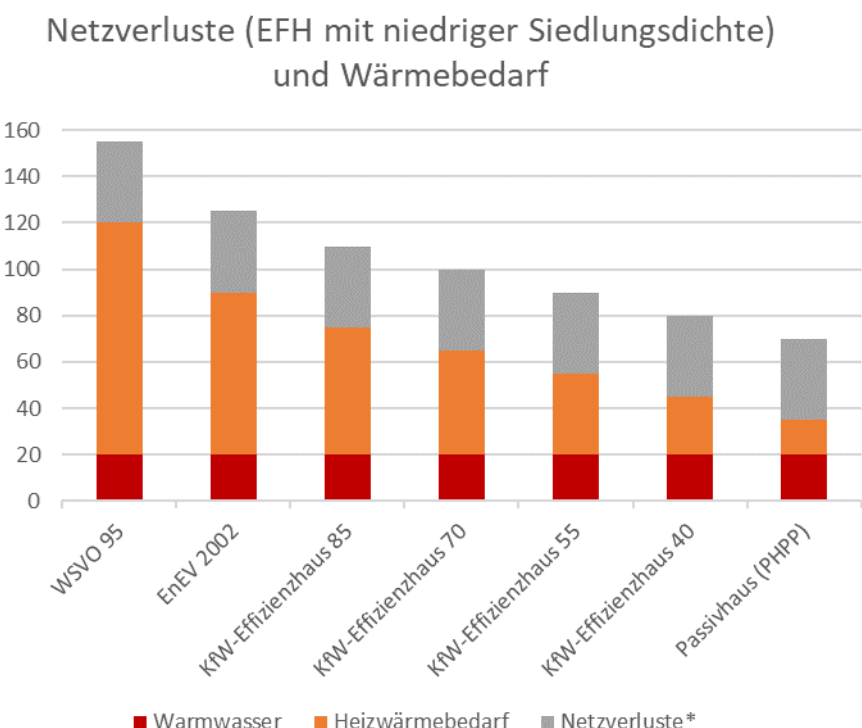
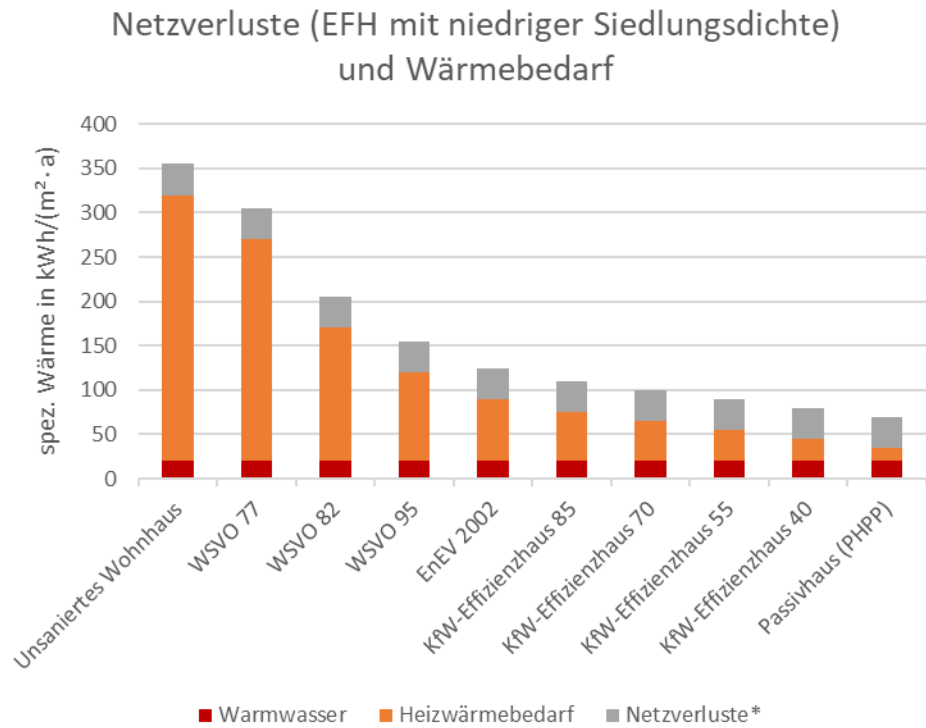
Nachteile

- Zusätzliche Wärmeverluste im Wärmenetz abhängig von Bebauungsdichte, Gebäudestandard und Netztemperatur

Kalte Fernwärme

- Netztemperaturen unter 60°C mit Wärmepumpen beim Kunden → Reduktion der Netzverluste

Netzverluste bei niedriger Siedlungsdichte und verschiedenen Effizienzstandards



*Quelle: Wolff, D. und Jagnow, K.; Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung

- Weiterer Ausbau von Biomasseheizungen ist nicht mehr nachhaltig
- Unwahrscheinlich, dass bezahlbarer Wasserstoff/e-Fuel zum Heizen in den nächsten 20 Jahren zur Verfügung steht
- Klassische Fernwärme in dörflichen Strukturen nur sinnvoll, wenn besondere Voraussetzungen gegeben sind (Abwärme, Geothermie)
 - Alternative: Kalte Fernwärme
- Stromdirektheizungen haben insbesondere in unsanierten Bestandsgebäuden hohe Betriebskosten
- Wärmepumpen sind für die meisten Fälle die beste Option

Aber die Wärmepumpe funktioniert im Bestand doch nicht!

Es gibt nichts, was sich länger hält als ein schlechter Ruf



Früher konnten Luftwärmepumpen

- meist nur maximal 55°C Vorlauftemperatur
 - Warmwasserbereitung durch falsche Einstellungen oft nur mit Heizstabbetrieb
 - Zu hoch eingestellte Temperaturen können Heizstabeinsatz auch im Heizbetrieb erhöhen
- manche nur bis -10°C Außentemperatur betrieben werden
 - reiner Heizstabbetrieb an kalten Tagen
- nicht modulieren und hatten schlechte COPs

→ **Schlechte Effizienz und hohe Stromkosten**

Neue Luftwärmepumpen schaffen

- Maximaltemperaturen von über 60°C, mit Propan als Kältemittel sogar problemlos 70°C
- typischerweise minimale Außentemperaturen bis -20°C, viele noch tiefer
- einen Modulationsbereich von ca. 1:5
 - ‚Quasi‘ monovalente Auslegung
 - Kaum Heizstabbetrieb
- COPs im Bereich der Erdwärmepumpen

→ **Gute Effizienz und geringere Heizkosten als bei Gas und Öl**

ALLE Werte geben an, wieviel Wärme pro Stromeinsatz erzeugt wird

COP – Coefficient of Performance

- Messung (Labor) bei bestimmten Temperaturpunkten (A=Luft, B=Sole, W=Wasser)

SCOP – Seasonal COP

- Vorgegebene Berechnung des mittleren Jahres-COP aus gewichteten COP-Werte für EU-Energielabel
- Angabe für unterschiedliche Klimazonen und Heizungstemperaturen
- Guter Anhaltspunkt für Vergleich von Wärmepumpen (ähnlich Normverbrauch bei Autos)

JAZ – Jahresarbeitszahl / SPF – Seasonal Performance Faktor

- Von der Wärmepumpe erzeugte Wärme / verbrauchten Strom pro Jahr
- Relevante Zahl für den Hausbesitzer

EER und SEER – Energie Efficiency Ratio

- Wie COP/SCOP aber für Kühlung

**Achtung für alle gilt:
Vergleiche nur bei gleichen
Temperaturen**

Typisches Datenblatt einer Wärmepumpe

Leistung und Effizienz Heizen		EU08L
Energieeffizienzklasse bei Niedertemperatur (mittleres Klima)		A+++ 226% SCOP 5,66
Energieeffizienzklasse bei Mitteltemperatur (mittleres Klima)		A+++ 179% SCOP 4,48
Heizleistung variabel A7W35	kW	2,2 – 10,9
Heizleistung variabel A2W35	kW	2,0 – 10,3
Heizleistung variabel A-7W35	kW	2,1 – 8,4
Heizleistung variabel A-7W55	kW	2,1 – 8,1

		EU08L	
EN14511		Leistung [kW]	COP
Heizbetrieb	A7W35	4,1	5,77
	A2W35	8,2	5,19
	A-7W35	8,4	3,79
	A-15W35	6,7	3,02
	A7W45	4,6	4,46
	A7W55	4,4	3,55
	A-7W55	8,1	2,55

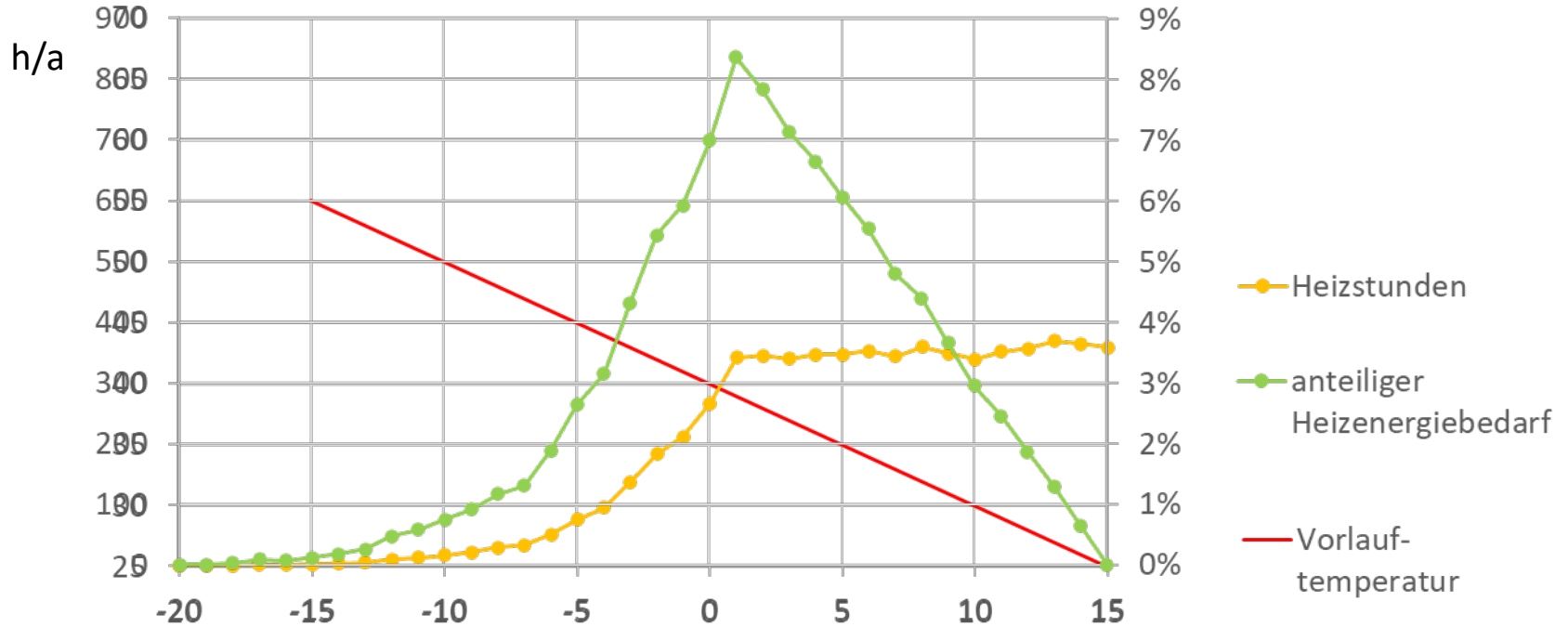
Deutschland = mittleres Klima

Niedertemperatur = 35°C (FBH)

Mitteltemperatur = 55°C (Heizkörper)

Quelle:
www.lambda-wp.at

Es gibt kaum sehr kalte Tage



Heizstunden: 20 Jahresmittelwert Chieming

Wichtigstes Merkmal → Temperatur der Wärmequelle

- Luft besser als erwartet → Energiegewichteter Mittelwert (Feldtest ISE) $2,2^{\circ}\text{C} - 7,1^{\circ}\text{C}$ ($\emptyset 5^{\circ}\text{C}$)
- Sole → $3,3^{\circ}\text{C} - 9,4^{\circ}\text{C}$ ($\emptyset 4,9^{\circ}\text{C}$)

Die bisher gemessenen JAZ-Unterschiede (Feldtest- $\emptyset$ ca. 3 bei Luft-WP und ca. 4 bei Erdreich-WP) müssen andere Ursachen haben

- Schlechte Wärmeübertragungseigenschaften bei Luft
- Zusätzlicher Energiebedarf für Abtauung
- Kostengünstige Auslegung des Verdampfers und Ventilators führten zu niedrigeren Effizienzen
- Seit 2020 neuer Hersteller einer Luft-WP mit SCOP 5,7 (FBH 35°C) und 4,5 (Heizkörper 55°C)

Sind andere Umweltwärmequellen noch interessant?



Rentieren sich Erdwärme-WP denn noch?

- Langfristig ja, da LWP teurer sind als SWP und Erdwärmeanlagen sehr lange Lebensdauer haben
- Besser fürs Stromnetz, da Spitzenlast an kalten Tagen geringer ist
→ kann in Zukunft einen Strompreisunterschied machen

Grundwasser-WP sind im EFH teurer und ineffizienter als Sole-WP

- Interessant vor allem bei größeren Gebäuden (Kosten für Brunnenanlage steigt weniger mit Leistung)

Wenn weder Luft- noch Erdwärme- oder Grundwasser-WP eine Option sind:

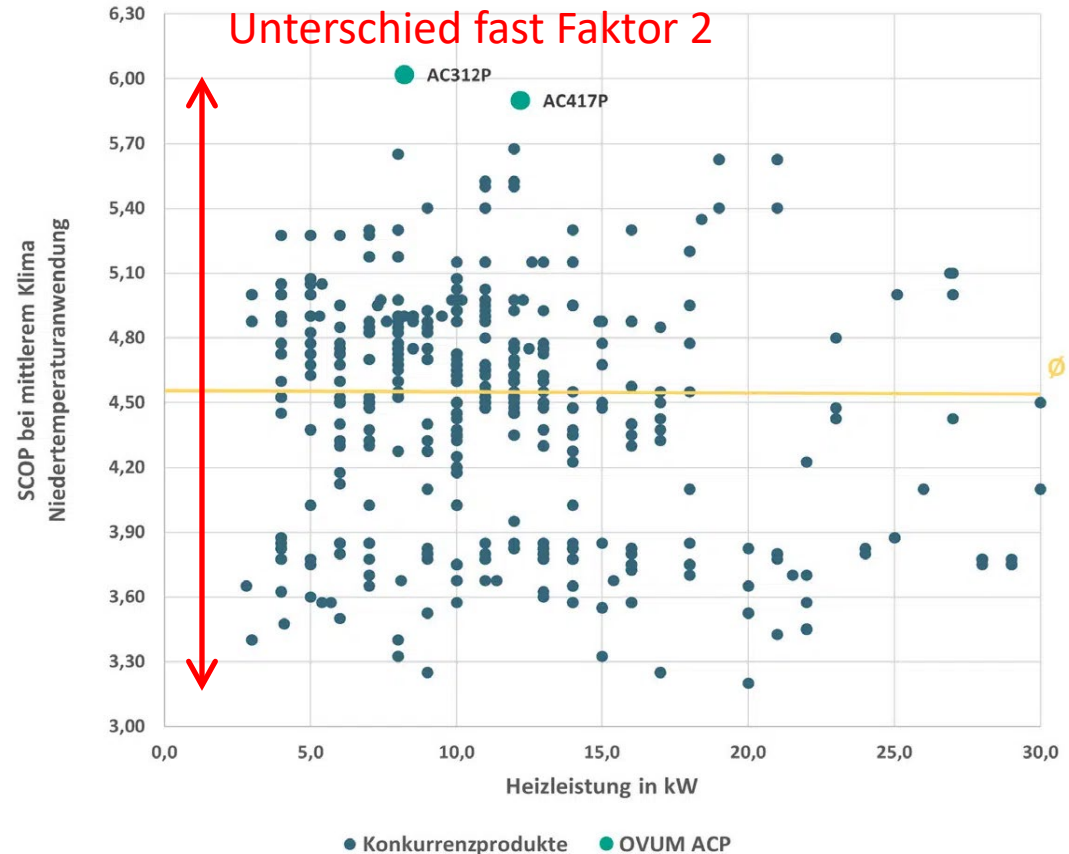
- PVT-Kollektoren als Wärmequelle sind noch teuer, könnte aber in Zukunft eine Option werden

SCOP zeigt den Effizienzunterschied verschiedener Wärmepumpen:

- Eine Wärmepumpe mit besserem COP hat unabhängig vom Gebäude einen geringeren Verbrauch als eine schlechtere Wärmepumpe im gleichen Gebäude

Gründe

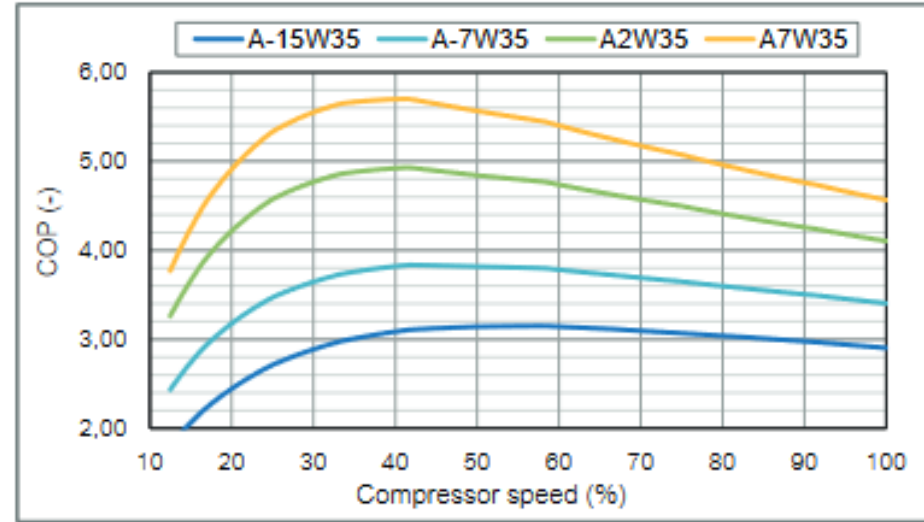
- Modulierende WP
- Elektronische Expansionsventile
- Kältemittel Propan
- Großzügig dimensionierte Verdampfer und Luftmengen



Leistungsregelung macht in der Praxis sehr großen Unterschied im Vergleich zu fix-speed Wärmepumpen

Allgemeine Vorteile modulierender WP

- Im Teillastbetrieb steigt die Effizienz, im Taktbetrieb sinkt die Effizienz
- Bessere Anpassung an die Hydraulik
 - Ausgleich von ungünstiger Hydraulik
 - Bei Fußbodenheizung Betrieb ohne Pufferspeicher möglich
 - Keine erhöhte Spreizung im Teillastbetrieb
- Bessere PV-Ausnutzung
- Erhöhte Kompressor-Lebensdauer: Takten verursacht erhöhten Verschleiß

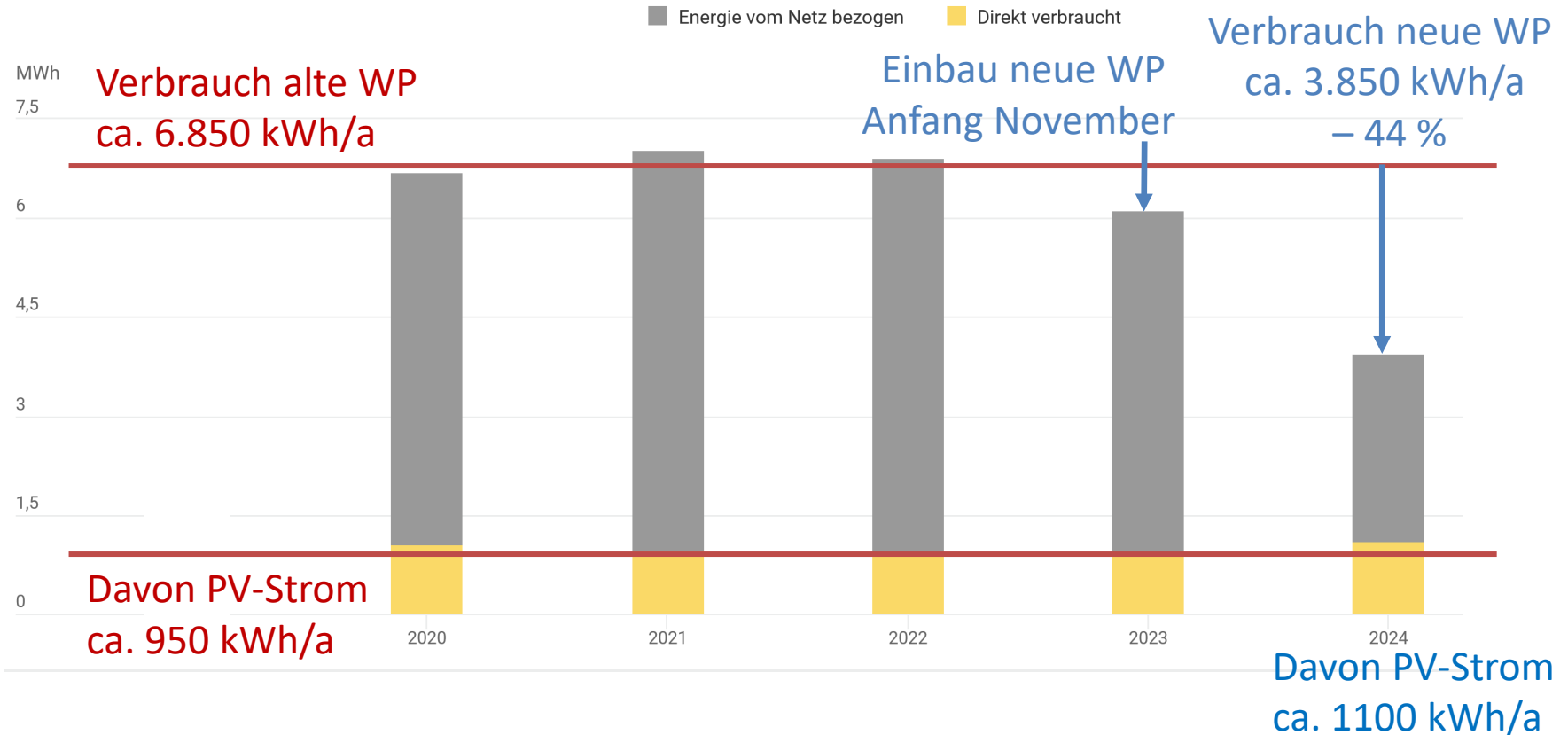


Quelle: Ecoforest
Datenblatt ecoGeo 1-6 Pro

→ Die zusätzlichen Verluste durch den Frequenzumrichter werden durch die Effizienzvorteile der Modulation mehr als ausgeglichen

Effizienzunterschied real

Festdrehzahl LWP (2007) vs. modulierende LWP (2023)



Überschlägiger Heizkostenvergleich alt gegen neu

Achtung – nur Momentaufnahme der Preise



Kostenvergleich	alte LWP JAZ 2,7	neue WP JAZ ca. 5	alter Ölkessel	neue BW- Gastherme
Strom	1720	970	125	60
Grundgebühr Anschluss	90	90		120
Kaminkehrer/Tankversicherung			120	60
Öl (ca. 2350 l) / Gas (ca.18.650 kWh)			2470	2120
Heizkosten o. PV	1810	1080	2715	2360
PV Eigenv.	– 140	– 160		
Heizkosten m. PV	1670	920		
Emissionen $t_{CO_2, äqv}$ /a	2,8	1,5	7,5	4,6

Wärmepumpenstrom 25,11 ct/kWh; Strom 35 ct/kWh; PV-Einspeiseverg. 10,64 ct/kWh
 Heizöl 105 ct/l, Gas 11,36 ct/kWh, Effizienz Öl-K 80%, BW-GT 100%

- Wärmepumpen und Windkraft sind bestens geeignet, um die Heizung zu dekarbonisieren
 - Weiterer Zubau von Holzheizungen ist nicht mehr nachhaltig (erst recht in Wärmenetzen)
 - Die Effizienz von Wärmepumpen hat sich deutlich verbessert, insbesondere bei Luftwärmepumpen und kann in Bestandsgebäuden, auch mit Heizkörpern, in den meisten Fällen problemlos den Heizkessel ersetzen
 - Die Einsparung von CO₂-Emissionen ist dabei sehr hoch
 - Zuerst Gebäudehülle sanieren wäre prinzipiell besser, ist aber für den Einbau einer Wärmepumpe nicht unbedingt nötig
 - Die Betriebskosten sind günstiger als für Gas- und Ölheizungen und der Vorteil wird ziemlich sicher größer werden
 - Leider sind die Preise für einen Wärmepumpeneinbau derzeit sehr hoch
- Wärmepumpen sind sicherlich für die nächsten 20 Jahre die Heizung der Zukunft

Danke für die Aufmerksamkeit

Welche Fragen haben Sie?