

Gebäudeenergiegesetz:

Eine wissenschaftlich technische
Einordnung

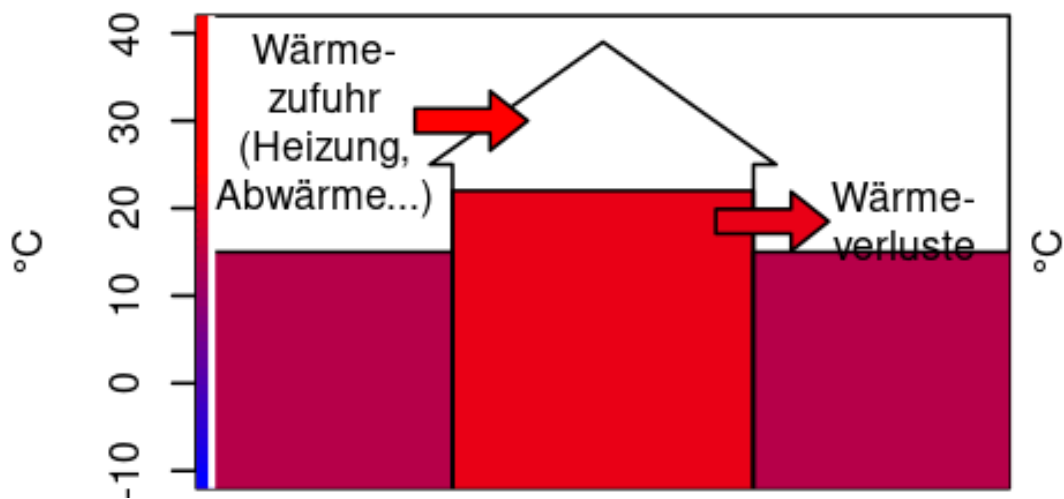




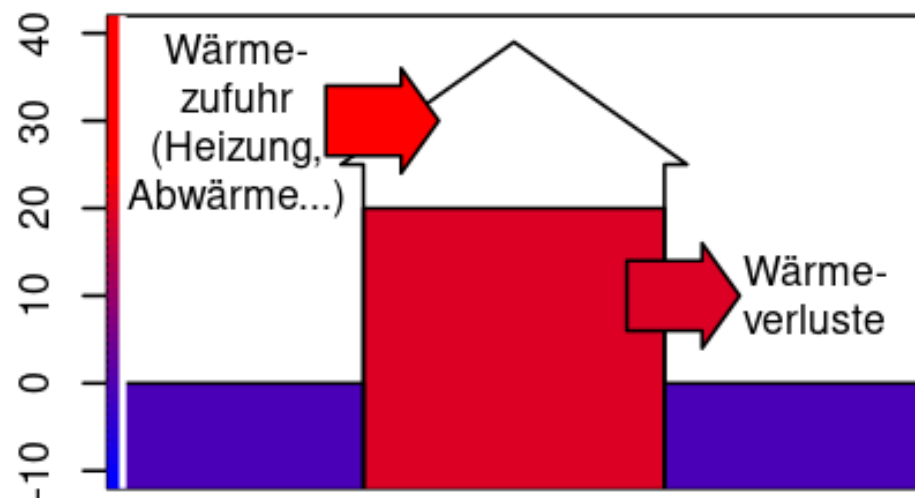
Wie funktioniert eine Heizung

(kleiner Physik-Kurs)

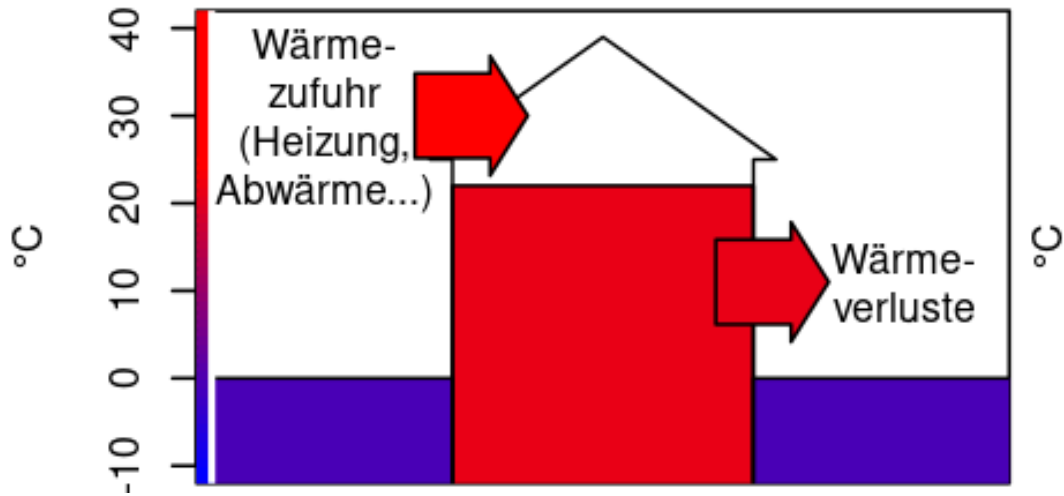
Herbsttag



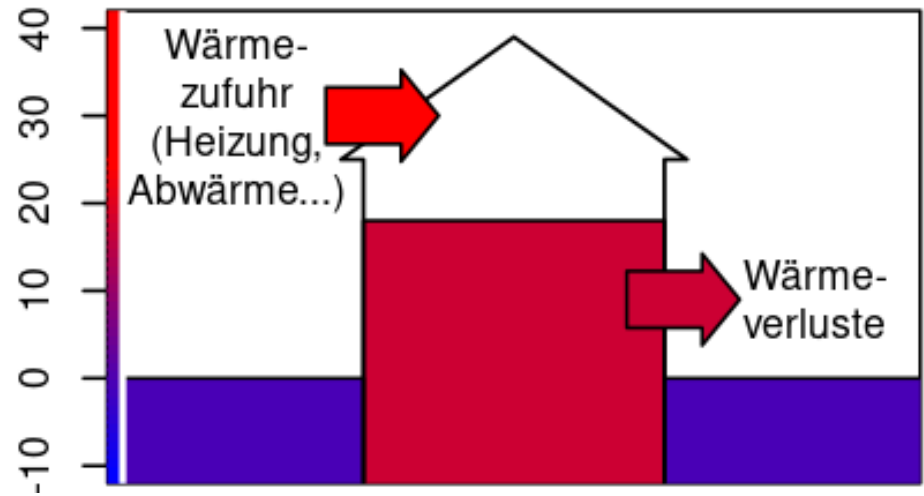
Wintertag



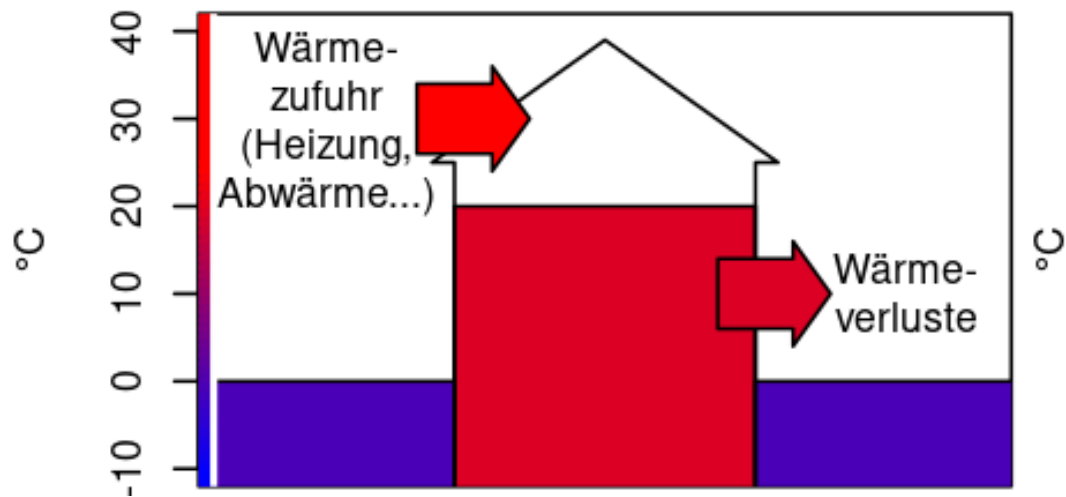
22 °C Innentemperatur



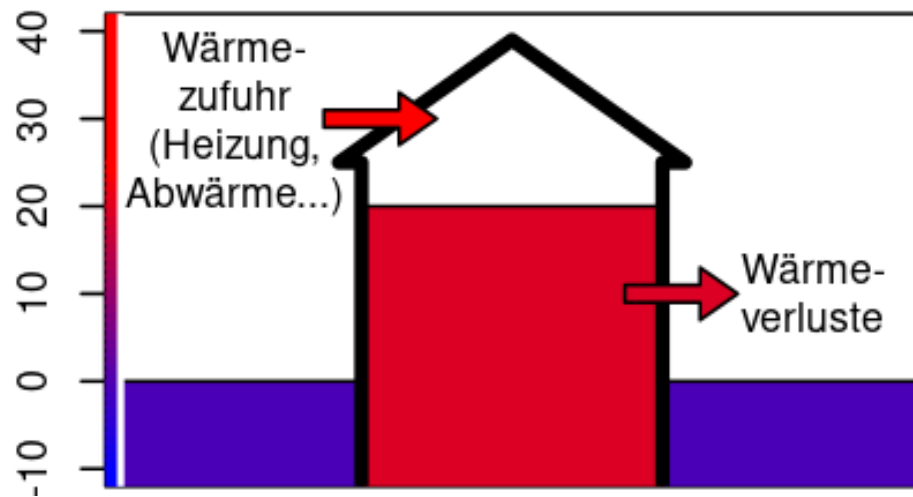
18°C Innentemperatur



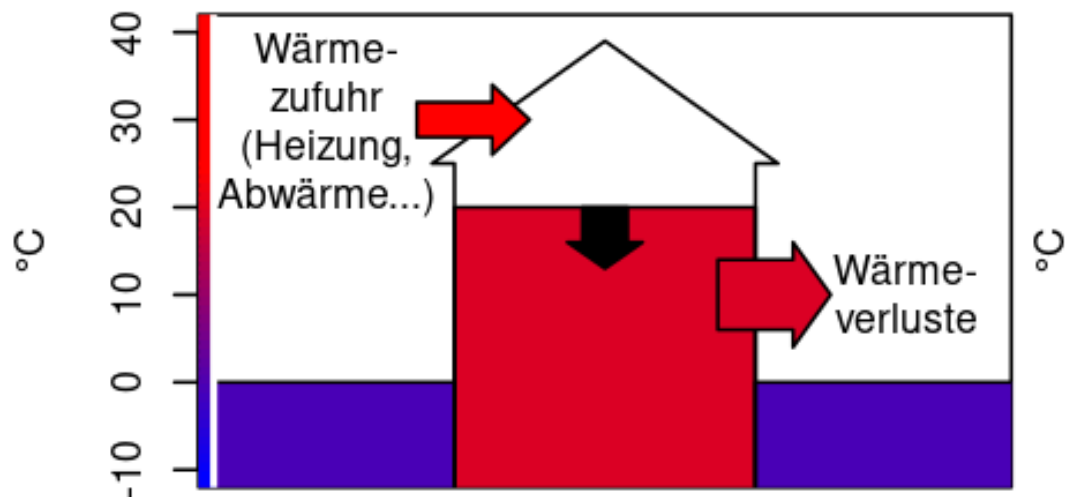
schlechte Dämmung



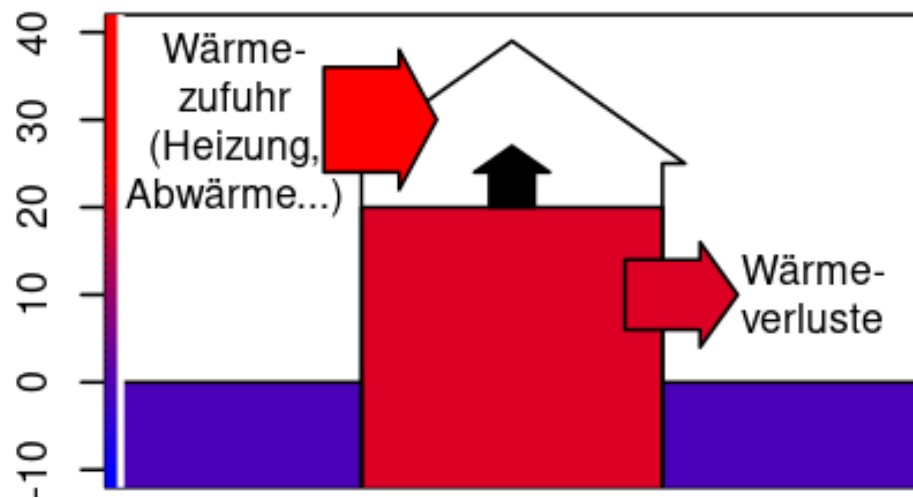
gute Dämmung



Temperatur sinkt

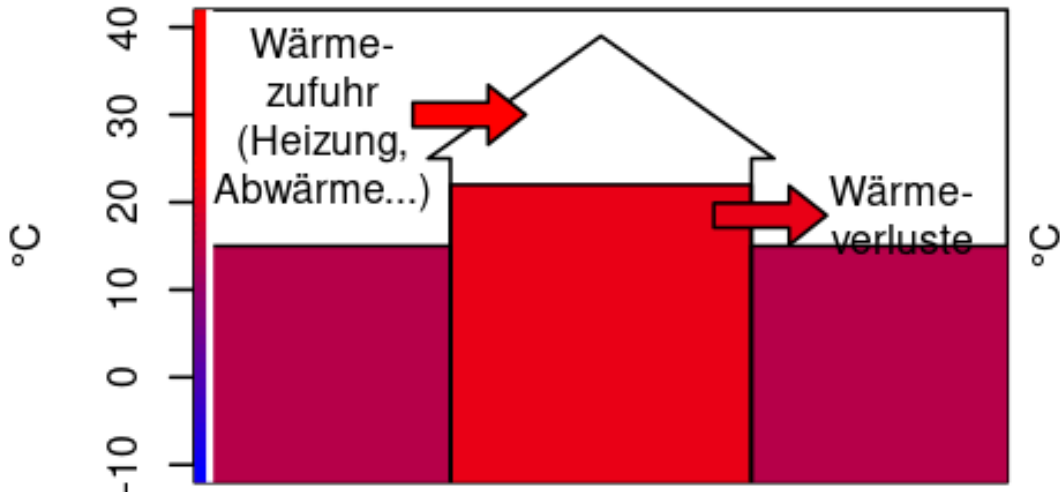


Temperatur steigt

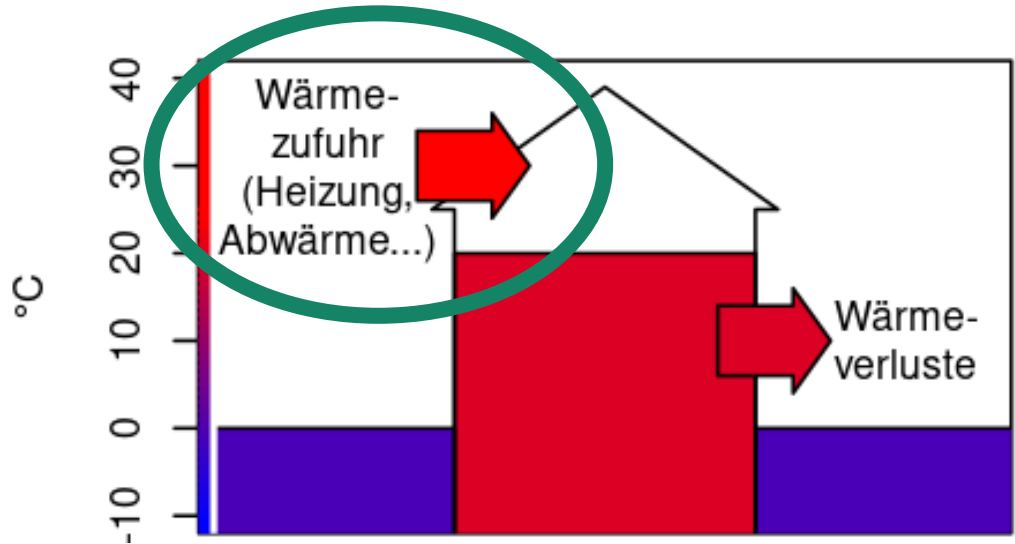


- Heizung ersetzt Wärmeverluste
- Wärmeverluste um so höher je kälter es ist
- Wärmeverluste um so höher je schlechter die Dämmung ist
- Jedes Gebäude ist ein Wärmespeicher

Herbsttag

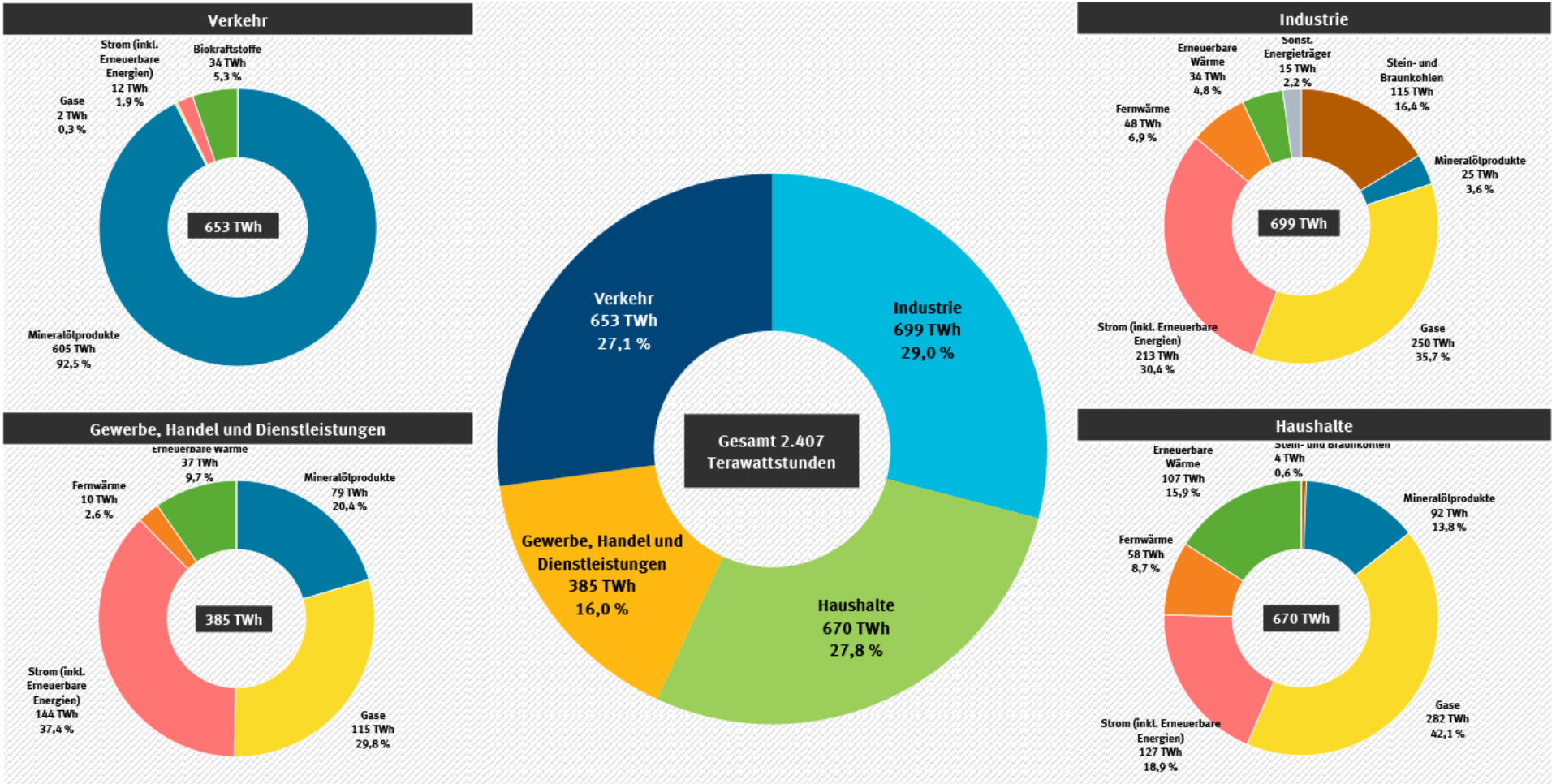


Wintertag



Über welche Wärmemengen reden wir?

Endenergieverbrauch 2021 nach Sektoren und Energieträgern*



* vorläufige Angaben

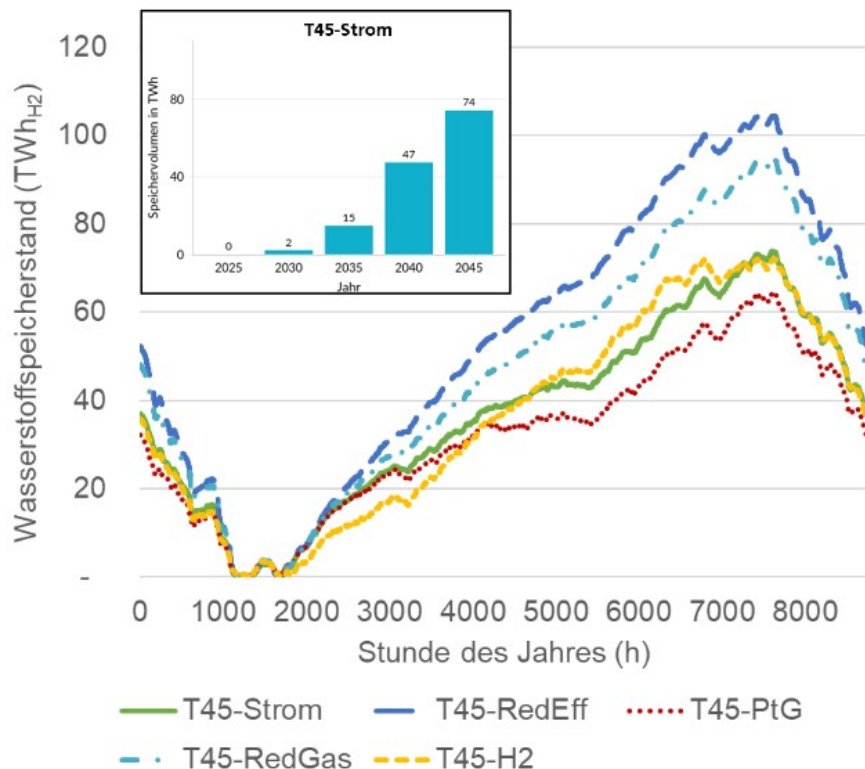
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2022

400 TWh Erdgas + 170 TWh Heizöl

- Pellet-Produktion Prognose 2023: 3,7 Mio. T = 18 TWh
- Biogas 32 TWh Strom 2022: ~80 TWh Wärme (40% WG)
- H₂/e-Fuel: >900 TWh CO₂-freier Strom
- 547 TWh Netto-Stromerzeugung 2022

Dispatch Wasserstoffspeicher 2045 Deutschland

Wasserstoffspeicher als zentrale saisonale Speicher



Ergebnisse

- Wasserstoffspeicher fungieren als zentraler saisonaler Energiespeicher
- Je stärker die Restriktionen im Energiesystem, desto höher ist der Bedarf
- Speicherbedarf besteht schon ab 2030

Einordnung

- Bestehendes Salzkavernenpotenzial in DE zur Umrüstung beträgt ca. 35-50 TWh
- Es besteht Neubaubedarf

Schlussfolgerungen

- Ausbaubedarf von H₂-Kavernenspeichern bis 2045
- Der Ausbau sollte frühzeitig angegangen werden

Hinweis: Restriktion im Modell Speicherfüllstand 50% zu Beginn eines Jahres

- Biomasse – nicht skalierbar
- H2/eFuel – ineffektiv, teuer, keine Speicher
- Wärmenetze
- Wärmepumpe



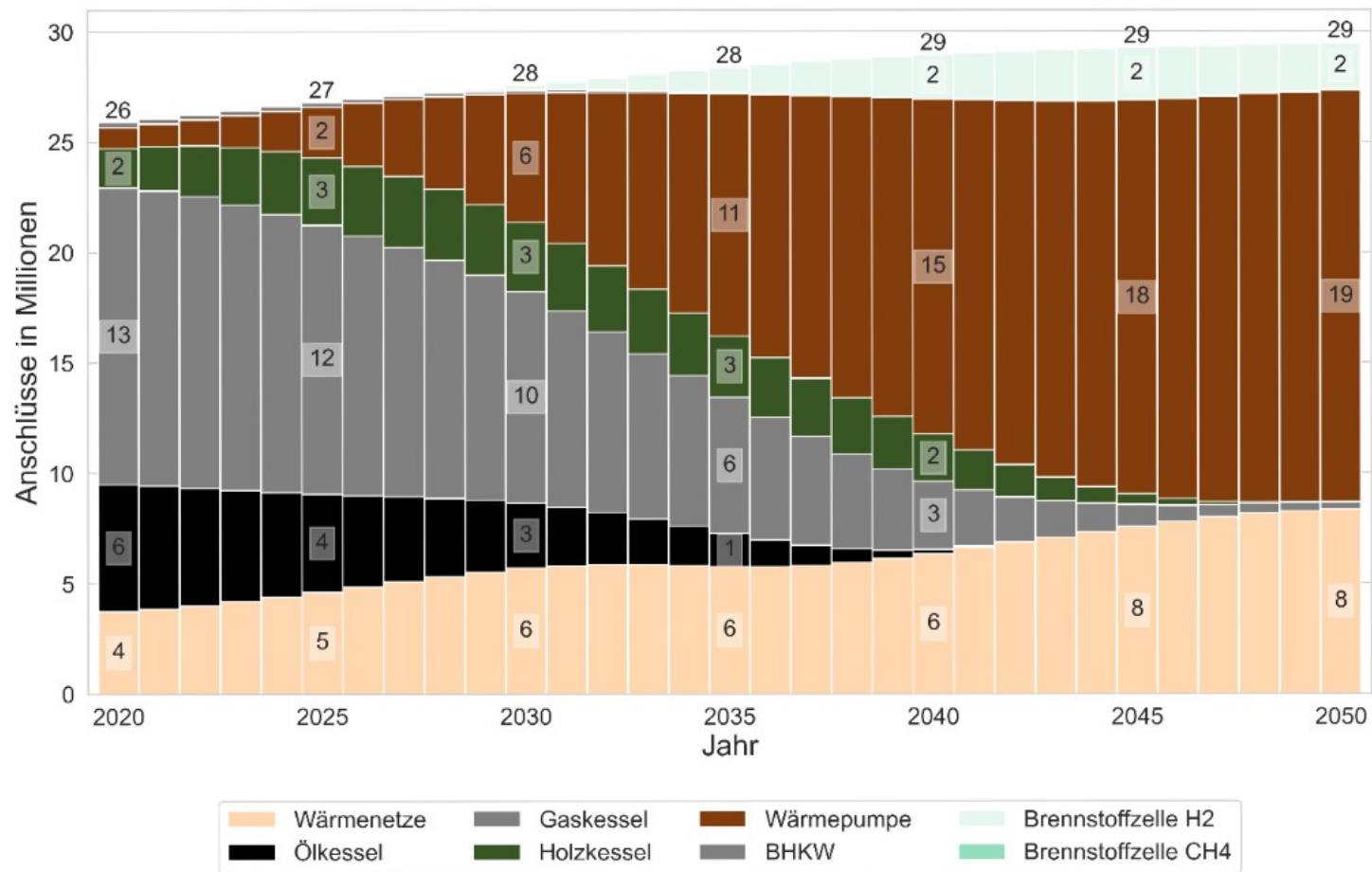


Abbildung 1: Mögliche Entwicklung der Heizsysteme bis 2050 (Berechnet mit dem Energiesystemmodell REMod des Fraunhofer ISE, Quelle: Steinbach et al. (2021))

Fern-/Nahwärme-Netze

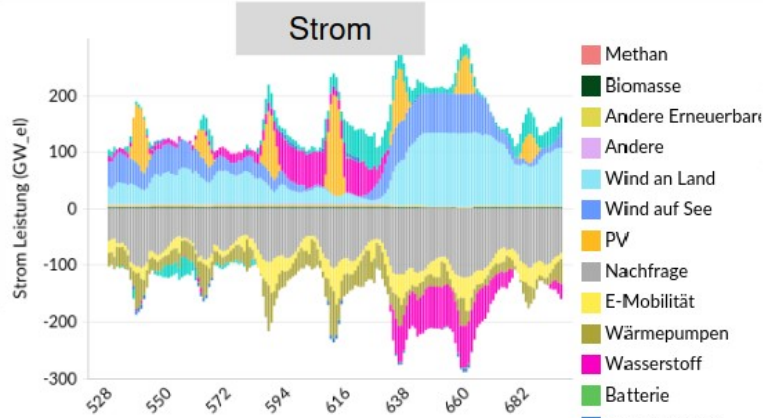
- Zentrale Erschließung von Wärmequellen (Großwärmepumpen + Gewässer/Tiefbohrung)
- Kein Platz für Wärmepumpen (z.B. dichte Bebauung)
- Zentrale Wärmespeicher
- H₂-Heizkraftwerke

→ **hohe Investitionskosten aber niedrige Betriebskosten durch hohe Flexibilität**

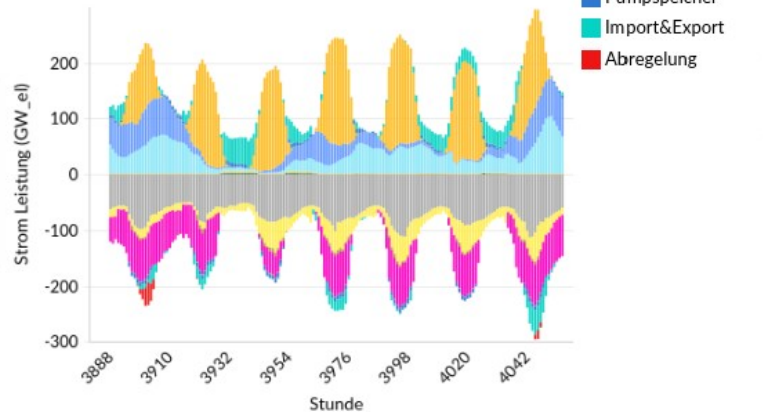
Sektorenkopplung – Dispatch Winter und Sommer 2045

Flexibilität im Energiesystem ist zentral

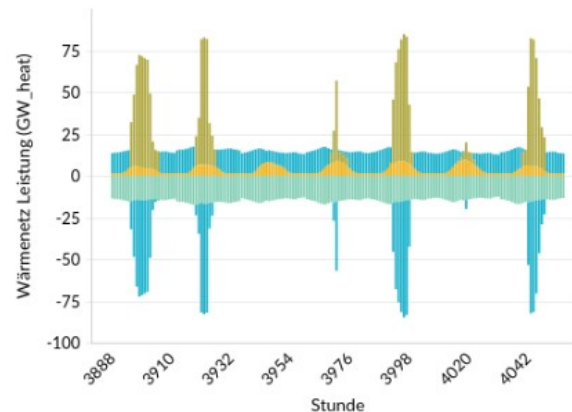
Winter



Sommer



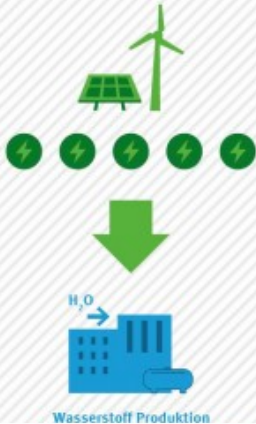
Wärmenetze



Beispiel Dispatch in (Winterwoche) und (Sommerwoche)

Sektorkopplung schafft Flexibilität

Analysieren Sie die Daten unter:
<https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/szenario-explorer/angebot.php>



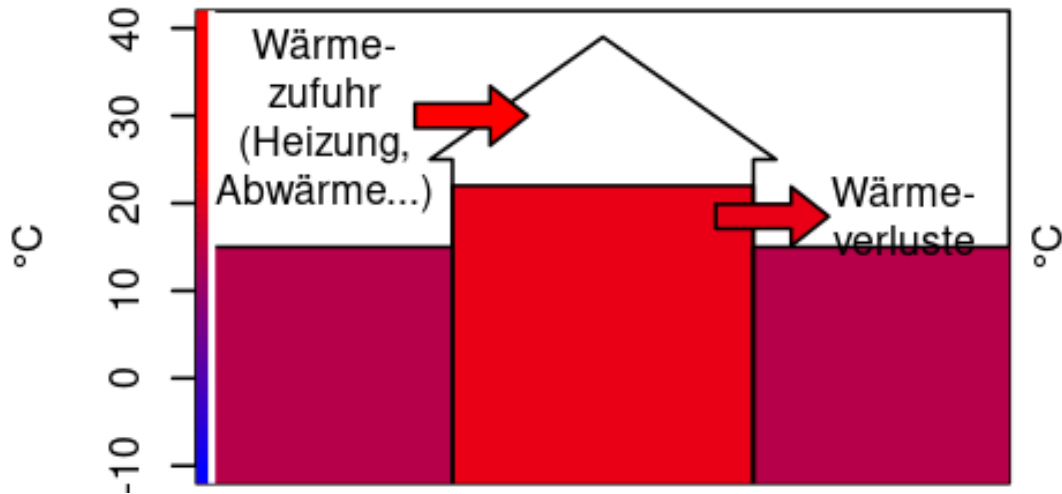
Jahresarbeitszahl (JAZ) = 3
Aus ~ 600 TWh werden 200 TWh Strom



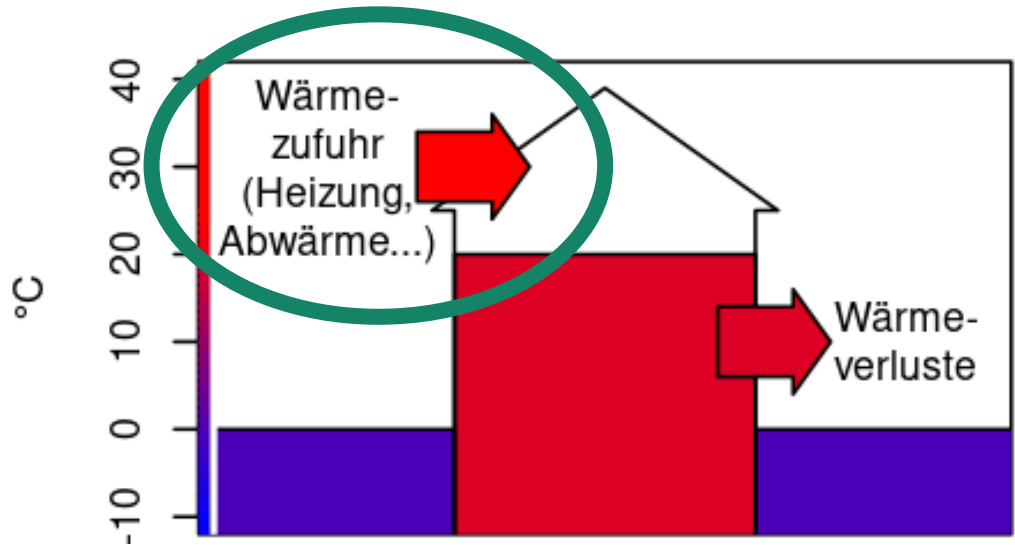
*Wirkungsgrad 90 Prozent
**JAZ = 3, Jahresarbeitszahl kennzeichnet die Effizienz einer Wärmepumpe

Quelle: Umweltbundesamt unter Mitarbeit von Fraunhofer IEG und Fraunhofer ISI

Herbsttag



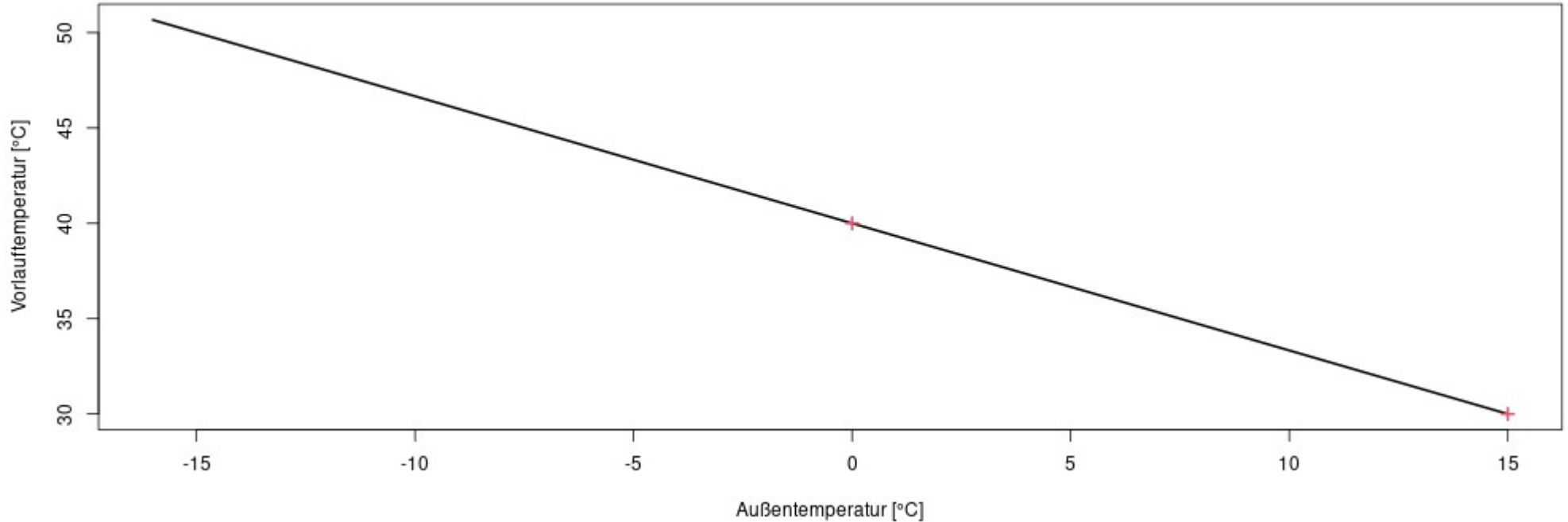
Wintertag



Wie bekommt man diese Wärme ins Haus?

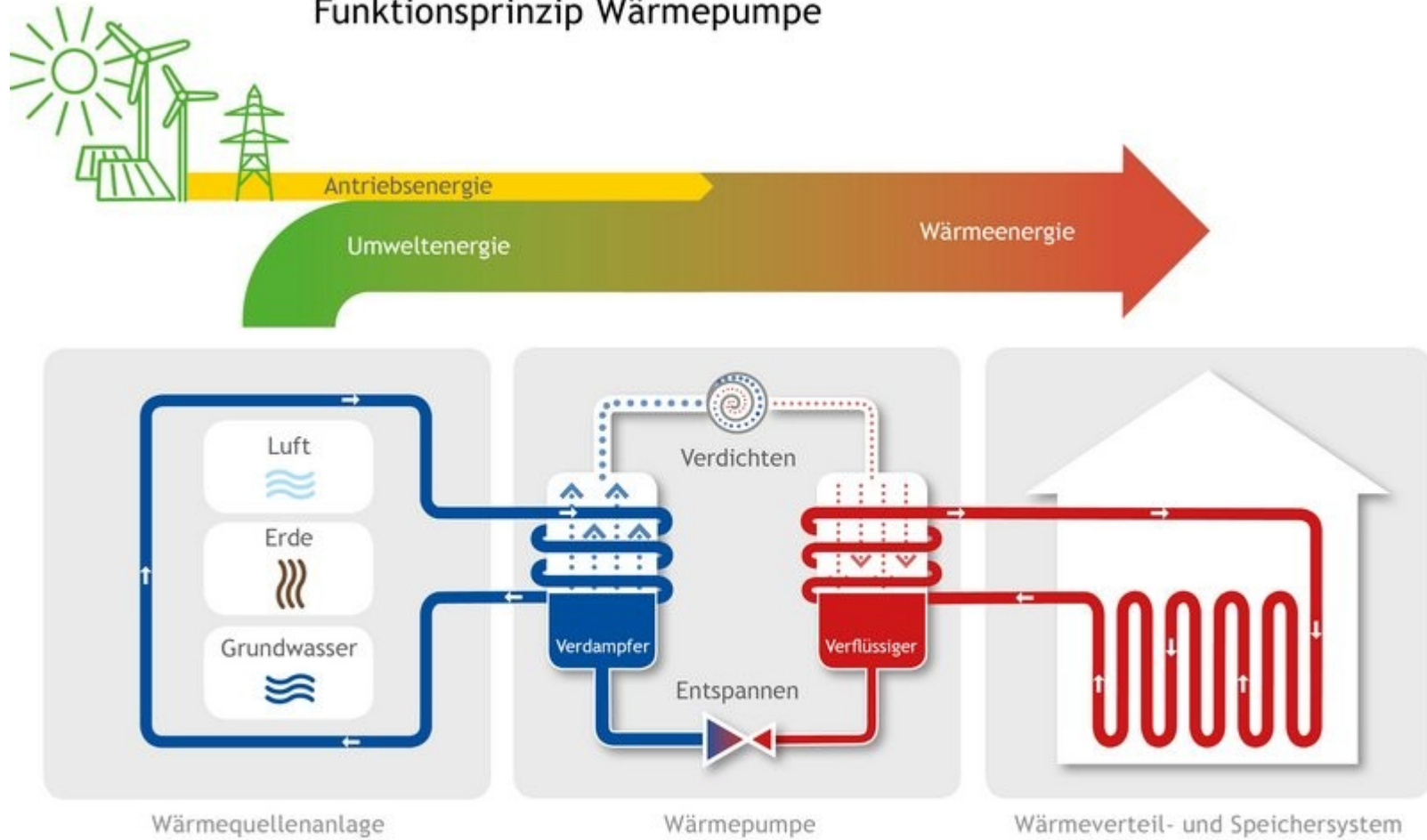
- Einzelöfen (z.B. Schwedenofen)
- Heizlüfter
- 50 Sportler, die im Wohnzimmer Krafttraining machen ;-)
- **Zentralheizung mit Heizkörpern/Flächenheizung**

Notwendige Vorlauftemperatur



Heizkörper müssen um so heißer sein, je kälter es draußen ist

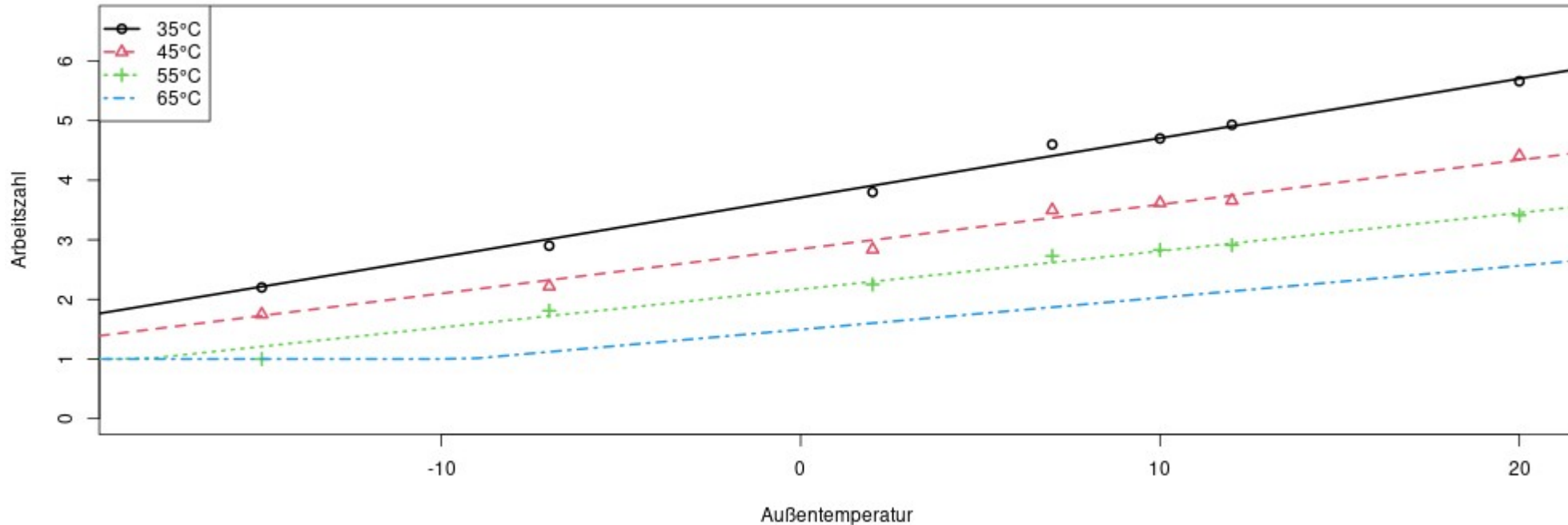
Funktionsprinzip Wärmepumpe





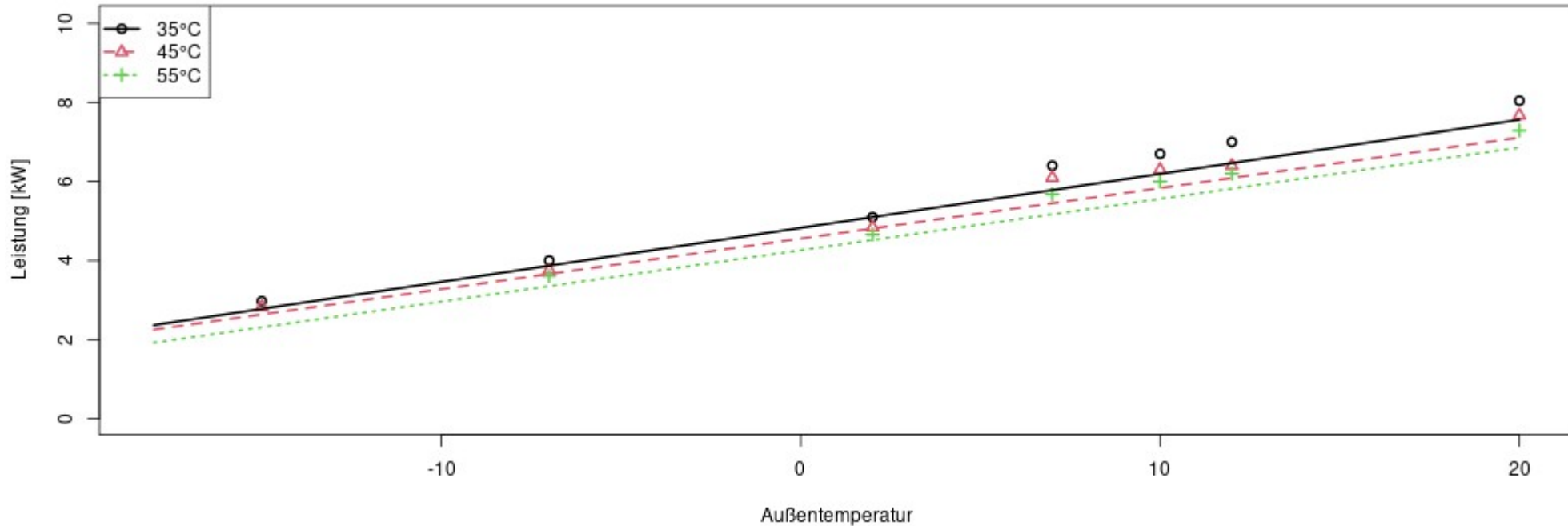
Luft-Wasser-Wärmepumpen

Kennlinien aus Dimplex LA 6S-TU (5kW)



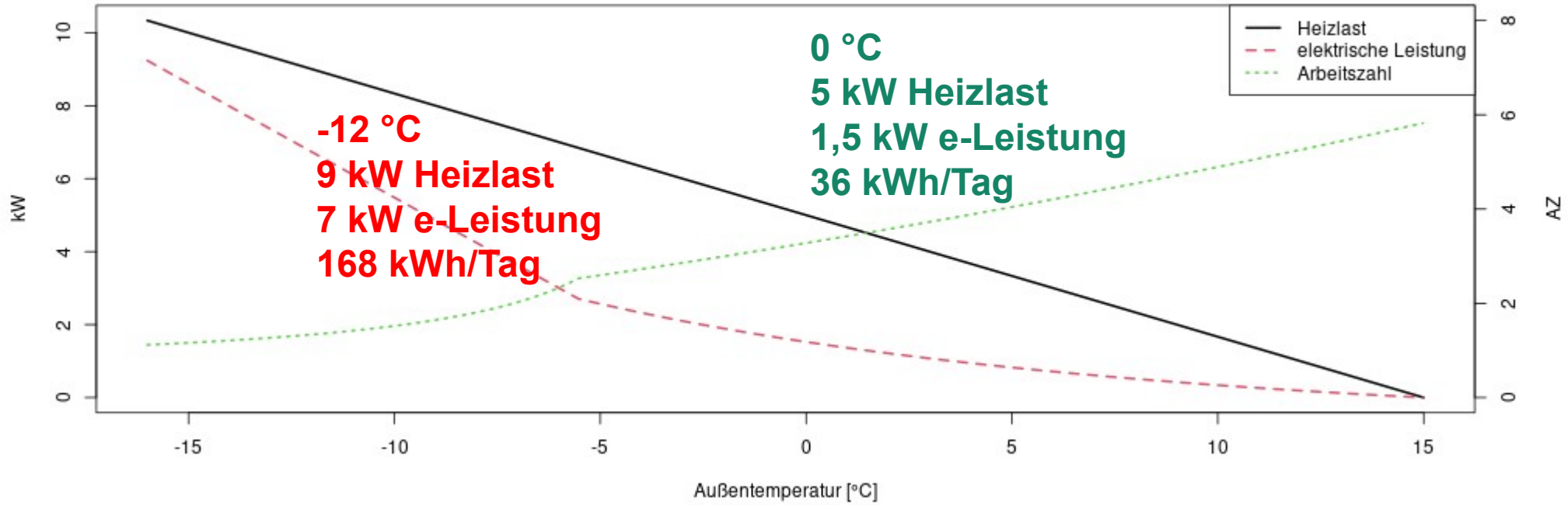
Luft-Wasser-Wärmepumpen arbeiten um so ineffektiver je kälter es ist *und* je höher die Vorlauftemperatur ist.

Leistung aus Dimplex LA 6S-TU (5kW)

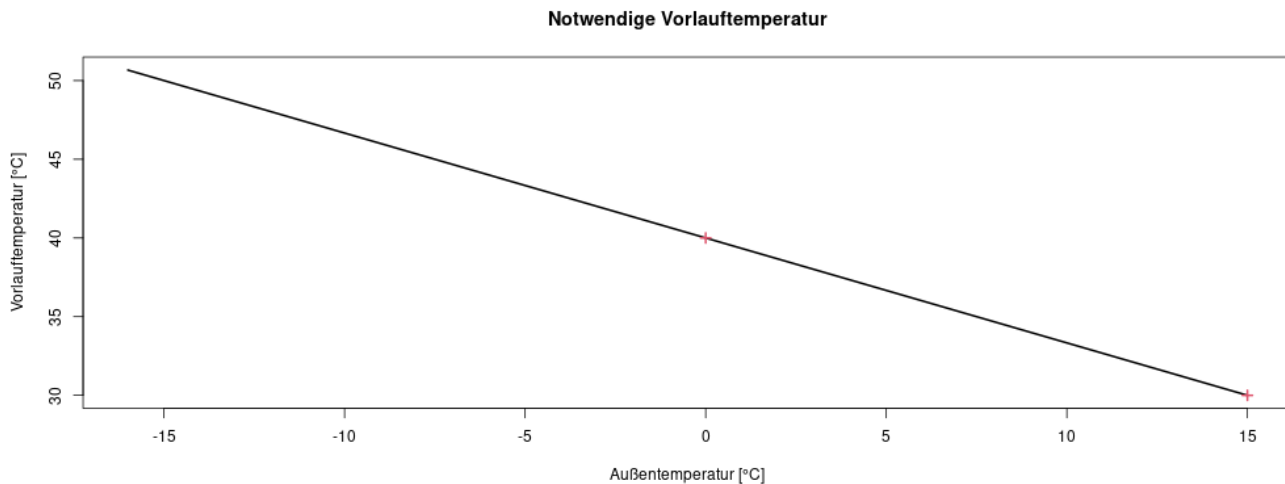
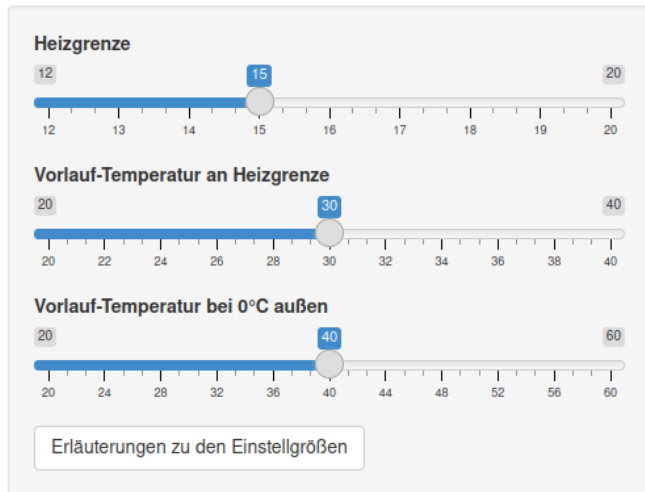


Luft-Wärmepumpen verlieren an Leistung je kälter es ist.

Heizlast und elektrische Leistung



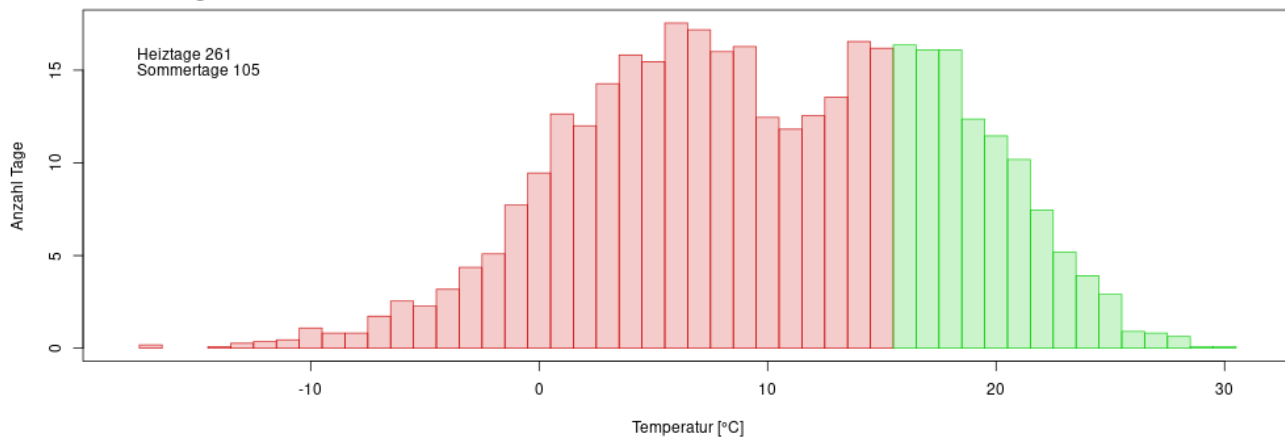
Wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr schafft, muss ein Heizstab einspringen.



Die Heizkurve sollte bei Luft-Wasser-WP so niedrig wie möglich sein. Bei Gas/Öl-Heizungen ist die Vorlauftemperatur oft zu hoch eingestellt, weil die Nutzer das so "gewohnt" sind.

<https://holzheu.shinyapps.io/Luft-WP-Altgaul/>

Jahresverteilung Temperaturtage Altgaul, Brandenburg, 2010-2020



Häufigsten Fehler

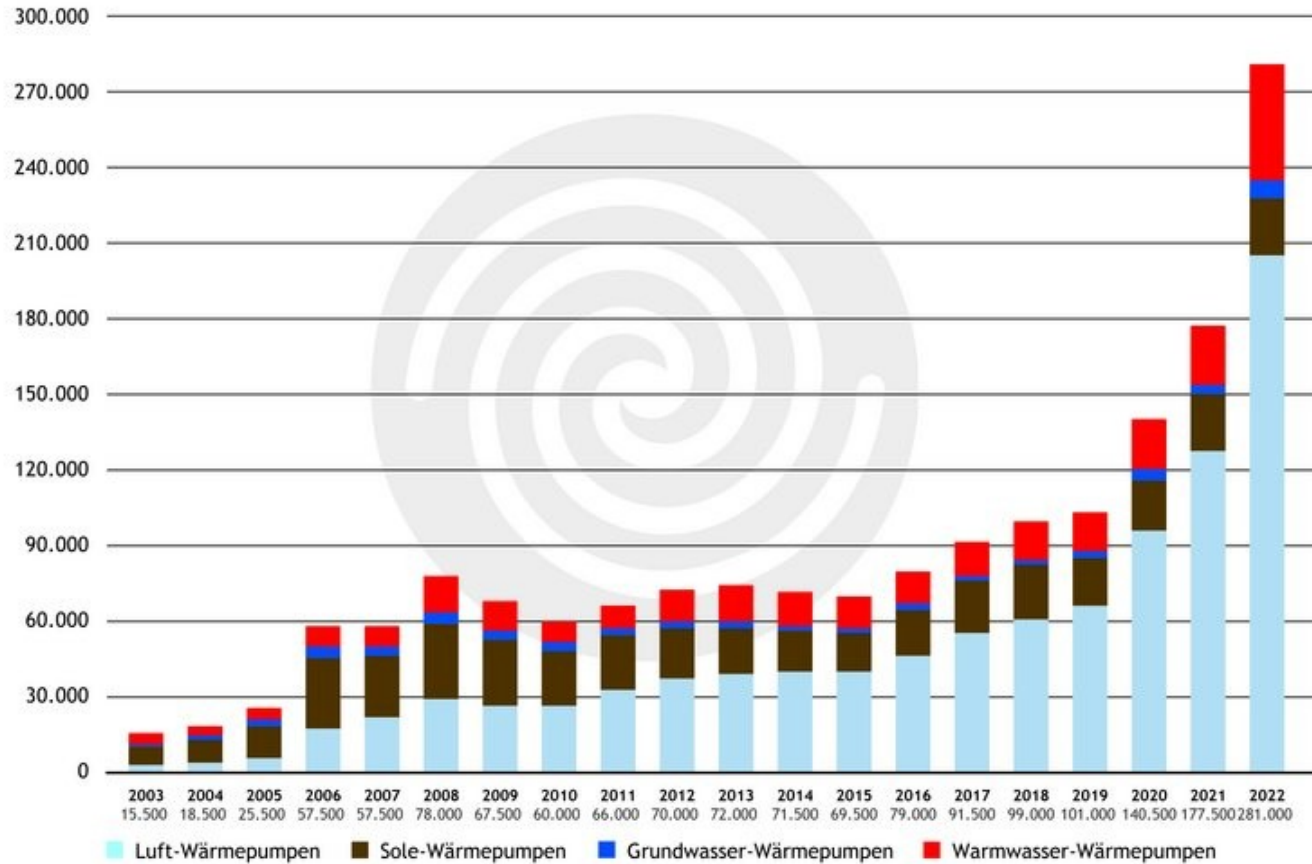
- WP zu klein/groß dimensioniert
- Konfigurations-/Nutzerfehler (z.B. Vorlauftemperatur unnötig hoch, Heizkörper teilweise abgedreht, ...)

Fossile Heizungen verzeihen mehr Fehler

Alternativen zu Luft-Wasser-Wärmepumpen?

Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2003-2022

Nach Wärmepumpentypen



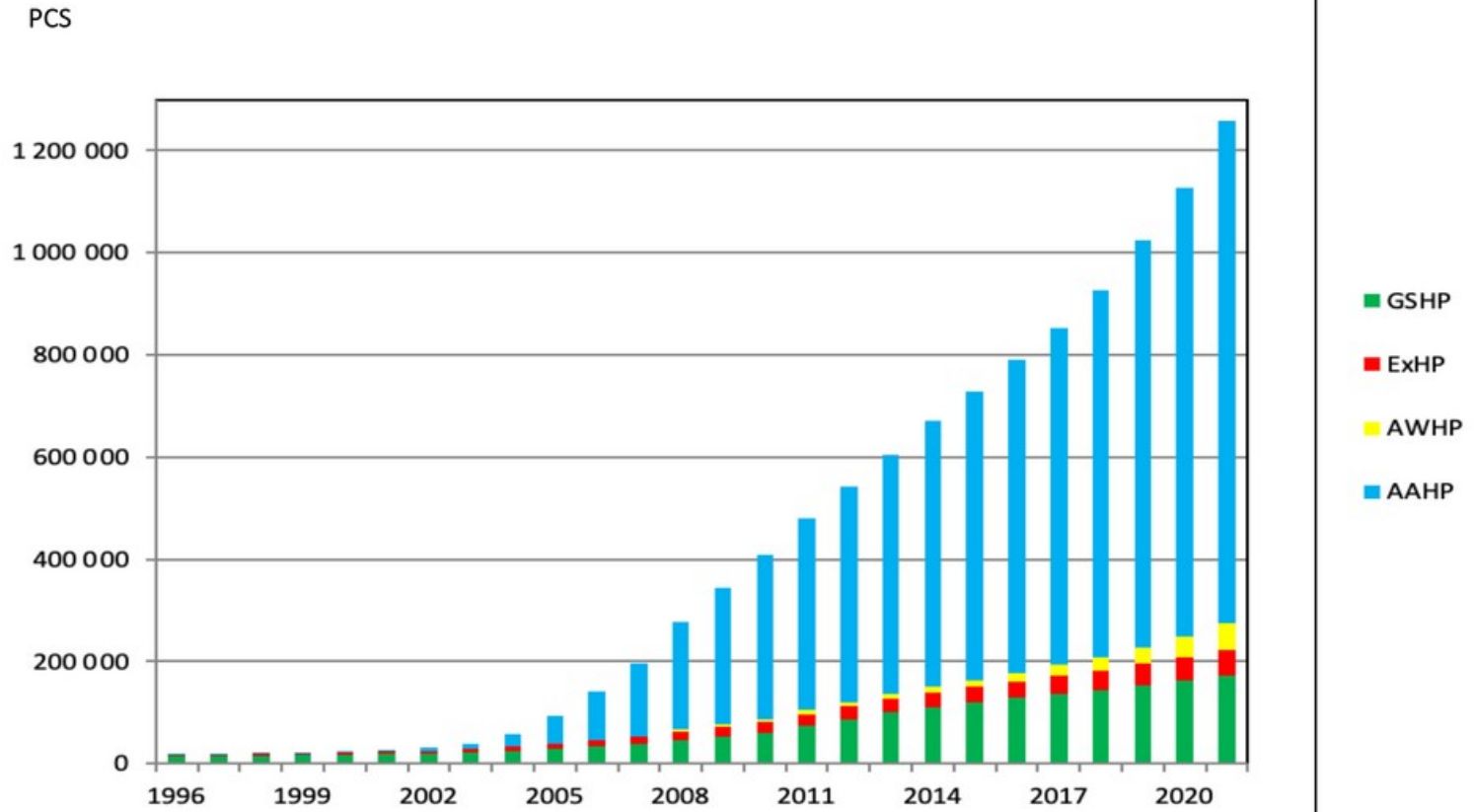
Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

bwp Bundesverband
Wärmepumpe e.V.

<https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/waermepumpenabsatz-2022-wachstum-von-53-prozent-gegenueber-dem-vorjahr/#content>

Cumulative Heat Pump sales in Finland (pcs)

(Megawatt-size district heating/cooling , shopping center, service building , industrial HPs as well as planning , service, etc. are missing from figures below)



<https://heatpumpingtechnologies.org/wp-content/uploads/2022/01/heat-pump-market-in-finland-2021-germany.png>

Startseite / Klimaanlage / Klimaanlage-Sets / Mono-Split-Sets / Wandgerät-Set / Mitsubishi Electric Premium Diamond Zubadan Wandgerät-Set 2,5 kW – MSZ-LN25VG2W < 〇〇 > / MUZ-LN25VGHZ – Natural White



Mitsubishi Electric Premium Diamond Zubadan Wandgerät-Set 2,5 kW – MSZ-LN25VG2W / MUZ-LN25VGHZ – Natural White

1.879,00€

Voraussichtliche Lieferzeit 7-14 Arbeitstage

- exzellentes Design verfügbar in 4 verschiedenen Farben
- ZUBADAN: Heizbetrieb bis -25°C Außentemperaturen
- Plasma-Quad-Filter
- MEL-Cloud WiFi Adapter serienmäßig integriert
- 3D i-see Sensor

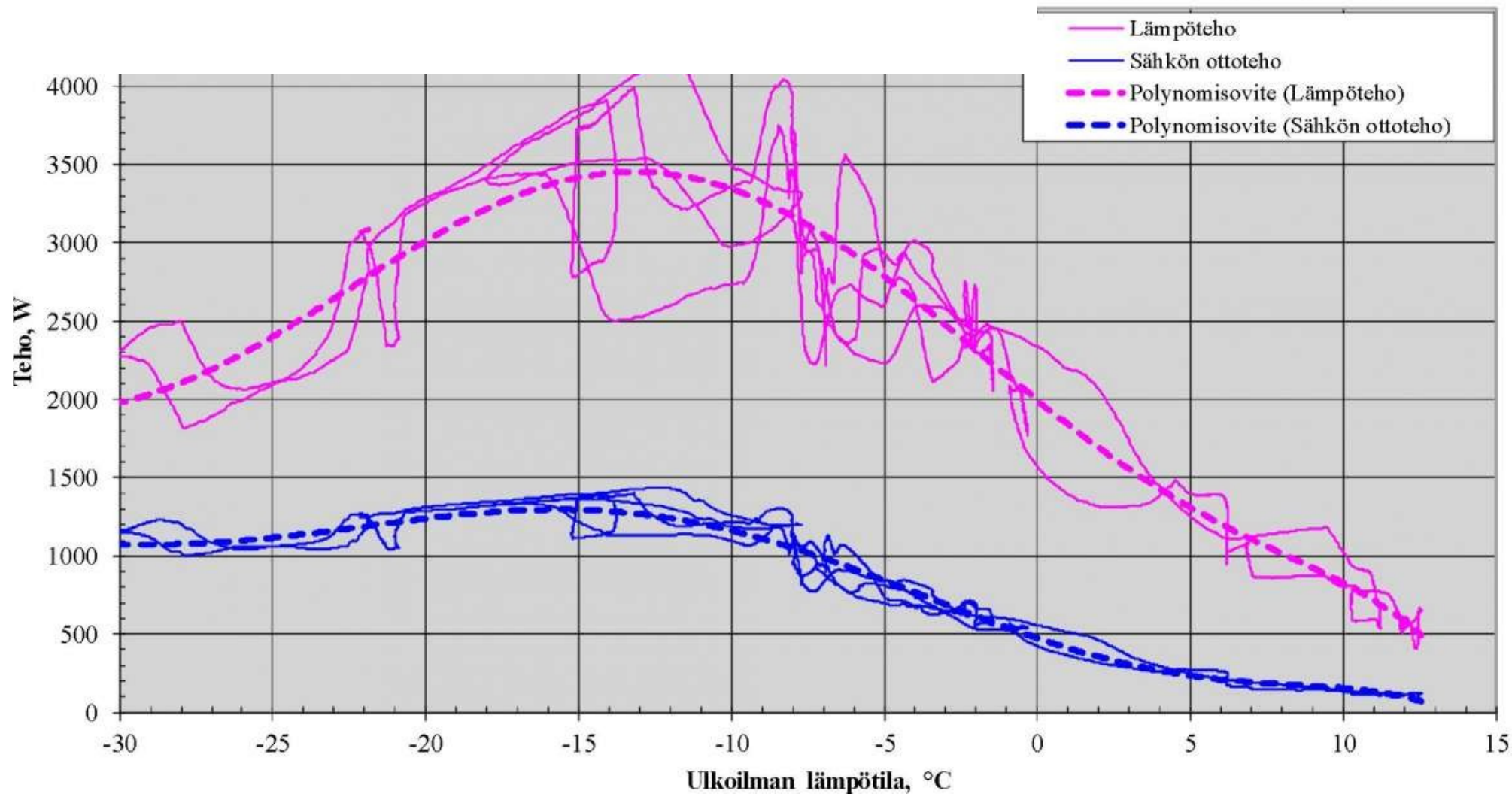


IN DEN WARENKORB

ANGEBOT-ANFRAGE ZU DIESEM ARTIKEL

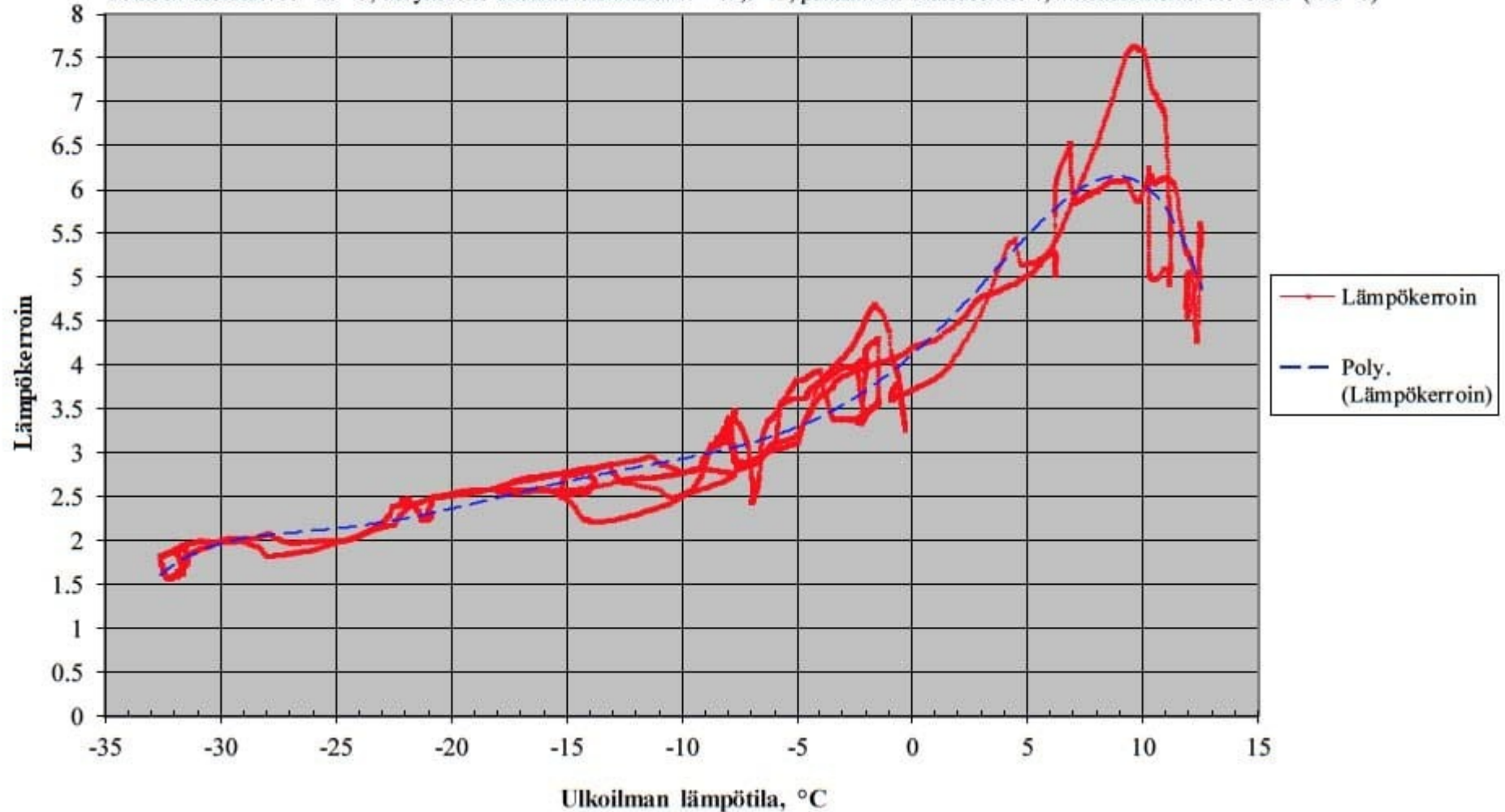
Unabhängige Messung des finnischen technischen Forschungsinstitut (VTT)

4, mitoitustehontarve: 6 kW (-26 °C)



Liukuva tuntilämpökerroin sisältäen sulatusjaksot

Laitteen asetusarvo: +20 °C, sisäyksikön imuilma alimmillaan: +19,5 °C, puhaltimen säätöasento: 4, mitoitustehontarve: 6 kW (-26 °C)



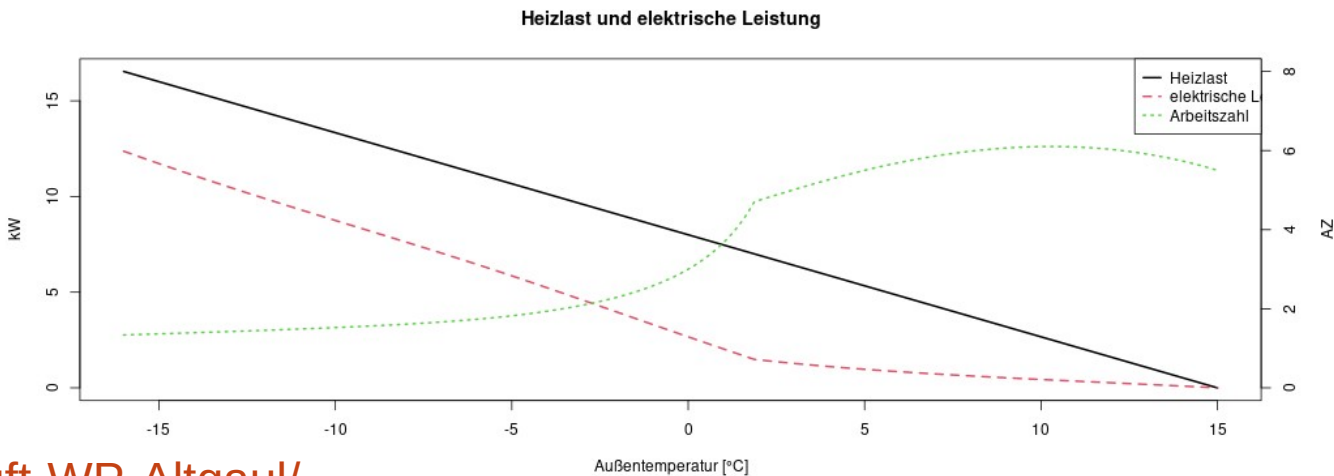
Modell

Split Klima (Mitsubishi Electric MSZ-LN25VGW + MUZ-LN25VGHZ - VTT-Messung)

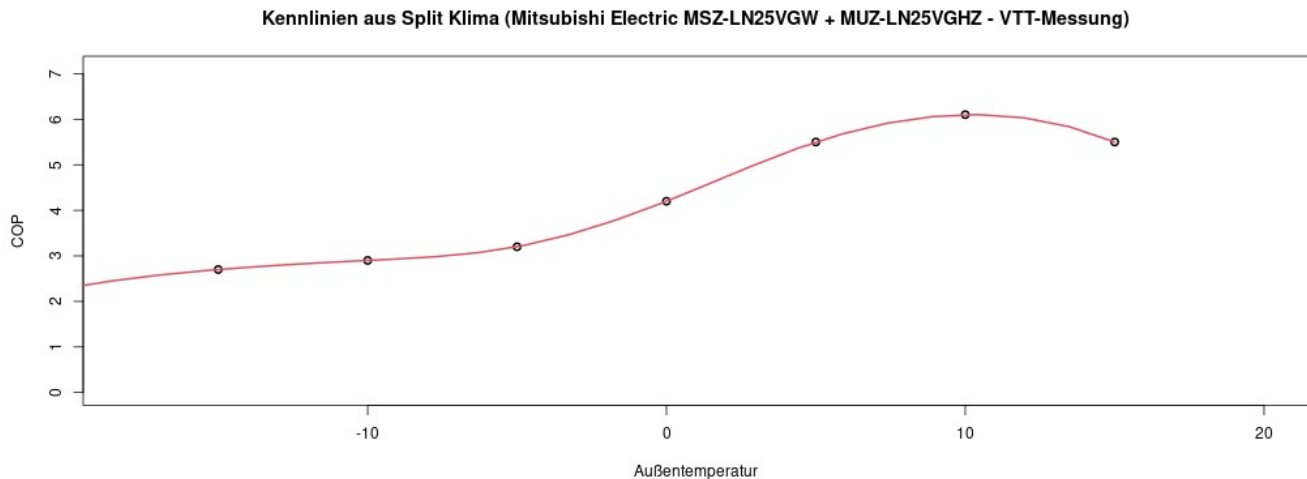
WP-Leistung bei A2/W35 [kW]

1 7 20

Erläuterungen zu den Einstellgrößen



<https://holzheu.shinyapps.io/Luft-WP-Altgau/>







DAIKIN



Wärmepumpen seit 2020

- Wärmemenge 28806 kWh
- Stromverbrauch 9677 kWh
- JAZ 3,0 (ohne Pumpen/Steuerung 3,3)
- Stromverbrauch Splitklima 4542 kWh
- **4740 kWh pro Jahr davon gut 1/3 Eigenstrom**

Fazit

- GEG-Entwurf war besser als sein Ruf
- Hybridlösung geht mit hoher Vorlauftemperatur
- Luft-Luft-Wärmepumpen (nordic!) als schneller Teilersatz der fossilen Heizung