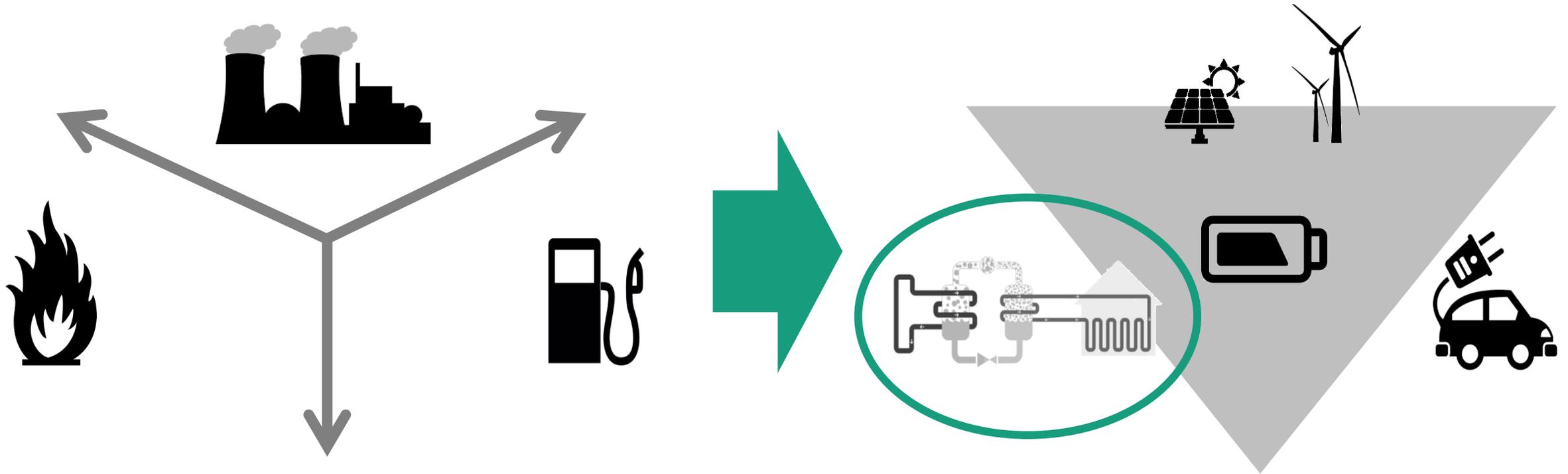


LC 150
LOW CHARGE HP

Dr.-Ing. Marek Miara
Klimastadt:bauen! 14. Bremerhavener Bauforum -
Wärmepumpen, 28.04.2022

Potenziale und Hindernisse von Wärmepumpen

Bedeutung der Wärme(pumpen) für die Energiewende



Drei Phasen der Überzeugungsarbeit

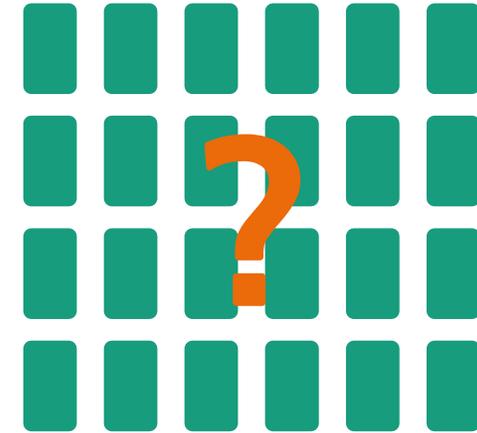
Neue Situation der Wärmepumpen



Funktionieren die
Wärmepumpen
überhaupt?



Funktionieren die
Wärmepumpen gut
genug?



Wie kann es
gelingen?

Wärmepumpenansätze

Vielfalt der Möglichkeiten



WP im Neubau



WP im Bestand



WP in MFH



Groß Wärmepumpen



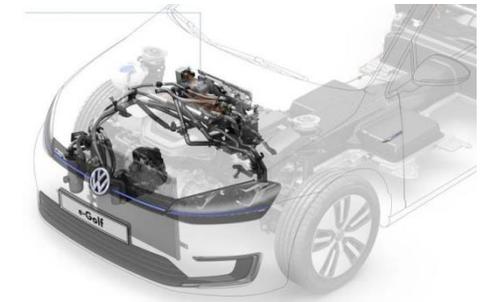
WP in der Industrie



WP im Weiße Ware

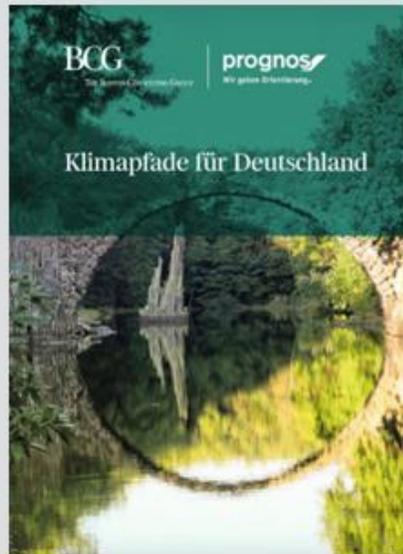


Thermische WP



Mobile Anwendungen

Energiesystem der Zukunft



Wärmepumpen und Wärmenetze stehen im Zentrum „Wärmepumpen Lücke“



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.

„Robert Habeck skizziert Klimaschutz-Vorhaben“ „Wärmepumpen Rollout“

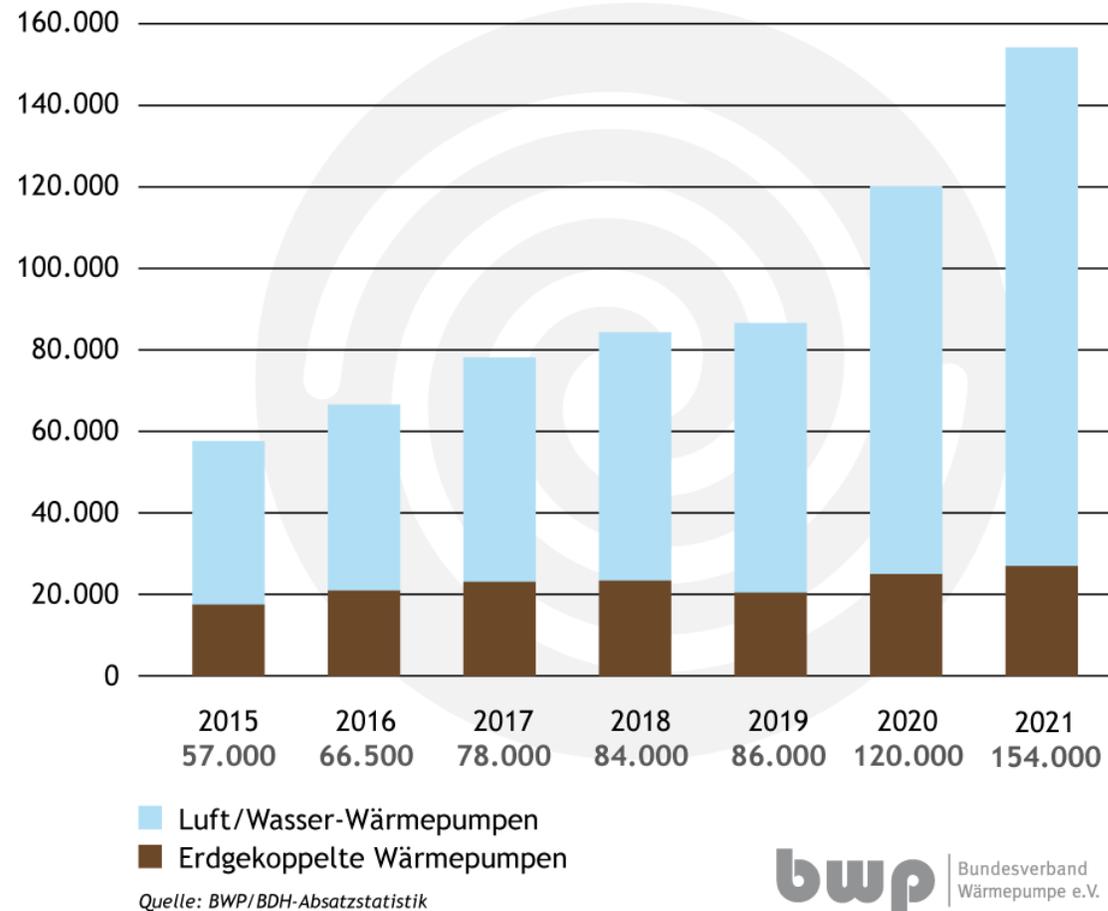


„Zu den konkreten Maßnahmen gehören laut Habeck der Ausbau der Erneuerbaren an der Stromerzeugung, deren Anteil bis 2030 von jetzt gut 40 % auf 80 % anwachsen soll, ... und im Wärmemarkt vier bis sechs Millionen Wärmepumpen.“

2024

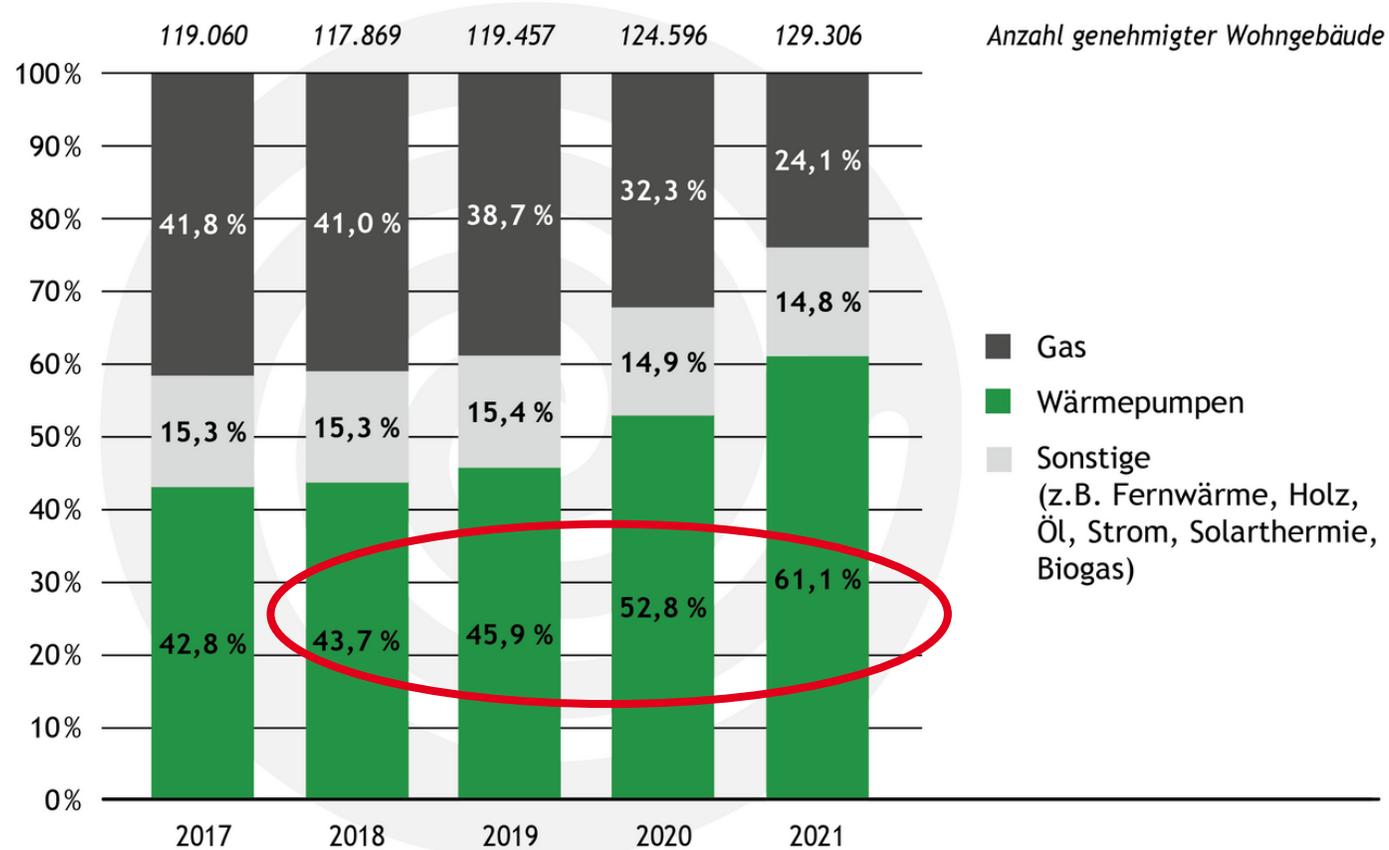
„Ab ~~2025~~ sollen Solaranlagen nach Möglichkeit auf jedes neue Dach kommen, zumindest auf jedes gewerbliche, jede neue Heizung mit mindestens 65 % erneuerbare Energie betrieben werden, ...“

Absatzzahlen für Heizungswärmepumpen in Deutschland 2015 bis 2021



Wärmepumpen-Marktanteile in Deutschland

Baugenehmigungen neuer Wohngebäude

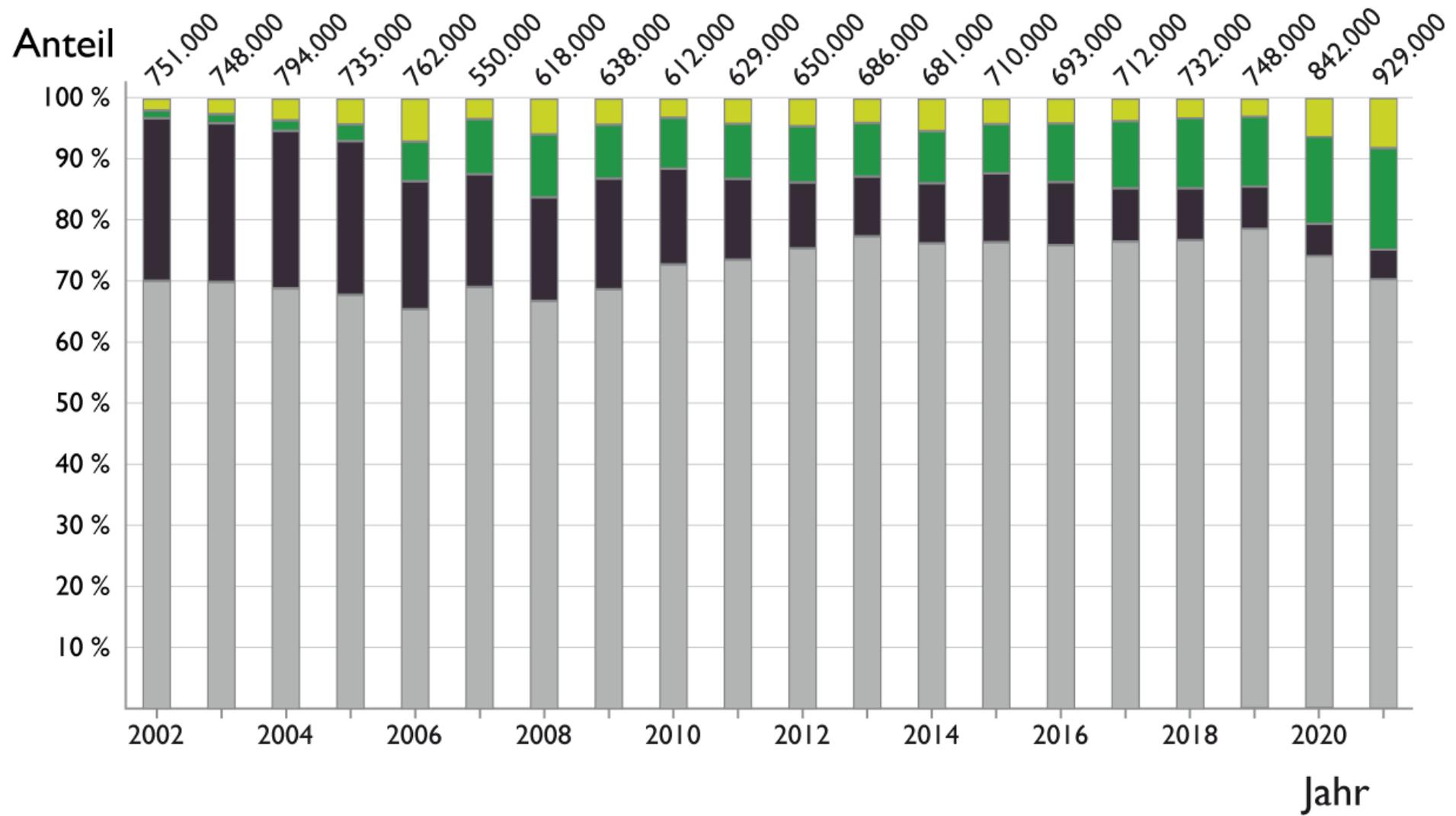


Quelle: Statistisches Bundesamt, Bautätigkeit, Baugenehmigungen für Wohngebäude nach primär verwendeter Energie zur Heizung

bwp Bundesverband
Wärmepumpe e.V.

Gesamtabsatz

- Gas
- Wärmepumpe
- Öl
- Bioenergie



Wärmepumpen im Bestand

■ Ist es möglich?

Wird die Bude
warm?

Welche Heiz-
temperaturen
sind
notwendig?

Auch mit
Heizkörper?

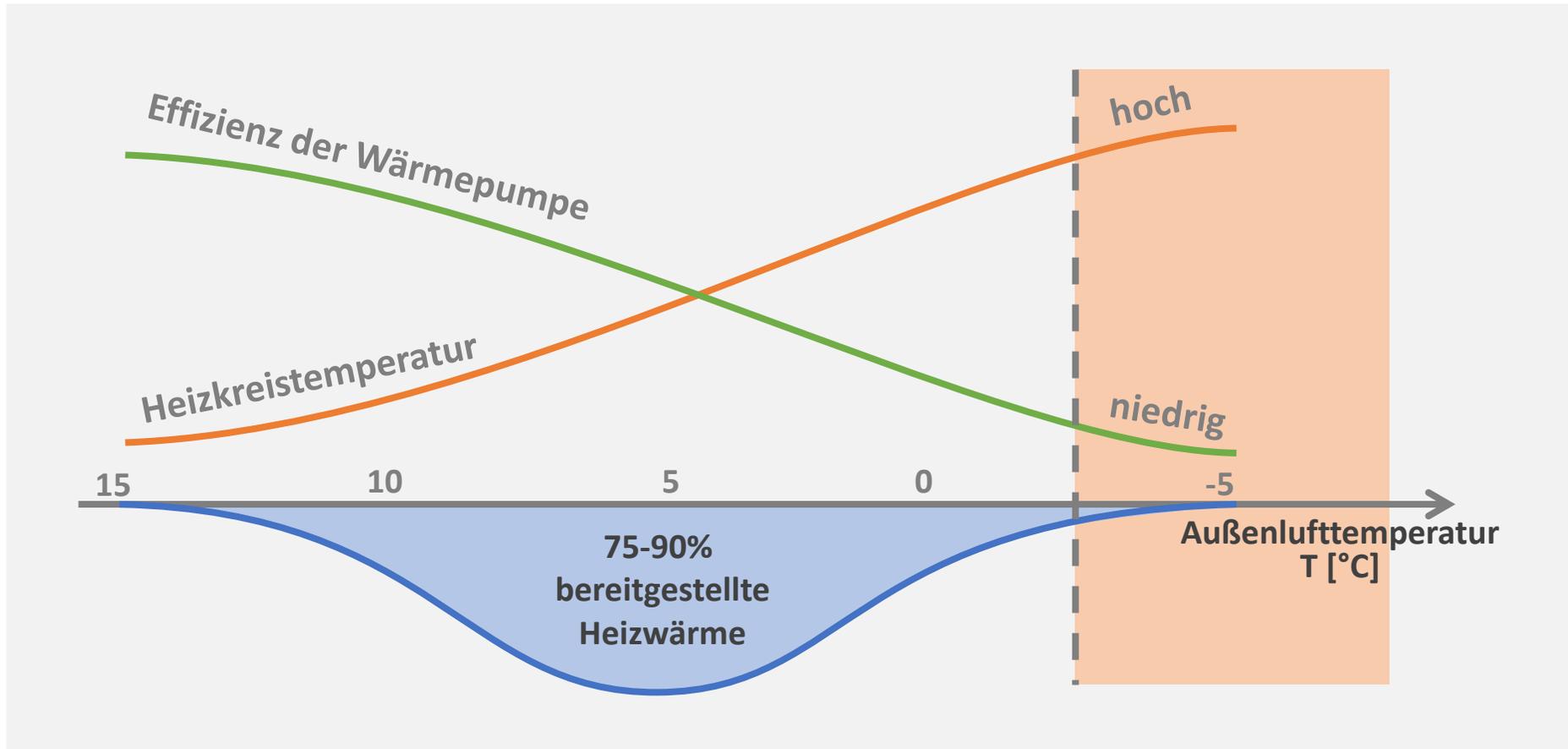
■ Ist es sinnvoll?

Ökologisch?

Ökonomisch?

Verteilung der Heizenergie auf die einzelne Temperaturgrade

Wann wir die Heizenergie bereitgestellt?





4
abgeschlossene
Feldtests seit
20 Jahren

von
Neubau
bis
nicht sanierter
Bestand

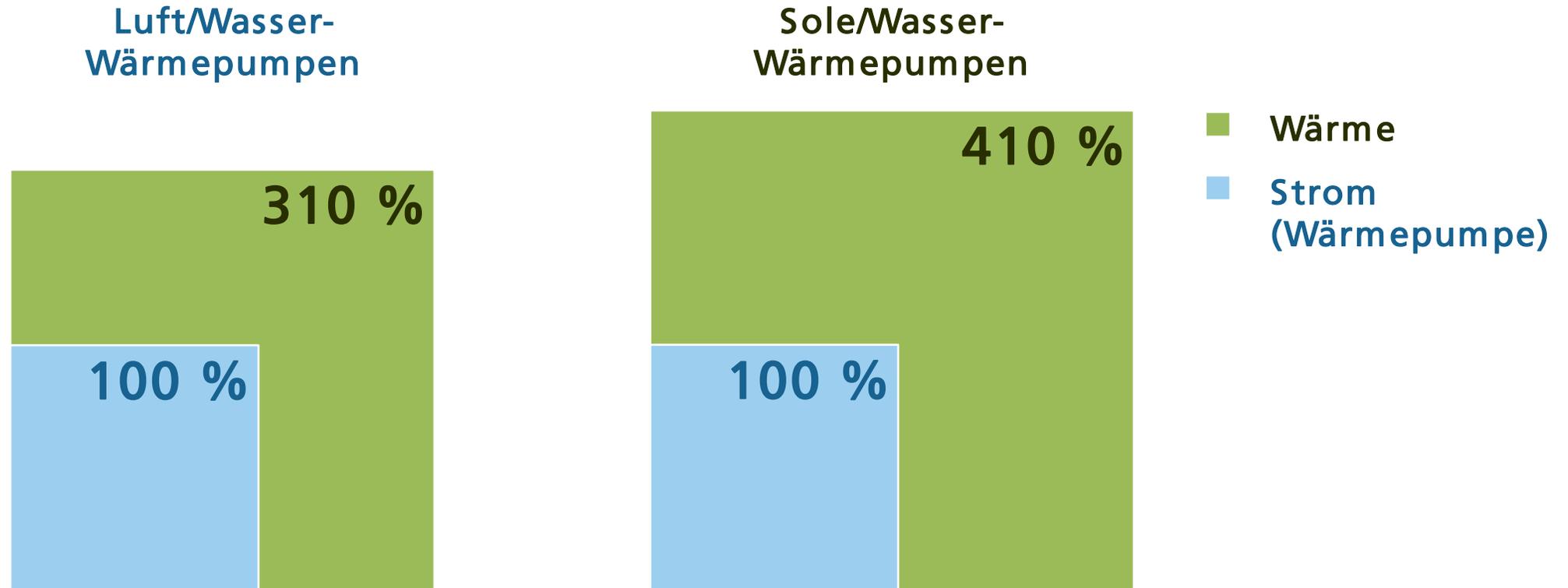
alle Anlagen
für **WW-**
Bereitung
und
Heizung

mehr als
300
Wärmepumpen-
anlagen
vermessen

Wärmequellen
Luft
und
Erdreich

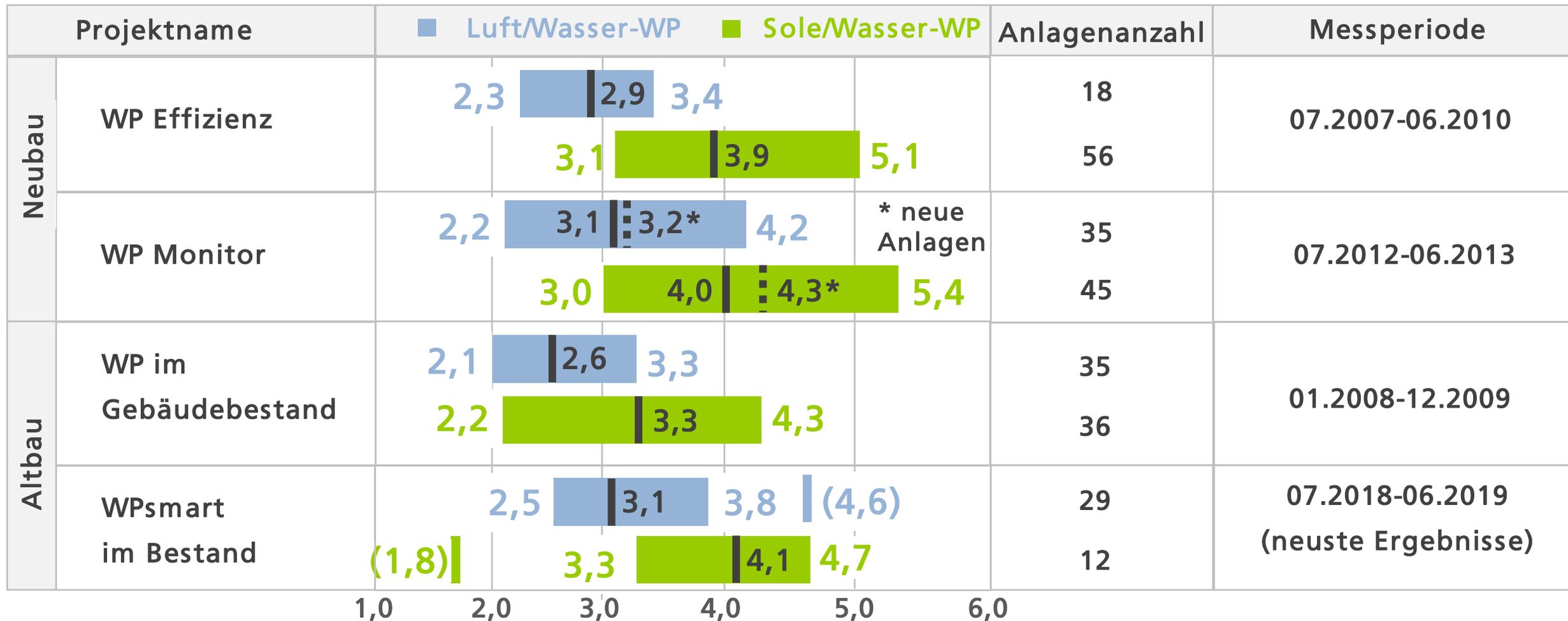
Effizienz der Wärmepumpensysteme im Altbau

Ergebnisse aus dem Projekt „WPsmart im Bestand“

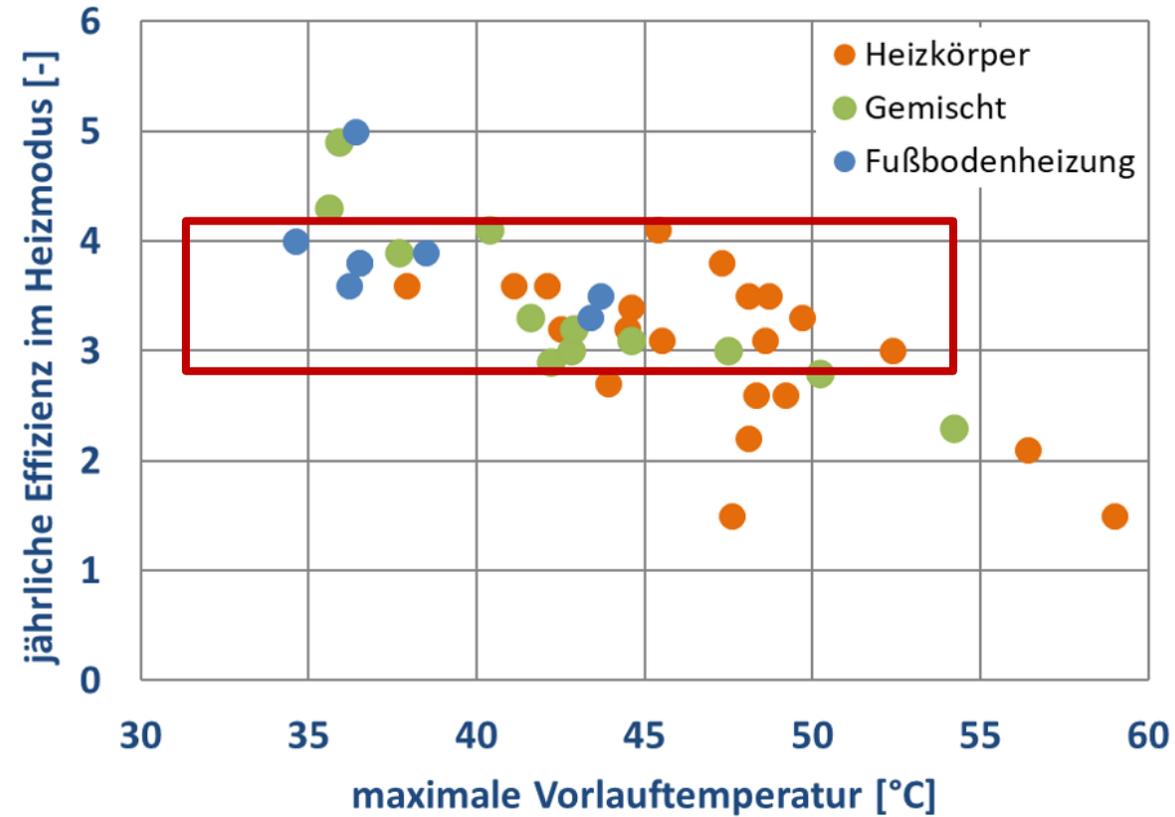


Wärmepumpen – Monitoring EFH

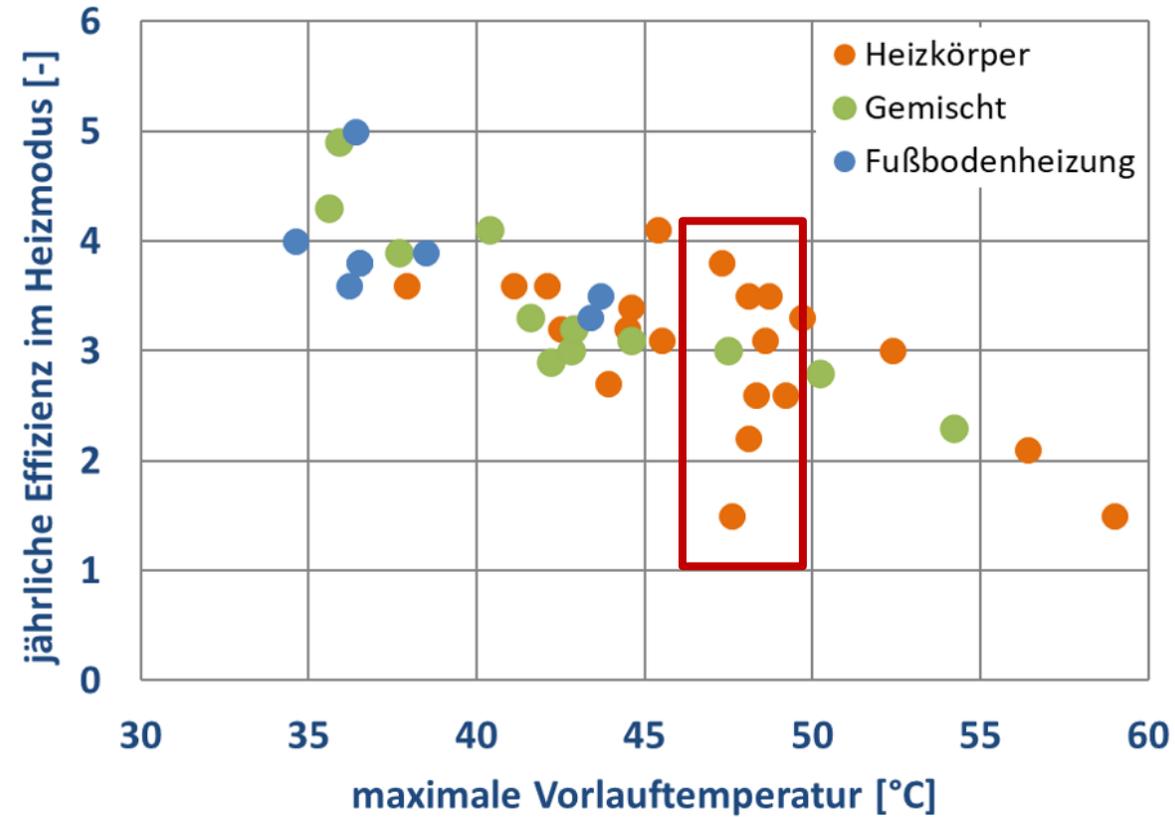
Arbeitszahlen



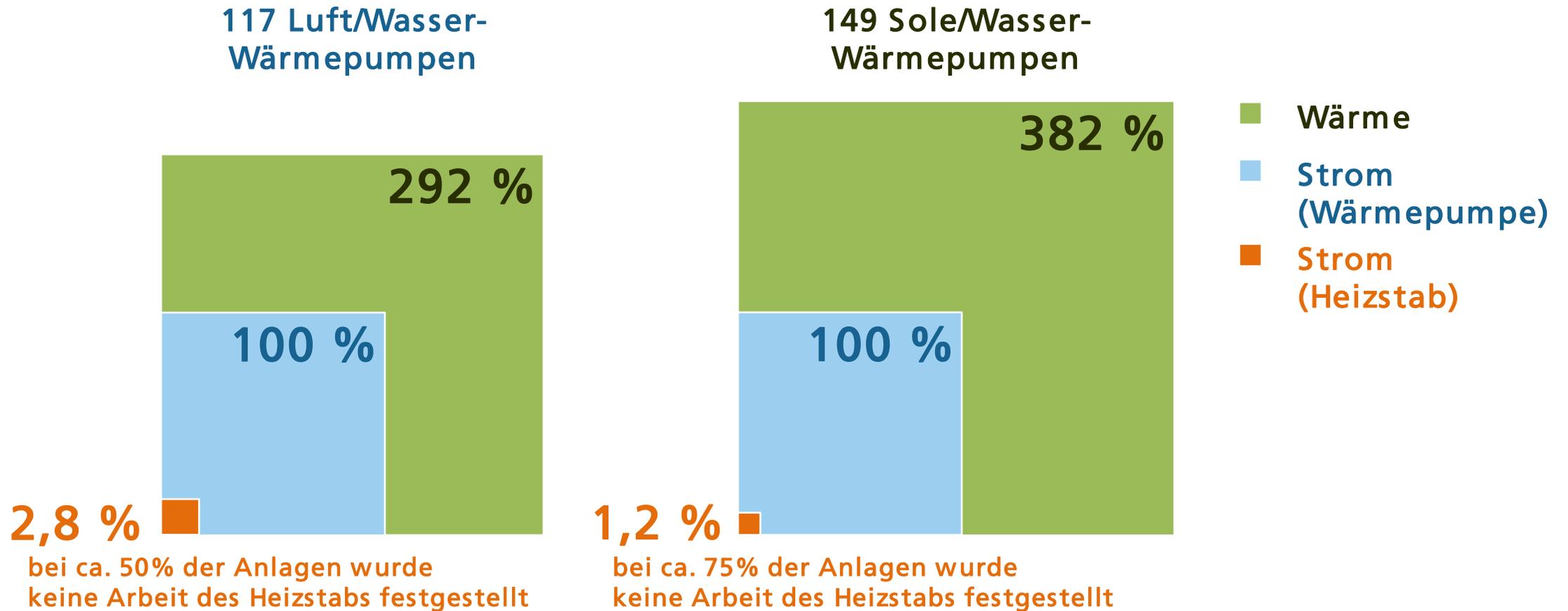
Effizienz und Wärmeübergabesystem (Luft/Wasser-WP)



Effizienz und Wärmeübergabesystem



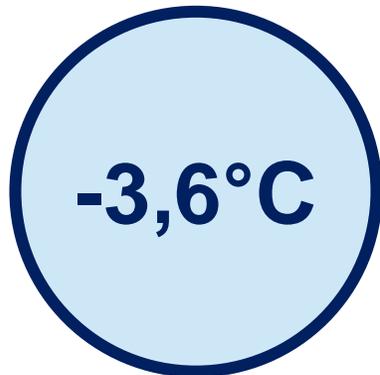
Wie oft arbeiten Heizstäbe?



Effizienz der Luft-WP wenn es wirklich kalt ist

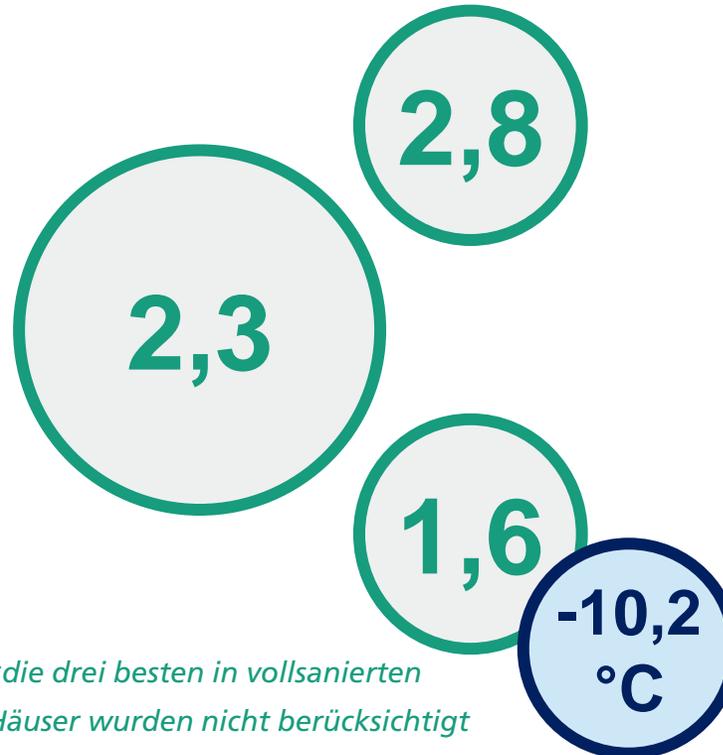
Die ersten zwei Wochen im Februar 2021

mittlere
Außentemperatur
während Betrieb der WP*



**in den letzten 50 Jahren gab
in Deutschland nur 5 Monate
mit mittleren Temperaturen unter -3,5°C*

mittlere Effizienz von
17 Luft/Wasser-
Wärmepumpen*



**die drei besten in vollsanierten
Häuser wurden nicht berücksichtigt*

Anzahl der Anlagen mit
dem Einsatz des Heizstabes:



«Wärmepumpen im Bestand» mit zwei Beispielhäusern

Beispiel 1



Baujahr des Hauses	1937 (84 Jahre alt)
Heizenergieverbrauch	etwa 210 kWh/(m ² a)
Energetischer Zustand	sehr schlecht, kaum saniert Fenster und Heizkörper ausgetauscht
Heizsystem	Außenluftwärmepumpe mit Heizkörpern
Effizienz der Wärmepumpe	3,0

Anlagen aus dem Projekt „WPsmart im Bestand“

Absolute Transparenz

Basisinfos

Baujahr: 1850

Beschreibung: Freistehendes Einfamilienhaus mit zwei Vollgeschossen sowie beheiztem Dachgeschoss

beheizte Fläche: 205 m²

Energetischer Gebäudezustand:

Originalzustand		Istzustand	
Dach	Gebäude	Dach	Gebäude
Wand	Wand	Wand	Wand
Fenster	Fenster	Fenster	Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems

Einbaujahr WP	2009
Wärmequelle WP	Erdreich (Erdwärmesonde)
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe: RH, TWE Solarthermie: TWE
Wärmeübergabesystem	Plattenheizkörper

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019

Spez. Heizwärmeverbrauch	108 kWh/(m ² a)	JAZ 3 (WP+HS)	4,0
T_WP_Heizkreis: mittel	40,6 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	- / -
T_WP_TWS: mittel	48,0 °C	Wärmeanteil der WPA für TWE	5 %
Deckungsbeitrag Solar: RH / TW	- / 69 %		

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

Außenwand	2002: 100 mm Dämmung (Zellulose) (innen, OG); 60 mm Dämmung (SW) (außen, Giebelseite)
Fenster	1990: 2-fach-Isolierverglasung (teils mit Holz-, teils mit Kunststoffrahmen)
Dach	2002: 240 mm Dämmung (Zellulose)
Wärmeübergabesystem	1965: Einbau Heizkörper 2008: Austausch einiger Heizkörper
Wärmeerzeuger	1965: Umrüstung von Einzelöfen auf Ölkessel 1988: Austausch Ölkessel 2009: Austausch Ölkessel durch Wärmepumpe

Basisinfos

Baujahr: 1976

Beschreibung: Doppelhaushälfte mit einem Vollgeschoss, beheiztem Dachgeschoss sowie teilweise beheiztem Keller

beheizte Fläche: 127 m²

Energetischer Gebäudezustand:

Originalzustand		Istzustand	
Dach	Gebäude	Dach	Gebäude
Wand	Wand	Wand	Wand
Fenster	Fenster	Fenster	Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems

Einbaujahr WP	2016
Wärmequelle WP	Außenluft
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe: RH, TWE Heizstab: RH (im Vorlauf), TWE (im Speicher) Kaminöfen: RH
Wärmeübergabesystem	Mischsystem: 14 % Plattenheizkörper (KG), 86 % FBH (EG, DG)

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019

Spez. Heizwärmeverbrauch*	120 kWh/(m ² a)	JAZ 3 (WP & HS)	3,5
T_WP_Heizkreis: mittel	33,1 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	1 % / 2 %
T_WP_TWS-Beladung: mittel	45,9 °C	Wärmeanteil der WPA für TWE	19 %

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

Außenwand	Originalzustand, außer Vorbau im EG: 2019: 200 mm Dämmung (außen)
Fenster	Originalzustand
Dach	2017: 120 mm Dämmung (GW)
Wärmeübergabesystem	2017: Austausch Plattenheizkörper, Einbau FBH
Wärmeerzeuger	2016: Austausch Gaskessel durch Wärmepumpe

Basisinfos

Baujahr: 1937

Beschreibung: Freistehendes Einfamilienhaus mit zwei Vollgeschossen

beheizte Fläche: 160m²

Energetischer Gebäudezustand:

Originalzustand		Istzustand	
Dach	Gebäude	Dach	Gebäude
Wand	Wand	Wand	Wand
Fenster	Fenster	Fenster	Fenster



Beschreibung des Versorgungssystems

Einbaujahr WP	2015 (Heizungswärmepumpe), 2013 (Brauchwasser-Wärmepumpe)
Wärmequelle WP	Außenluft; Raumluft
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe (Außenluft): RH; Wärmepumpe (Raumluft): TWE Heizstab: TWE Ölkessel: RH, TWE
Wärmeübergabesystem	Mischsystem: 94 % Platten- und Gliederheizkörper, 6 % FBH

Messdaten für die Auswerteperiode Juli 2018 bis Juni 2019

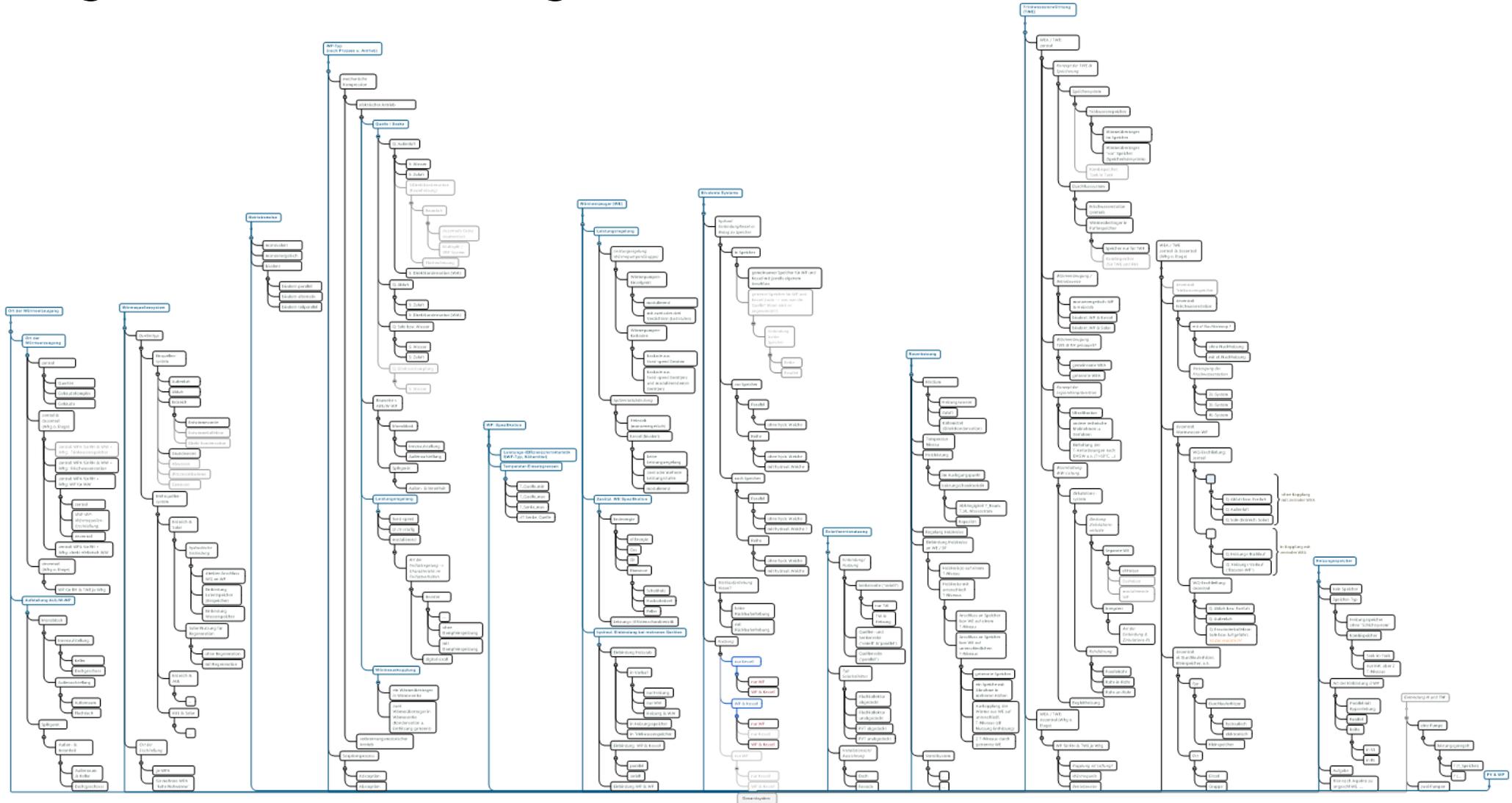
Spez. Heizwärmeverbrauch	140 kWh/(m ² a)	JAZ 3_HK (WP & HS)	3,6
T_WP_Heizkreis: mittel	36,8 °C	Verhältnis HS zu Verd.: RH/TWE	- / 0 %
T_WP_TWS-Beladung: mittel	-	Wärmeanteil der WPA für TWE	-
		Kesselnutzungsgrad	-
		Deckungsbeitrag Kessel: RH / TWE	52 % / 0 %
		Wärmeanteil des Kessels für TWE	0 %

Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

Außenwand	2013: 45 mm Dämmung (PS) (innen)
Fenster	1998: 2-fach-Isolierverglasung
Dach	2016: 120 mm Dämmung (PS)
Wärmeübergabesystem	2013: Austausch von ca. 75% der Gliederheizkörper durch Plattenheizkörper; Einbau FBH (Einbaujahr unbekannt)
Wärmeerzeuger	2013: Austausch Niedertemperatur-Kessel durch Ölbrennwertkessel und Brauchwasser-Wärmepumpe 2014: Einbau Heizungswärmepumpe; Ölkessel bleibt bestehen 2015: Austausch Heizungswärmepumpe; Ölkessel bleibt bestehen



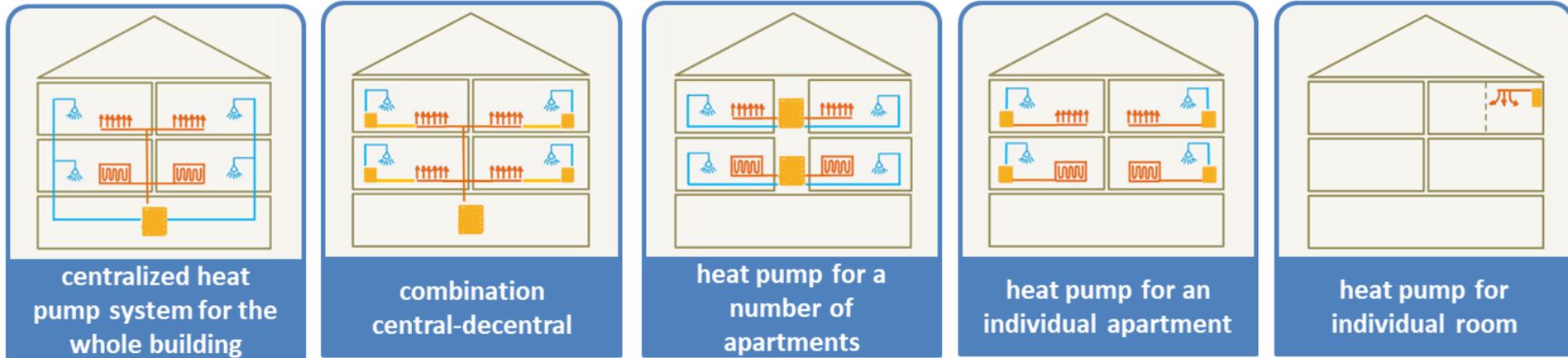
Viele Möglichkeiten die Lösungen zu klassifizieren



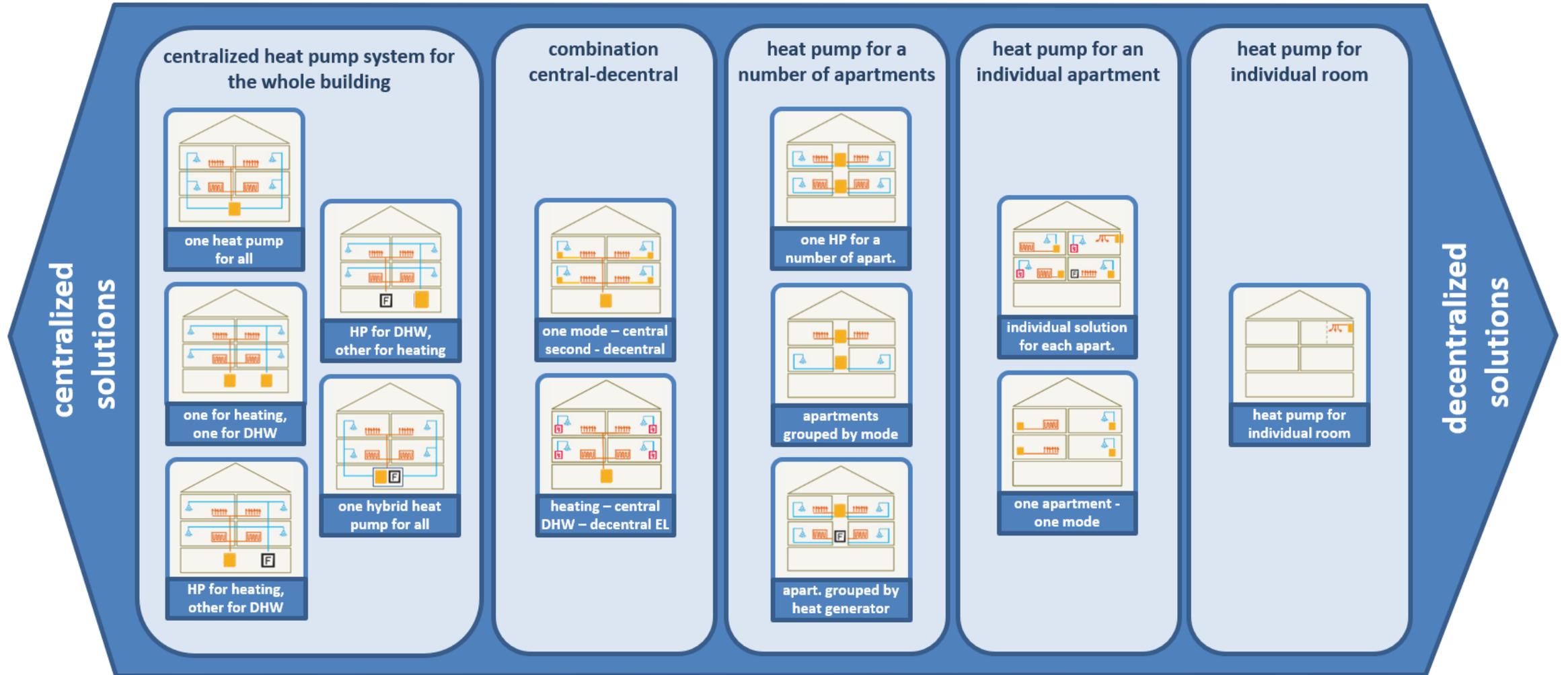
Vereinfachte Klassifizierung

Konzepte Überblick

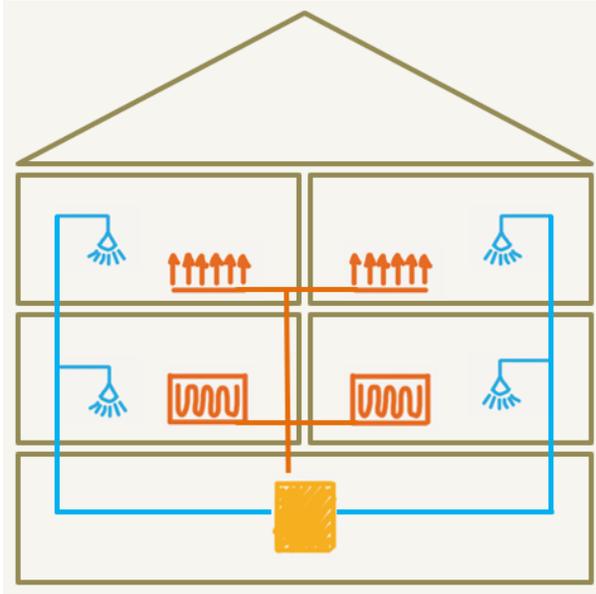
<https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/case-studies/>



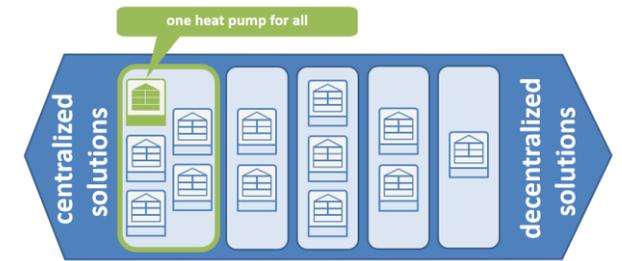
Vereinfachte Klassifizierung Lösungen "Familien"

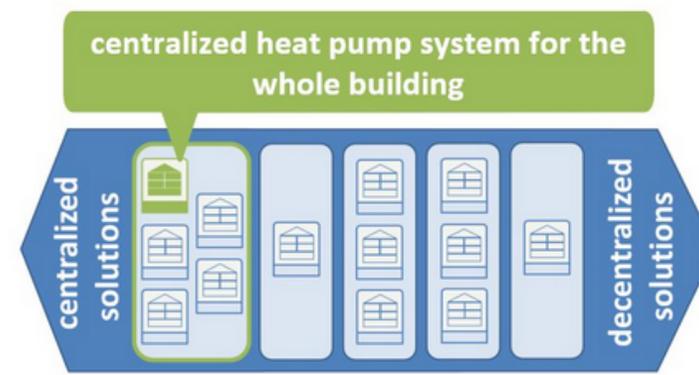
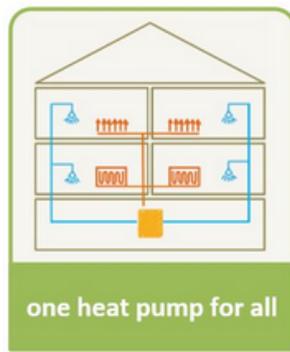


Beispiel „one heat pump for all“



Zentrale Wärmepumpe
für das ganze Gebäude,
sowohl für Heizwärme
als auch für Warmwasser





Main characteristic of the concept

One central heat pump system for the whole building, both for space heating and DHW.

Size of building, number of apartments

This solution is typical solution in single familie houses. It will be common to implement in smaller MFB with small number of apartments. In case of big buildings more than 1 HP. It can be also implemented in bigger MFB.

Energy standard, insulation level

This concept can be used for buildings with a high as well as a low level of insulation. In general a well insulated building is to be preferred related to the aim of energy demand reduction, for comfort reasons and the possibility of a LT space heating system.

Heat Sources

The heat source can be outside air, ground (via boreholes field) or groundwater. Ground and groundwater heat sources induce better performances but installation is more difficult and expensive than air source heat pump one.

Heat distribution and temperatures levels

Because of the combined production of Space Heating and DHW, the supply temperature of the heat production always needs to meet the requirements of DHW.

DHW and storage characteristic

Storage tanks for DHW are needed to avoid a too high HP capacity and to make DHW available continuously. Limiting factor is the temperatur level for the central DHW production due to legionella.

Complexity of installation

In many cases, a system with a ground source will be preferred because of the higher efficiency and lower noise production. However, this system is also possible with a heat pump with the outside air as the source (in cold climates a two-stage HP might be necessary for DHW).

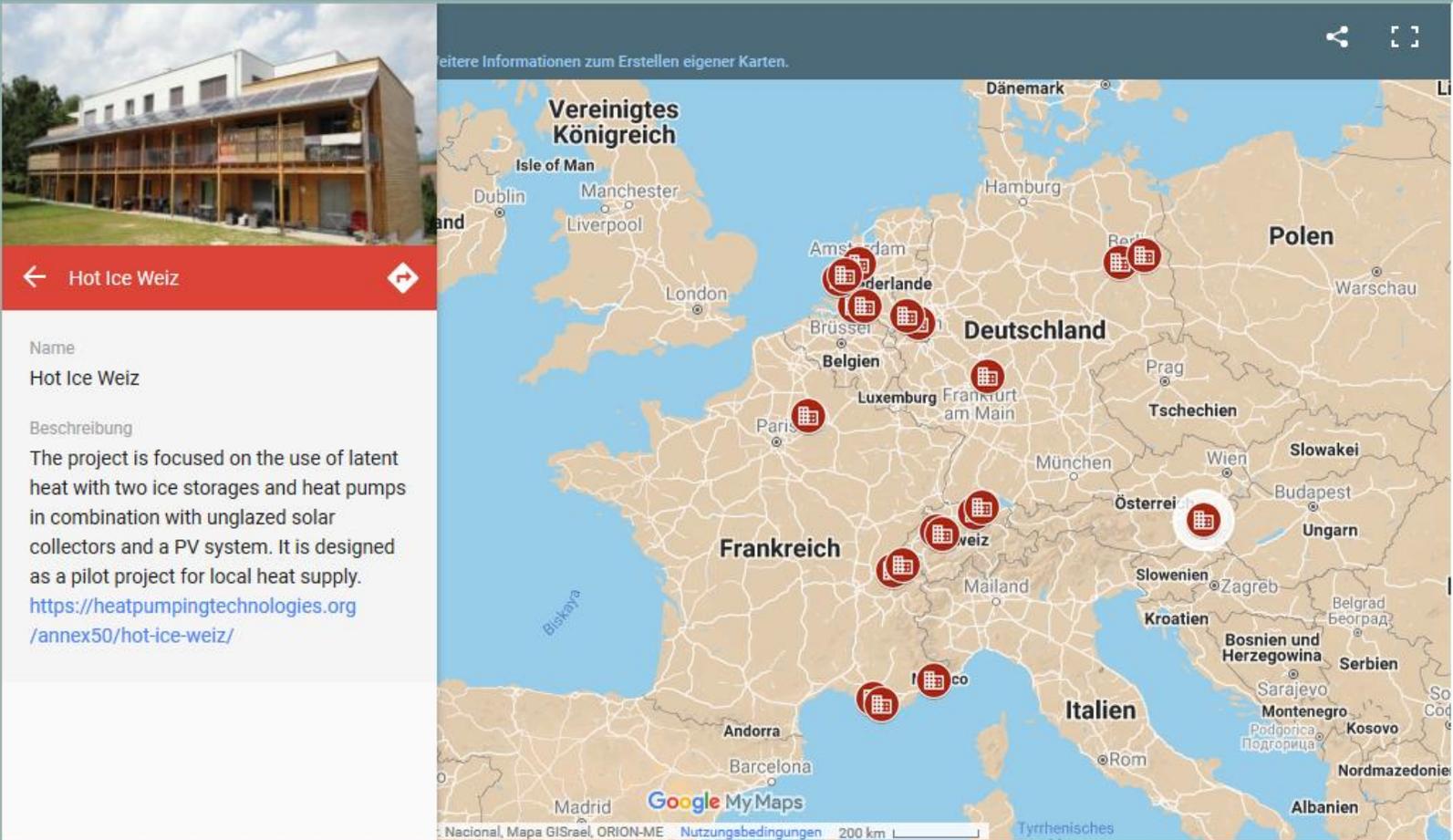
Specific issues of the concept

The heat distribution system throughout the building can be maintained. The central generation (gas boiler or connection to district heating) is replaced by one (or more) heat pumps.

Wärmepumpen in Mehrfamiliengebäuden

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/case-studies/>

CASE STUDIES



Hot Ice Weiz

Name
Hot Ice Weiz

Beschreibung
The project is focused on the use of latent heat with two ice storages and heat pumps in combination with unglazed solar collectors and a PV system. It is designed as a pilot project for local heat supply.
<https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/hot-ice-weiz/>

Wärmepumpen in Mehrfamiliengebäuden

<https://www.lowex-bestand.de>

CASE STUDIES

Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach, Ersinger Straße 2

The building forms part of a cluster of five large renovated multi-family buildings from the 1960s within the Karlsruhe district Durlach, where an integrated energy system is demonstrated within the research project "Smart district Durlach".

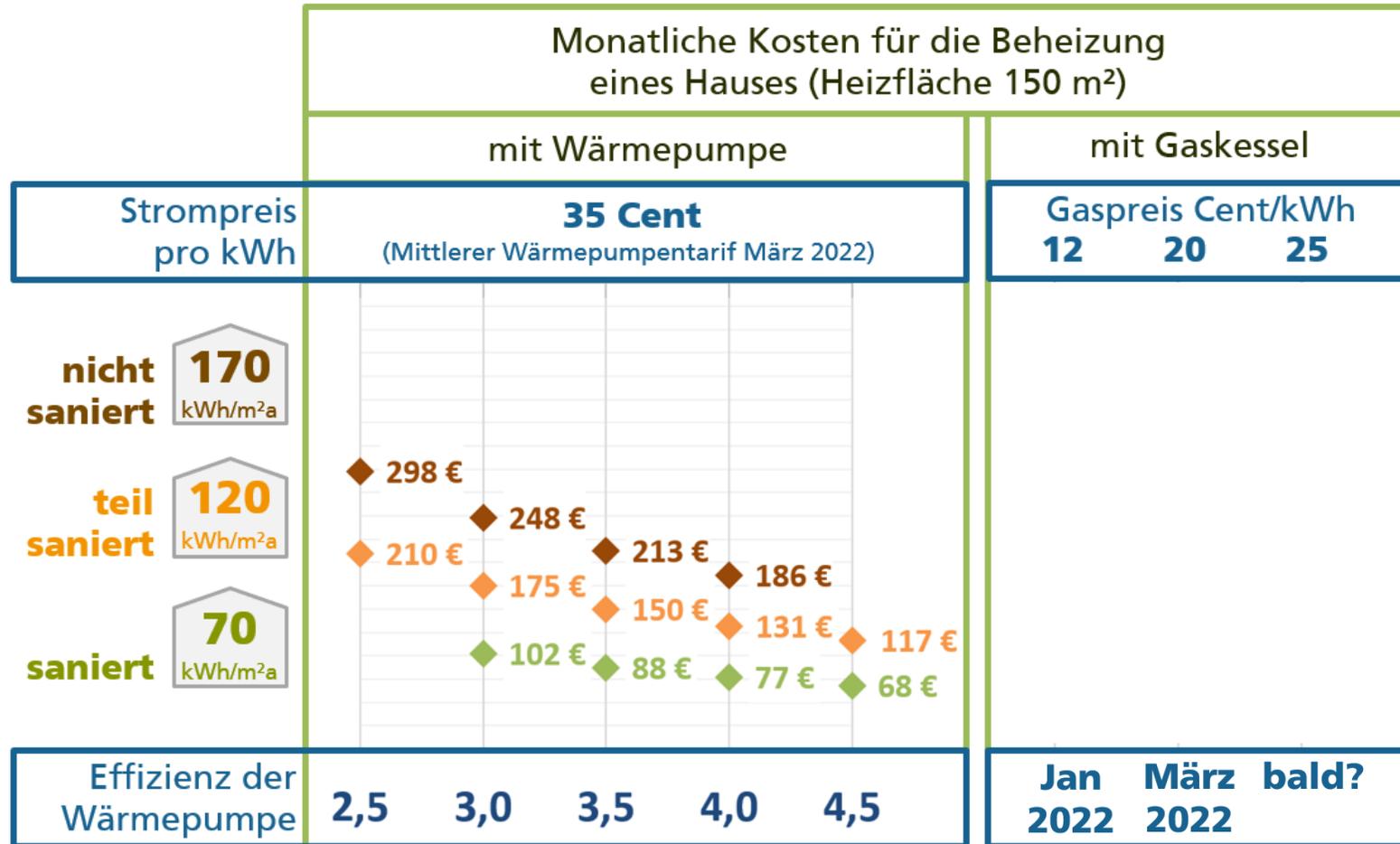
The building forms part of a cluster of five large renovated multi-family buildings from the 1960s within the Karlsruhe district Durlach, where an integrated energy system is demonstrated within the research project "Smart district Durlach". The demonstrated heat pump technology features finned PVT collectors as single source for the heat pump system. Ultrafiltration are units are integrated in the drinking water circuit to allow low temperatures and maintain the hygienic requirements. 13 out of 150 radiators were exchanged to allow a heating temperature reduction to 55/45 °C.



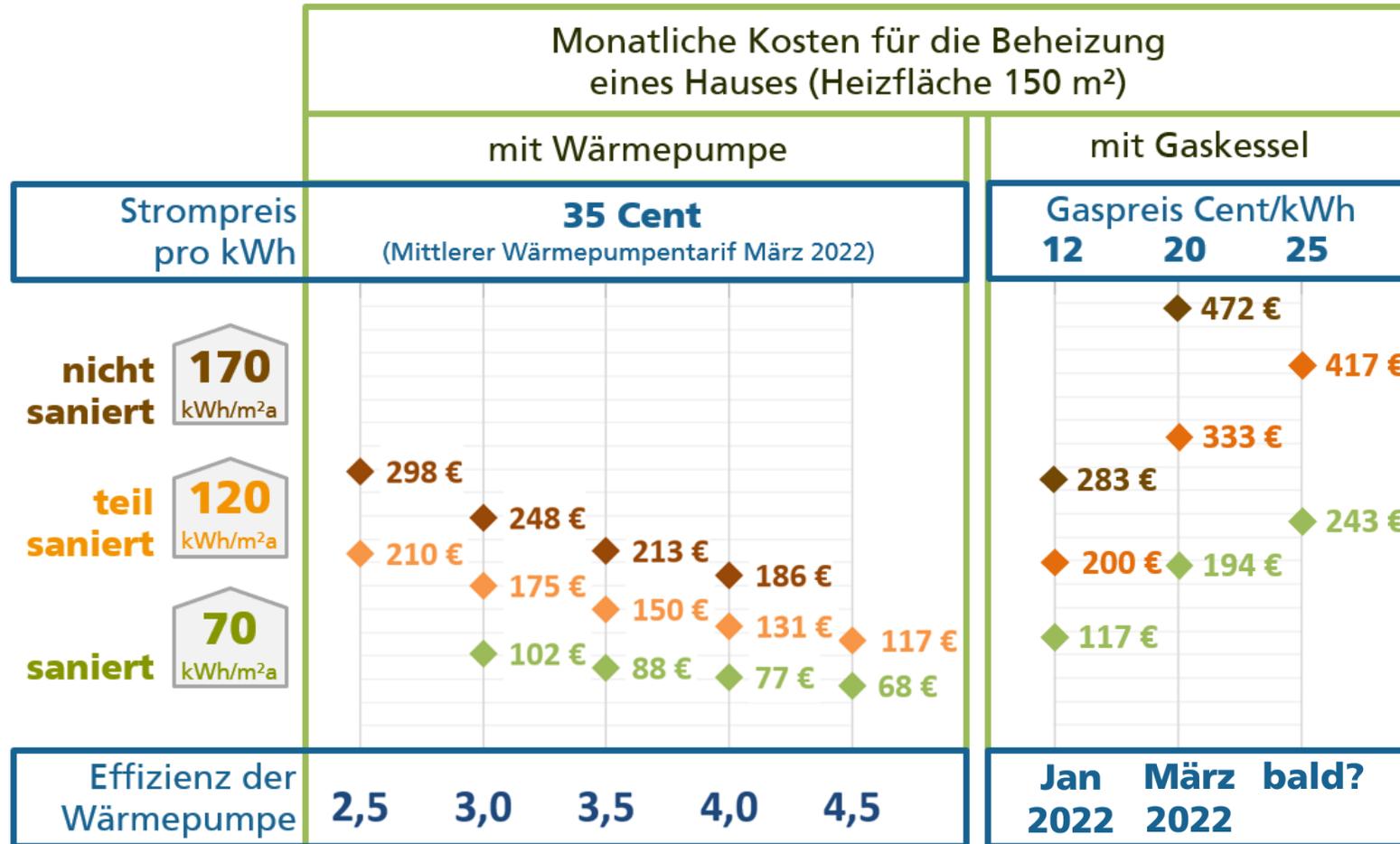
Monatliche Betriebskosten

		Monatliche Kosten für die Beheizung eines Hauses (Heizfläche 150 m ²)				
		mit Wärmepumpe			mit Gaskessel	
Strompreis pro kWh		35 Cent (Mittlerer Wärmepumpentarif März 2022)			Gaspreis Cent/kWh 12 20 25	
nicht saniiert	170 kWh/m ² a					
teil saniiert	120 kWh/m ² a					
saniiert	70 kWh/m ² a					
Effizienz der Wärmepumpe		2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
					Jan 2022	März 2022
						bald?

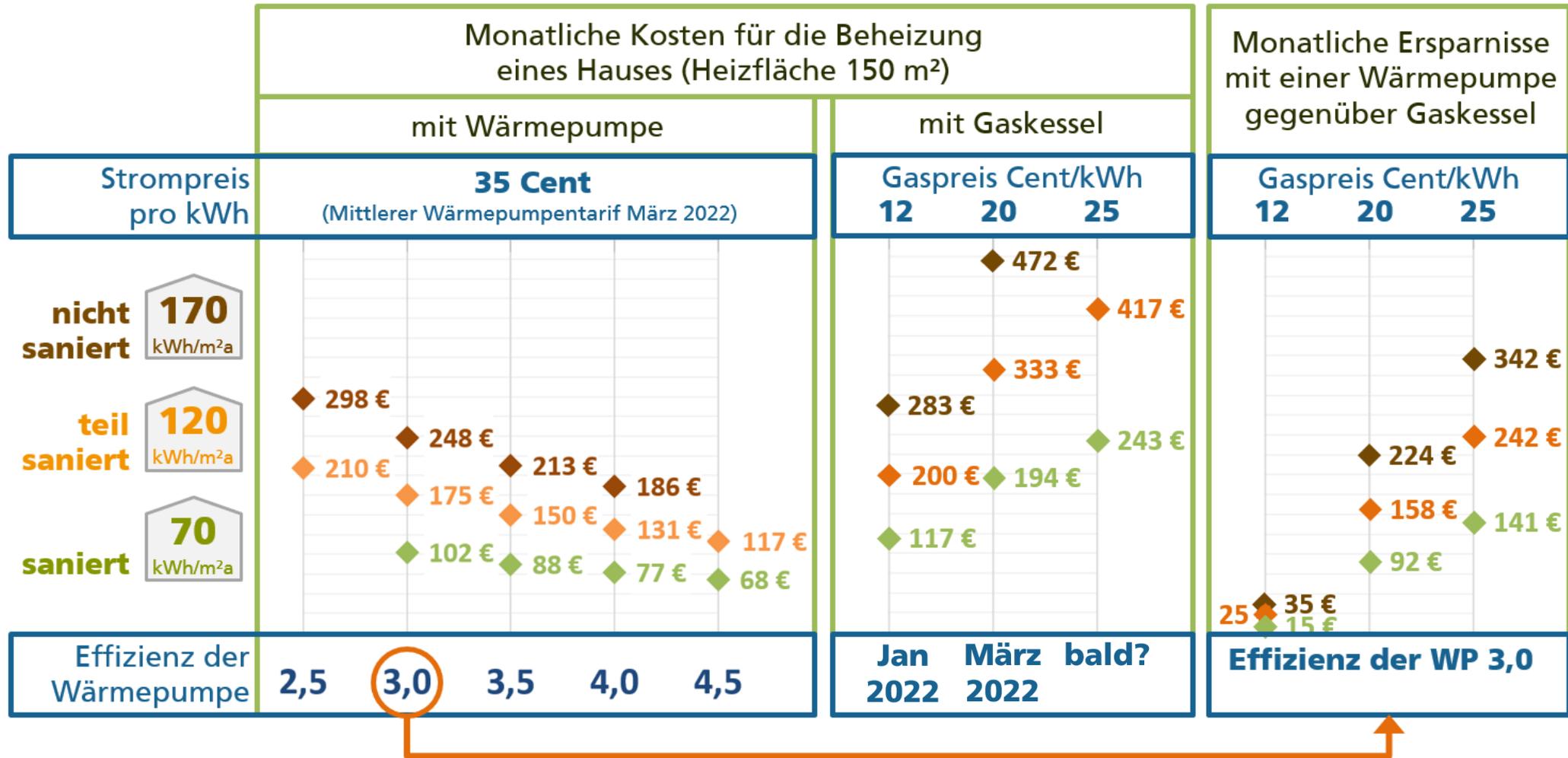
Monatliche Betriebskosten



Monatliche Betriebskosten



Monatliche Betriebskosten



Herausforderungen

Technisch:

- Wärmequellen-AnschlieÙung (Schall)
 - Standardisierung
 - „Plug and Play“
- Low GWP Kältemitteln

Geschwindigkeit gerecht zu werden

- Lieferprobleme bei Geräten und Komponenten
- Handverkkapazitäten
- Netzbelastung (Flexibilität)
 - Regeln, Gesetze, Genehmigungen...

Zum Mitnehmen

Die Wärmepumpen sind vielfältig einsetzbar (EFH, MFH, Industrie, ...)

Die Wärmepumpen können auch mit Heizkörpern sehr gut arbeiten

Die heutigen Energiepreise machen die Wärmepumpen sehr attraktiv

Aus technischer Sicht gibt es kaum Gründe, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden nicht einzusetzen

Gegenüber fossilen Heizsystemen sind Wärmepumpen auch im Altbau ökologisch unschlagbar

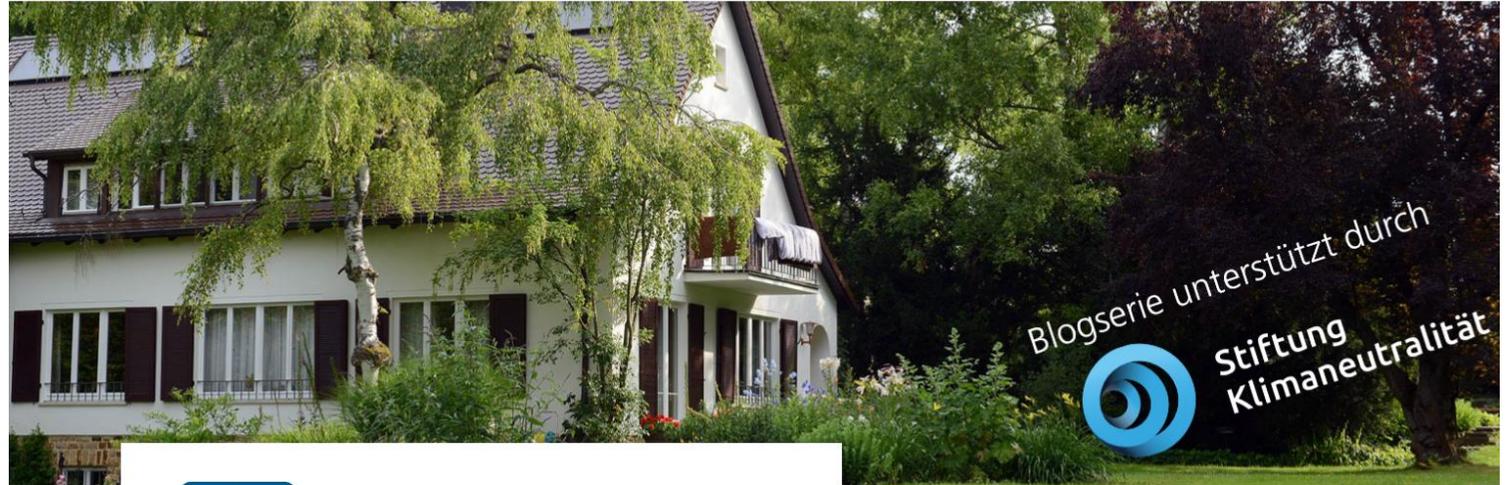
Vielen Dank!

Marek Miara

www.ise.fraunhofer.de

marek.miara@ise.fraunhofer.de

<https://blog.innovation4e.de/author/miaram/>



Blogserie unterstützt durch
 Stiftung
Klimaneutralität

ENERGIEGEWINNUNG

Wärmepumpen im Bestand, eine Serie in 12 Folgen

Marek Miara 10. Februar 2021 1 Kommentar

Wärmepumpen sind nur für Neubauten oder energetisch anspruchsvoll sanierte Gebäude geeignet! Dies ist eine gängige Auffassung, die heute in vielerlei Hinsicht als widerlegt gelten kann.

Zum Glück – könnte man sagen, – denn gerade die Bestandsgebäude sind entscheidend, um in Zukunft Klimaneutralität zu erreichen. Etwa 75 Prozent der Wohnfläche wird heute noch



Marek Miara

ALLE BEITRÄGE ANZEIGEN

Einordnung der Ergebnisse - Ökologie

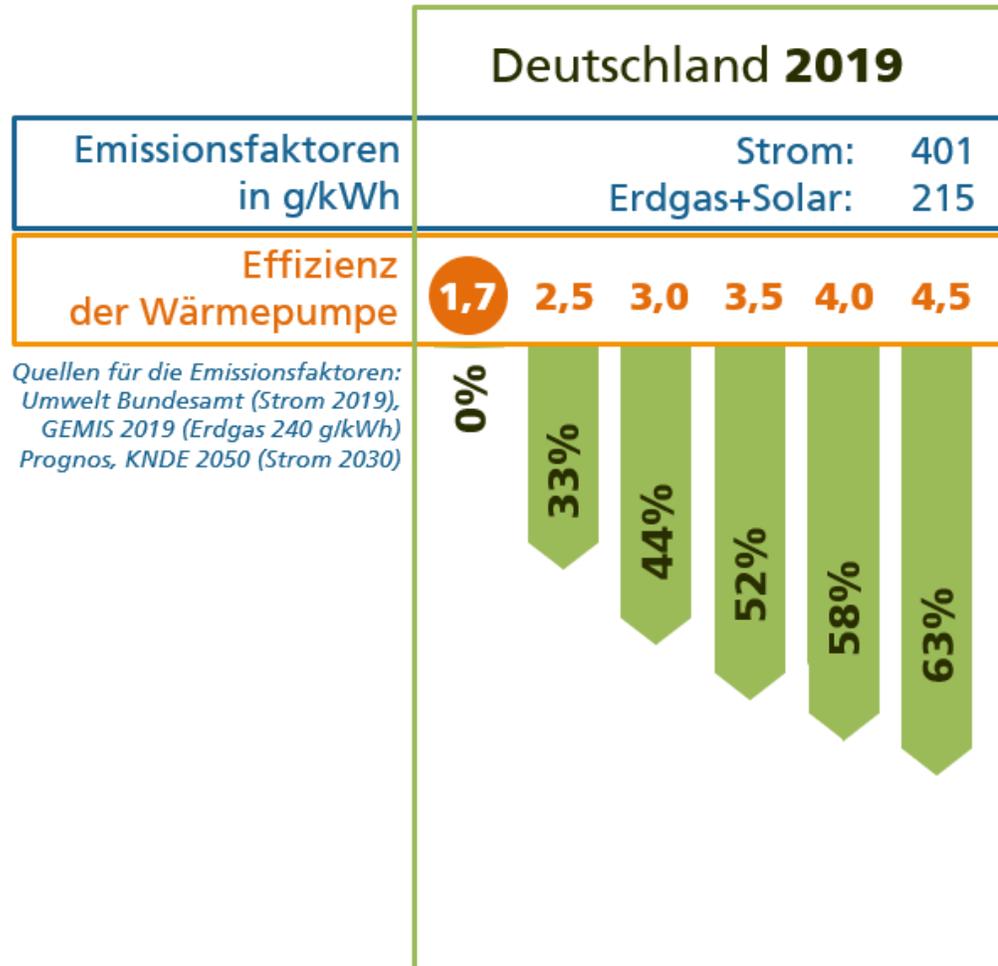
Deutschland 2019	
Emissionsfaktoren in g/kWh	Strom: 401 Erdgas+Solar: 215
Effizienz der Wärmepumpe	

Quellen für die Emissionsfaktoren:
Umwelt Bundesamt (Strom 2019),
GEMIS 2019 (Erdgas 240 g/kWh)
Prognos, KNDE 2050 (Strom 2030)

CO₂ Emissionsminderungen gegenüber Gaskessel plus Solar*

*Effizienz des Gaskessels 90%, solarthermische Unterstützung von WW-Bereitung (70%)

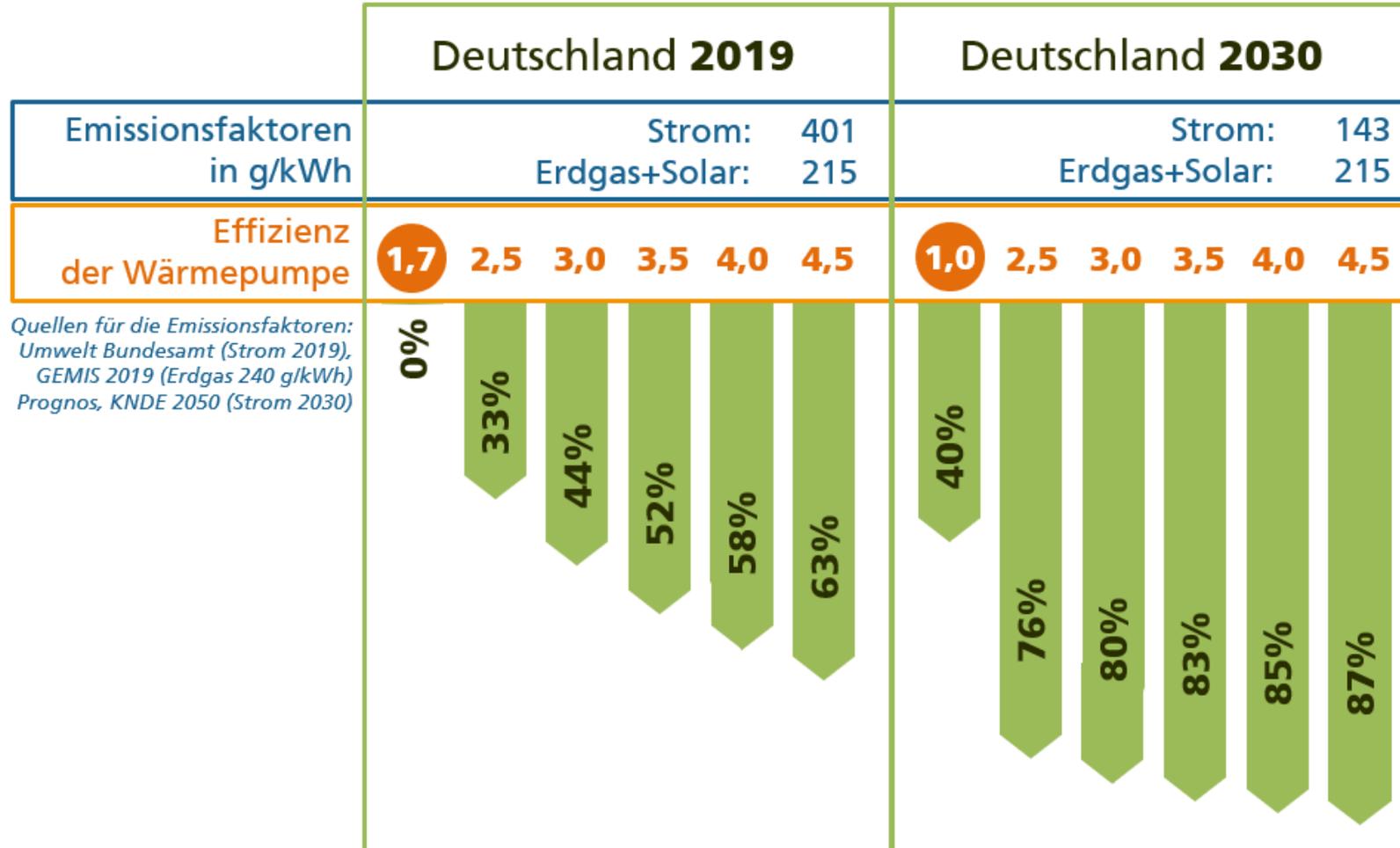
Einordnung der Ergebnisse - Ökologie



CO₂ Emissionsminderungen gegenüber Gaskessel plus Solar*

*Effizienz des Gaskessels 90%, solarthermische Unterstützung von WW-Bereitung (70%)

Einordnung der Ergebnisse - Ökologie



CO₂ Emissionsminderungen gegenüber Gaskessel plus Solar*

*Effizienz des Gaskessels 90%, solarthermische Unterstützung von WW-Bereitung (70%)