

---

# WÄRMEPUMPEN

Fokus auf Bestand

---



Dr.-Ing. Marek Miara

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.  
Online-Seminar, 7.07.2020

# Die Themen

1

Marktsituation

2

Studien,  
Prognosen

3

Wärmepumpen am  
Fraunhofer ISE

4

Kältemittel

5

Digitalisierung

6

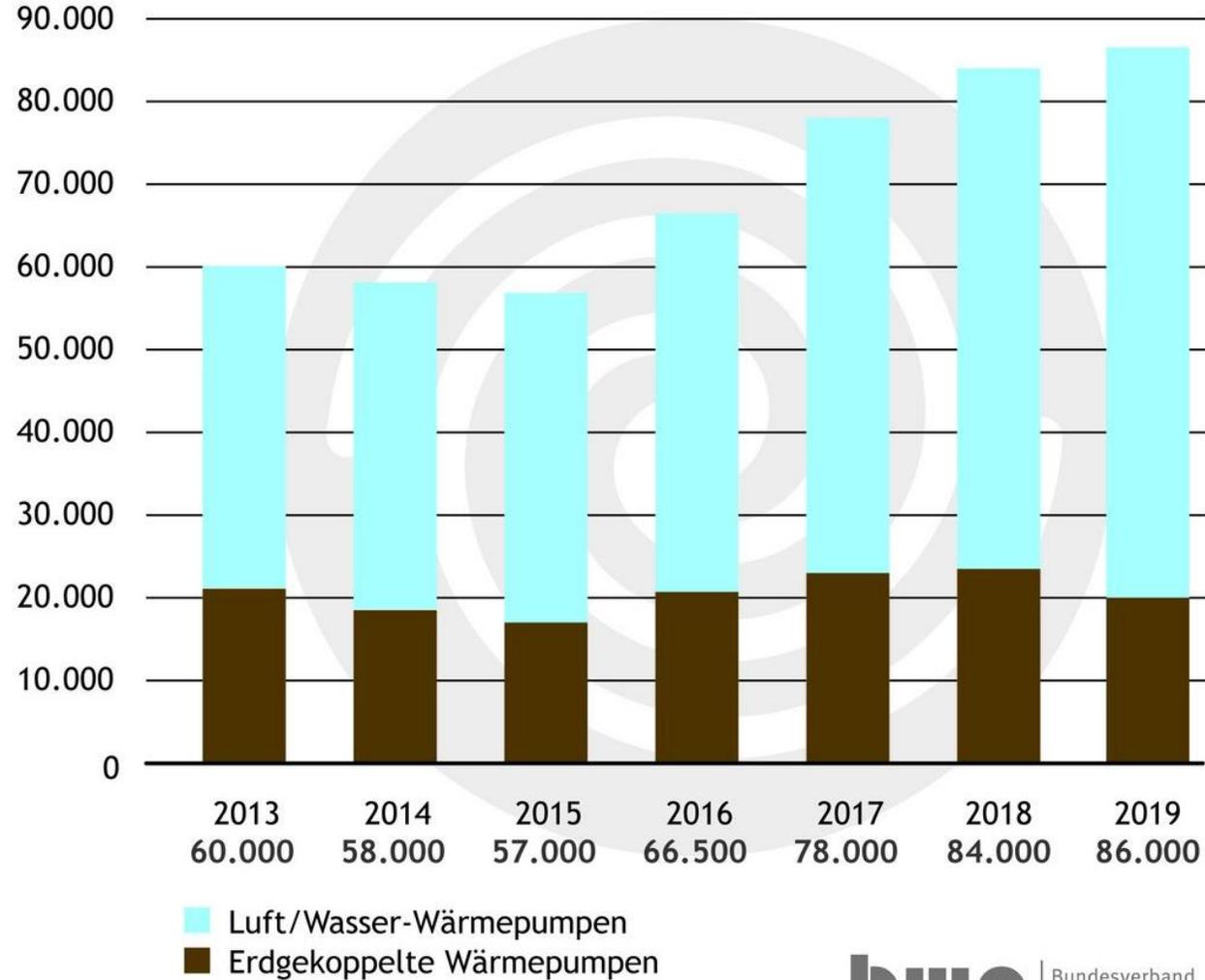
Design, Schall

# Die Themen

1

Marktsituation

# Absatzzahlen für Heizungswärmepumpen in Deutschland

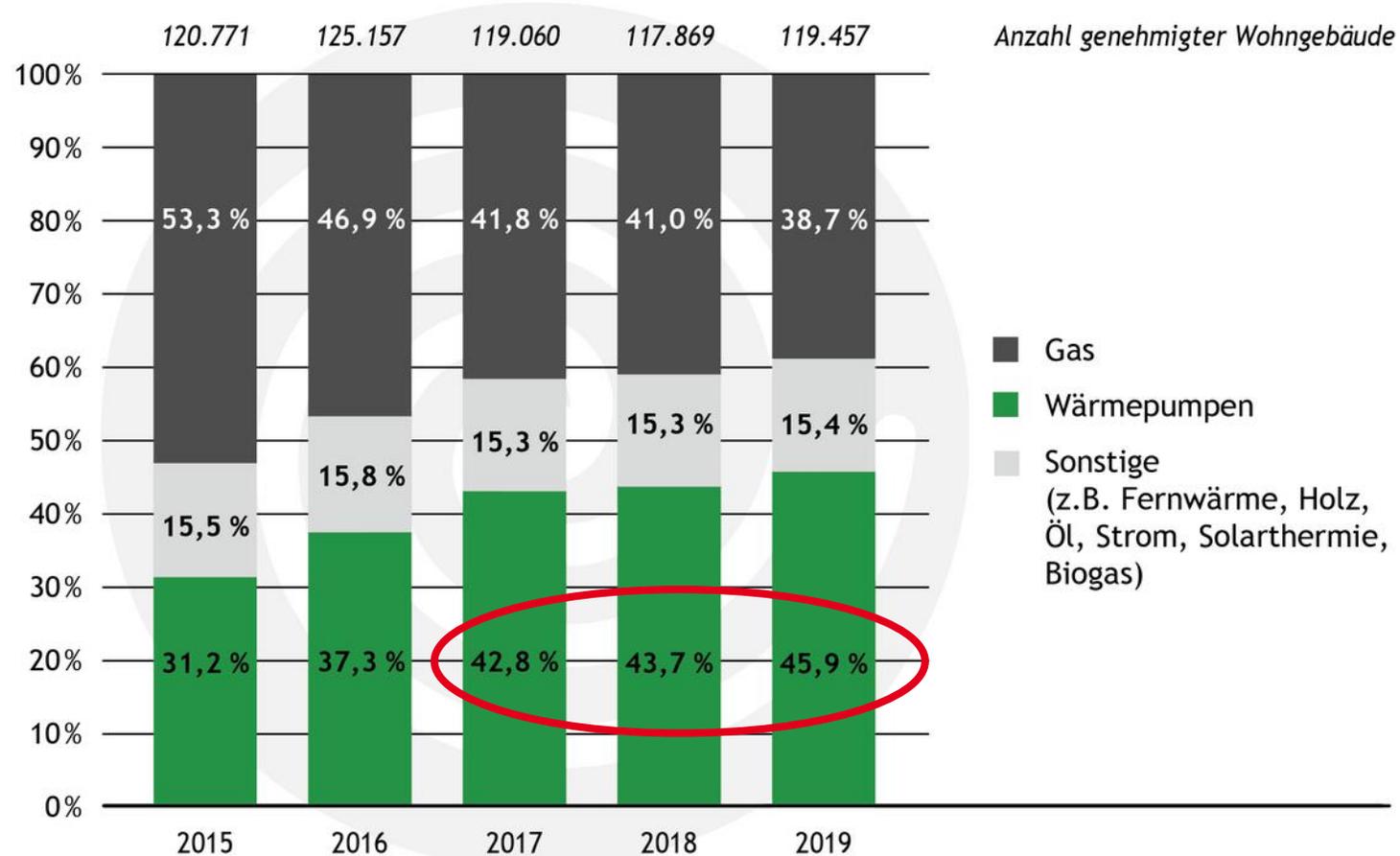


Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

**bwp** Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

# Wärmepumpen-Marktanteile in Deutschland

## Baugenehmigungen neuer Wohngebäude

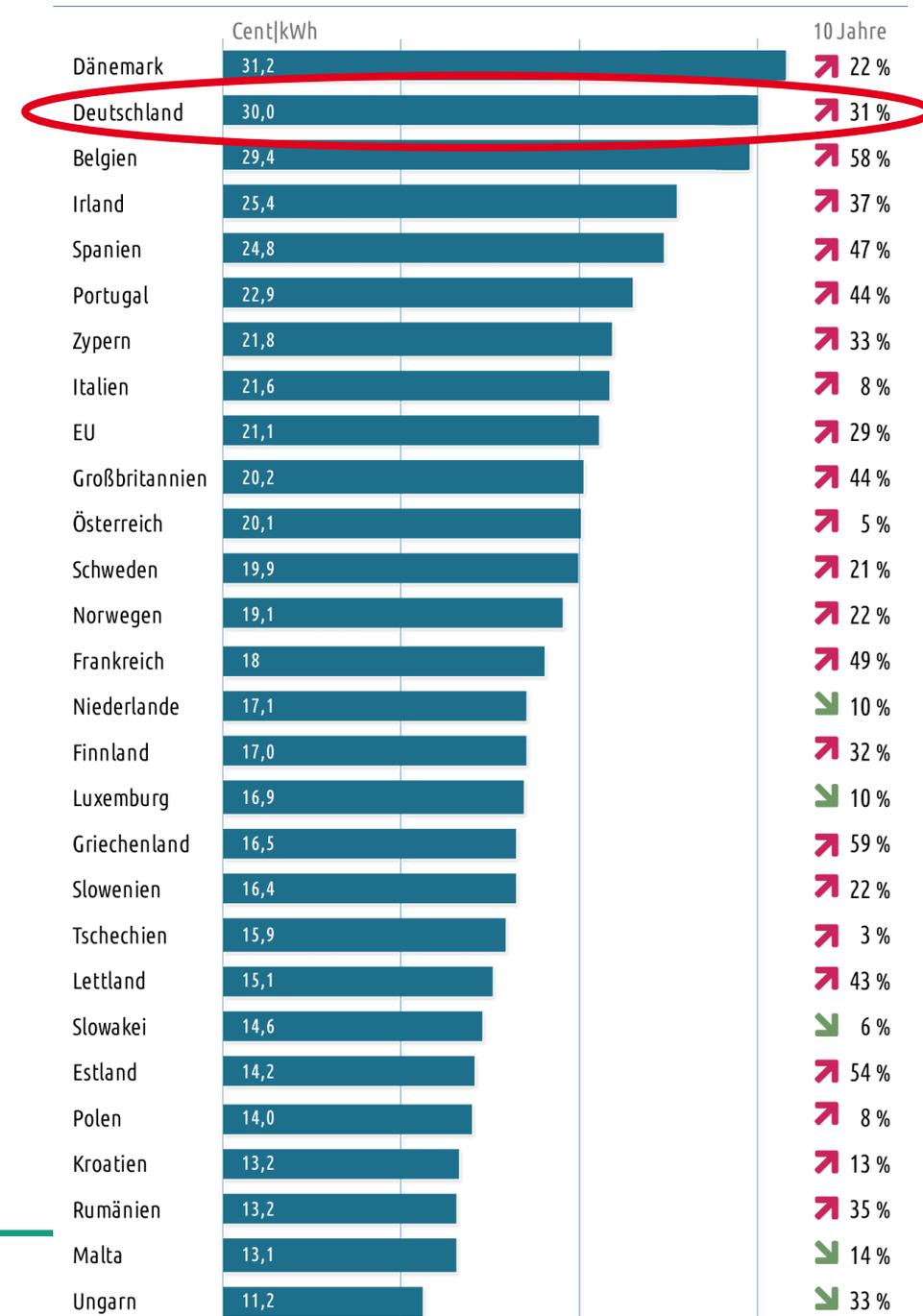


Quelle: Statistisches Bundesamt, Bautätigkeit, Baugenehmigungen für Wohngebäude nach primär verwendeter Energie zur Heizung

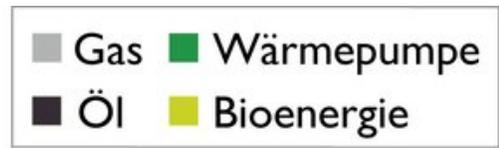
**bwp** Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

# Strompreise in Europa 2018

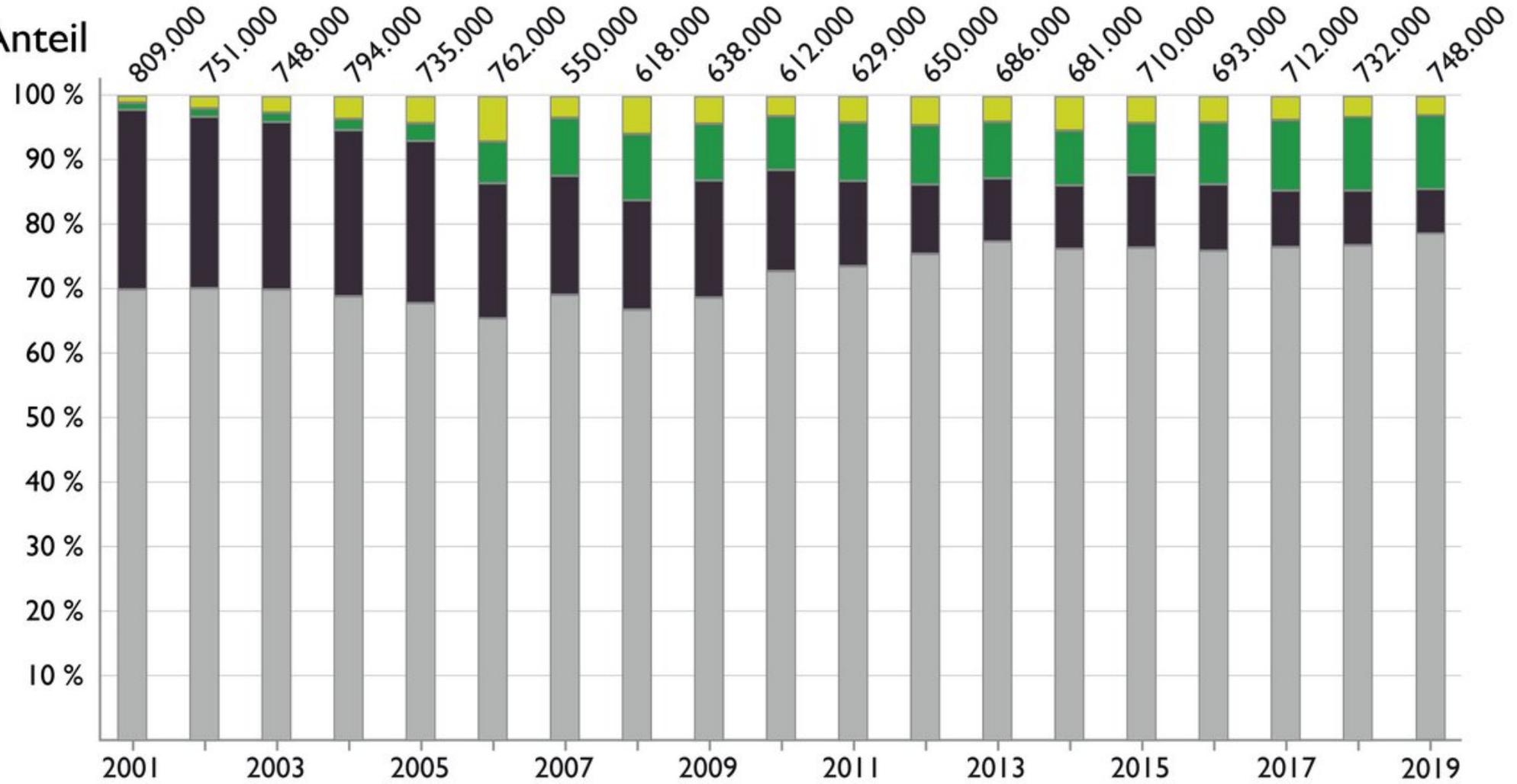
## Stromkosten pro Land für private Haushalte



# Gesamtabsatz



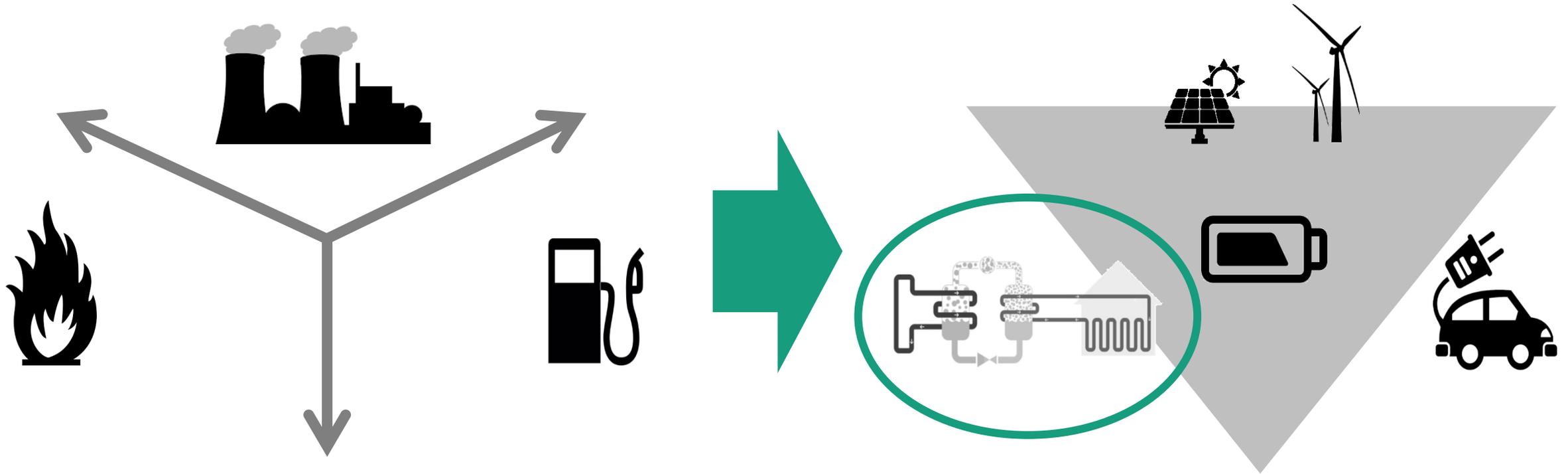
Anteil



# Die Themen

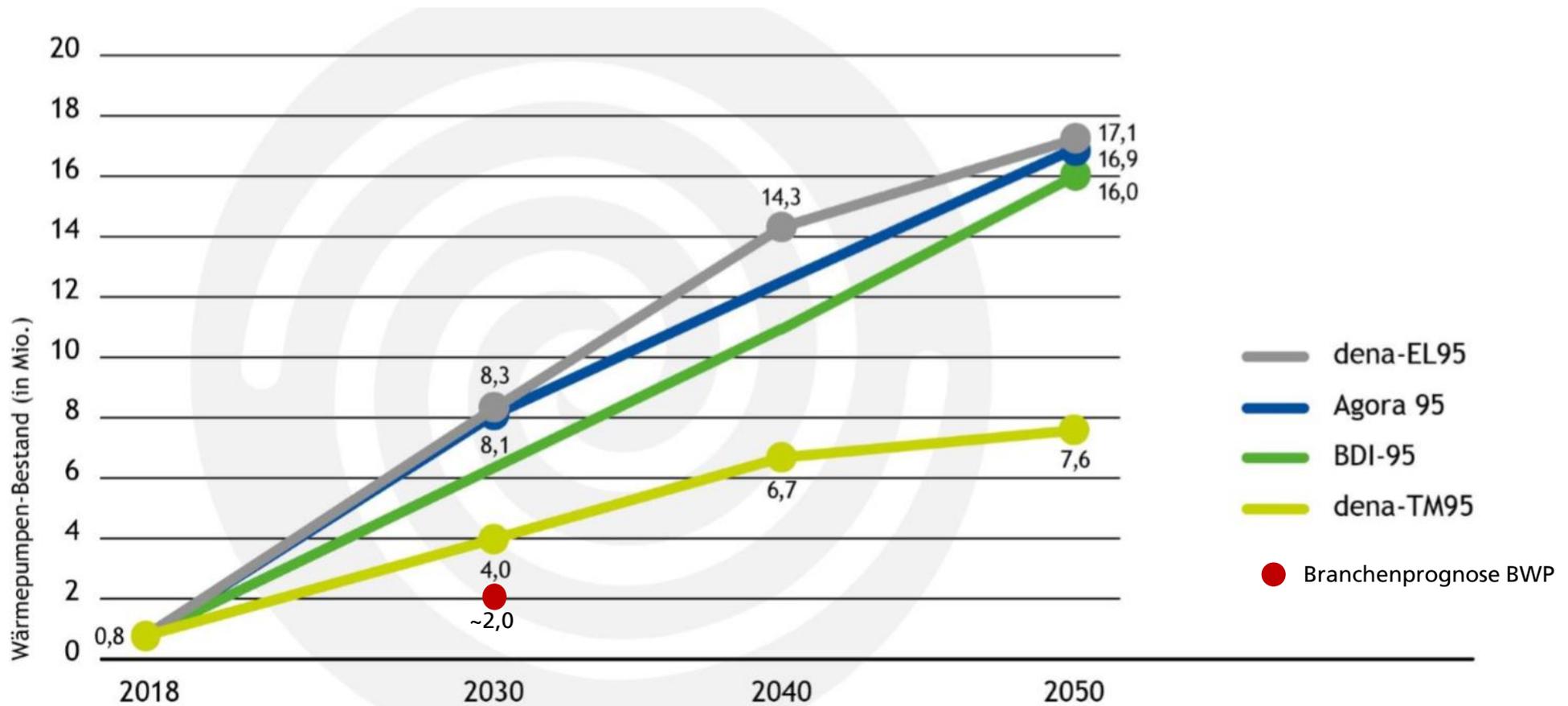


# Bedeutung der Wärme(pumpen) für die Energiewende



# Energiesysteme der Zukunft





Quellen: Agora Energiewende: „Wärmewende 2030“  
 BDI: „Klimapfade für Deutschland“  
 Gea/dena: „Gebäudestudie - Szenarien für eine marktwirtschaftliche  
 Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor“

**bwp** Bundesverband  
 Wärmepumpe e.V.

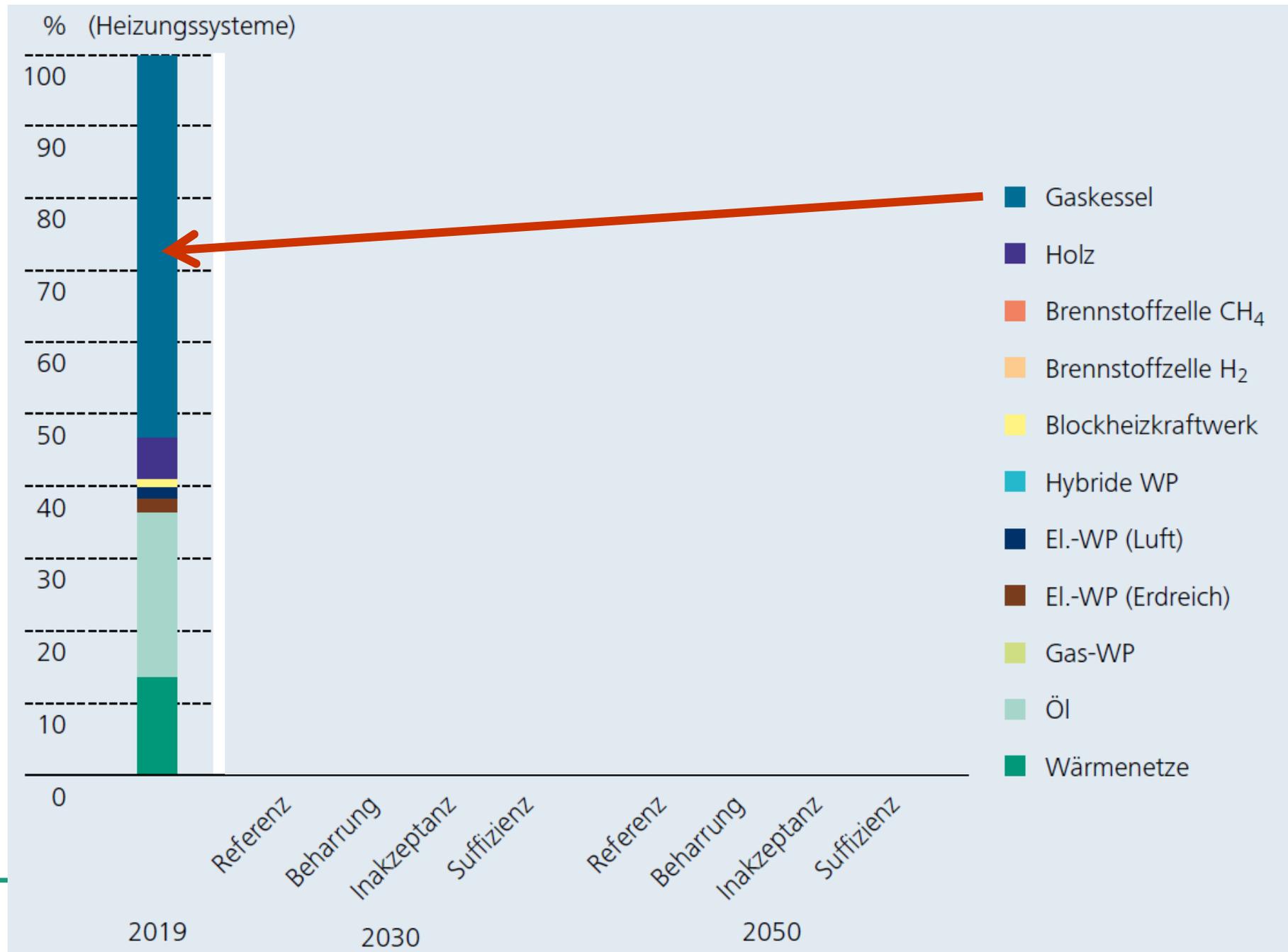
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>

## WEGE ZU EINEM KLIMANEUTRALEN ENERGIESYSTEM

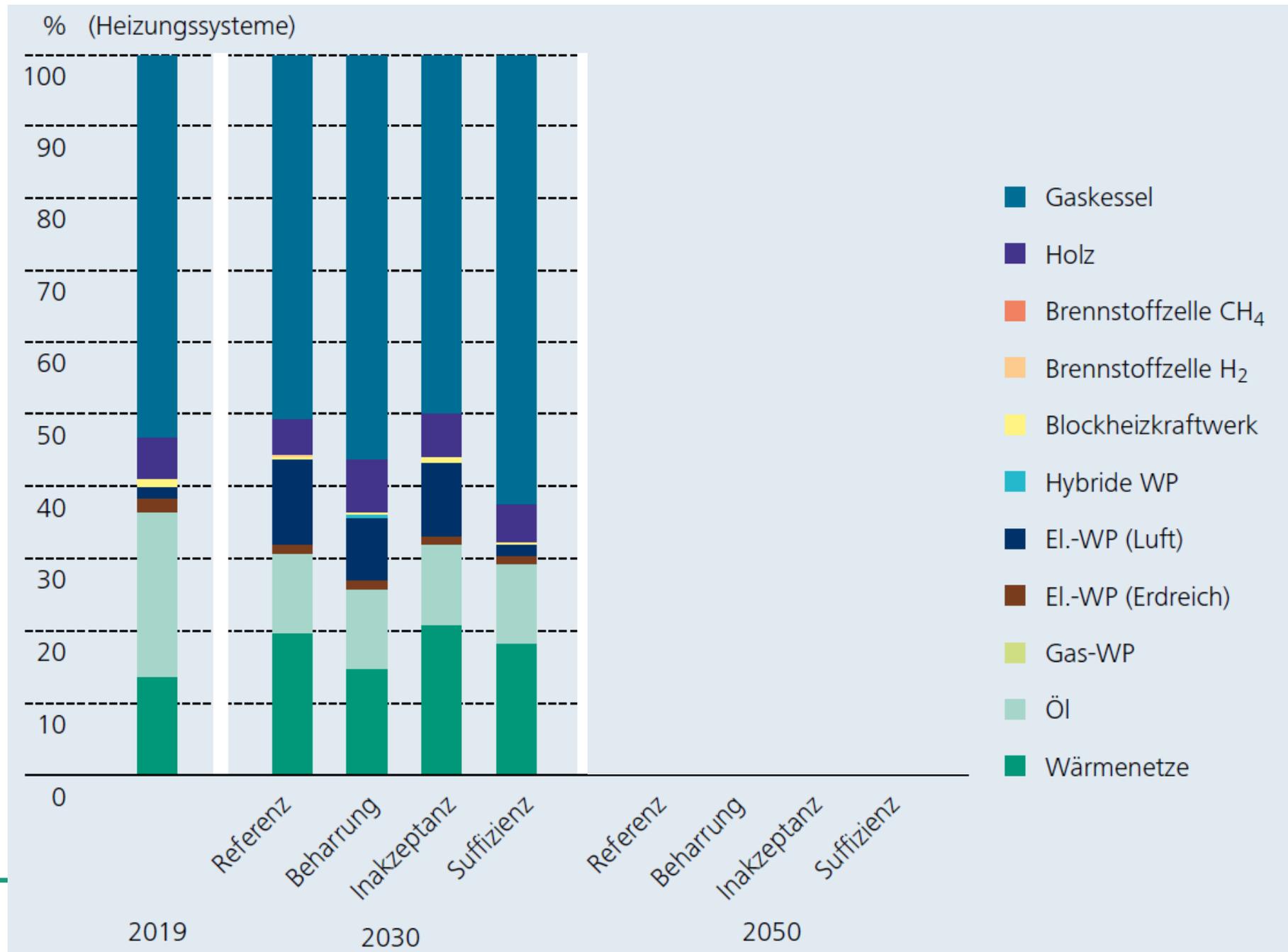
Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen



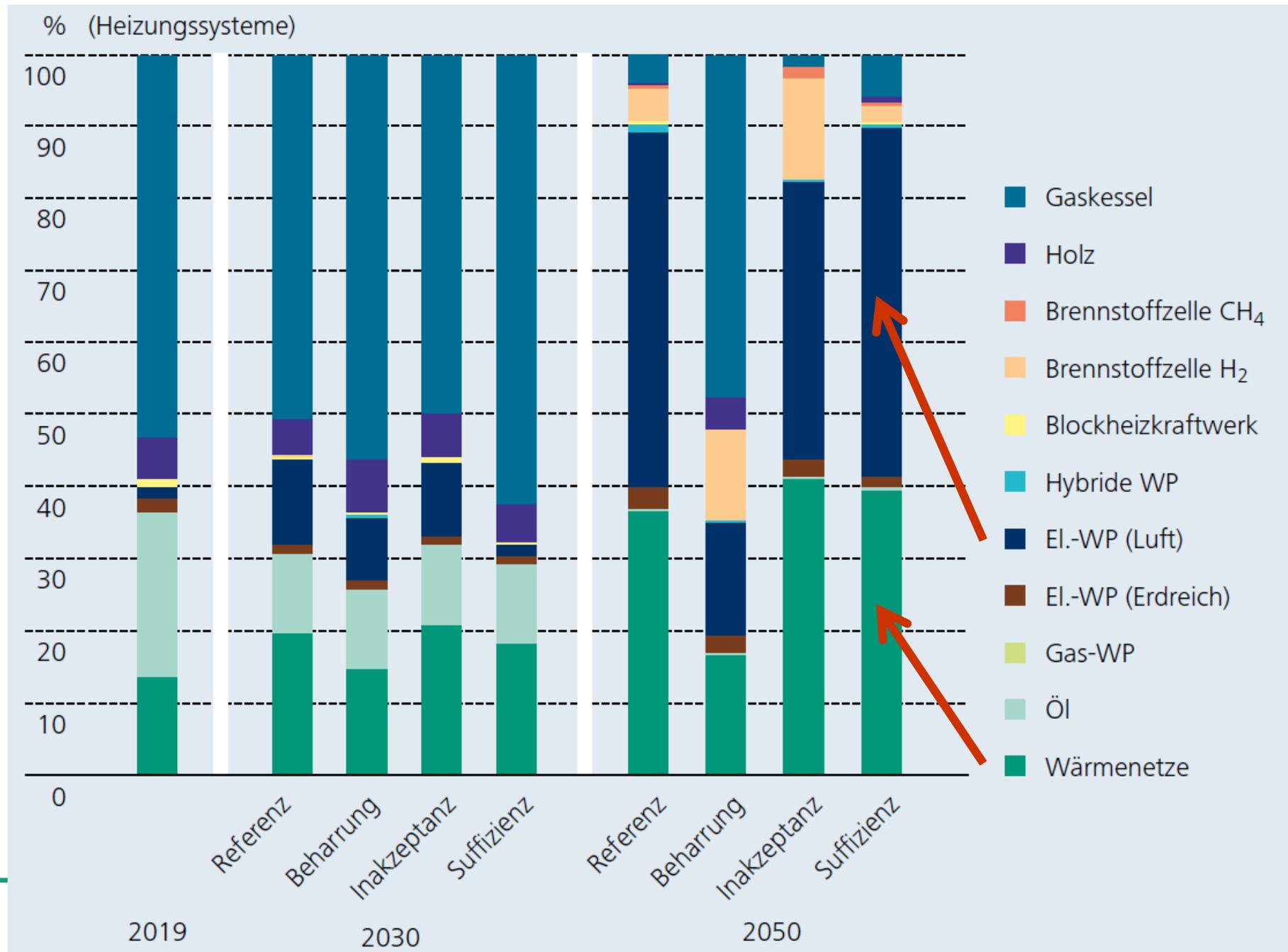
# Zusammensetzung der Heizungssysteme zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser in Gebäuden für die vier untersuchten Szenarien.



# Zusammensetzung der Heizungssysteme zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser in Gebäuden für die vier untersuchten Szenarien.



# Zusammensetzung der Heizungssysteme zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser in Gebäuden für die vier untersuchten Szenarien.



# Die Themen

3

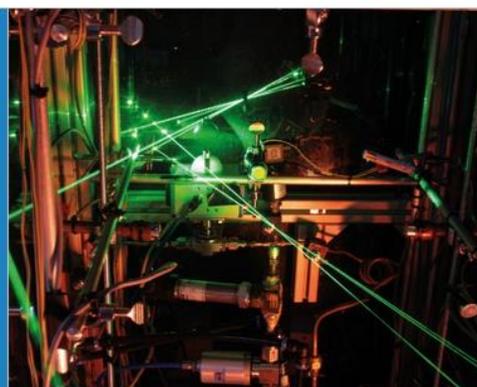
Wärmepumpen am  
Fraunhofer ISE



© Fraunhofer ISE

## Materialentwicklung und Beschichtung

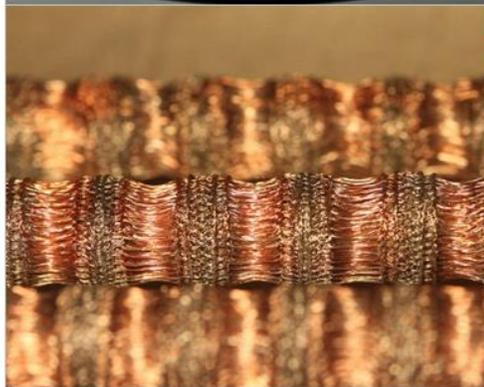
MEHR INFO



© Fraunhofer ISE

## Komponenten- und Geräteentwicklung

MEHR INFO



© Fraunhofer ISE

## Klimafreundliche Kälte- mittel für den Einsatz in Wärmepumpen

MEHR INFO



© Fraunhofer ISE

## Systemanalyse und -optimierung

MEHR INFO



© Fraunhofer ISE

## Messkampagnen

MEHR INFO

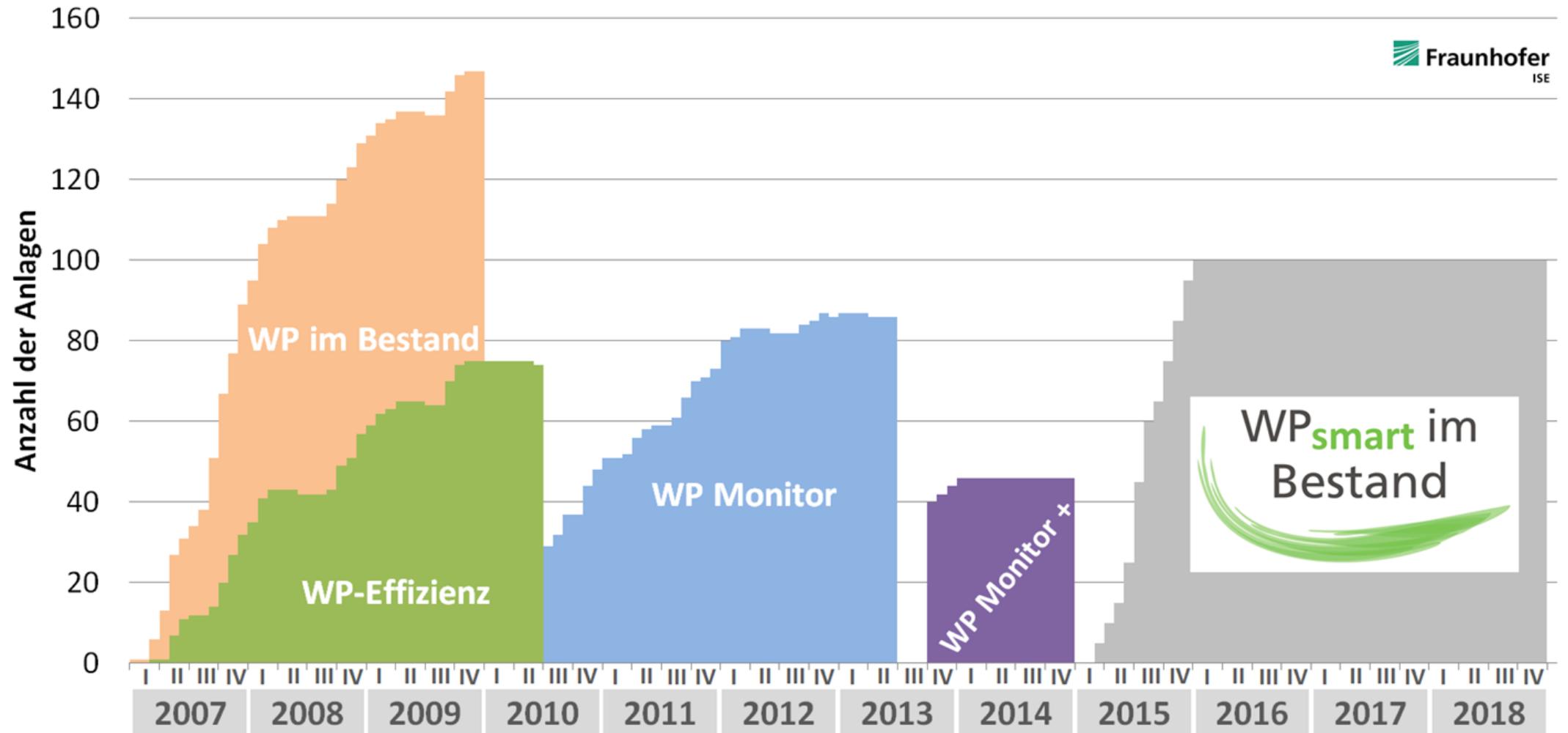


© iStock.com / hxdyl

## Wärmepumpen im Energiesystem

MEHR INFO

# Bisherige Monitoring-Projekte





**Baujahre: 1850 bis 2001 (diverse Sanierungszustände)**

**Beheizte Wohnfläche: 91 bis 350 m<sup>2</sup>**

**Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen**

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

**8 Hersteller, Th. Leistung von 6 bis ca. 34 kW**

# Effizienzkennzahlen

COP

JAZ

$\eta$ , (eta)

SCOP

JAZ

EER

SPF

SEER

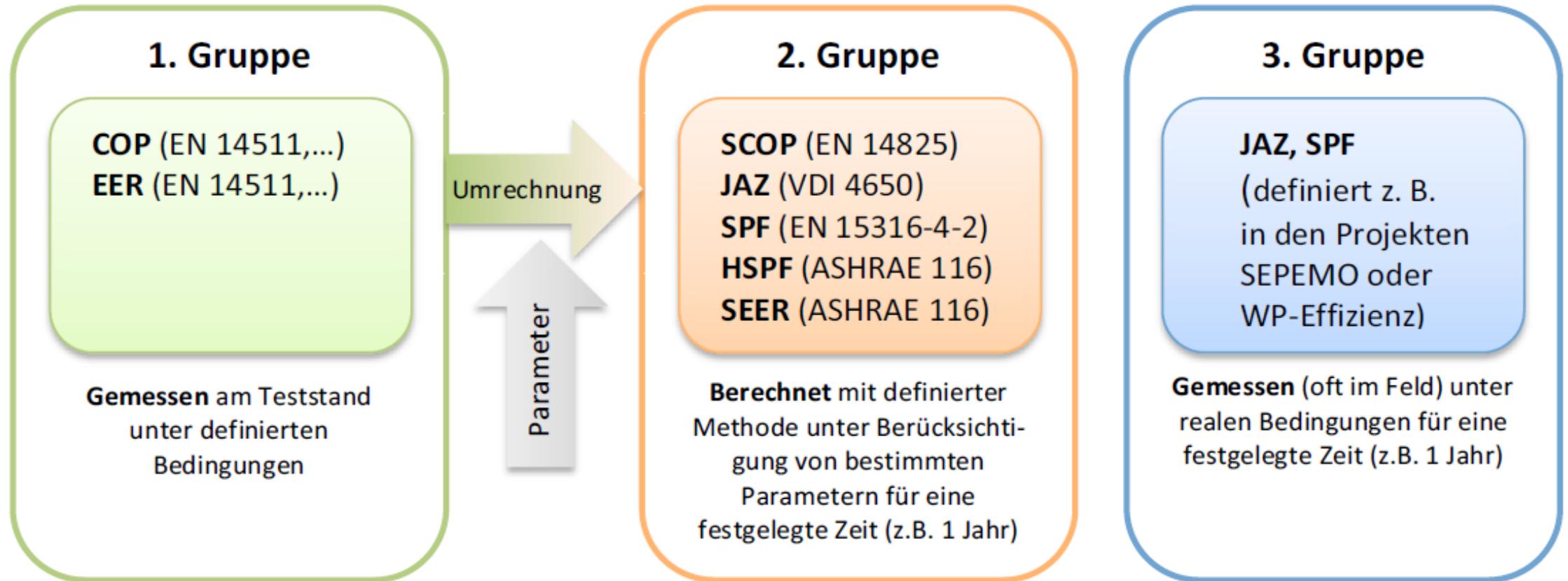
SPF

APF

HSPF

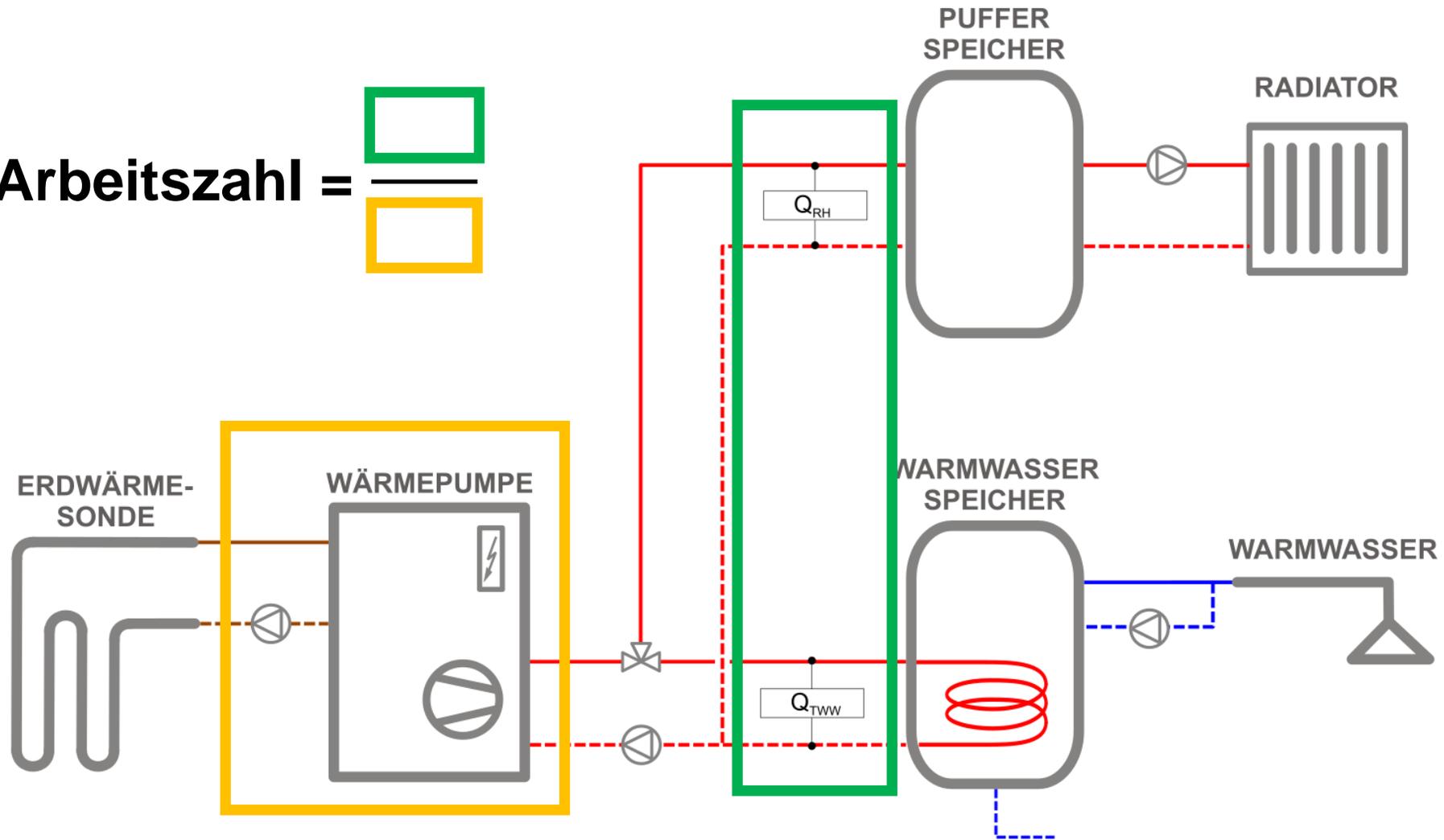
CSPF

# Effizienz-Kennzahlen



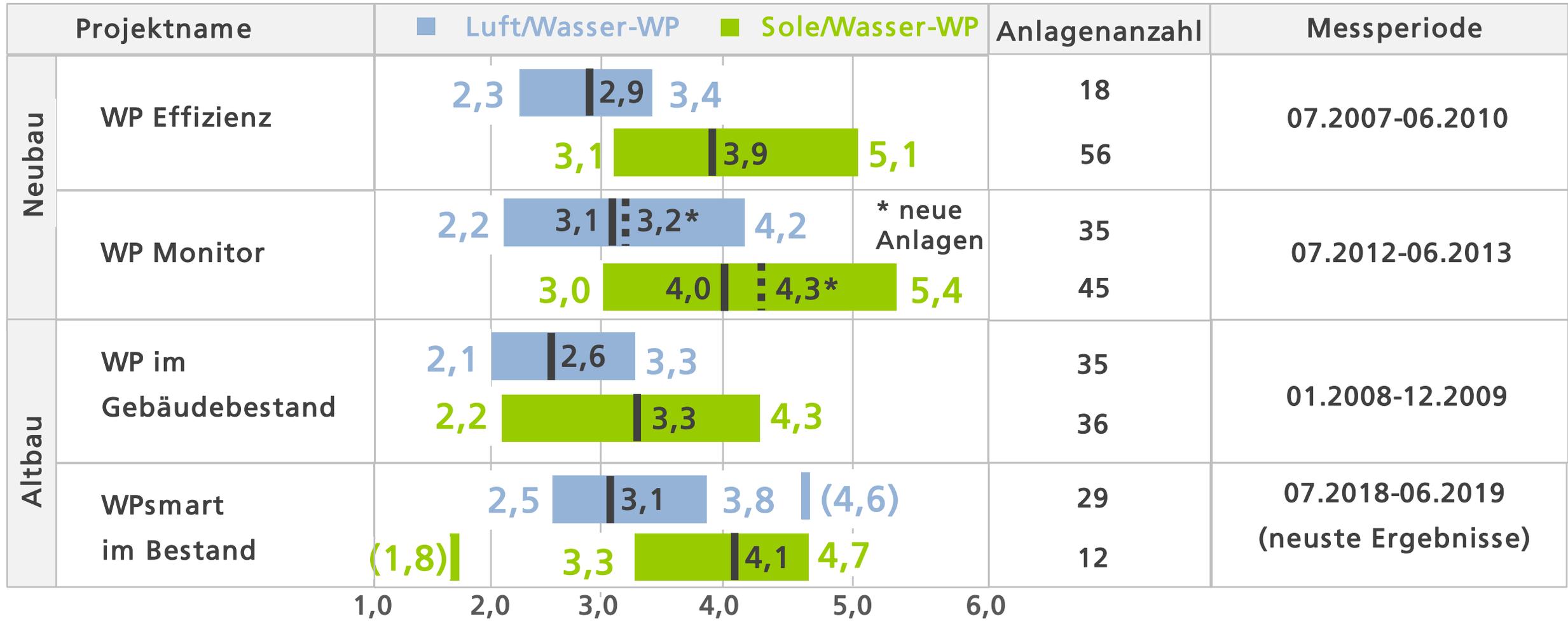
# Systemgrenze für die Berechnung der Arbeitszahlen

$$\text{Arbeitszahl} = \frac{\boxed{\phantom{Q_{RH}}}}{\boxed{\phantom{Q_{TWW}}}}$$



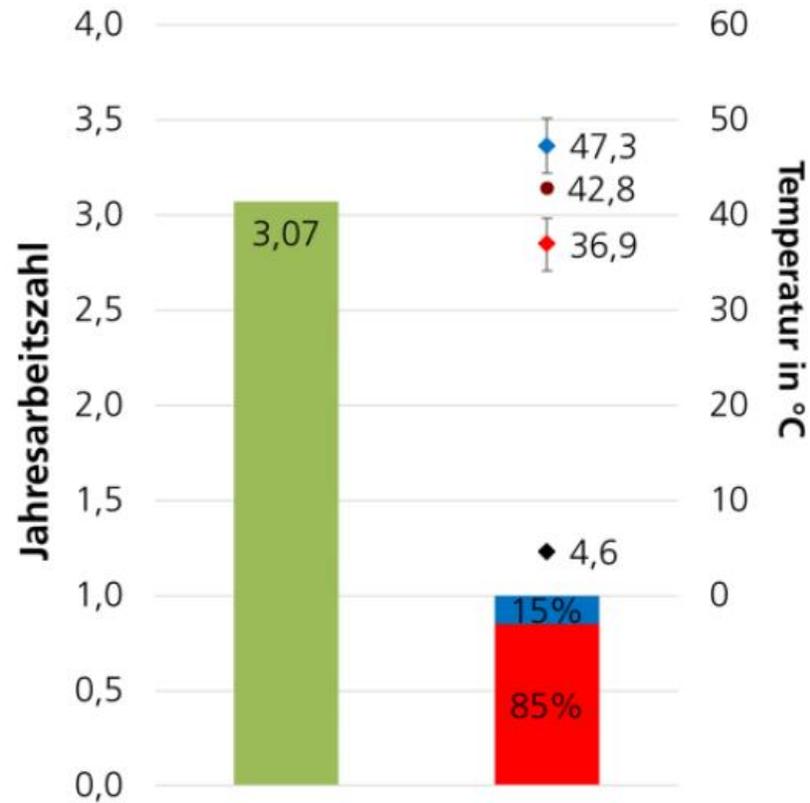
# Wärmepumpen – Monitoring EFH

## Arbeitszahlen

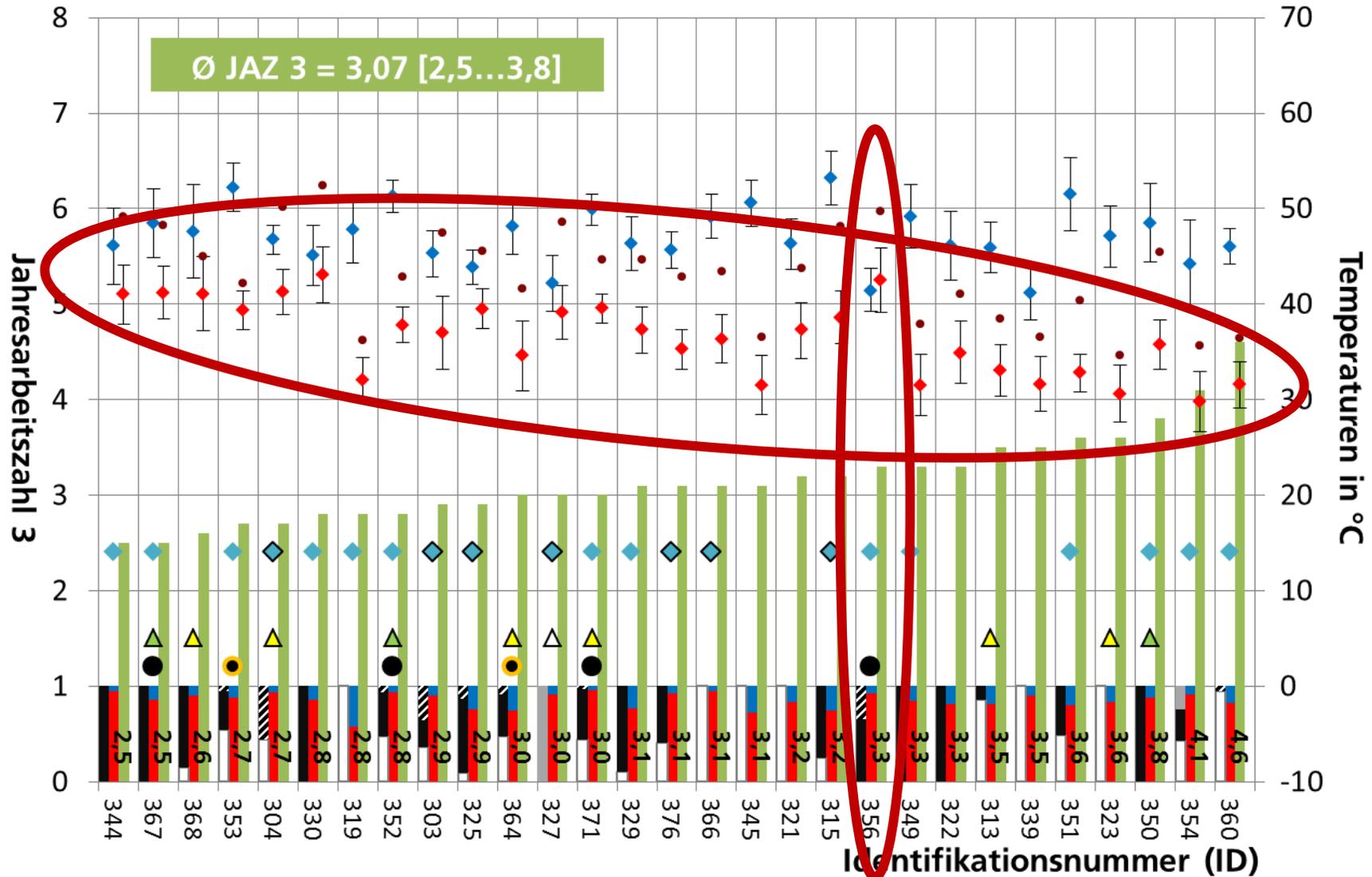


# Mittelwerte 29 Luft/Wasser Wärmepumpenanlagen

- Jahresarbeitszahl 3
- Energieanteil RH
- Energieanteil TWE
- ◆ T\_Wärmequelle
- ◆ T\_RH\_Mittel
- ◆ T\_TWE\_Mittel
- T\_RH\_Vorlauf\_max

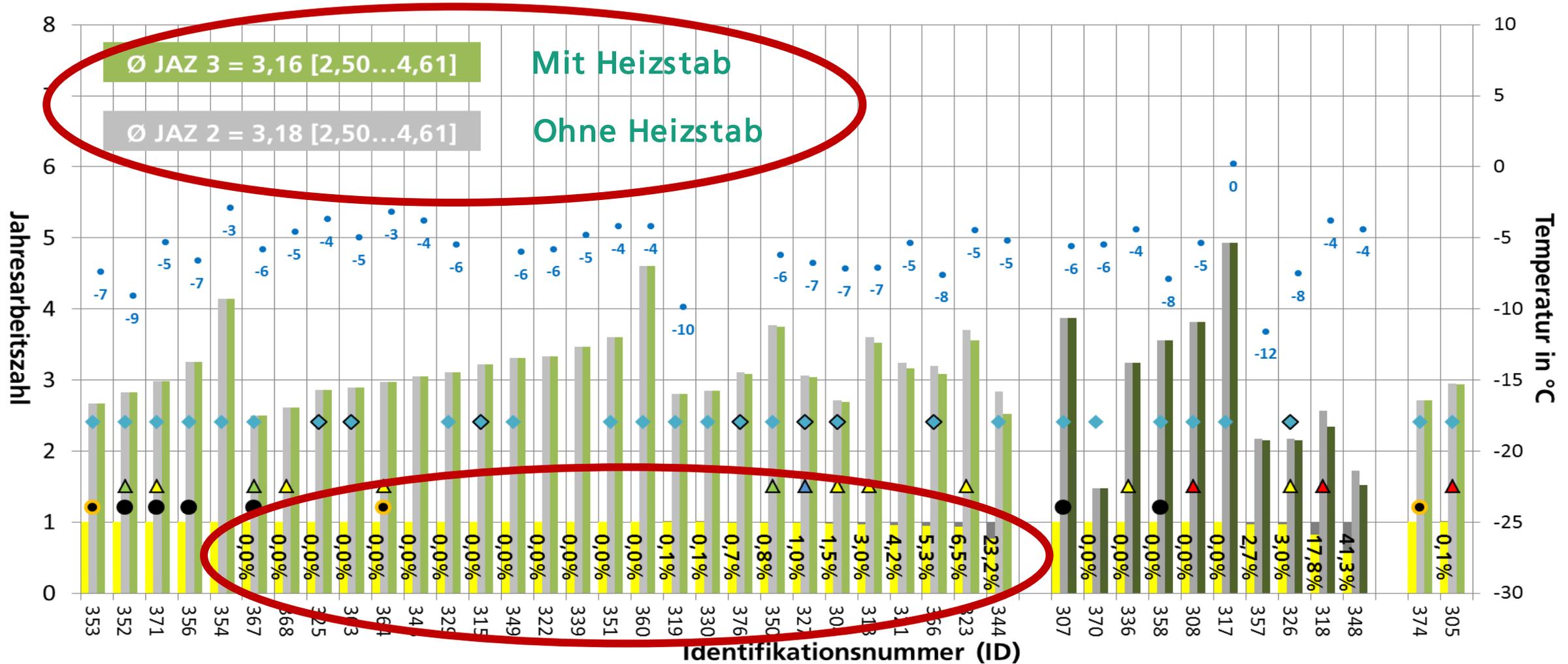


- Jahresarbeitszahl 3
- Jahresarbeitszahl 3 RH
- Energieanteil RH
- Energieanteil TWE
- Anteil nur Flächenheizung
- Anteil nur Heizkörper
- Anteil nur Gebläsekonv.
- Anteil gemischt (FH+HK)
- Ölkessel
- Gaskessel
- Solaranlage (RH)
- Solaranlage (TWE)
- Smarter Betrieb
- Ofen: kein Einfluss
- Ofen: geringer Einfluss
- Ofen: größerer Einfluss
- Ofen: unbekannter Einfluss
- Verdichter-Stufen
- Inverter geregelt
- T\_RH\_Mittel
- T\_TWE Mittel
- T\_RH\_Vorlauf\_max



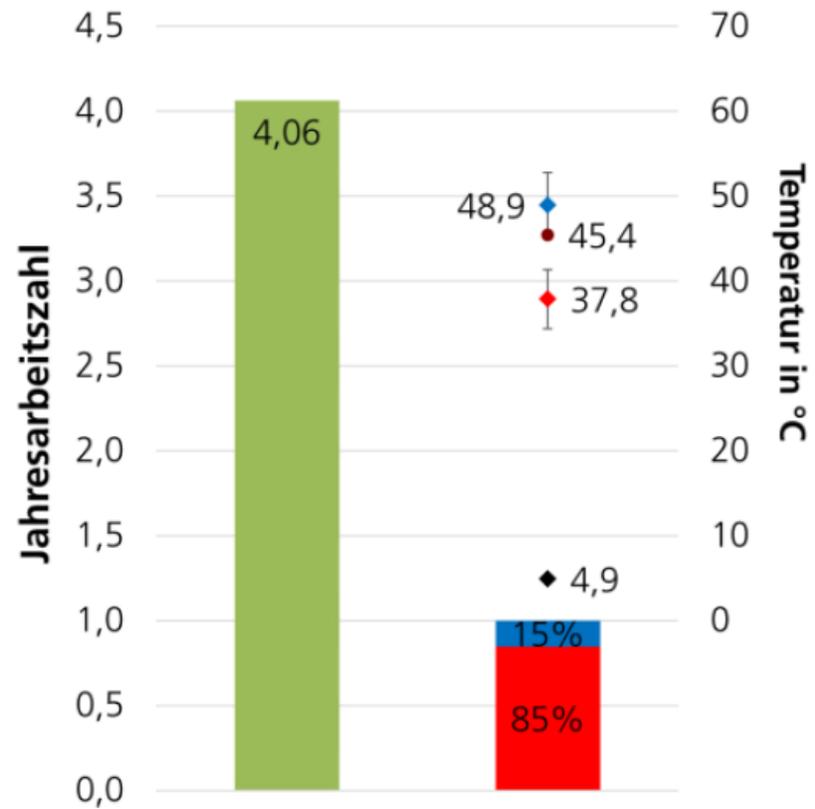
# Einfluss des Heizstabes

- Jahresarbeitszahl 3
- Jahresarbeitszahl 2
- Jahresarbeitszahl 3 RH
- Jahresarbeitszahl 2 RH
- Anteil Heizstabenergie
- Ölkessel
- Gaskessel
- Ofen: kein Einfluss
- Ofen: geringer Einfluss
- Ofen: größerer Einfluss
- Ofen: unbekannter Einfluss
- Verdichter-Stufen
- Inverter geregelt
- T\_Außenluft\_min

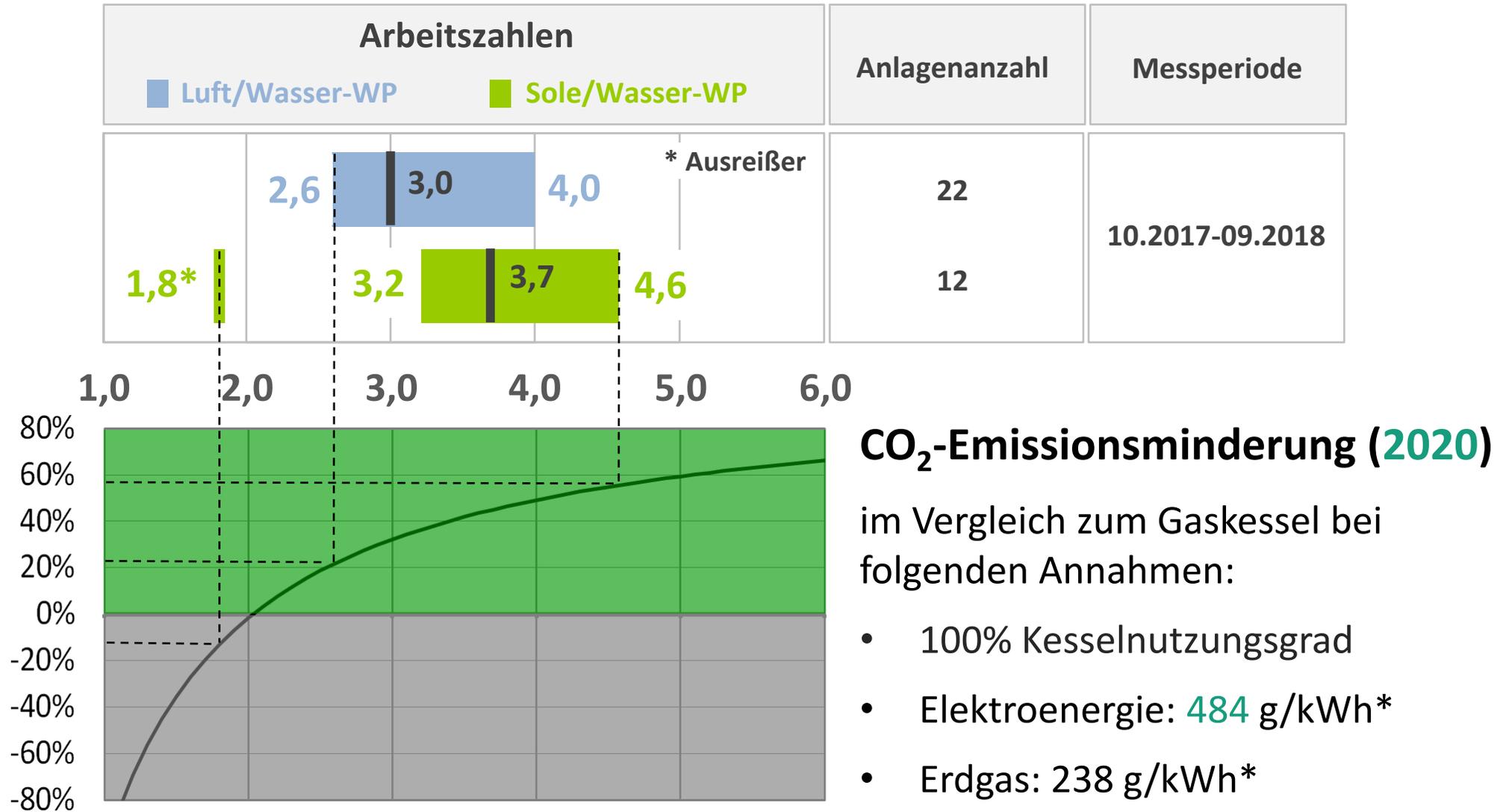


# Mittelwerte 12 Sole/Wasser Wärmepumpenanlagen

- Jahresarbeitszahl 3
- Energieanteil RH
- Energieanteil TWE
- ◆ T\_Wärmequelle
- ◆ T\_RH\_Mittel
- ◆ T\_TWE\_Mittel
- ◆ T\_RH\_Vorlauf\_max

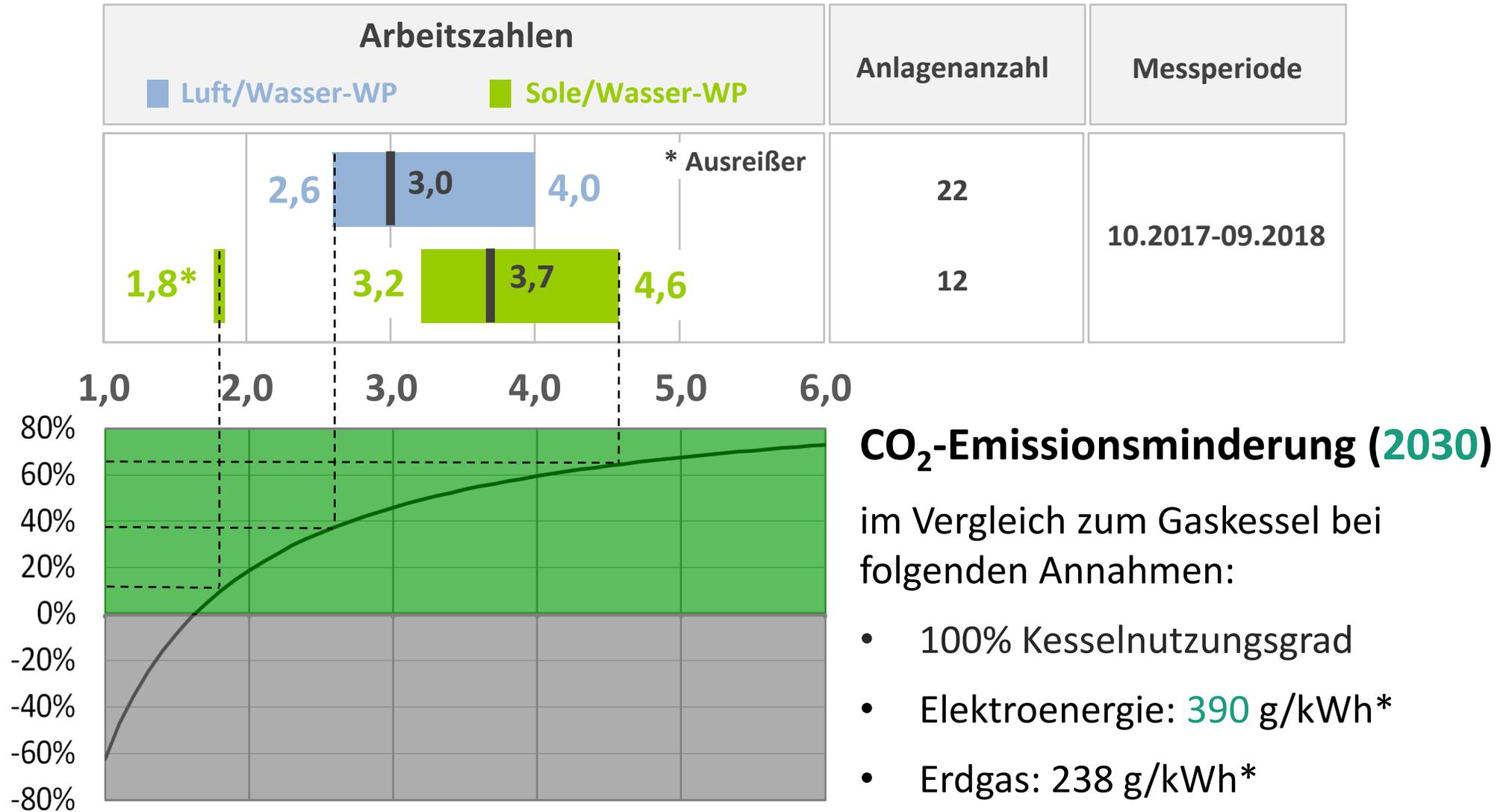


# Jahresarbeitszahlen und CO<sub>2</sub>-Emissionen (Jahresbilanz)



\*CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionsfaktoren (nach GEMIS 4.95; 04/2017)

# Jahresarbeitszahlen und CO<sub>2</sub>-Emissionen (Jahresbilanz)



\*CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionsfaktoren (nach GEMIS 4.95; 04/2017)

## WP QS im Bestand

Home

Projekthalt

Projektpartner

Projektergebnisse

"Live" - Messdaten

Bisherige Feldtests

Kontakt

### Das Projekt "WP-QS im Bestand"

Damit die Wärmepumpentechnologie ihren Beitrag zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor leisten kann, muss deren Anwendung zügig im Bestandsgebäudebereich etabliert werden. Es bestehen jedoch diverse Barrieren, die den erforderlichen Ausbau hemmen. Unterstützung bei dessen Überwindung liefern die Demonstration und Analyse der Effizienz von Wärmepumpen unter typischen Bedingungen im Altbau sowie die Entwicklung geeigneter Maßnahmen zur Effizienzsicherung. Diesen und weiteren Themen widmet sich bis Ende 2022 ein Konsortium aus Wärmepumpenherstellern, Energieversorgern und dem Fraunhofer ISE.

Im Rahmen der Feldmessung und unterstützt durch modellbasierte Untersuchungen sowie Akteurs- und Prozessanalysen werden folgende Schwerpunkte adressiert:





Home

Projekthalt

Projektpartner

Projektergebnisse

"Live" - Messdaten

Bisherige Feldtests

Kontakt

## "Live" - Messdaten

Die nachfolgend aufgeführten (und kontinuierlich erweiterten) Links führen zu den Ergebniswebseiten einer repräsentativen Auswahl der im Rahmen von „WPsmart im Bestand“ messtechnisch untersuchten Wärmepumpen. Die Ergebnisse umfassen die wichtigsten tages-, monats- und jahresfein aufgelösten Messgrößen zur Ermittlung der Effizienz (Arbeitszahl) und zur Bewertung der Betriebsbedingungen. Die Tageswerte können mit Klick auf das Anlagenschema erreicht werden. Mithilfe des Kalenders kann ein beliebiger Tag seit Beginn der jeweiligen Messung ausgewählt werden. Für die im aktiven Säulendiagramm dargestellten Monats- und Jahreswerte können die Zeiträume und Bilanzgrenzen beliebig angepasst werden. Mithilfe der ebenfalls dargestellten energetisch gewichteten Temperaturen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung sowie der Wärmequelle, lassen sich die Betriebsbedingungen in den ausgewählten Zeitbereichen gut nachvollziehen. Im unteren linken Bereich der Ergebniswebseiten werden die verbrauchsabhängigen Kosten durch Eingabe eines individuellen Strompreises auf Basis der gemessenen Verbräuche ermittelt. Im unteren rechten Bereich wird eine ökologische Bewertung (CO<sub>2</sub>-Emissionen und Primärenergieverbrauch) im Vergleich zu fossil betriebenen Kesseln vorgenommen. Der Vergleich bezieht sich auf den hypothetischen Fall,

---

## Wärmequelle Außenluft

---



Unsanieretes Gebäude von 1981 mit Fußbodenheizung und Radiatoren



Geringfügig saniertes Gebäude von 1988 mit Fußbodenheizung und Radiatoren



Saniertes Gebäude von 1955 mit Fußbodenheizung und Radiatoren



Saniertes Gebäude von 1956 mit Fußbodenheizung



Teilsaniertes Gebäude von 1976 mit Fußbodenheizung und Radiatoren

---

## Wärmequelle Erdreich

---



Saniertes Gebäude von 1930 mit Fußbodenheizung und Radiatoren

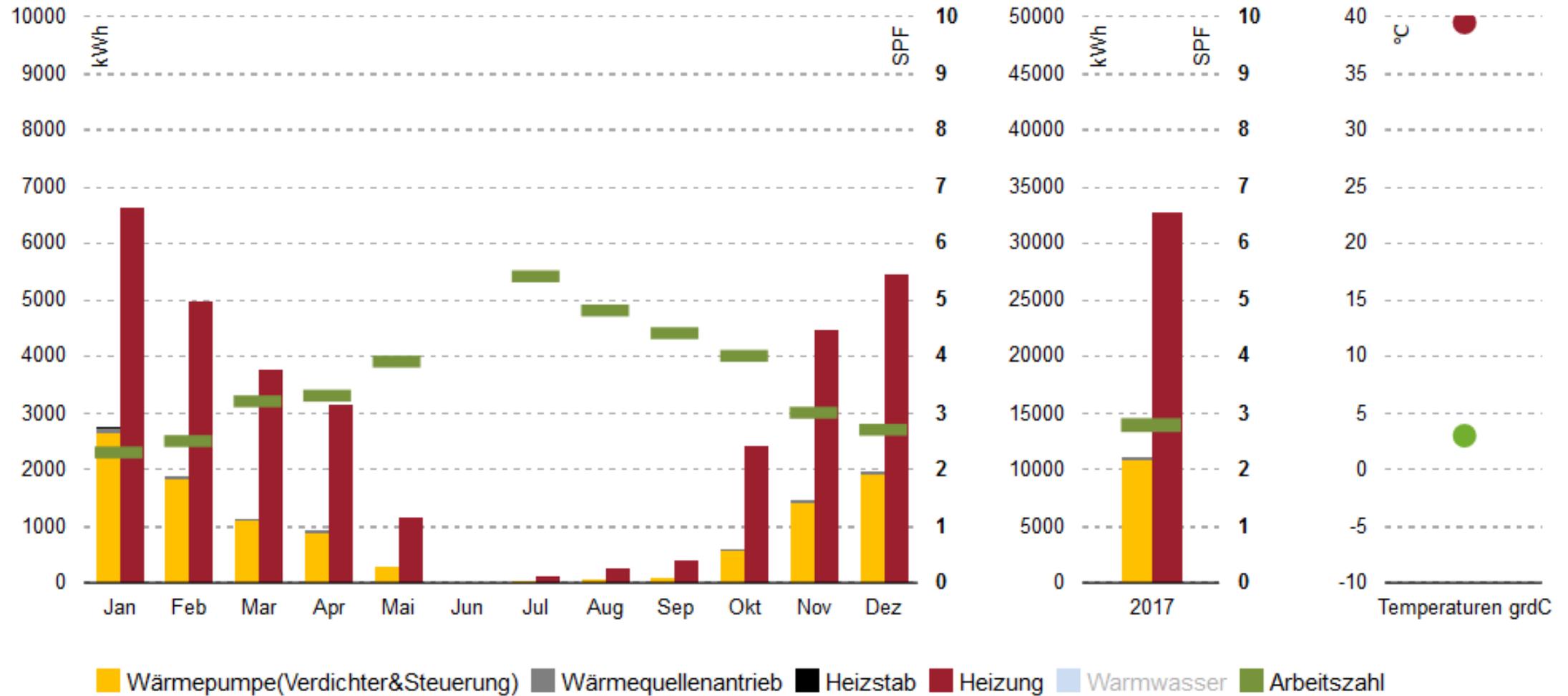


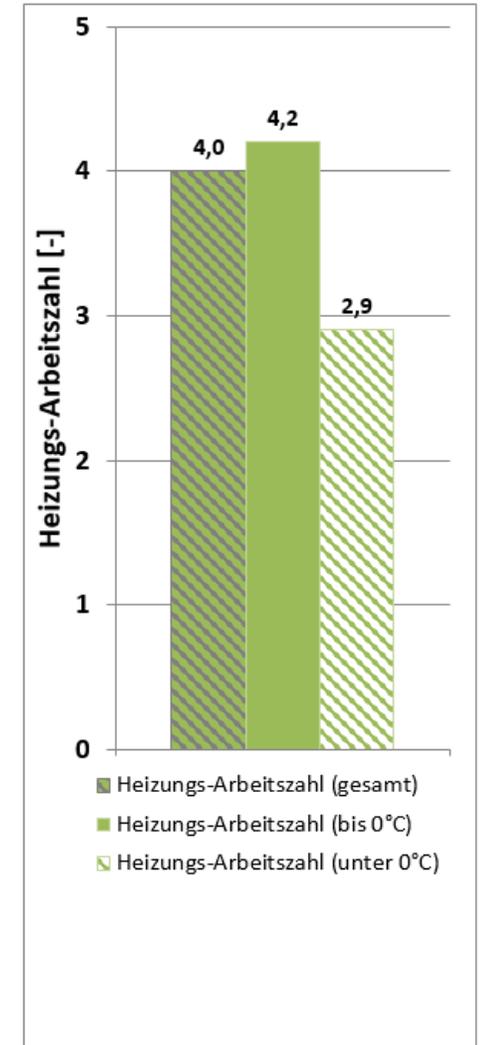
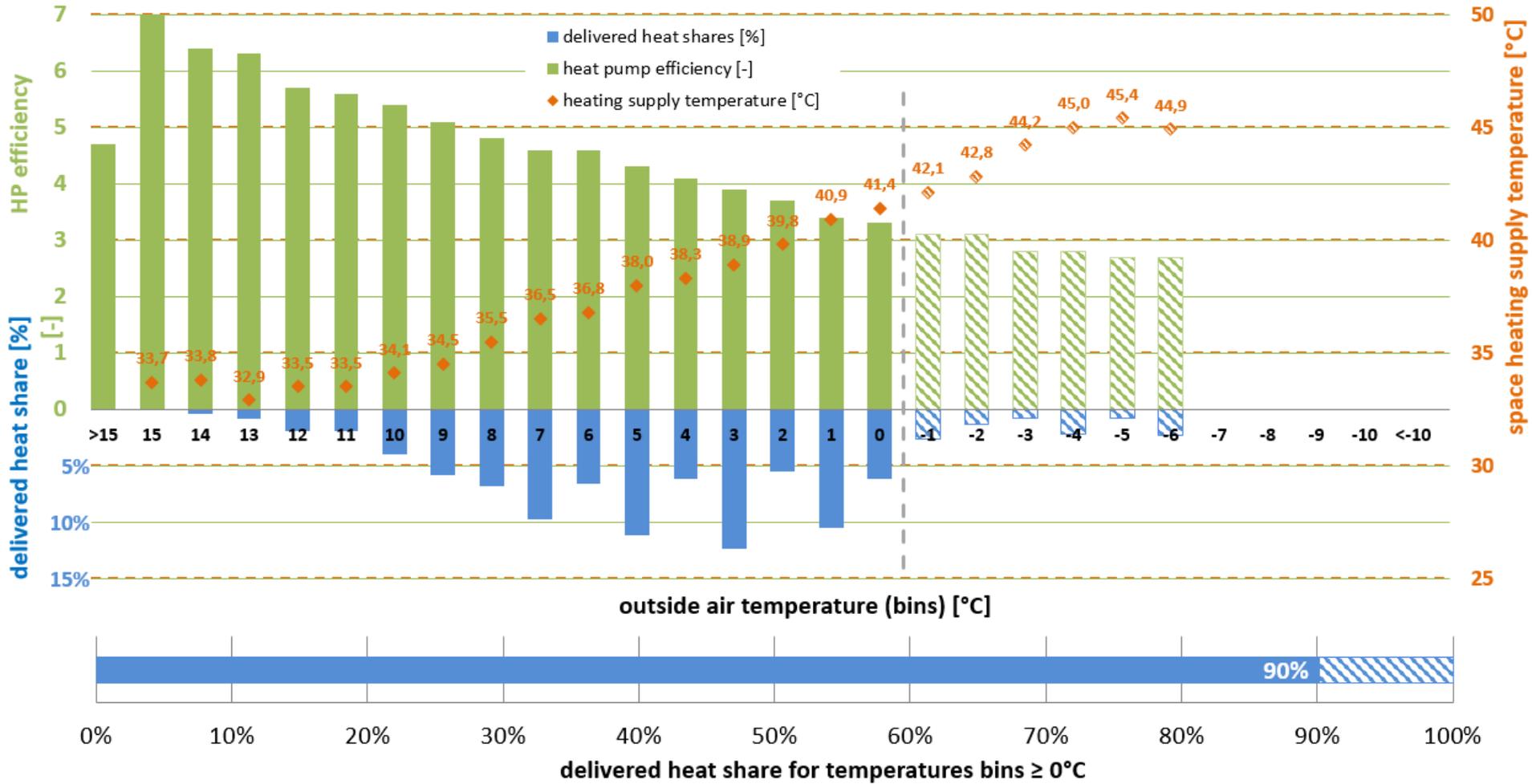
Unsanieretes Gebäude von 1992 mit Fußbodenheizung und Radiatoren



Geringfügig saniertes Gebäude von 1973 mit Radiatoren

# Die Effizienz für den Zeitraum: 2017





# Zwischenfazit im Projekt „Wärmepumpen im Bestand“

- Wärmepumpen erreichen auch im Altbau Effizienz-Werte, die ihnen ökologische Vorteile gegenüber fossil betriebenen Heizsystemen verschaffen
- Die große Bandbreite an Arbeitszahlen ähnlicher Wärmepumpenanlagen zeigt die Vielfalt an Effizienzeinflüssen
- Den zusätzliche Effizienzvorteil Inverter-modulierender Wärmepumpen aufgrund unnötig gewordenen Heizstäbe durch Messdaten bestätigt
- Signifikanter Heizstabeinsatz kann nur bei falscher Parametrierung oder beim Einsatz im Legionellen-Modus detektiert werden

# Flaschenhals kalte Dunkelflaute?

- Der Strombedarf für die Wärmepumpen kann kosteneffizient fast ausschließlich aus nationalen regenerativen Energiequellen gedeckt werden.
- Sowohl die sichere Versorgung in der kalten Dunkelflaute als auch der Ausbau der Verteilnetze führen zu lösbaren technischen Anforderungen mit moderaten zusätzlichen Kosten.
- Die Versorgungssicherheit und die Stromnetzinfrastruktur sind vereinbar mit dem Ausbau der Wärmepumpen.

## WASSERSTOFF IM ZUKÜNFTIGEN ENERGIESYSTEM: FOKUS GEBÄUDEWÄRME



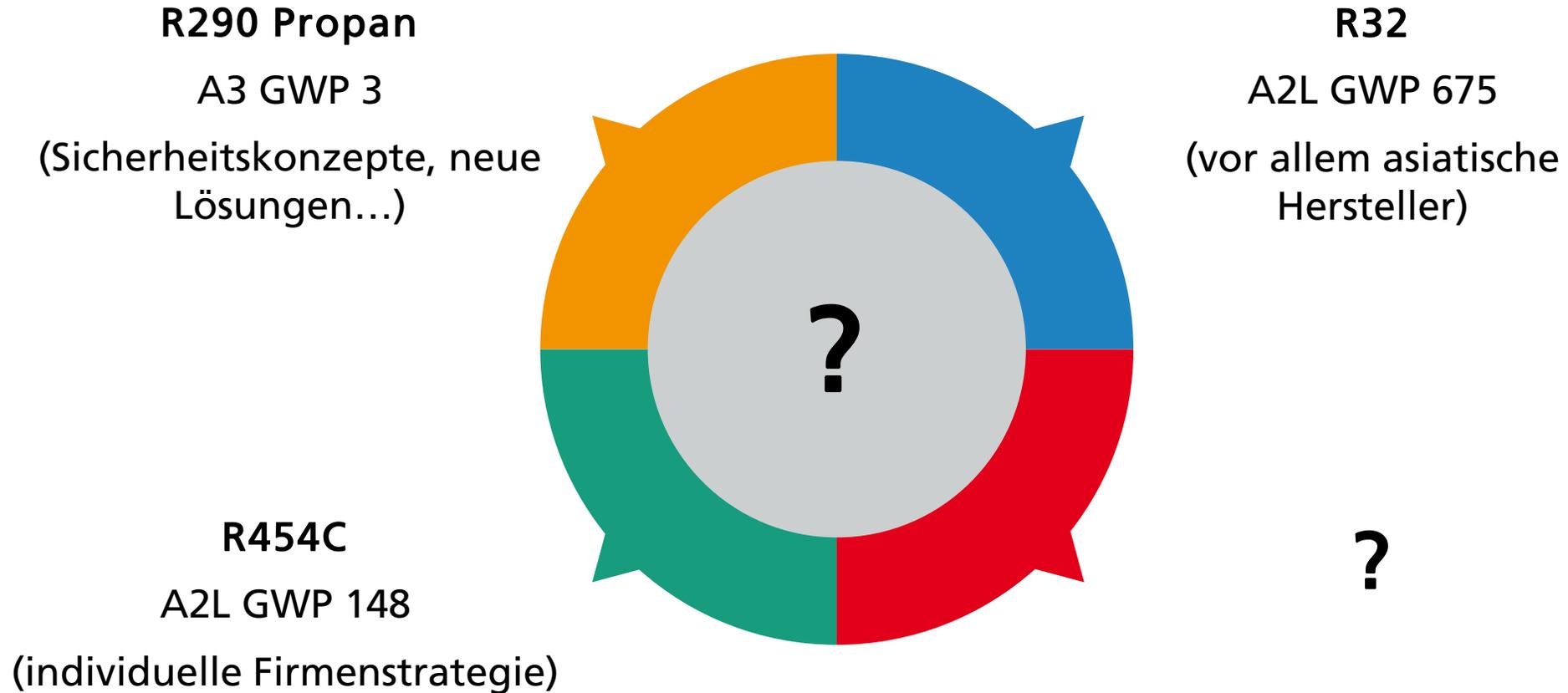
Studie zum Einsatz von H<sub>2</sub> im zukünftigen Energiesystem mit dem besonderen Fokus auf die Gebäudewärmeversorgung

# Die Themen

4

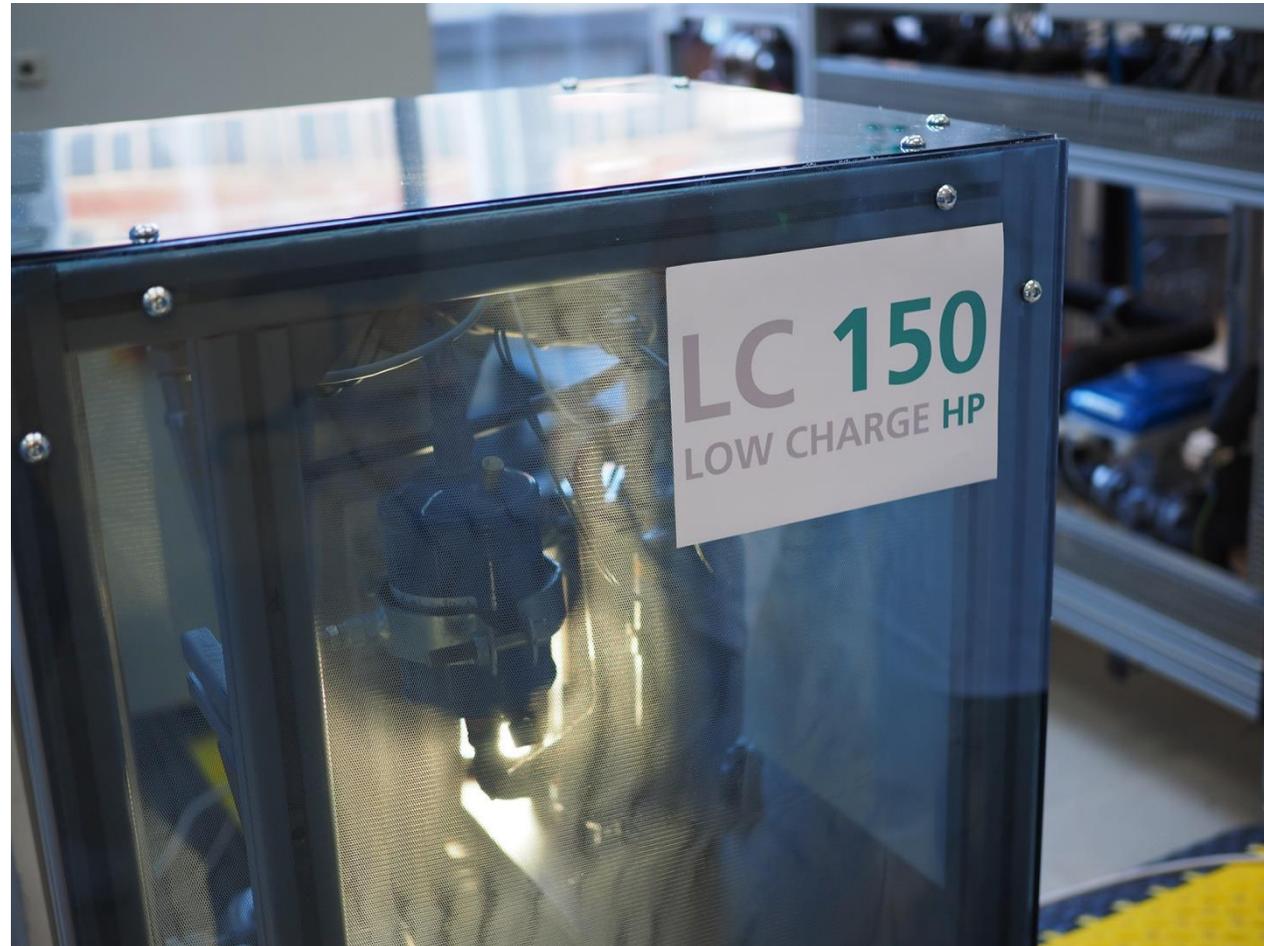
**Kältemittel**

# Kältemitteln



# Propan Wärmepumpe „LC150“ mit 150 g Propan als Kältemittel

190 g Propan

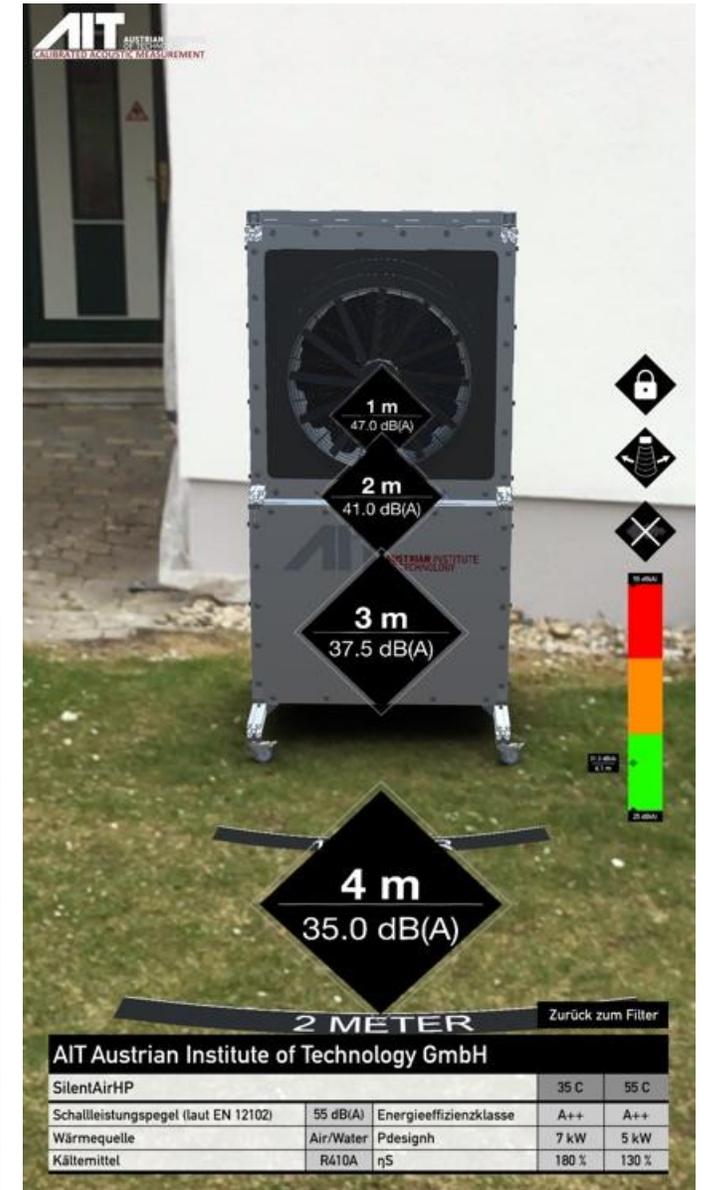
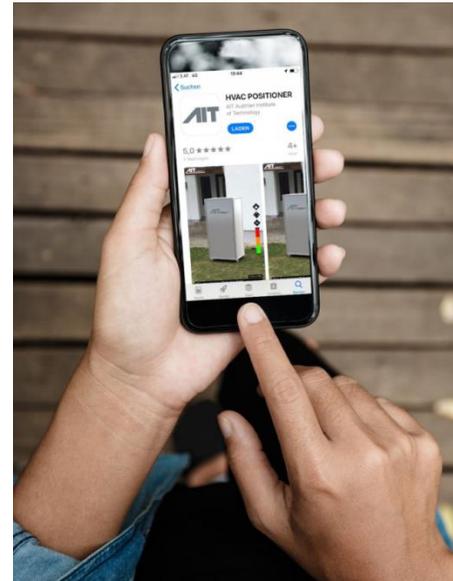


# Die Themen



# Digitalisierung

- Wärmepumpen im Energiesystem/Sektorkopplung
- Mit der Entwicklung und Nutzung von digitalen Methoden sollen zum Beispiel die Prozesse Qualitätssicherung und Automatisierung von Planung, Installation und Betrieb von Wärmepumpensystemen adressiert und optimiert werden.
- Beispiel „HVAC POSITIONER by AIT Austrian Institute of Technology“



# Die Themen

6

Design, Schall

# Design



# Design



# Schall

**OCHSNER**  
WÄRMEPUMPEN

PRODUKTE ▾ DIE WÄRMEPUMPE ▾ ANLAGENPLANUNG ▾ UNTERNEHMEN KUNDENDIENST KARRIERE

## UNERREICHBAR - WIE UNSERE SCHALLWERTE!

OCHSNER AIR HAWK - die nächste Wärmepumpen-Dimension

MEHR ERFAHREN

The banner features a man in a green jacket and a futuristic backpack against a starry night sky.

Die **leiseste**  
Luftwärmepumpe  
am Markt!

**18\***  
DEZIBEL

0m 41 dB  
1m 32 dB  
2m 23 dB  
3m 18 dB

Wahrnehmungsgrenze  
20 dB

Sensor Silent Source®

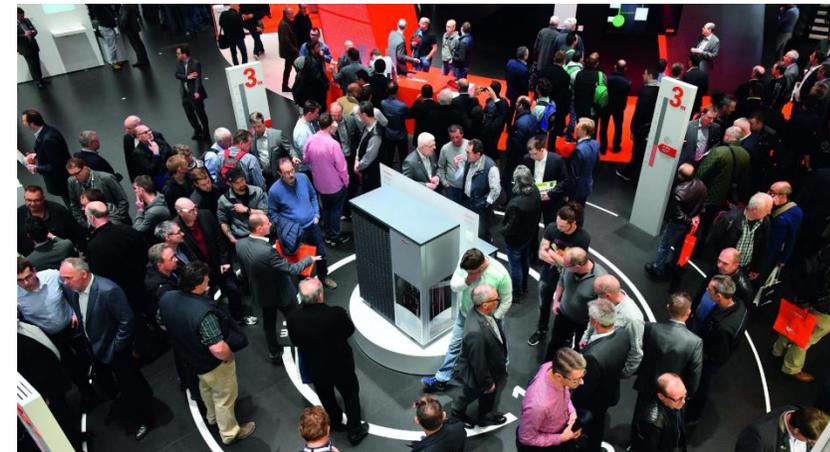
www.heliotherm.com

The advertisement shows a white and red heat pump unit on a pedestal. A woman's hand is shown near her mouth, indicating silence. A sound level scale is overlaid on the right side.

Vaillant Wärmepumpen Soundbox

Bitte stellen Sie die für Sie angenehme Lautstärke des Geräts ein. Am besten nutzen Sie Kopfhörer.

The interface includes a volume slider and speaker icons.



**Vielen Dank!**

Marek Miara

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[marek.miara@ise.fraunhofer.de](mailto:marek.miara@ise.fraunhofer.de)