

---

# EFFIZIENZ VON WÄRMEPUMPEN IN BESTANDSGEBÄUDEN – AKTUELLE PRAXISERGEBNISSE

---



Danny Günther, Robert Langner,  
Sebastian Helmling, Jeannette Wapler,  
Marek Miara

Fraunhofer-Institut für  
Solare Energiesysteme ISE

Herbstforum Altbau 2018  
Stuttgart, 21.11.2018

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

# WP<sup>smart</sup> im Bestand

## Schwerpunkte

- Effizienz von Elektrowärmepumpen im EFH-Bestandsbereich
- Lastmanagement mit Wärmepumpen

## Fokus hier

# WP<sup>smart</sup> im Bestand

## Datenbasis für nachfolgende Auswertung

- 22 Außenluft-Wärmepumpen
- 12 Erdreich-Wärmepumpen

(mind. 11 Messmonate, kein „smarter“ Betrieb,  
Bilanzgrenze vor Speicher (keine BW-WP))

# WP<sup>smart</sup> im Bestand

## Fokus der nachfolgenden Auswertung

- Direkt quantifizierbare Effizienzeinflüsse
  - T zur Raumheizung und TW-Erwärmung
  - Heizstabbetrieb
- Ergebnisse pro Baualtersklassen

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

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

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

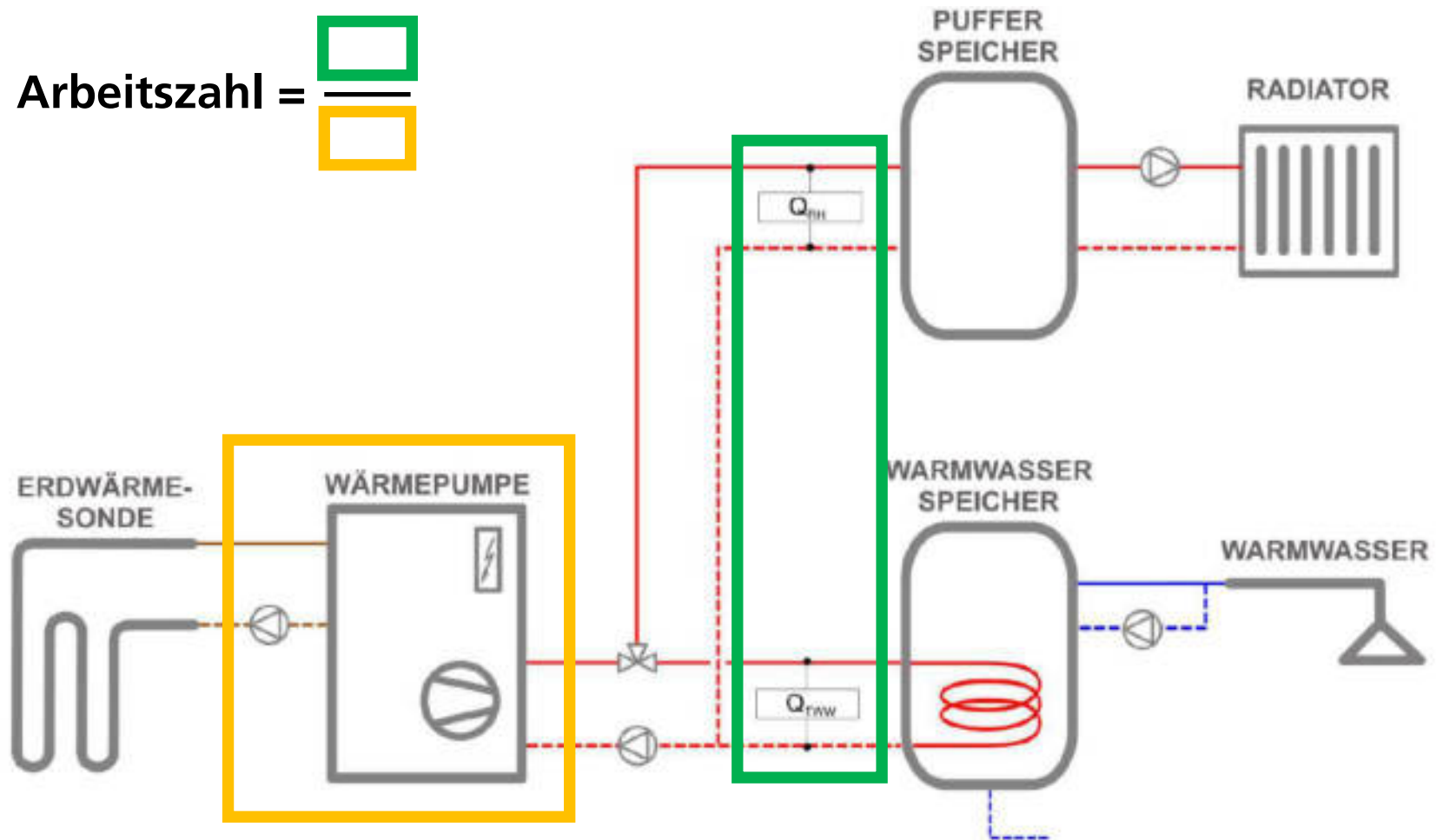
**Alle Anlagen für Heizung und WW-Bereitung**

**8 Wärmepumpenhersteller**

**Thermische Leistung von 6 kW bis ca. 34 kW**

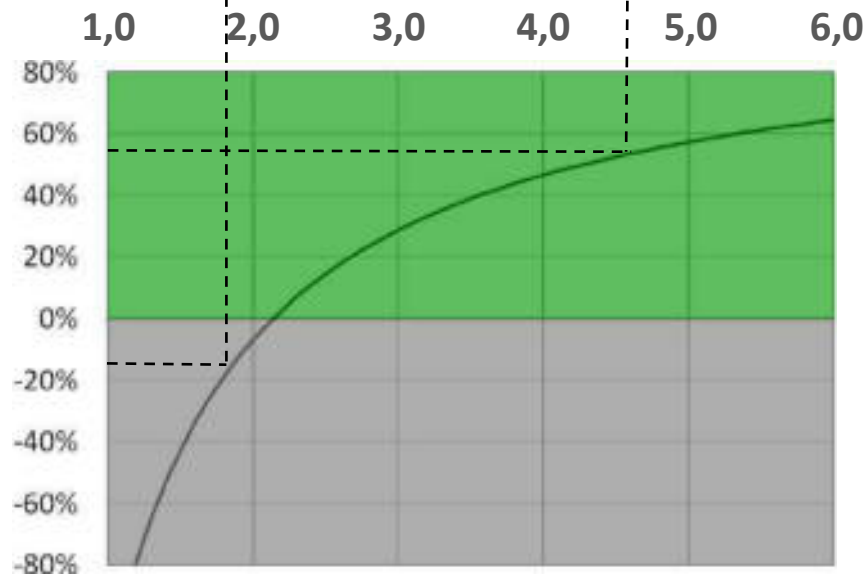
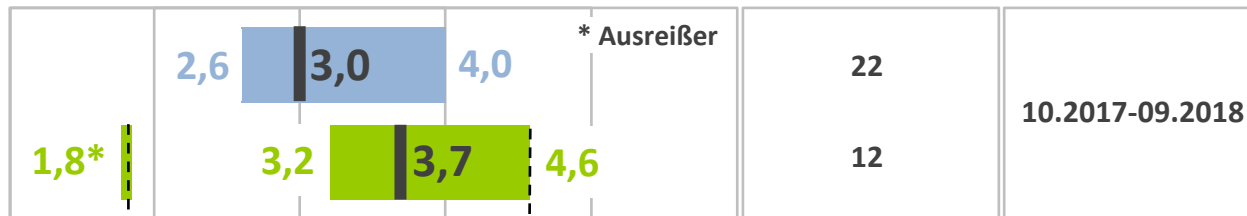
# Systemgrenze für die Berechnung der Arbeitszahlen

$$\text{Arbeitszahl} = \frac{\boxed{\phantom{Q_{\text{RHW}}}}}{\boxed{\phantom{Q_{\text{rww}}}}}$$



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

Arbeitszahlen		Anlagenanzahl	Messperiode
■ Luft/Wasser-WP	■ Sole/Wasser-WP		



## CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung (2015)

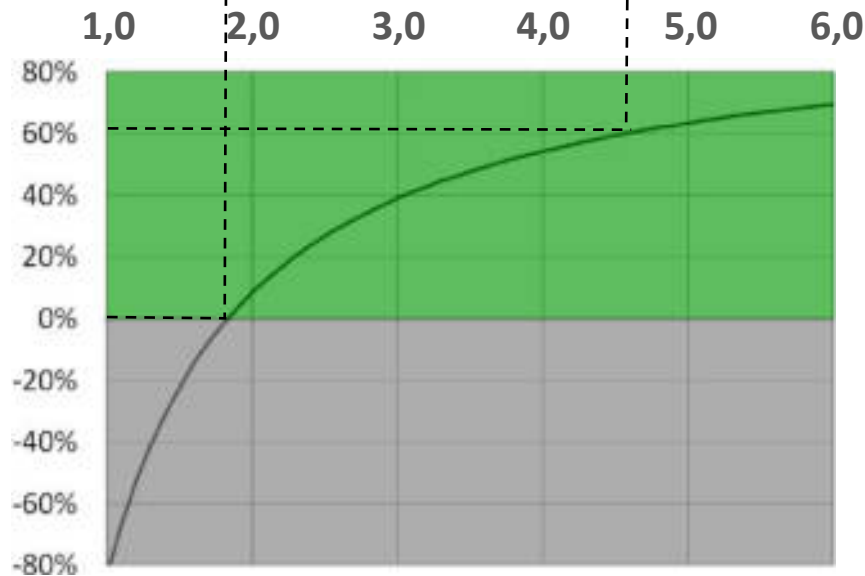
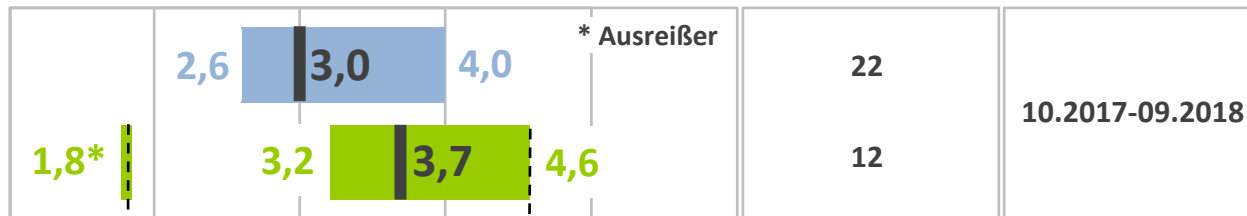
im Vergleich zum Gaskessel bei folgenden Annahmen:

- 90% Kesselnutzungsgrad
- Elektroenergie: 565 g/kWh\*
- Erdgas: 238 g/kWh\*

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

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

Arbeitszahlen		Anlagenanzahl	Messperiode
■ Luft/Wasser-WP	■ Sole/Wasser-WP		



## CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung (2020)

im Vergleich zum Gaskessel bei folgenden Annahmen:

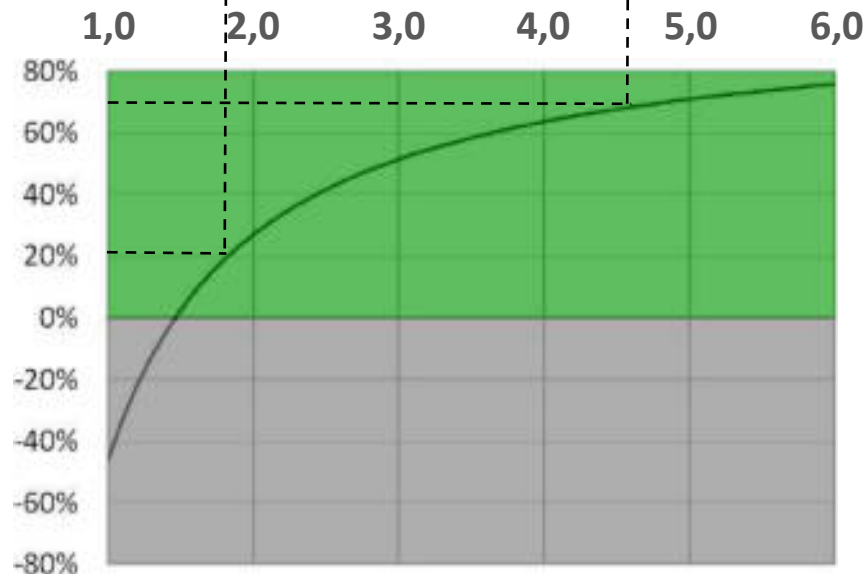
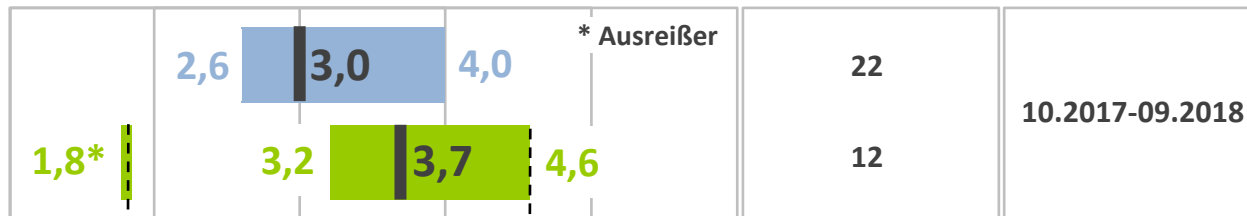
- 90% Kesselnutzungsgrad
- Elektroenergie: 484 g/kWh\*
- Erdgas: 238 g/kWh\*

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



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

Arbeitszahlen		Anlagenanzahl	Messperiode
■ Luft/Wasser-WP	■ Sole/Wasser-WP		



## CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung (2030)

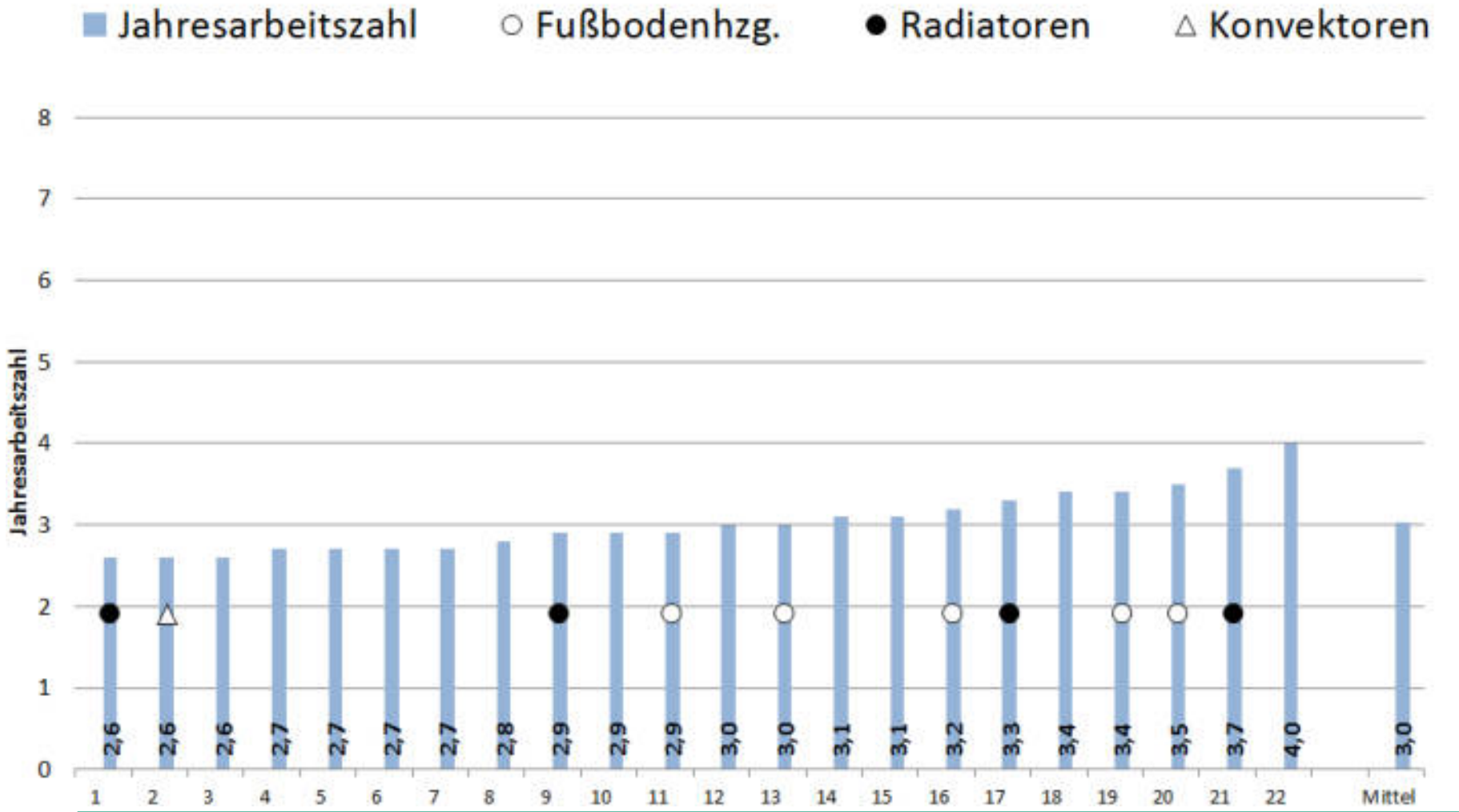
im Vergleich zum Gaskessel bei folgenden Annahmen:

- 90% Kesselnutzungsgrad
- Elektroenergie: 390 g/kWh\*
- Erdgas: 238 g/kWh\*

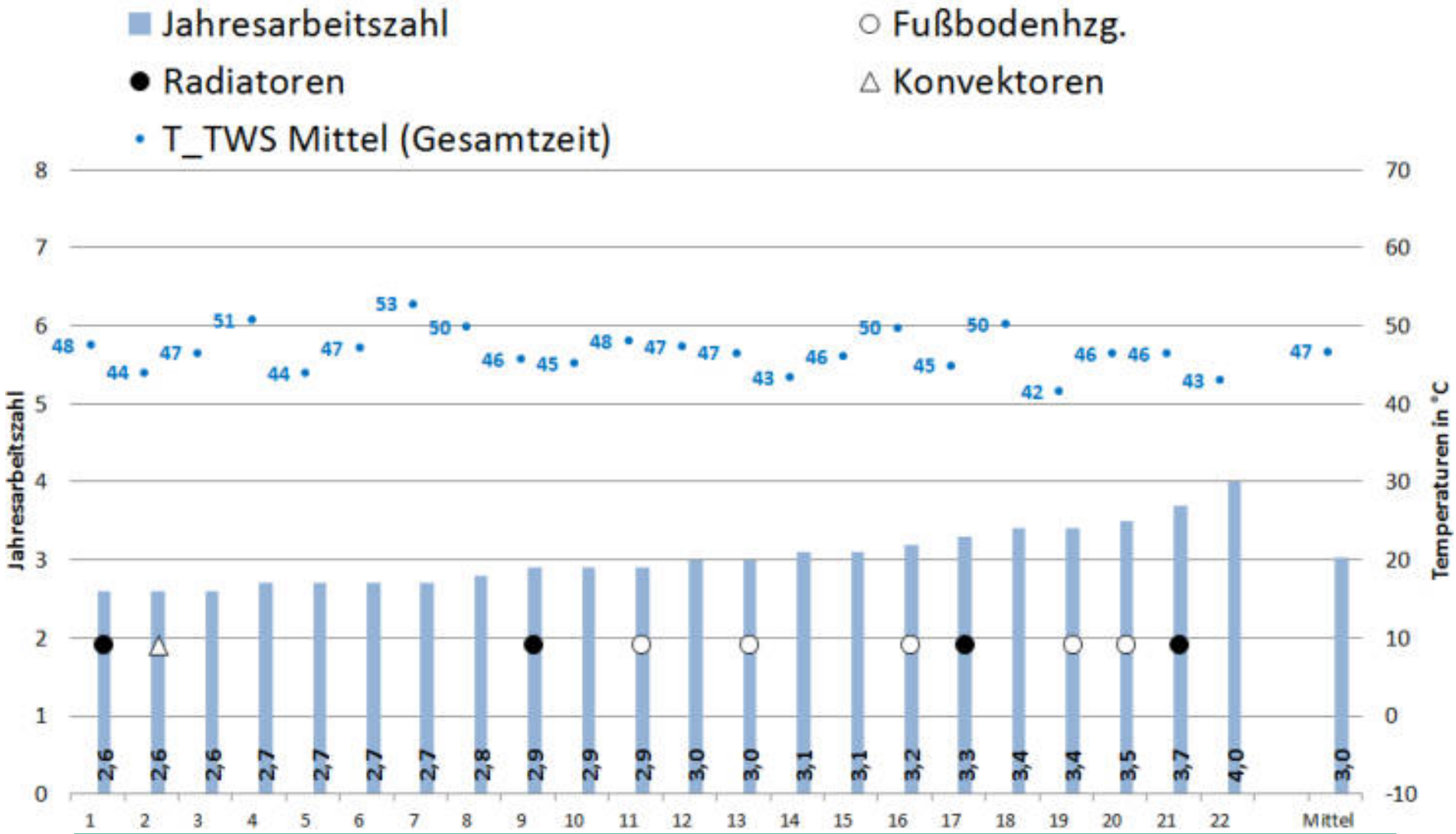
\*CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionsfaktoren (nach GEMIS 4.95; 04/2017)

# Wärmepumpen mit Wärmequelle **Außenluft**

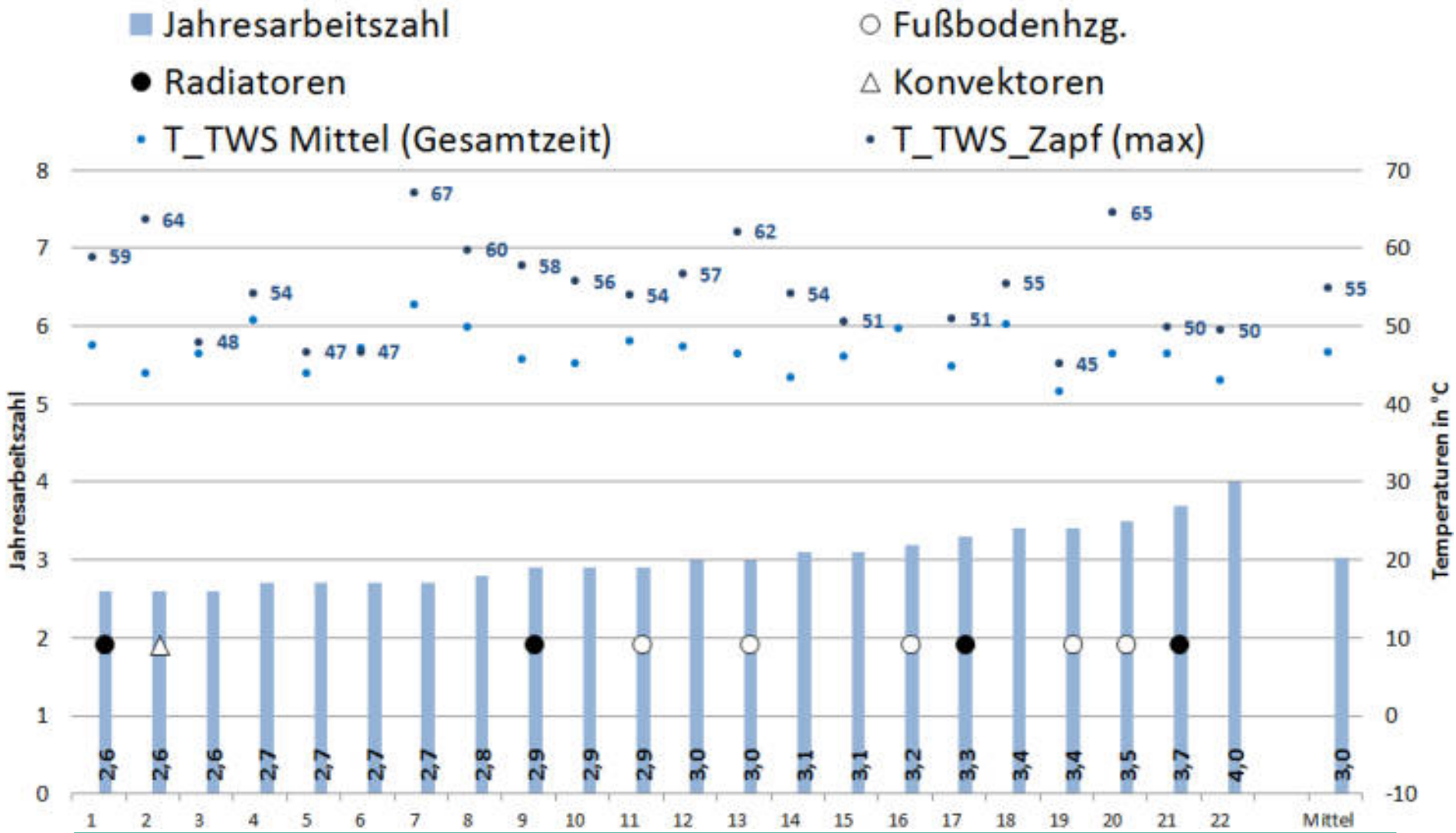
# Jahresarbeitszahlen & Wärmeübergabesysteme



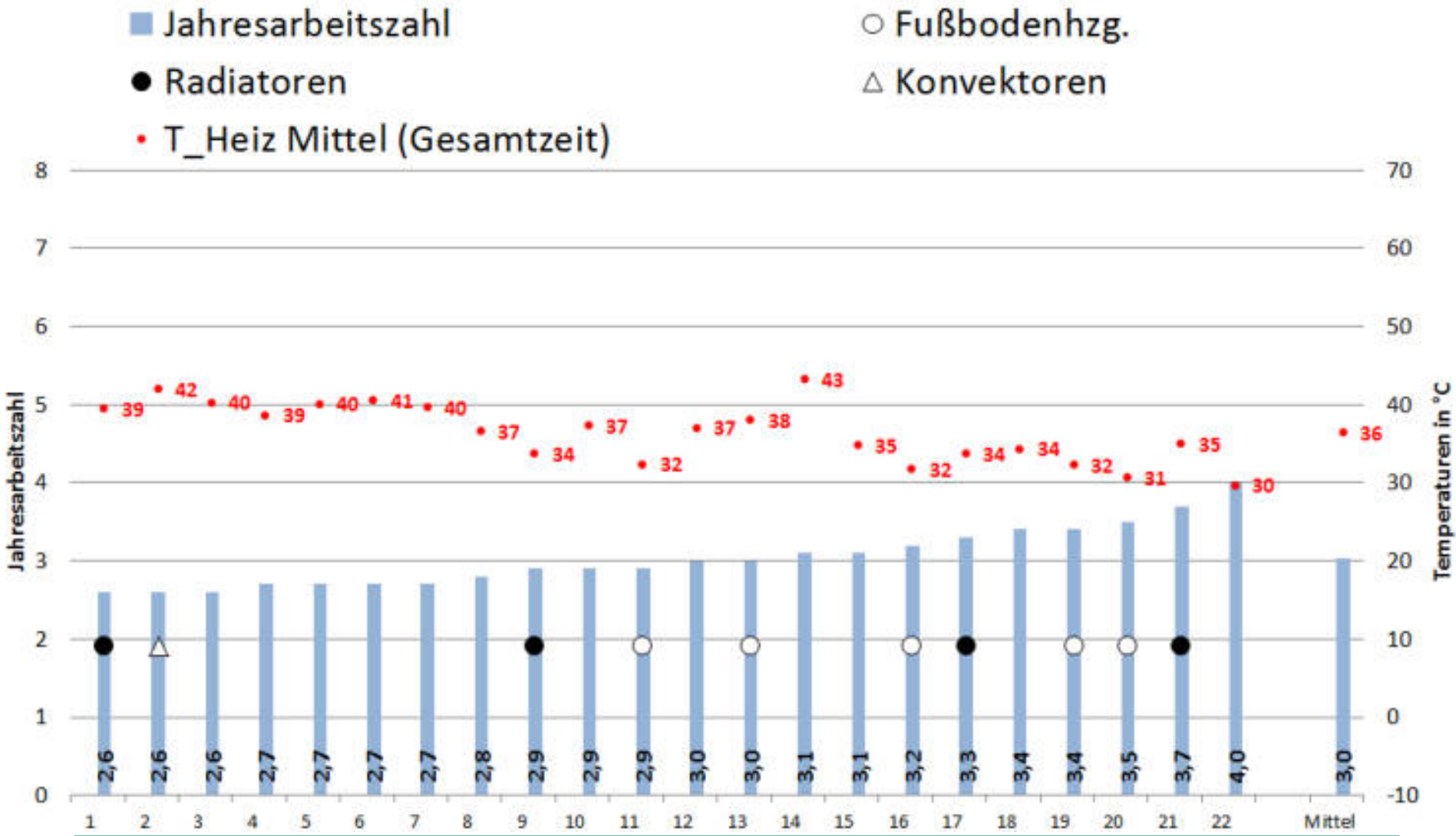
# Mittlere Temperaturen zur TWS-Beladung



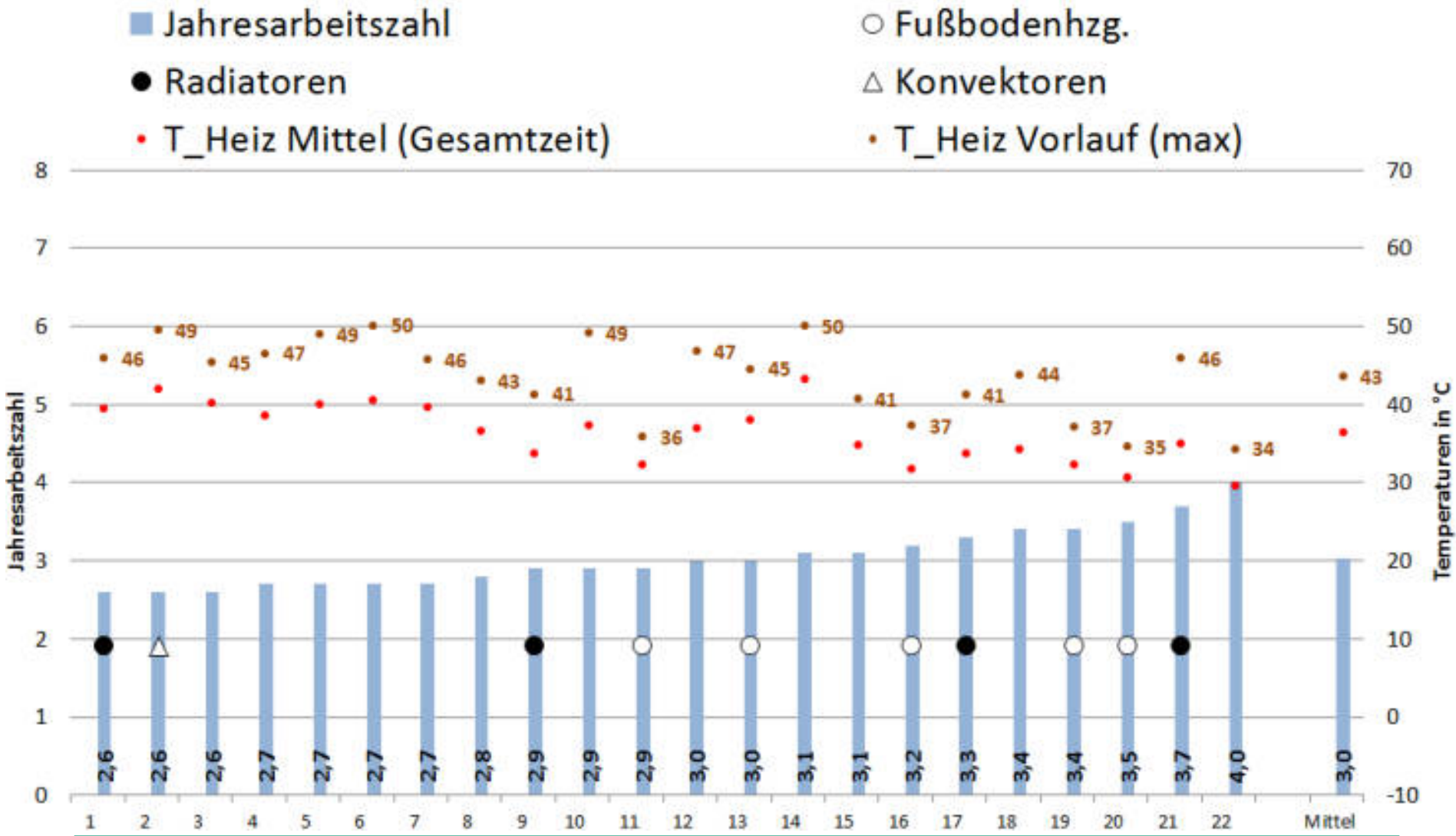
# Maximale Temperaturen TWS-Zapfung



# Mittlere Temperaturen zur Raumheizung

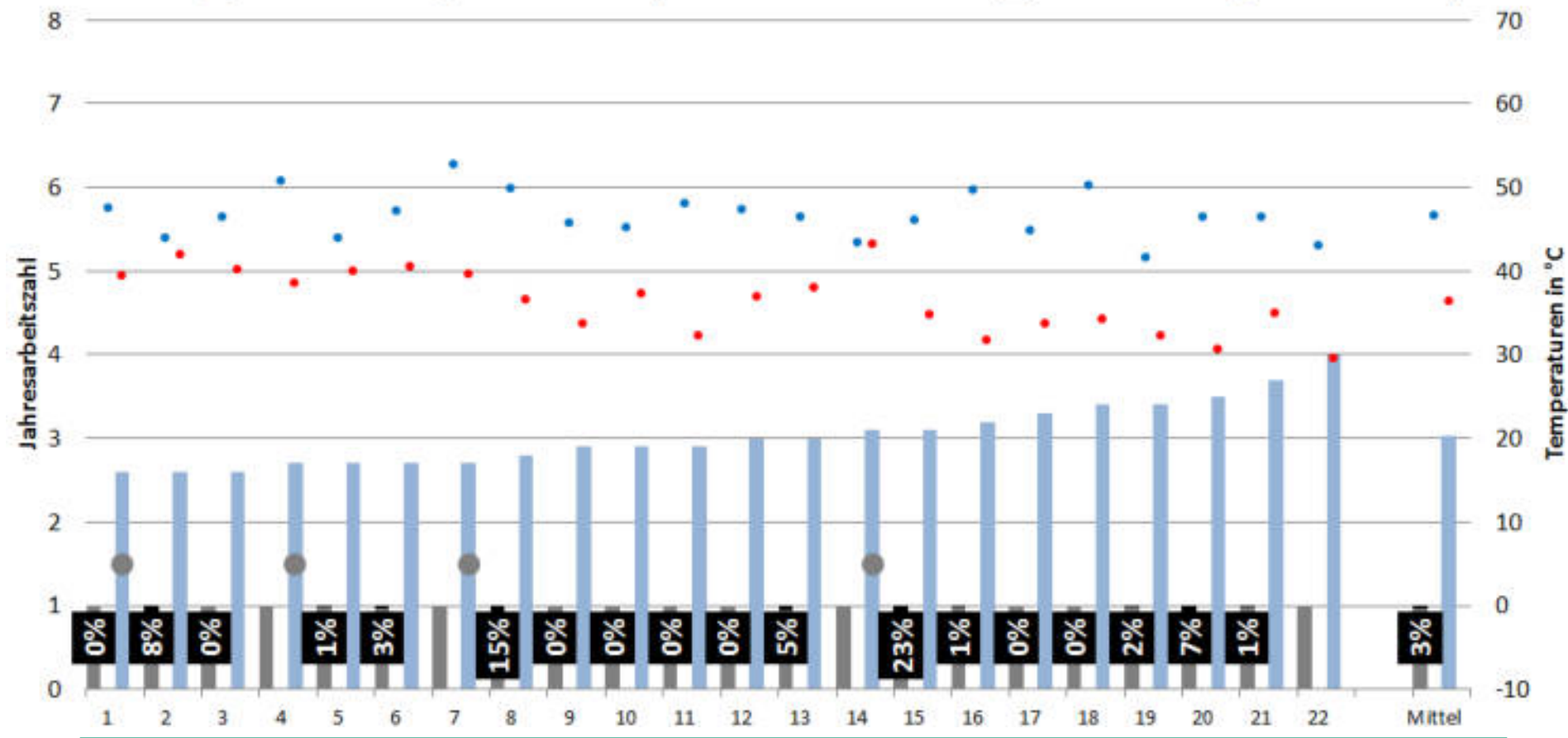


# Maximale Temperaturen zur Raumheizung



# Heizstabeinsatz

- Jahresarbeitszahl
- Anteil Heizstabenergie
- T\_Heiz Mittel (Gesamtzeit)
- Anteil Heizstabenergie
- bivalent
- T\_TWS Mittel (Gesamtzeit)





# Heizstabeinsatz – Fokus Raumheizbetrieb

- Gesamtzeitraum: 12 von 18 Anlagen mit Heizstabbetrieb
- Bei den tiefsten Außenlufttemperaturen (Ende Februar 2018) haben 10 Anlagen den Heizstab eingesetzt (8 Anlagen nicht!)
  - 5 von 7 ungerregelte WP
  - 4 von 5 zweistufige WP
  - 1 von 10 Inverter-geregelte WP

# Heizstabeinsatz – Beispiel I

■ Jahresarbeitszahl

■ Anteil Heizstabenergie

• T\_Heiz Mittel (Gesamtzeit)

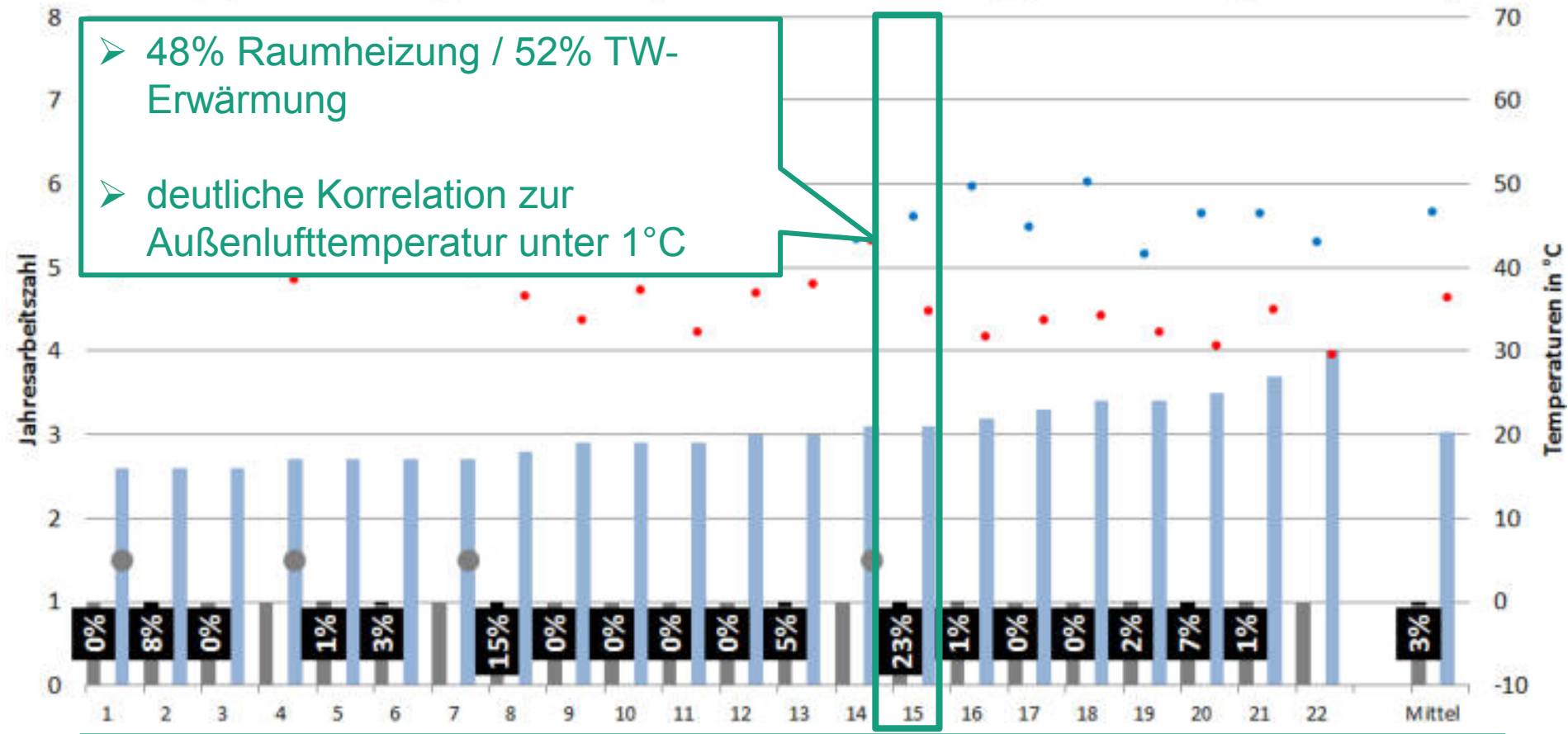
■ Anteil Heizstabenergie

• bivalent

• T\_TWS Mittel (Gesamtzeit)

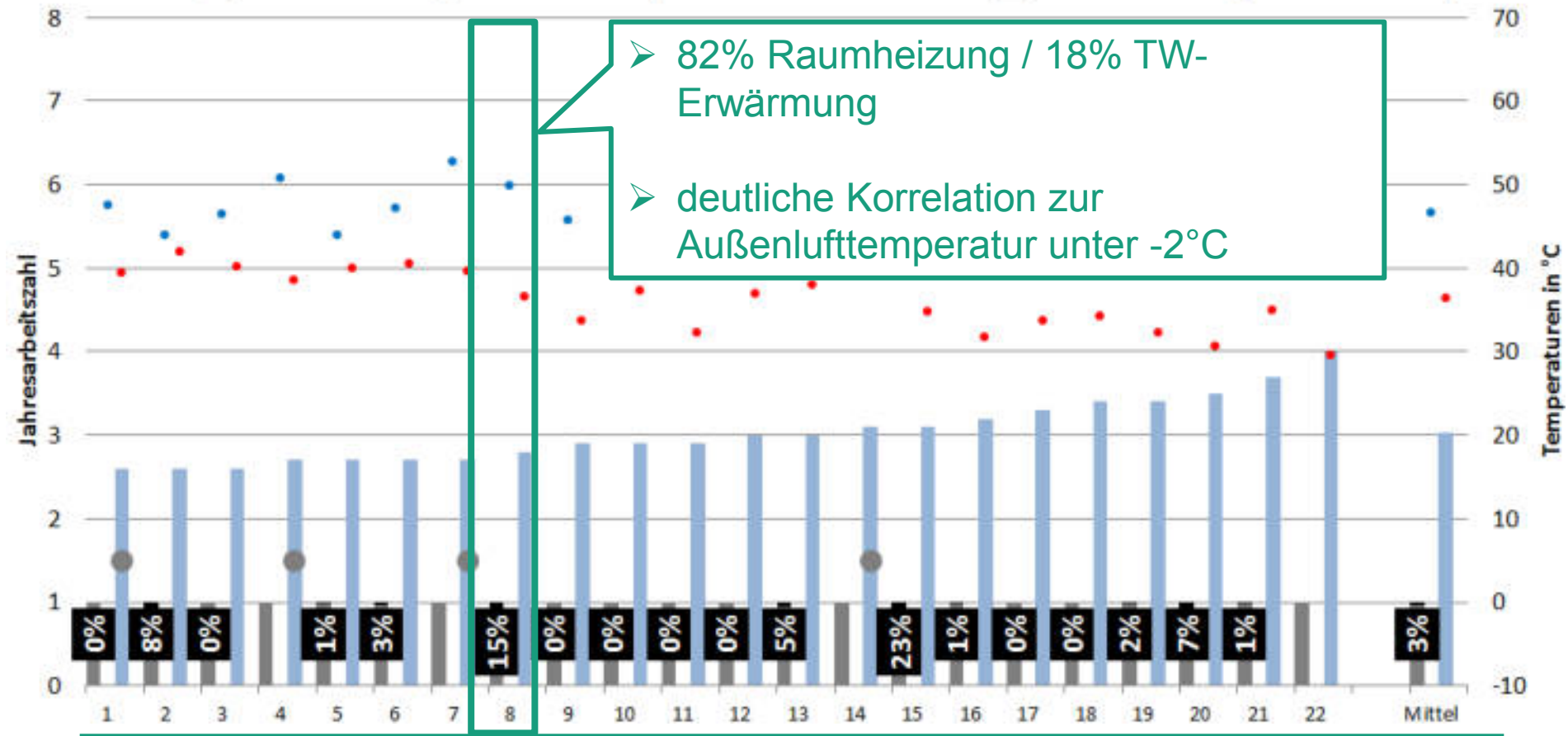
➤ 48% Raumheizung / 52% TW-Erwärmung

➤ deutliche Korrelation zur Außenlufttemperatur unter 1°C



# Heizstabeinsatz – Beispiel II

- Jahresarbeitszahl
- Anteil Heizstabenergie
- T\_Heiz Mittel (Gesamtzeit)
- Anteil Heizstabenergie
- bivalent
- T\_TWS Mittel (Gesamtzeit)

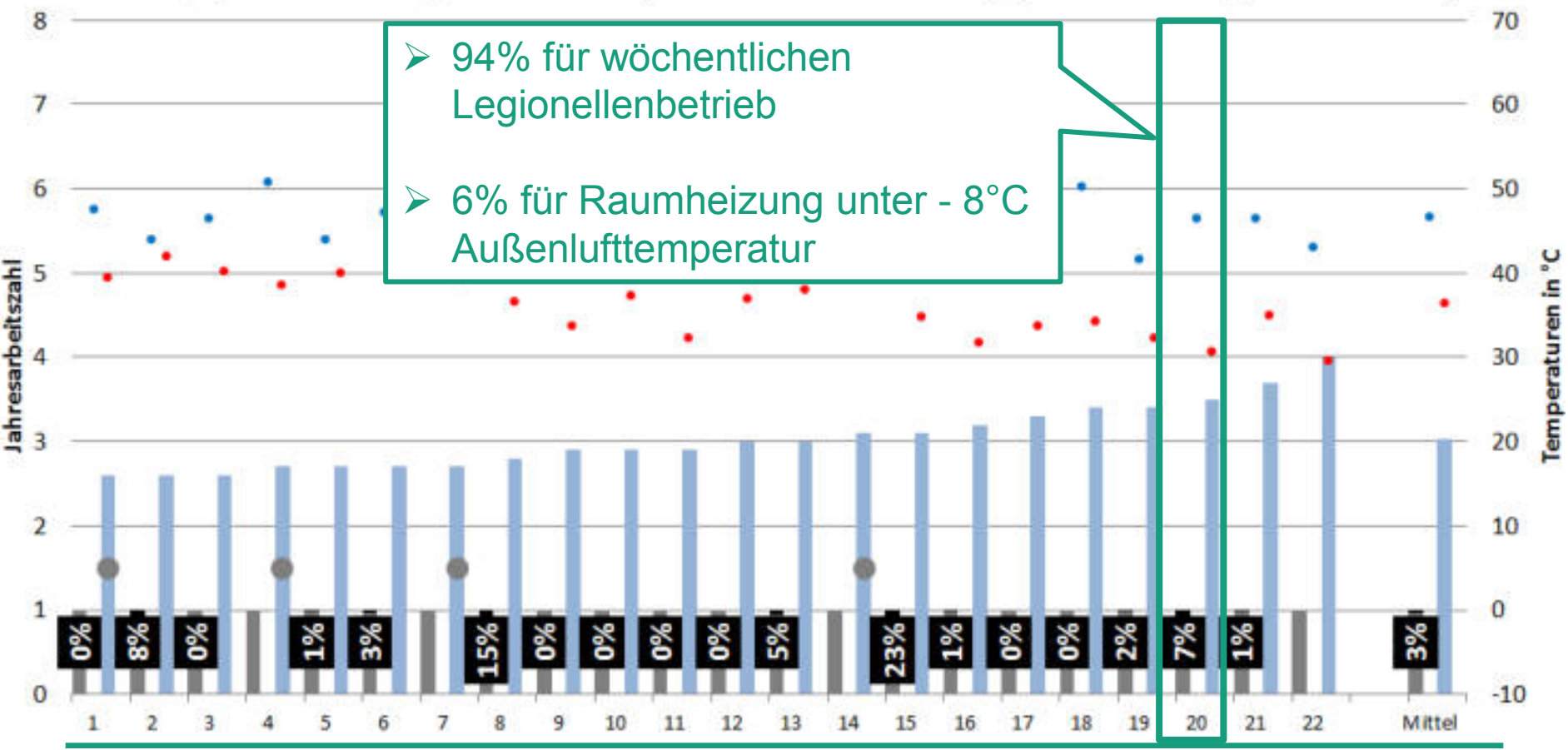


# Heizstabeinsatz – Beispiel III

- Jahresarbeitszahl
- Anteil Heizstabenergie
- T\_Heiz Mittel (Gesamtzeit)
- Anteil Heizstabenergie
- bivalent
- T\_TWS Mittel (Gesamtzeit)

➤ 94% für wöchentlichen Legionellenbetrieb

➤ 6% für Raumheizung unter - 8°C Außenlufttemperatur



# Ergebnisse sortiert nach Baualtersklasse

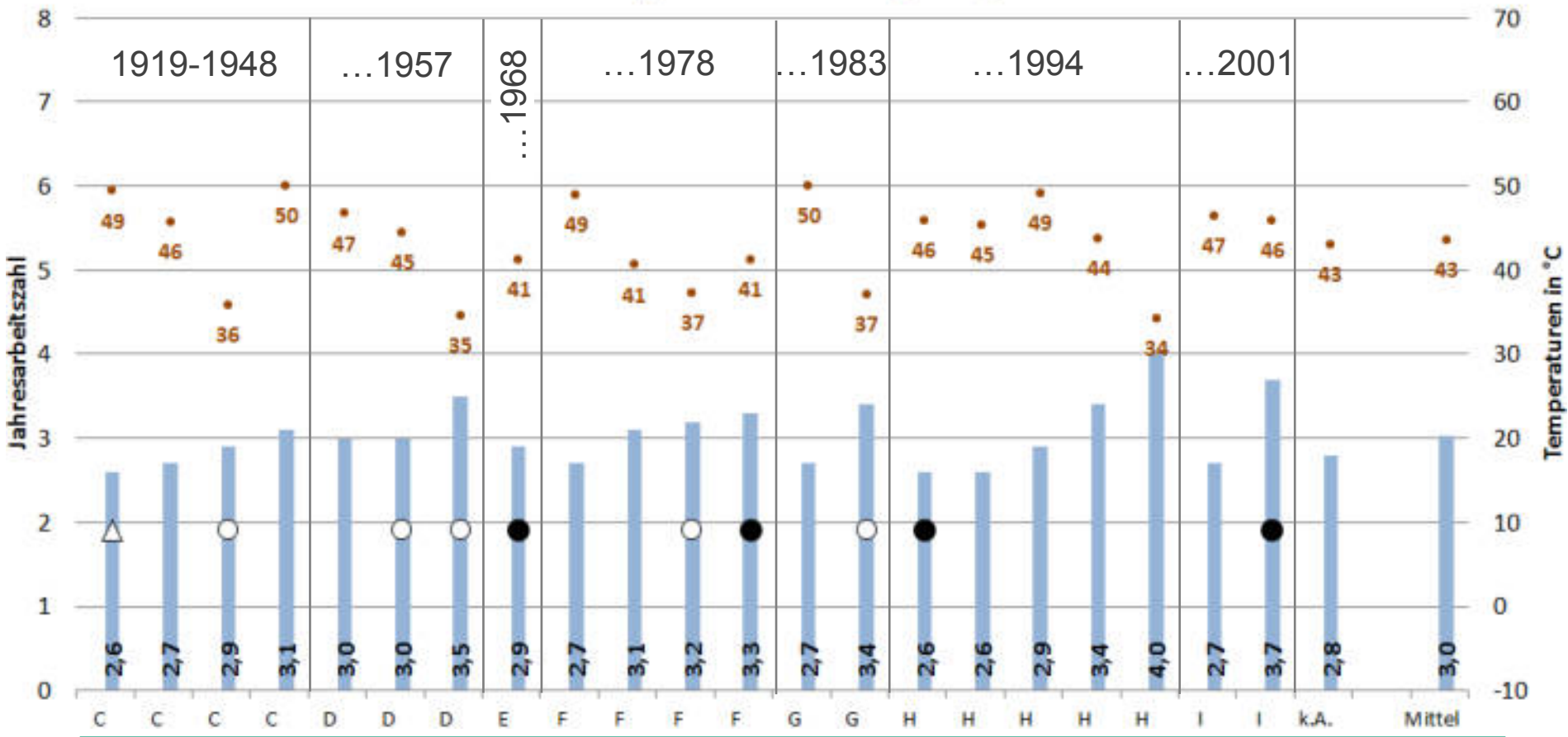
■ Jahresarbeitszahl

○ Fußbodenhgz.

● Radiatoren

△ Konvektoren

• T\_Heiz Vorlauf (max)



# Fazit

- 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
- Die beste Effizienz erreichten einfache und robuste Anlagen, mit sorgfältiger Planung und Installation sowie gut abgestimmten Komponenten



- MFH-Bestand als große Herausforderung zur Erreichung der Klimaschutzziele
- Nur durch Kombination von baulichem Wärmeschutz und Dekarbonisierung der Heizungstechniken möglich
- Lösungsansatz:
  - Nutzung von Umweltwärme in großem Umfang in Bestandsgebäuden
  - Neue Konzepte zur Lüftung und für Fassaden in der Sanierung
  - Technologieentwicklung für den MFH-Bestand
  - Implementierung und Demonstration von marktnahen Lösungen
- Weitere Infos: <http://www.lowex-bestand.de>



# www.wp-monitoring.de

Projektberichte

Ergebnisse und „Live“-Messdaten



**Vielen Dank!**

danny.guenther@ise.fraunhofer.de