

---

# Wärmepumpen-Effizienz – Erkenntnisse aus langfristigen Felduntersuchungen

---



**Marek Miara**

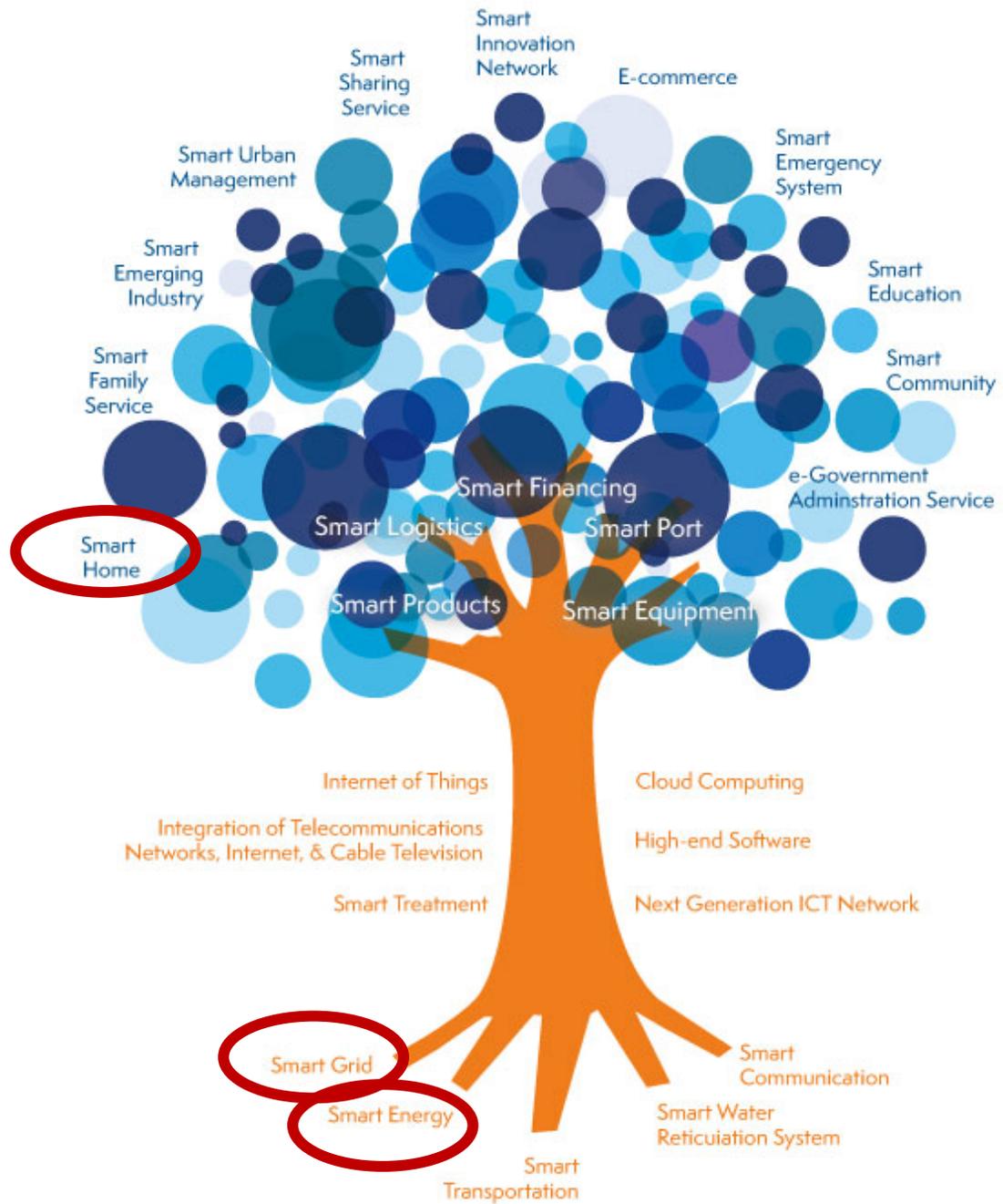
Fraunhofer-Institut für  
Solare Energiesysteme ISE

Historikertagung 2017 in Freiburg

16. Juni 2017



SINO-SINGAPORE  
GUANGZHOU KNOWLEDGE CITY  
中新广州知识城



# OPTIMALE LÖSUNG FÜR DIE ZUKUNFT

# Regenerative Energien Modell – Deutschland »REMod-D«

Minimierung der Transformationskosten →

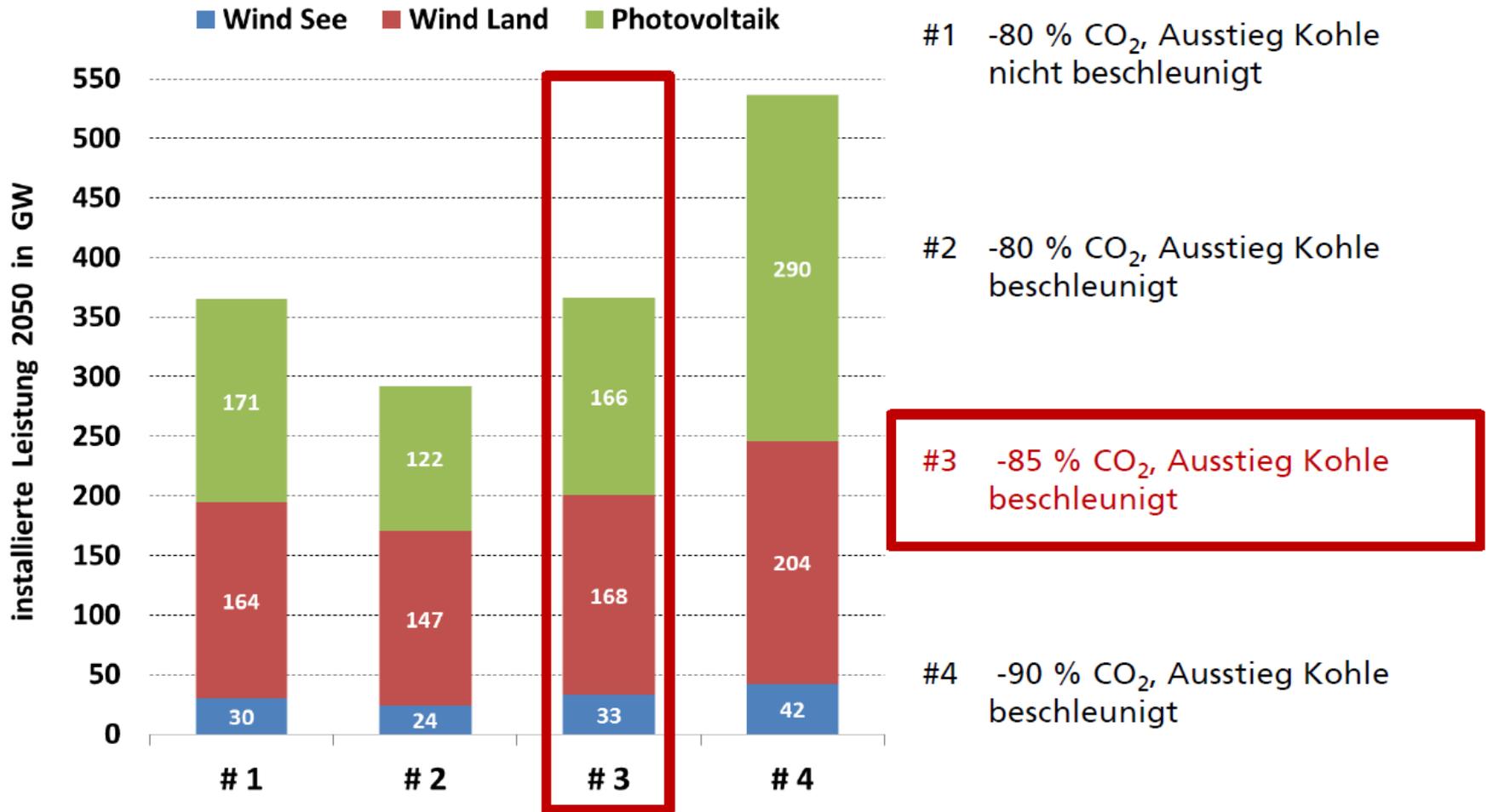
Modellierung eines Energiesystems mit dominantem Anteil erneuerbarer Energien

- Alle Verbrauchs-sektoren
- Stundengenaue Modellierung

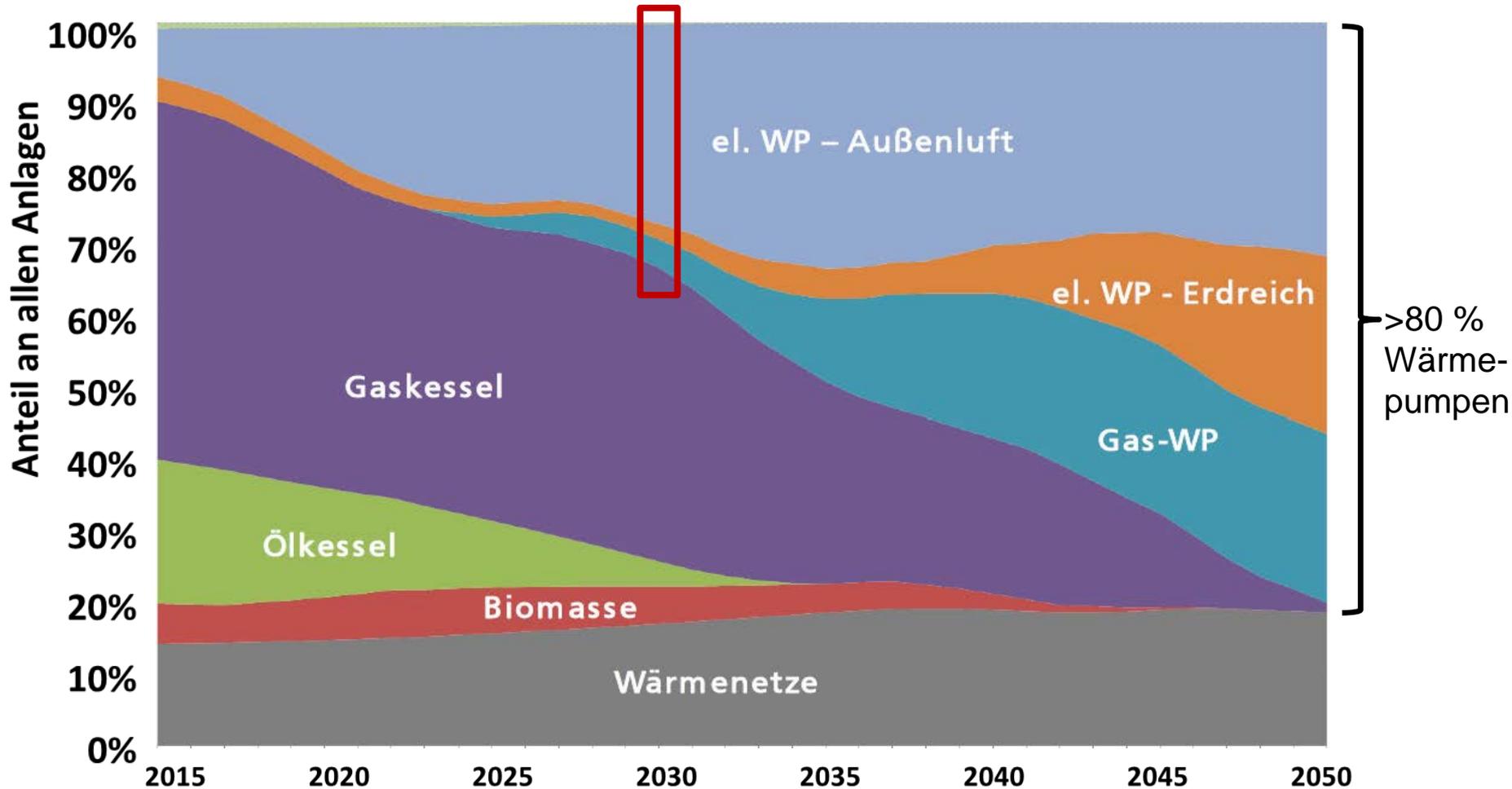


# Szenarienergebnisse

## Fluktuierende erneuerbare Energien im Jahr 2050

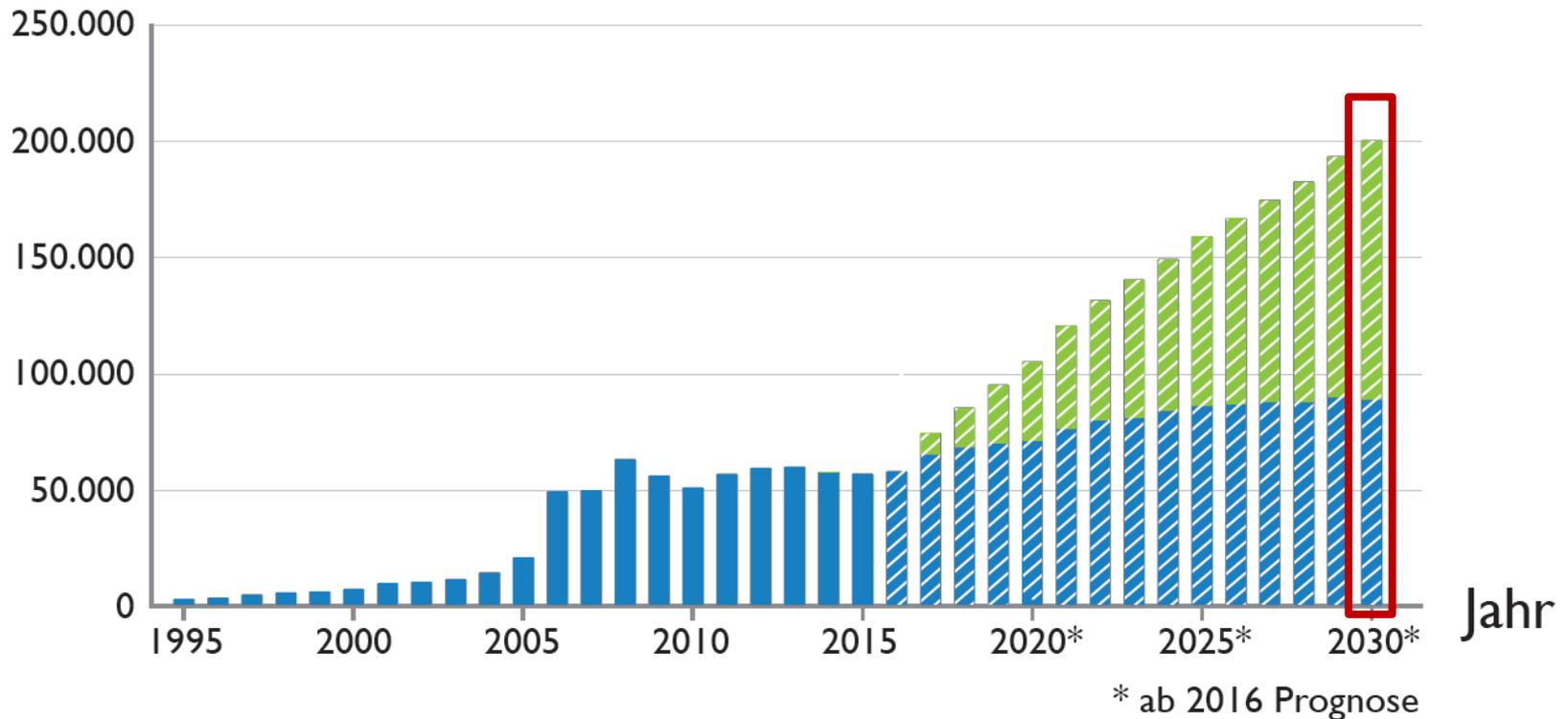


# Entwicklung Heizungstechniken – 85%-Szenario



# Anteil der Wärmepumpen am Wärmeerzeugerabsatz von 1978 bis 2030 (ab 2016 Prognose in zwei Szenarien)

Quelle: BWP-Branchenstudie 2015



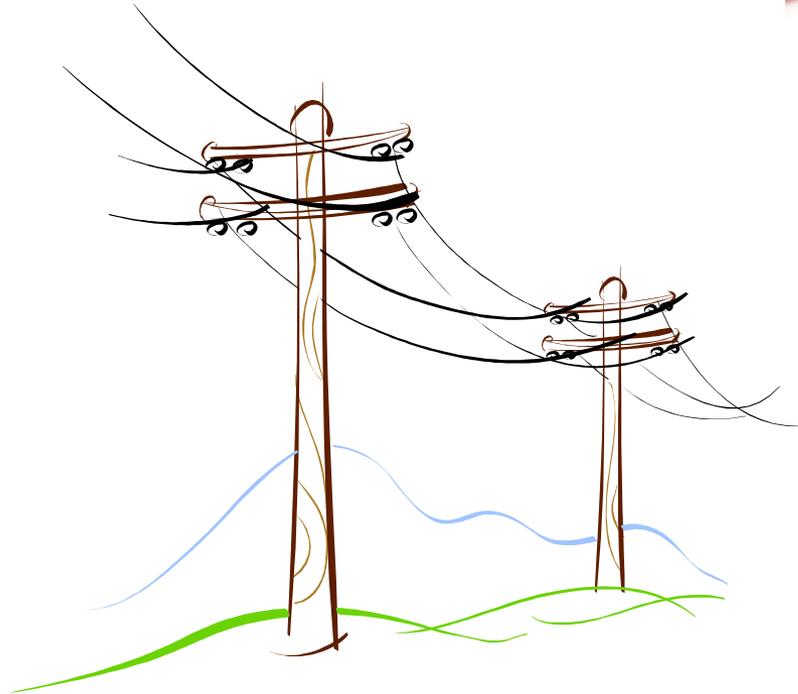
# Überblick Wärmepumpenaktivitäten

- Standard Monitoring Projekte (kleine Anlagen, große Anzahl)
- Spezielle Monitoring Projekte (große Anlagen, kleine Anzahl)
- Wärmepumpen Teststand
- Material und Komponentenentwicklung
- Kombination mit Solarthermie
- Wärmepumpen im Smart Grid
- Hybrid Wärmepumpen
- Mitarbeit in Richtlinienausschüssen
- Thermisch angetriebene Wärmepumpen
- Solare/Thermische Kühlung
- Beteiligung bei Annexen und Tasks der IEA

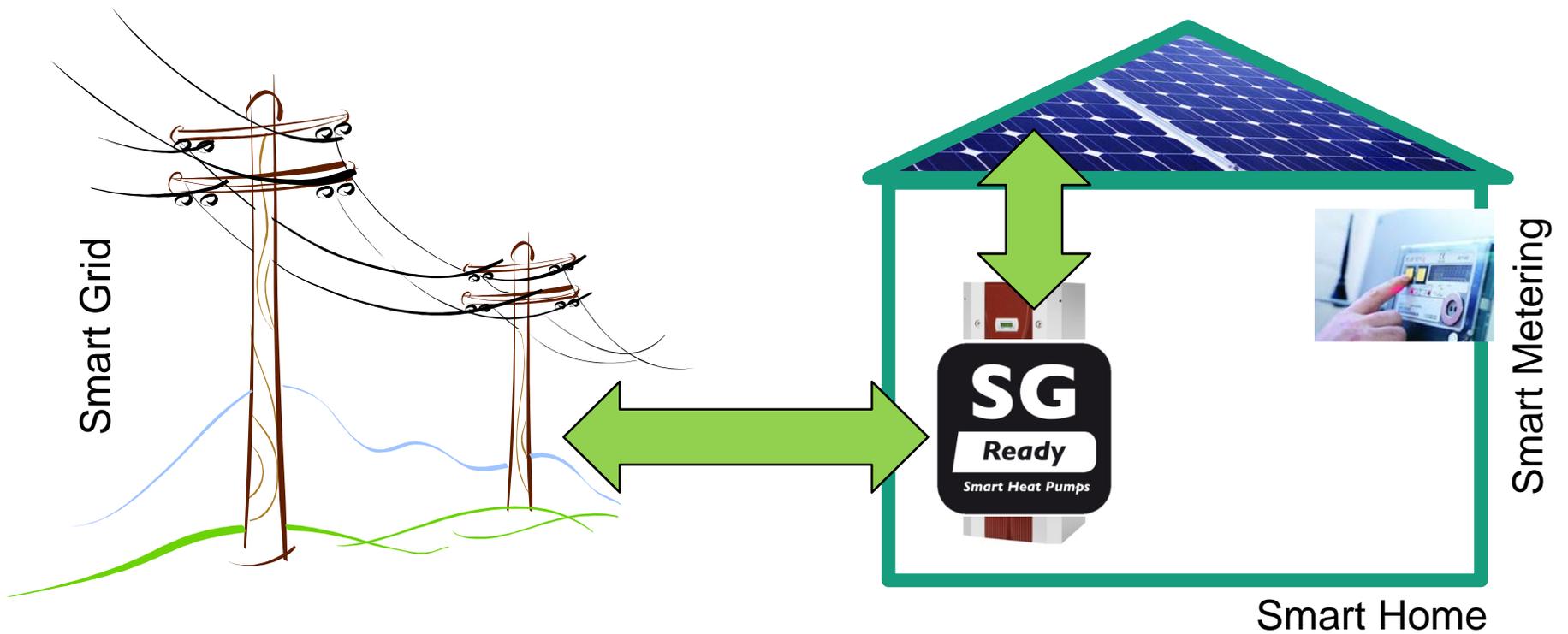
# WÄRMEPUMPEN IN HOME-GRIDS UND SMART GRIDS

# Nachfrage vs. Angebot

## Fluktuation bei der Stromerzeugung

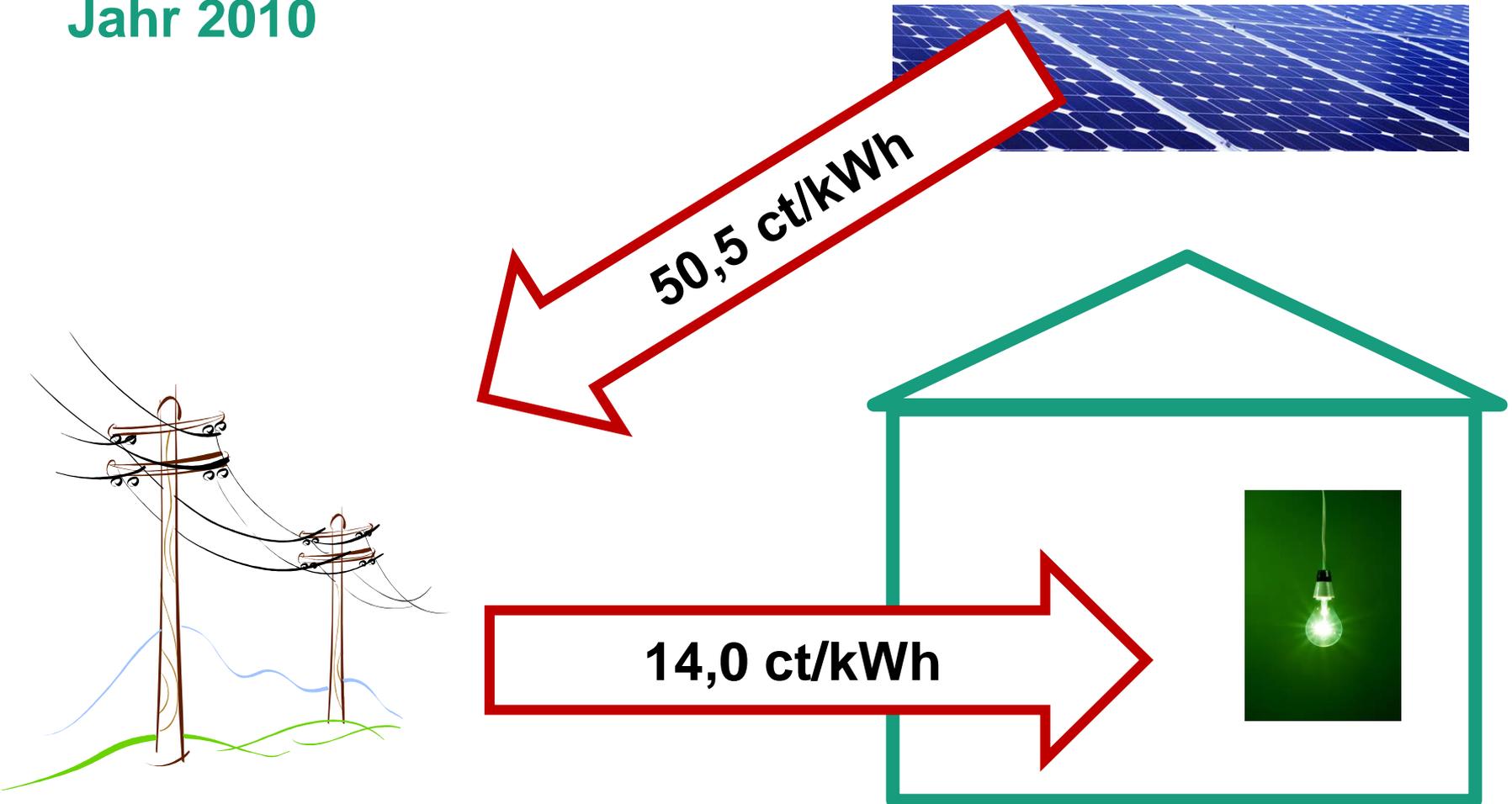


# Smartness around us ...



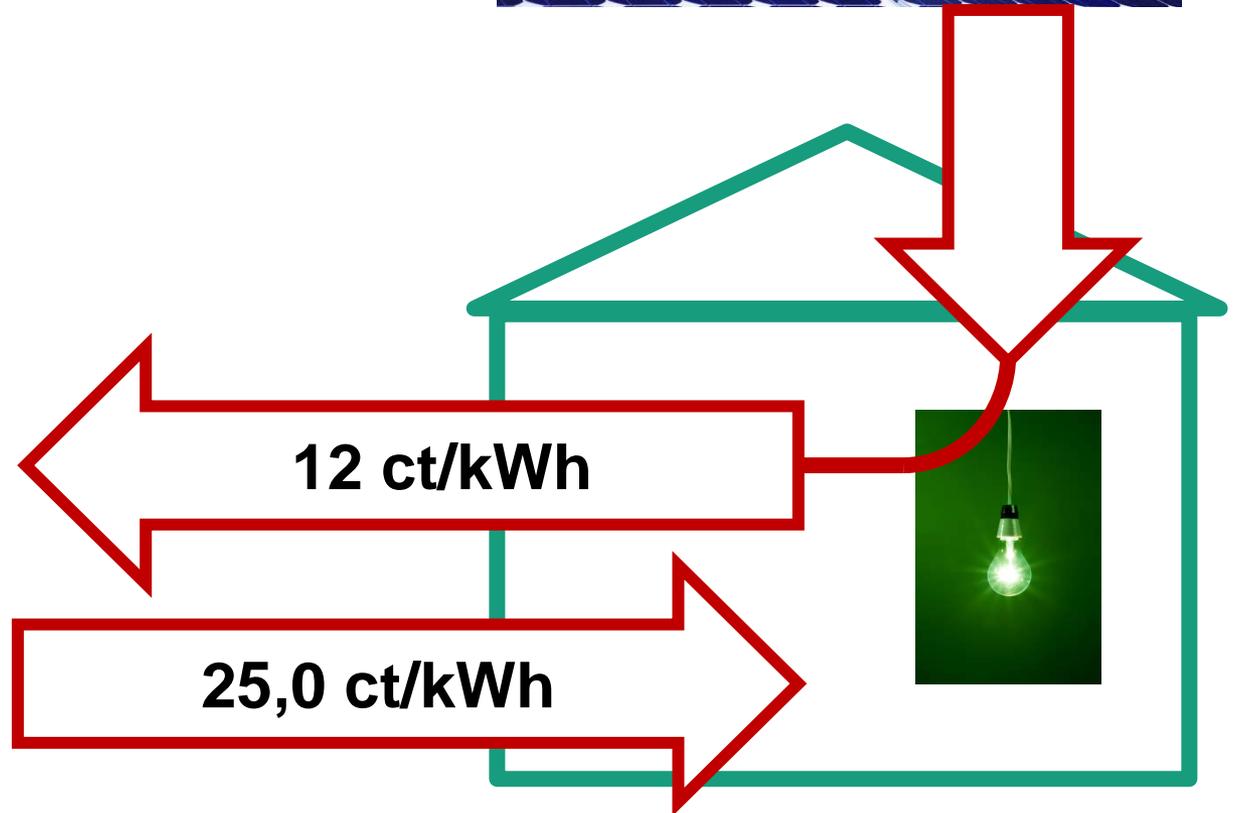
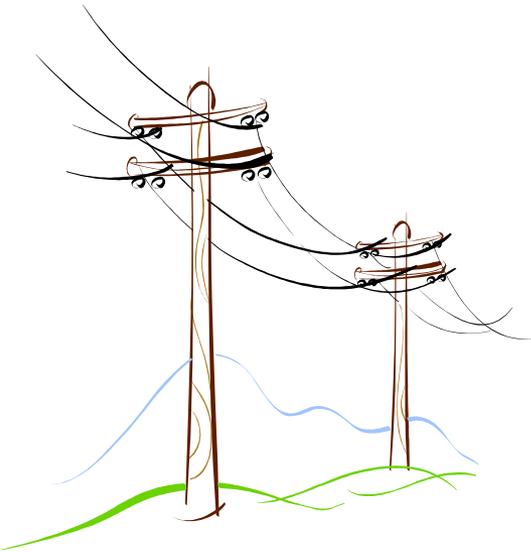
# Nutzermotivation

## Jahr 2010

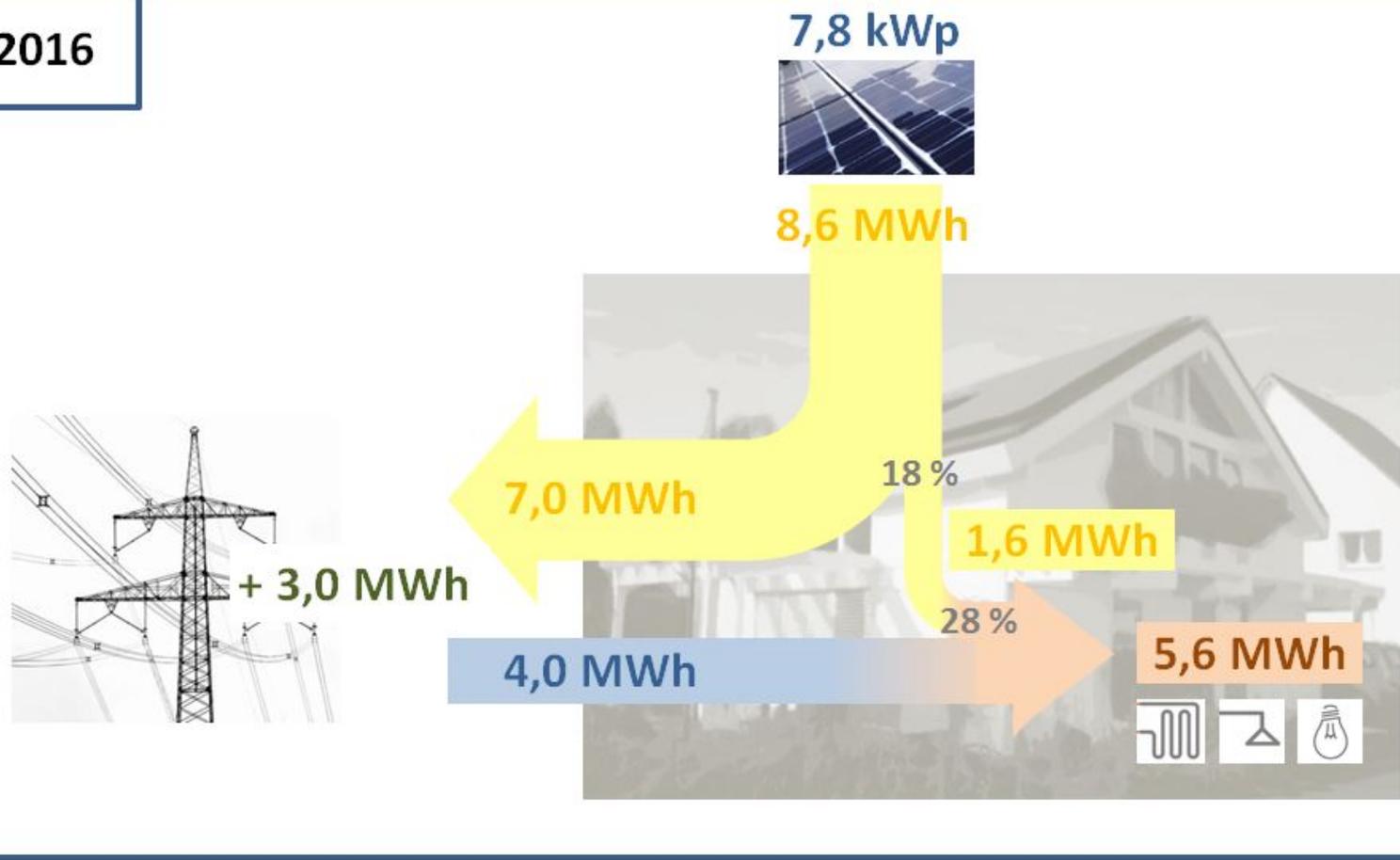


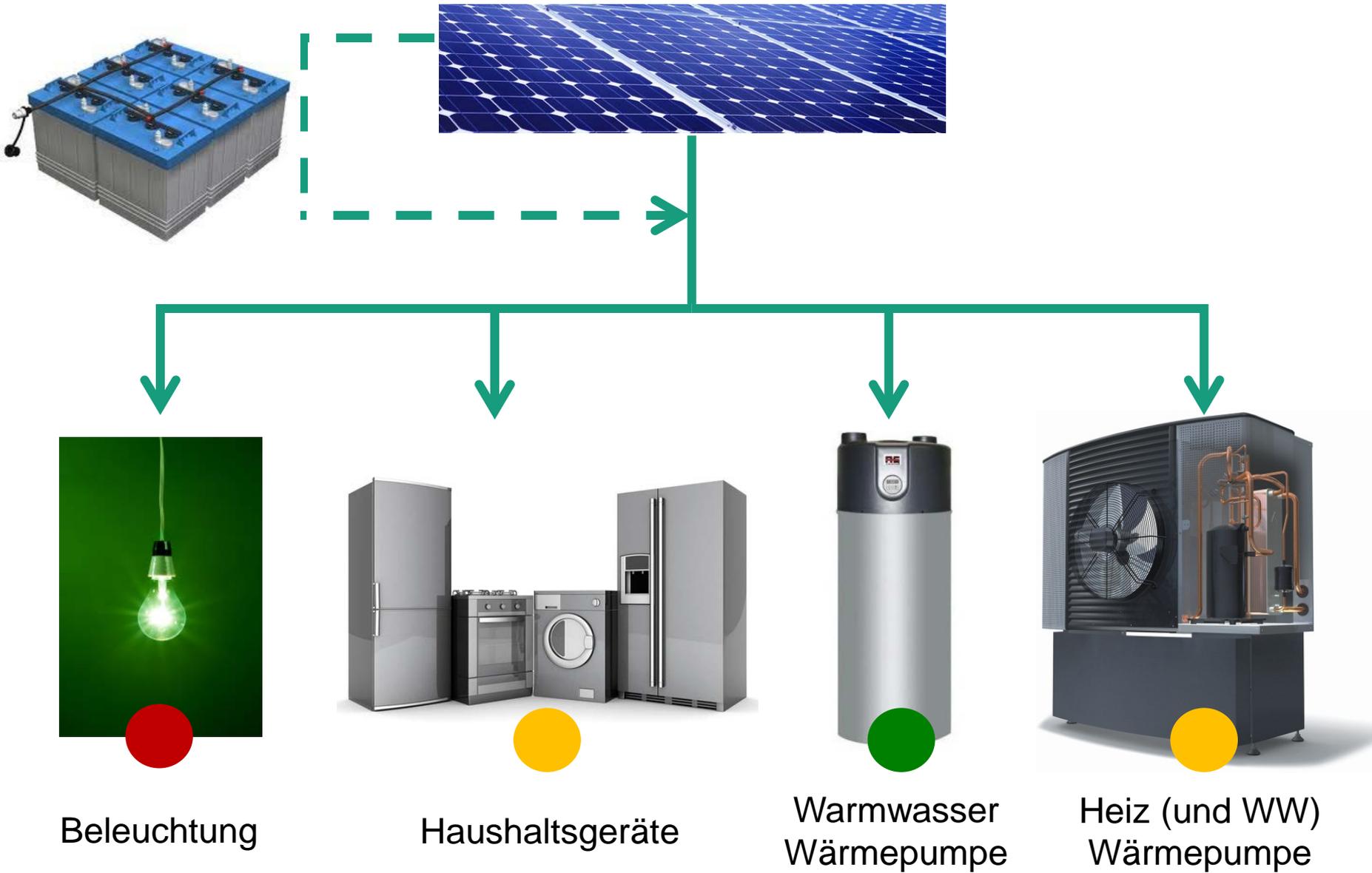
# Nutzermotivation

## Jahr 2016



2016





# EFFIZIENZ DER WÄRMEPUMPEN

# Effizienzkennzahlen

**COP**

**JAZ**

**$\eta$ , (eta)**

**SCOP**

**JAZ**

**EER**

**SEER**

**SPF**

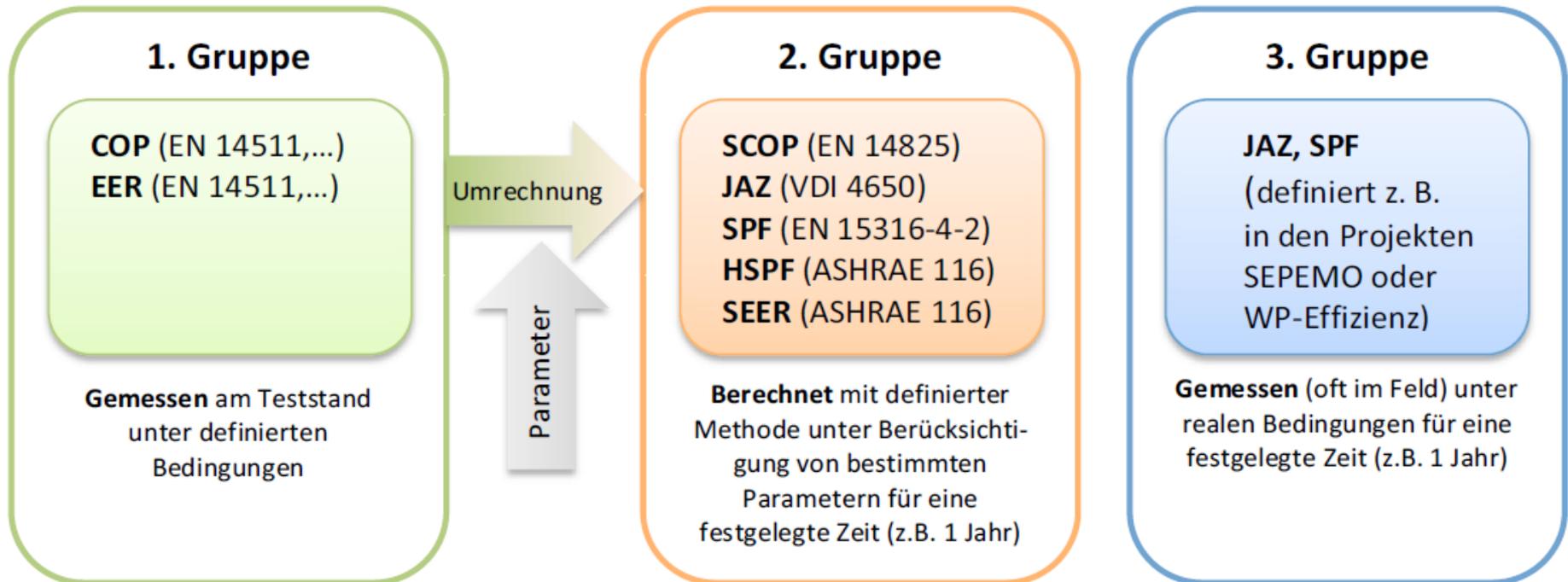
**SPF**

**APF**

**HSPF**

**CSPF**

# Effizienz-Kennzahlen





## Neugebaute Häuser und Bestandsgebäude



## Meistens Einfamilienhäuser



**Beheizte Wohnfläche: 100-300 m<sup>2</sup>**



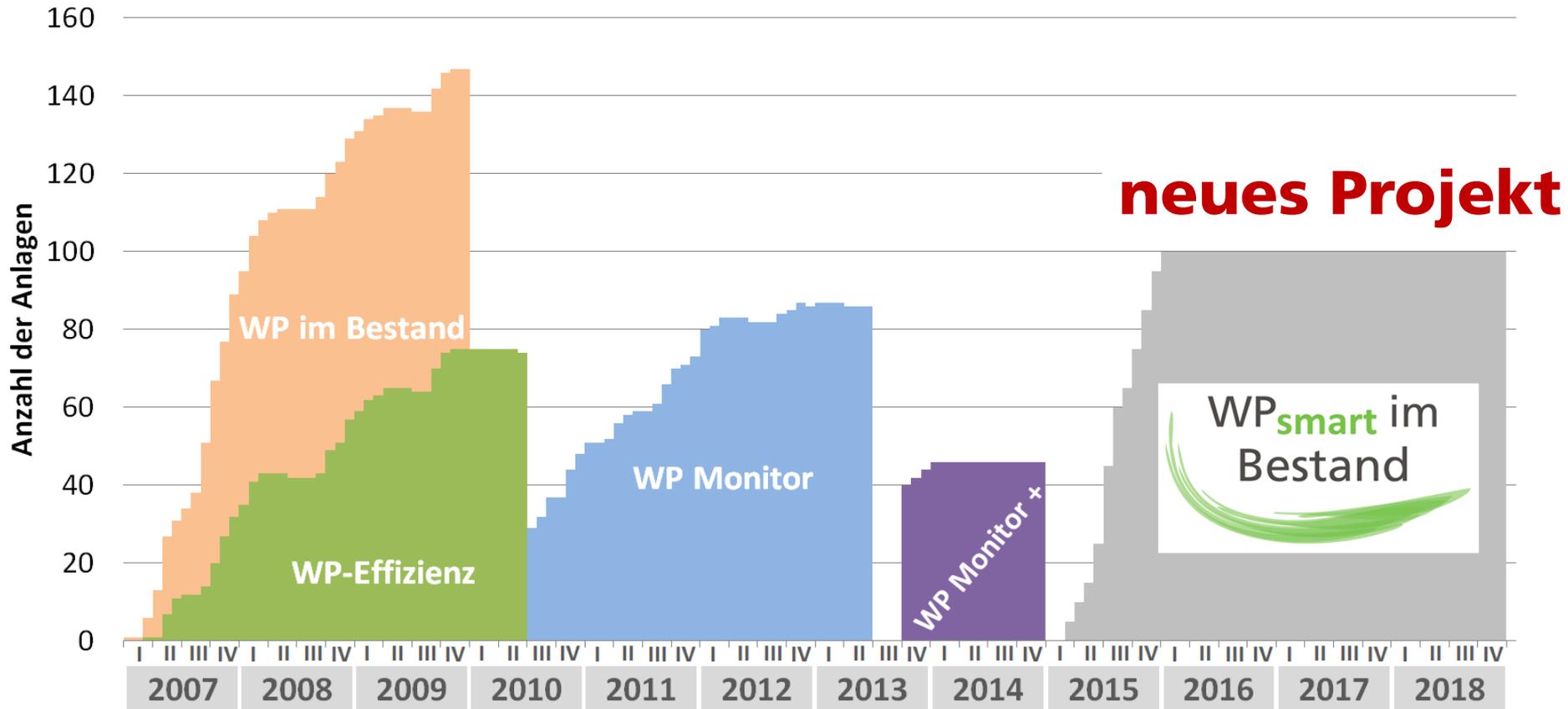
**Sole/Wasser- und Luft/Wasser - Wärmepumpen**

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

**12 Wärmepumpenhersteller**

**Thermische Leistung von 6 kW bis ca. 25 kW**

# Übersicht der Wärmepumpen-Monitoringprojekte





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

Gefördert durch:

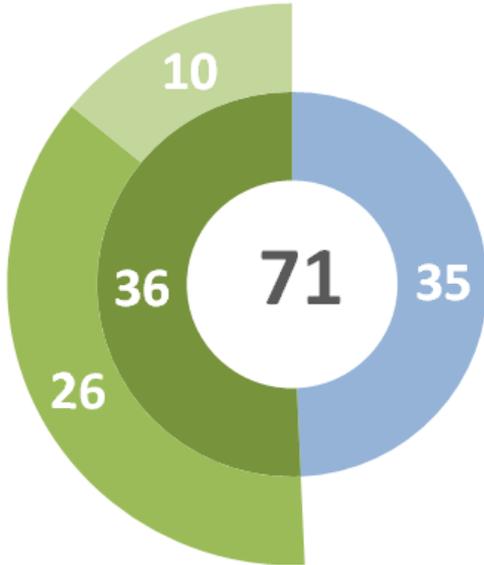


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

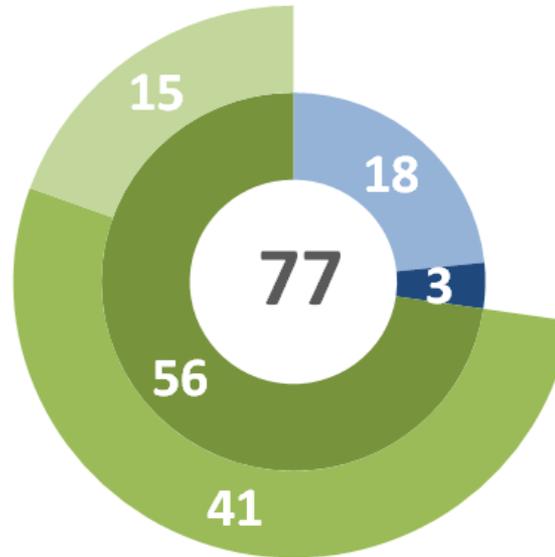


# Wärmequellen

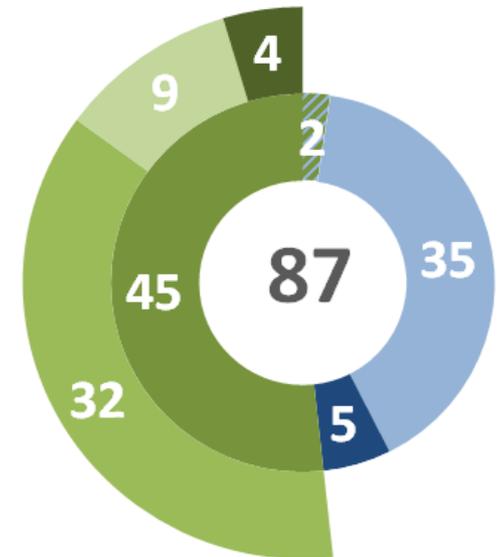
WP im Gebäudebestand



Neubau (WP Effizienz)

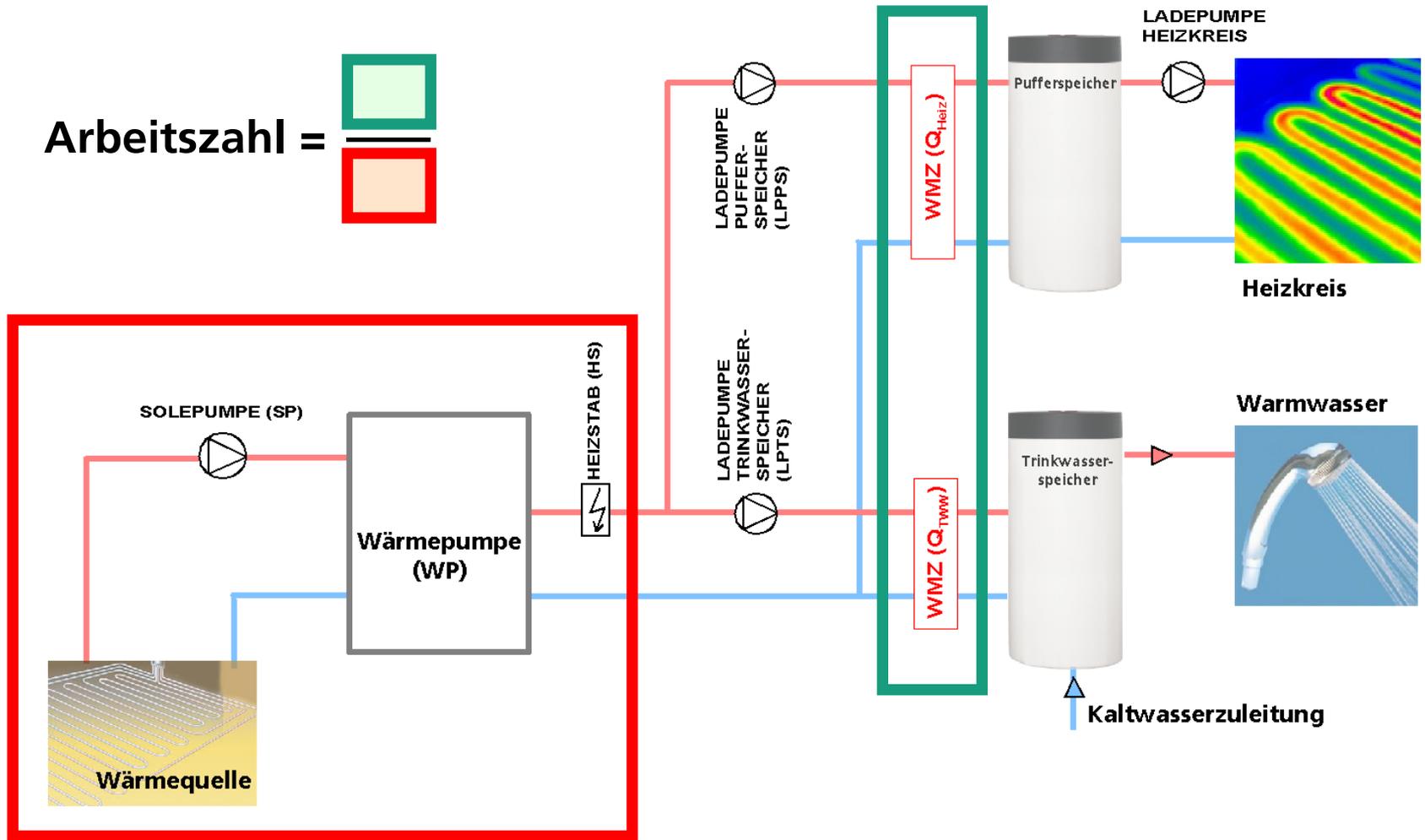


Neubau (WP Monitor)

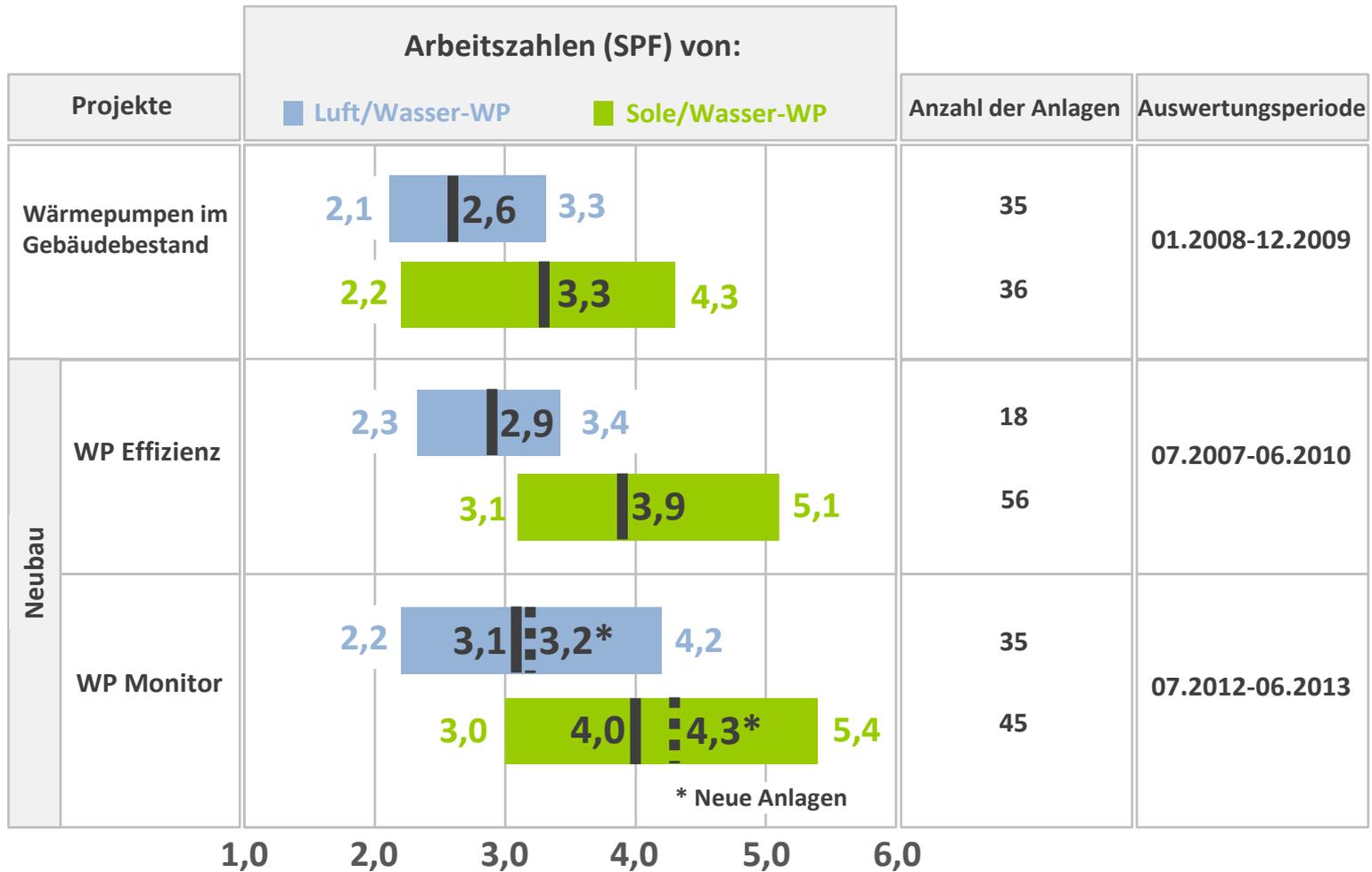


# Systemgrenze für die Berechnung der Arbeitszahlen

Arbeitszahl =  / 



# Arbeitszahlen – Überblick





**Projektnummer:** 12-89171-A

### Das Haus

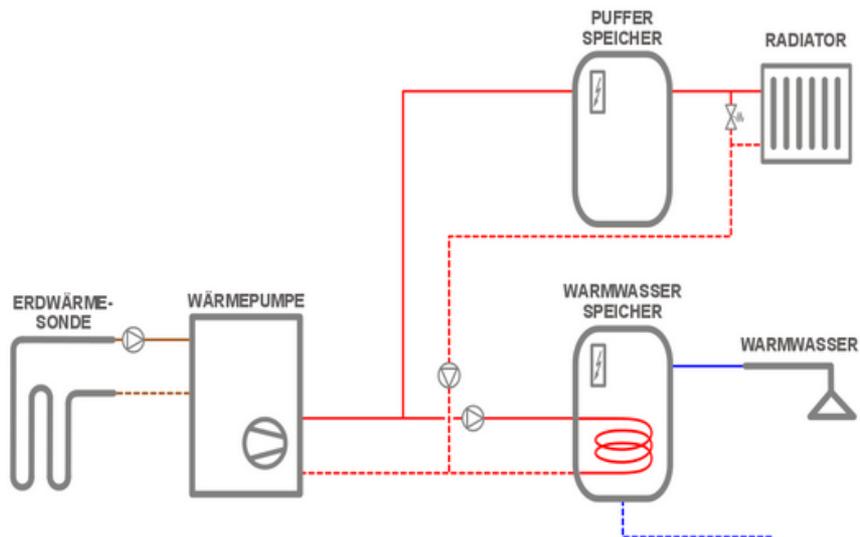
Beheizte Wohnfläche: 170,0 m<sup>2</sup>  
 Gebäudenutzfläche: 170,0 m<sup>2</sup>  
 Heizwärmeverbrauch: 176,47  $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$   
 Anzahl der Bewohner: 2

### Die Heizanlage

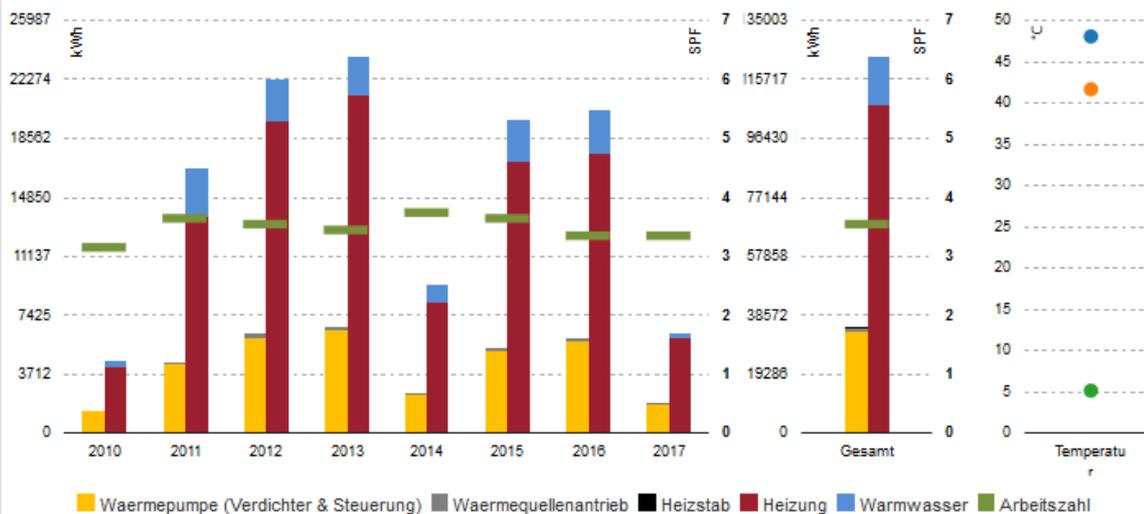
Typ der Wärmepumpe:  
 Heizleistung (A2/W35): kW  
 Wärmequelle  
 Wärmeverteilung:

### Anlagenbeschreibung

## Aktive Anlagenschema mit Tageswerten

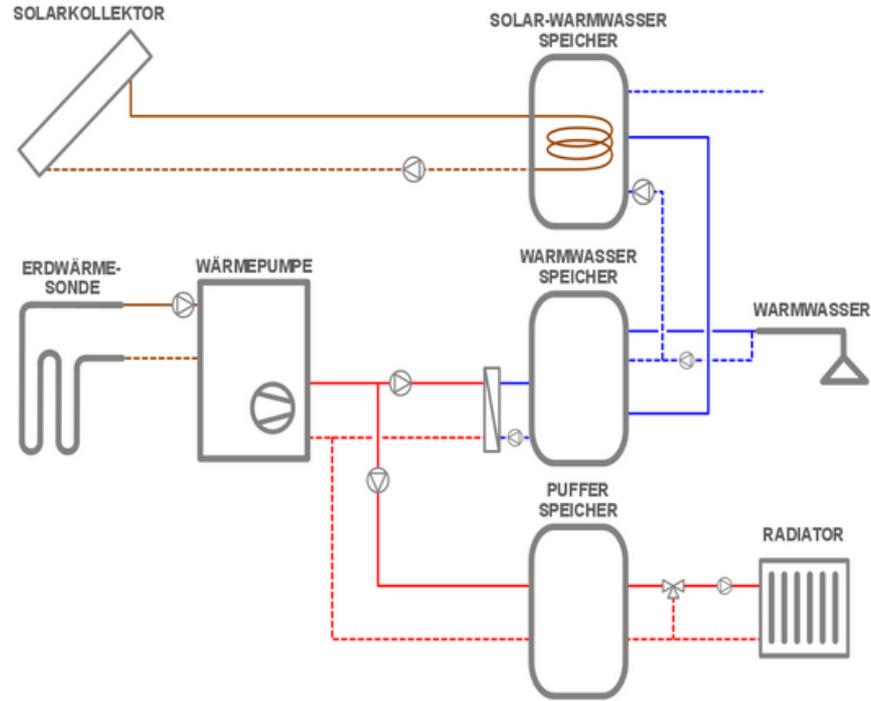


## Die Effizienz für den Zeitraum: Gesamt





## Aktive Anlagenschema mit Tageswerten



**Projektnummer:** 07-35117-A

### Das Haus

Beheizte Wohnfläche: 252,0 m<sup>2</sup>

Gebäudenutzfläche: 252,0 m<sup>2</sup>

Heizwärmeverbrauch: 88,00  $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$

Anzahl der Bewohner: 5

### Die Heizanlage

Typ der Wärmepumpe:

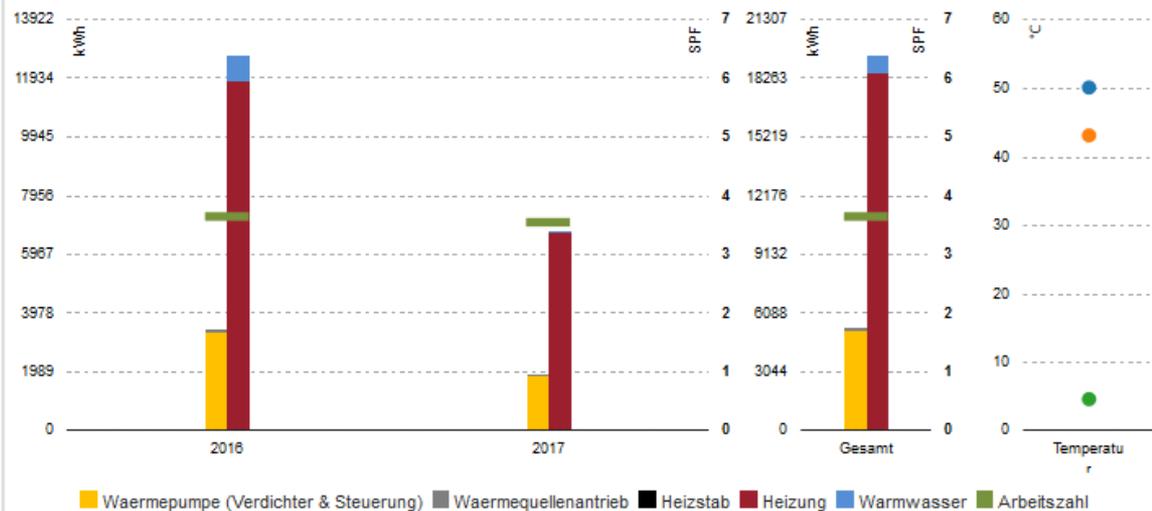
Heizleistung (A2/W35): kW

Wärmequelle

Wärmeverteilung:

### Anlagenbeschreibung

**Die Effizienz für den Zeitraum:** Gesamt





**Projektnummer:** 12-77723-A

### Das Haus

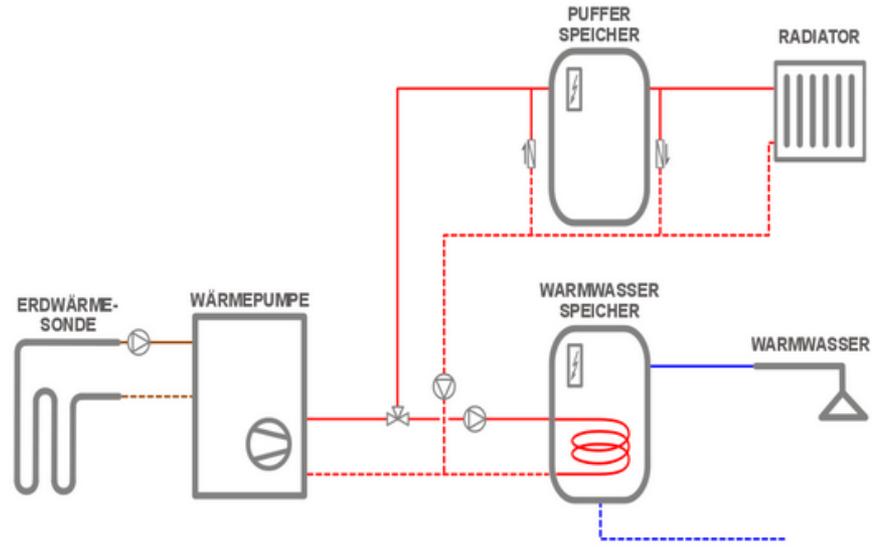
Beheizte Wohnfläche: 240,0 m<sup>2</sup>  
 Gebäudenutzfläche: 240,0 m<sup>2</sup>  
 Heizwärmeverbrauch: 95,83  $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$   
 Anzahl der Bewohner: 3

### Die Heizanlage

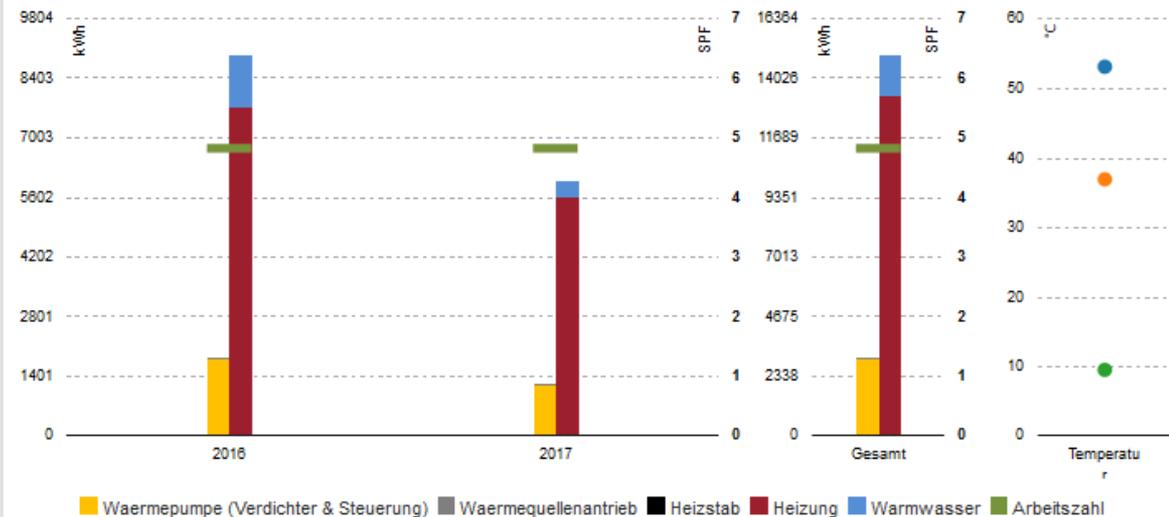
Typ der Wärmepumpe:  
 Heizleistung (A2/W35): kW  
 Wärmequelle  
 Wärmeverteilung:

### Anlagenbeschreibung

### Active Anlagenschema mit Tageswerten

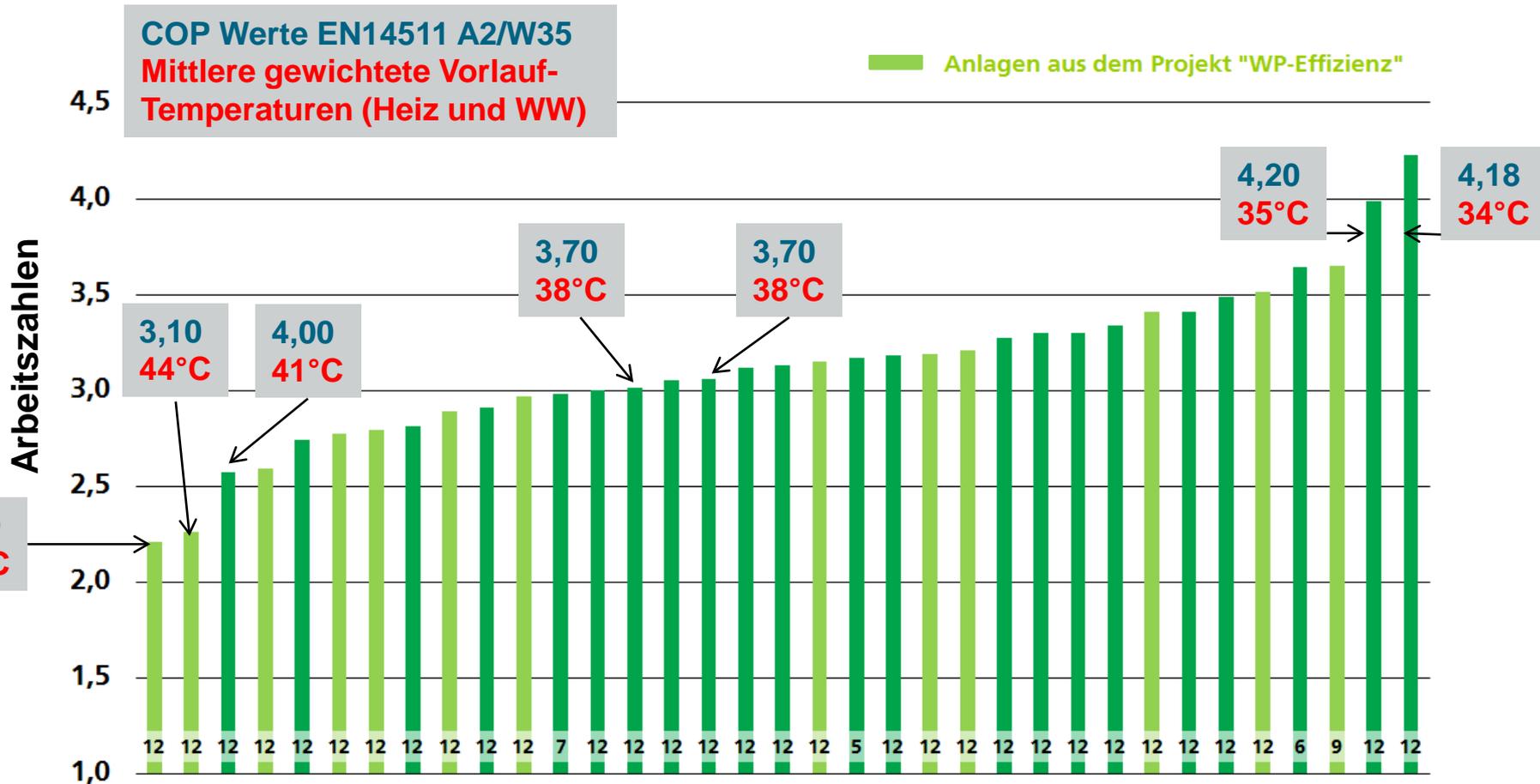


### Die Effizienz für den Zeitraum: Gesamt



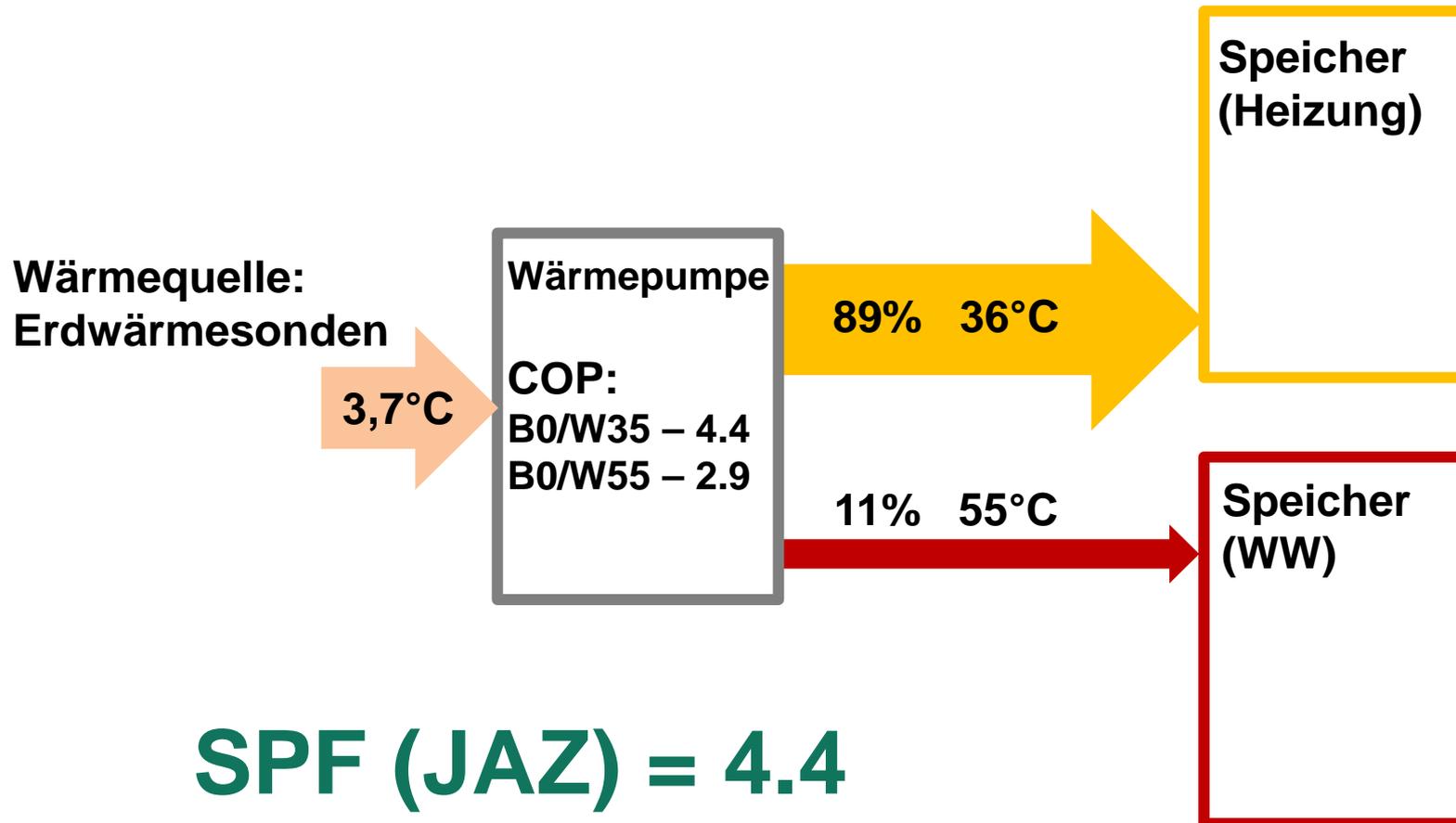
# Jahresarbeitszahlen Luft/Wasser – Wärmepumpen

## Projekt „WP Monitor“, April 12 – März 13



# Anlagenkonfiguration

## ein Beispiel für gute Ergebnisse



# Anlagenkonfiguration

## ein Beispiel für schlechte Ergebnisse

Wärmequelle:  
Erdwärmesonden

2,8°C

Wärmepumpe

COP:  
B0/W35 – 4.4  
B0/W55 – 2.9

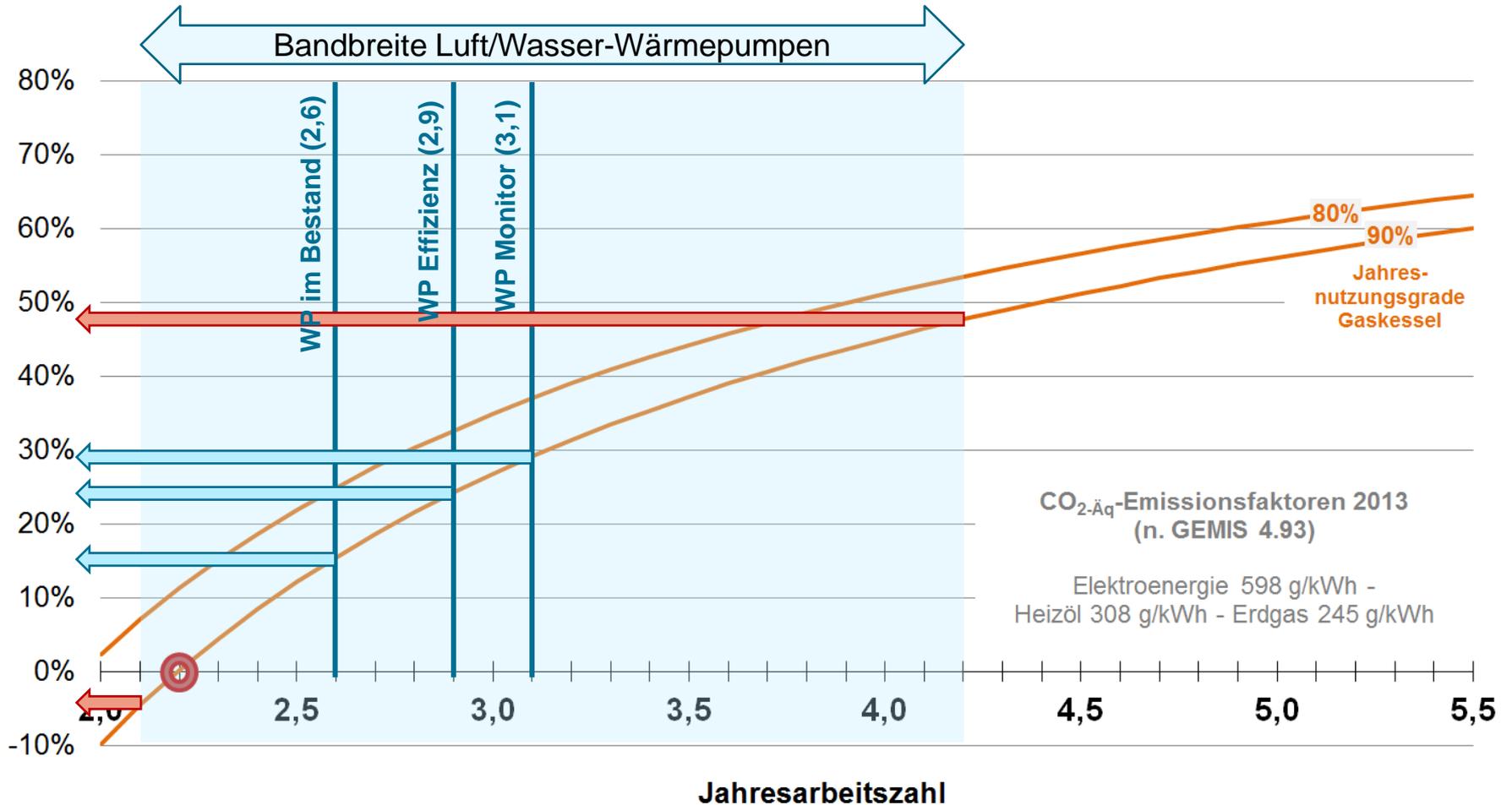
49% 35°C

51% 49°C

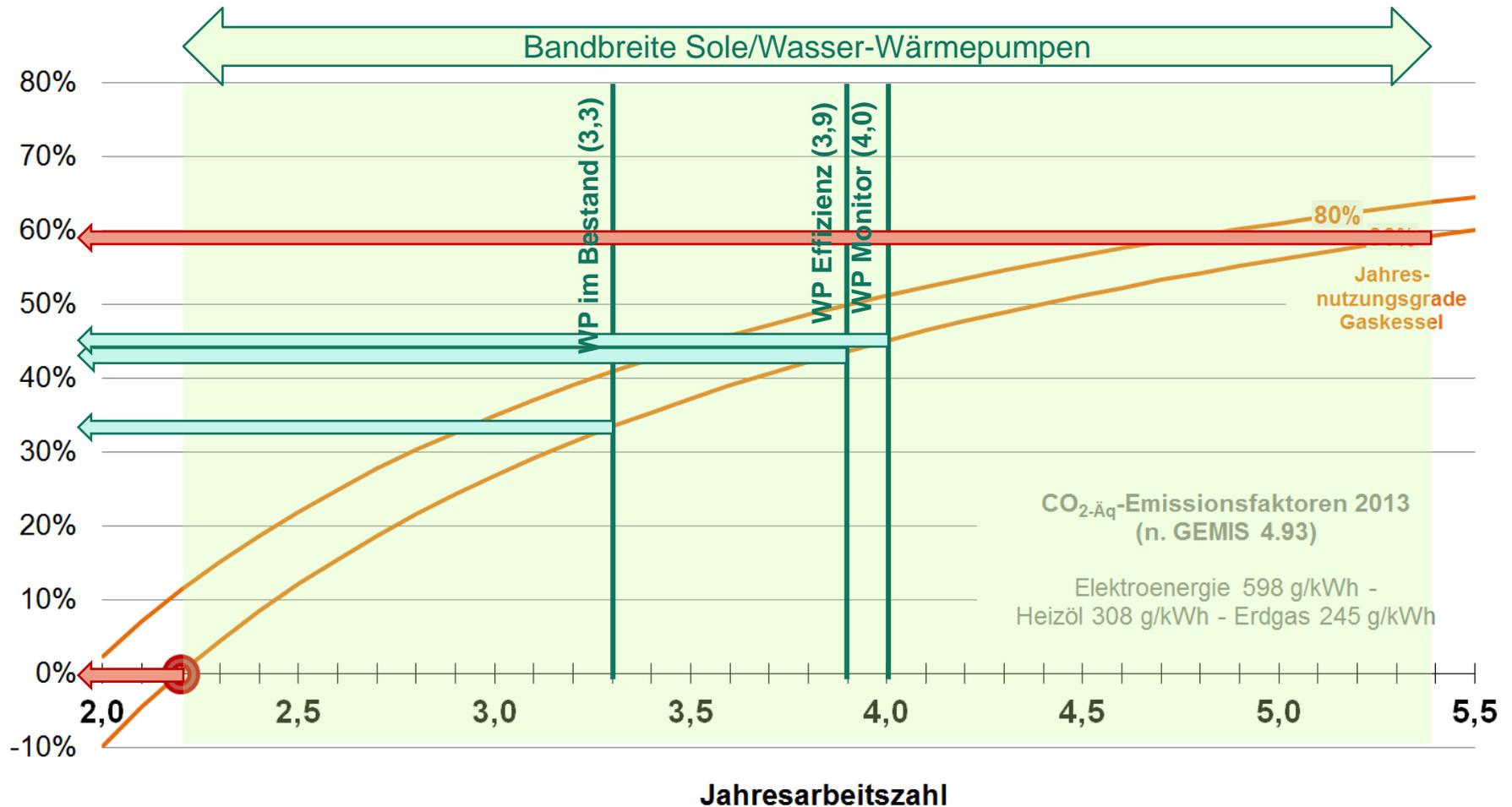
Kombispeicher  
(Heizung und  
WW)

**SPF (JAZ) = 3.1**

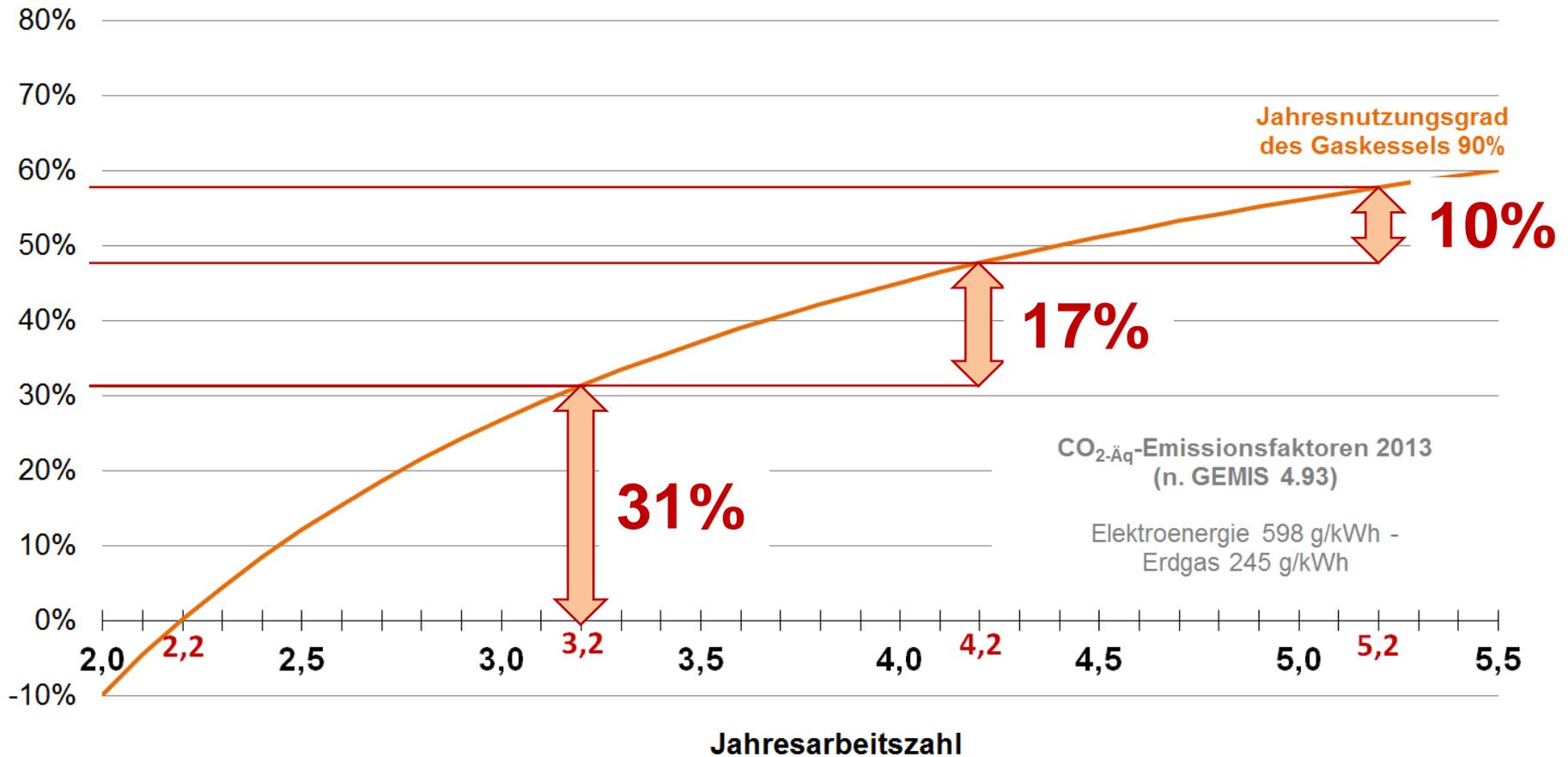
# CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionseinsparung der Elektrowärmepumpe gegenüber Gas-Kessel, Wärmequelle Luft



# CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionseinsparung der Elektrowärmepumpe gegenüber Gas-Kessel, Wärmequelle Erdreich



# CO<sub>2</sub>-Äq-Emissionseinsparung der Elektrowärmepumpe gegenüber Gas-Kessel



# Fazit

- Wärmepumpen werden im stromgeführten Wärmesektor der Zukunft eine dominante Rolle spielen

# Fazit

- Wärmepumpen werden im stromgeführten Wärmesektor der Zukunft eine dominante Rolle spielen
- Wärmepumpen erreichen überwiegend Effizienzen, die ihnen Vorteile gegenüber fossil betriebenen Heizsystemen verschaffen

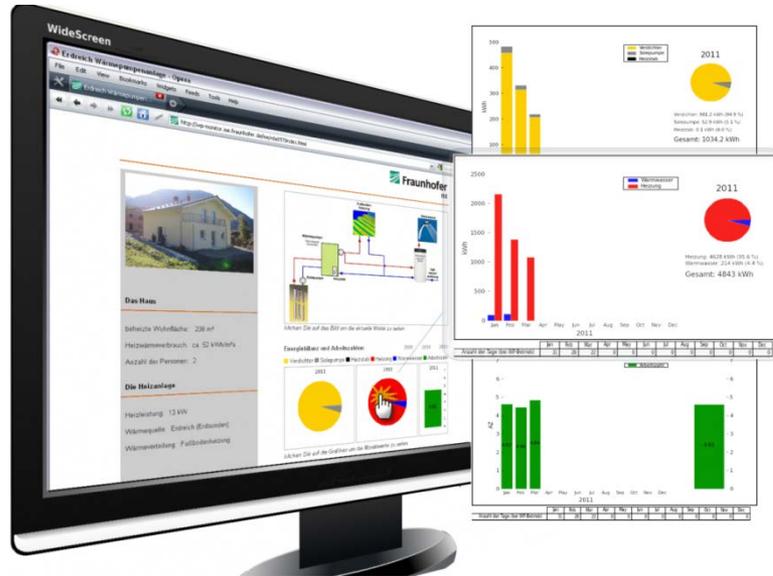
# Fazit

- Wärmepumpen werden im stromgeführten Wärmesektor der Zukunft eine dominante Rolle spielen
- Wärmepumpen erreichen überwiegend Effizienzen, die ihnen Vorteile gegenüber fossil betriebenen Heizsystemen verschaffen
- Die große Bandbreite an Arbeitszahlen ähnlicher Wärmepumpenanlagen zeigt den Einfluss bei Installation und Betrieb

# Fazit

- Wärmepumpen werden im stromgeführten Wärmesektor der Zukunft eine dominante Rolle spielen
- Wärmepumpen erreichen überwiegend Effizienzen, die ihnen Vorteile gegenüber fossil betriebenen Heizsystemen verschaffen
- Die große Bandbreite an Arbeitszahlen ähnlicher Wärmepumpenanlagen zeigt den Einfluss bei Installation und Betrieb
- Die beste Effizienz erreichten einfache und robuste Anlagen, mit sorgfältiger Planung und Installation sowie gut abgestimmten Komponenten

# www.wp-monitoring.de



## Vielen Dank!

**Kontakt:**  
Marek.Miara@ise.fraunhofer.de

# Vielen Dank

**Kontakt:**

Marek.Miara@ise.fraunhofer.de