
Wärmepumpen Monitoring: Reale Effizienz in Alt- und Neubau

Grundlagen zur WP-Effizienz, Ergebnisse & Erfahrungen aus Feldtests



Danny Günther

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

Bauzentrum München - Abendforum

Mittwoch, 26. Oktober 2011

Das Team „Wärmepumpen“

- Monitoring-Projekte
- Wärmepumpen – Teststand
- Material und Komponentenentwicklung

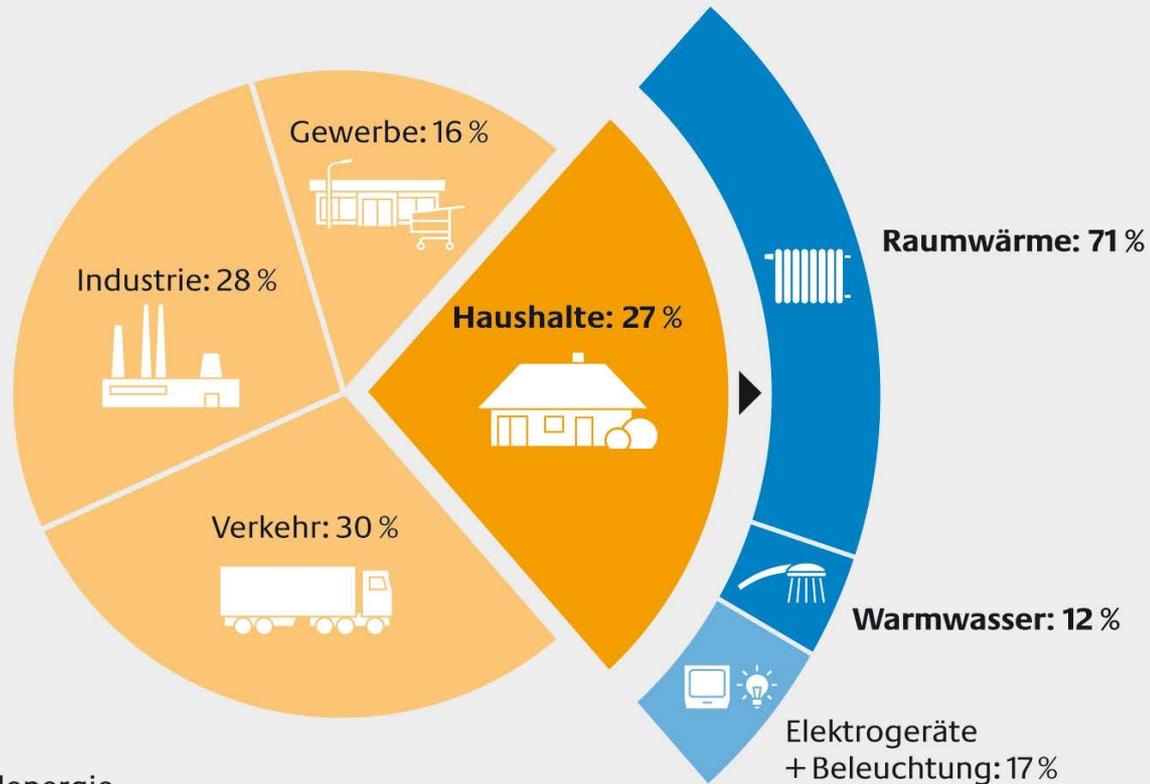
- Kombination WP & Solar
- Wärmepumpen im Smart Grid
- Annexe und Tasks der IEA
- Mitarbeit in Richtlinienausschüssen VDI 4650 I/II, VDI 4645



Standort Solarhaus Freiburg

Wer verbraucht in Deutschland die meiste Energie* ?

Energieverbrauch der Heizung oftmals unterschätzt

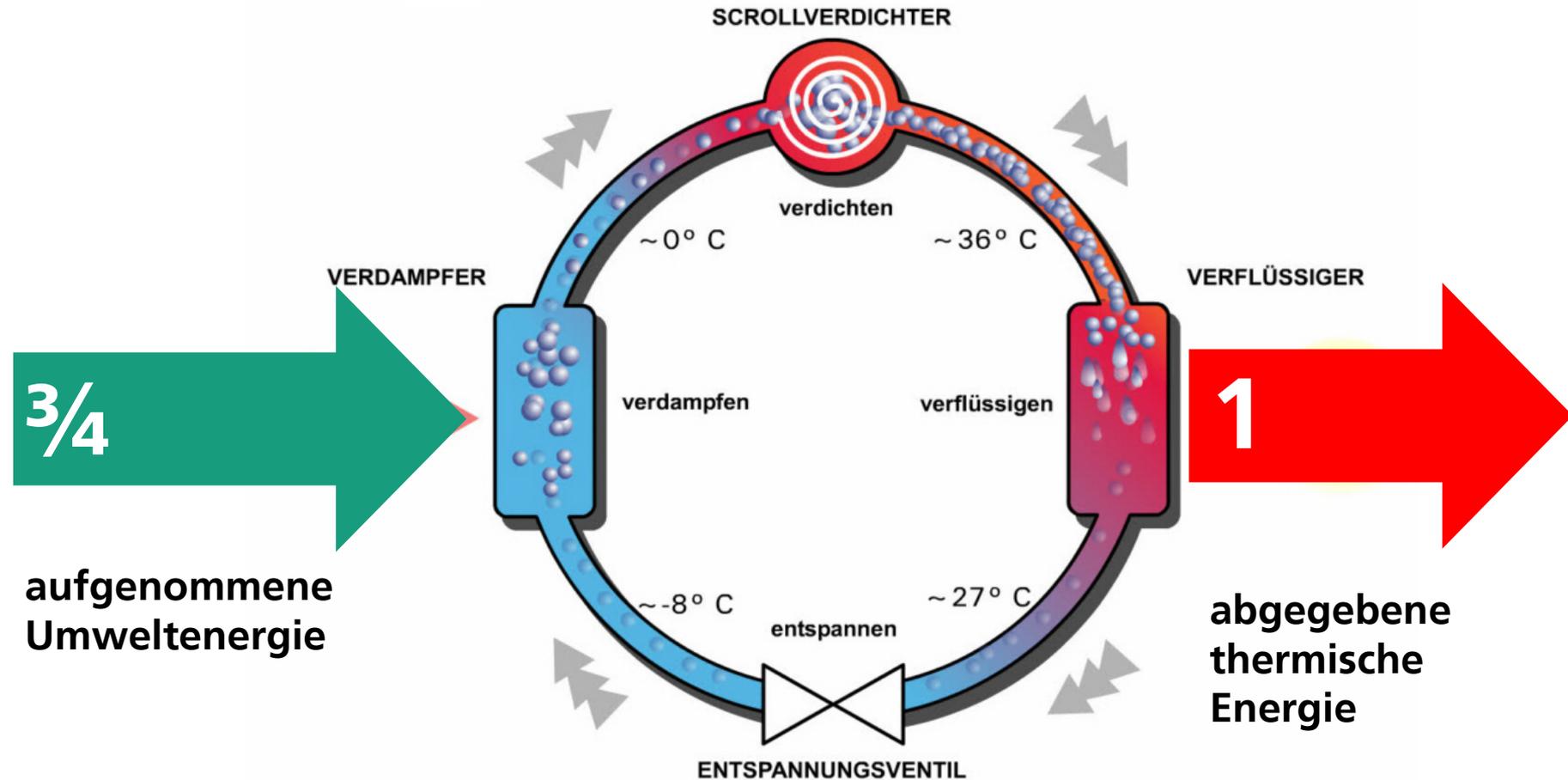


* Endenergie

Quelle: dena / Energiedaten BMWi

Wärmepumpen-Prinzip

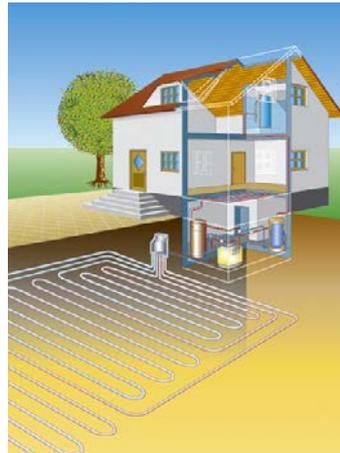
$\frac{1}{4}$ elektrische Energie



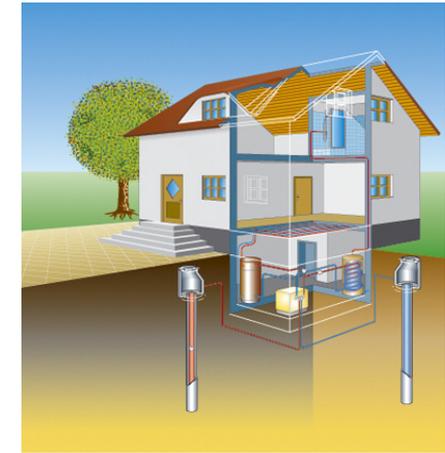
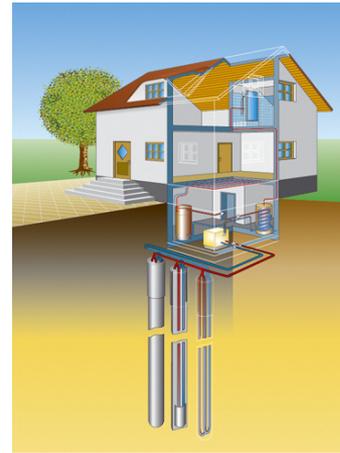
Wärmequellen



- Luft
- hervorragende Verfügbarkeit
- geringere Investitionskosten
- **geringe Temperaturen**



- Erdreich
- gute Verfügbarkeit
- höhere Investitionskosten (v.a. Sonden)
- **hohe Temperaturen**

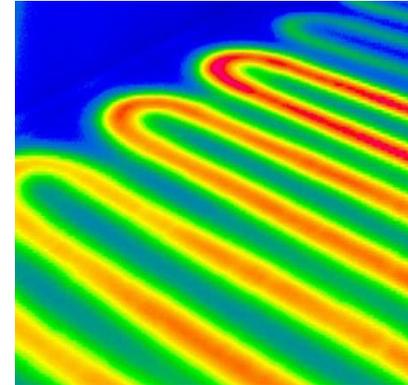


- Grundwasser
- selten verfügbar (Genehmigungsverfahren)
- höhere Investitionskosten
- **sehr hohe Temperaturen**

Heizwärmeverteilungssystem

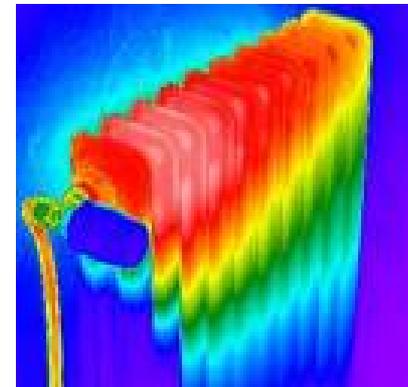
■ Fußbodenheizung

- **geringe Vorlauftemperaturen**
- **Neubau**



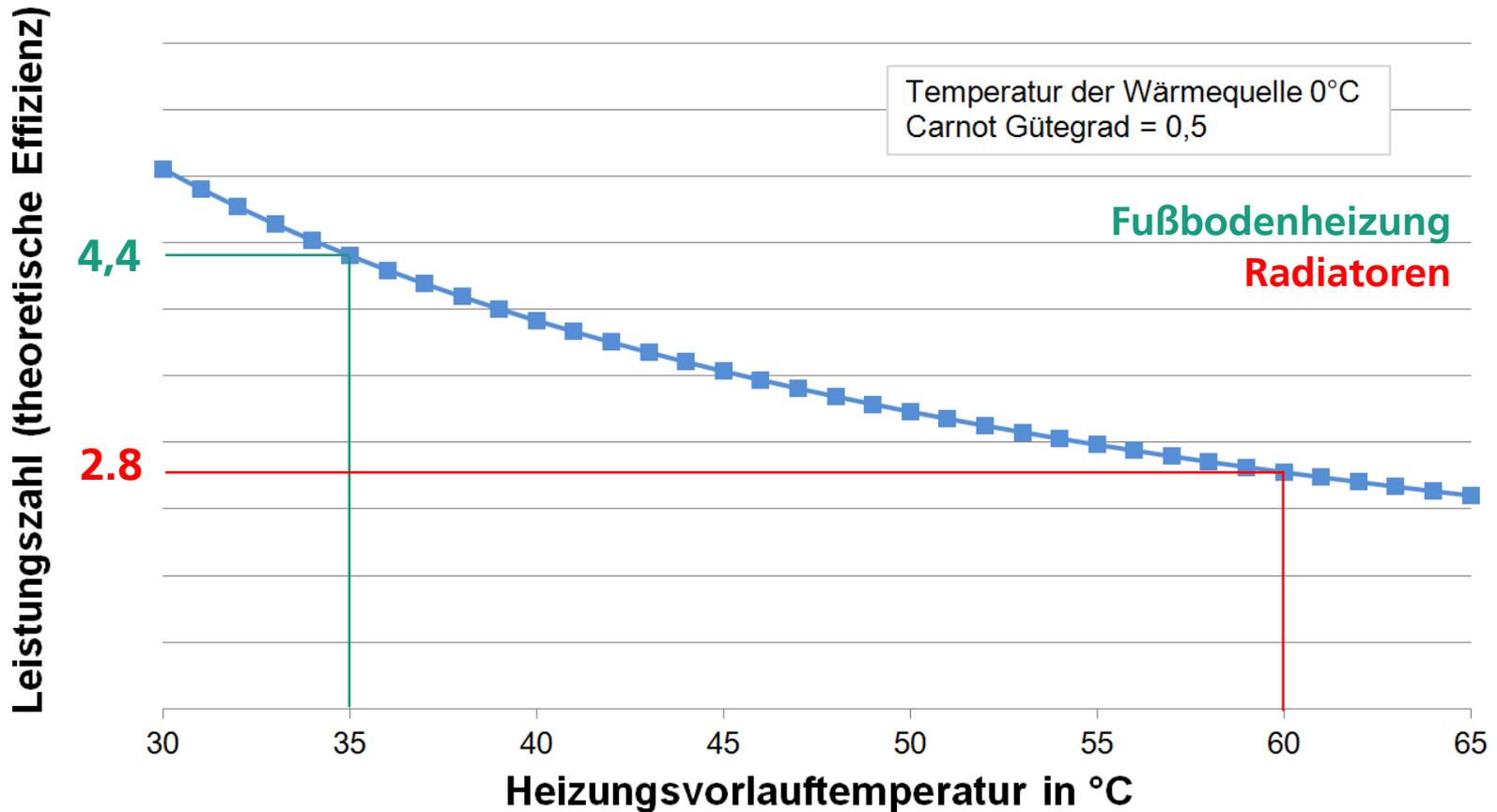
■ Heizkörper

- **hohe Vorlauftemperaturen**
- **Altbau**



Effizienz der Wärmepumpe

Haupteinfluss Temperaturhub



Effizienz der Wärmepumpe

COP vs. JAZ

Leistungszahl (COP)

Teststandmessung bei definierten Betriebsbedingungen (z.B. B0/W35)

Jahresarbeitszahl (JAZ)

Messung im realen Betrieb über ein Jahr
entscheidet über...

- Klimarelevanz
- Ressourcenschonung
- Wirtschaftlichkeit

Monitoringprojekte

Anzahl
der Anlagen

Partnern

Laufzeit

WP Effizienz

ca. 100

Förderung BMWi,
7 WP Hersteller,
2 Energieversorg.

10.2005 bis
09.2010

WP im Bestand

ca. 80

E.ON Energie AG

10.2006 bis
12.2009

 **WP Monitor**

ca. 100

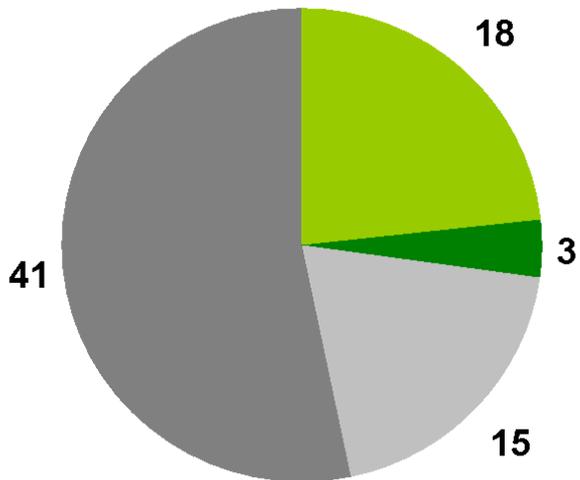
12 WP Hersteller
EnBW

12.2009 bis
05.2013

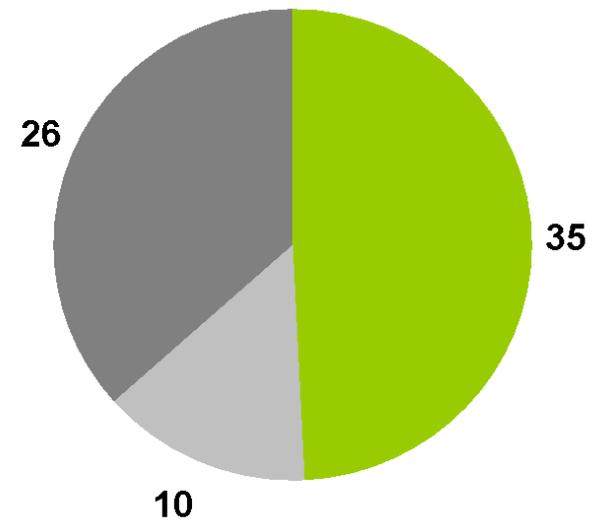
- Wie effizient sind die Wärmepumpen in Neubauten und Bestandsgebäuden?
- Identifikation von Optimierungsmöglichkeiten bei Installation und Regelung

Wärmequellen

WP Effizienz (Neubau)



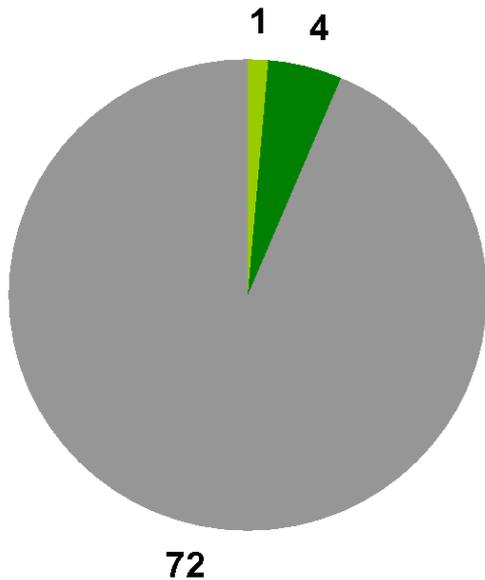
WP im Bestand



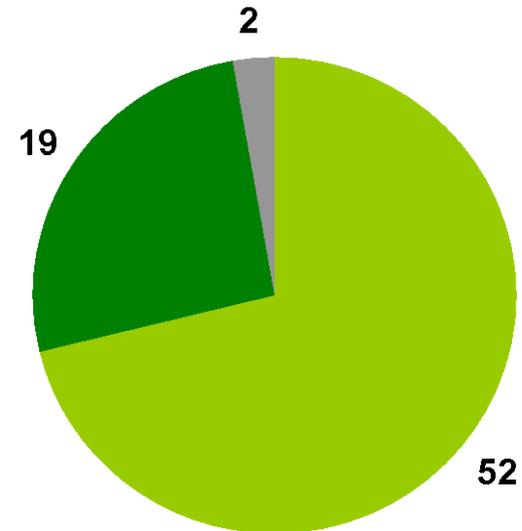
- Luft
- Wasser
- Erdreich-Kollektoren
- Erdreich-Erdsonden

Wärmeverteilungssysteme

WP Effizienz (Neubau)

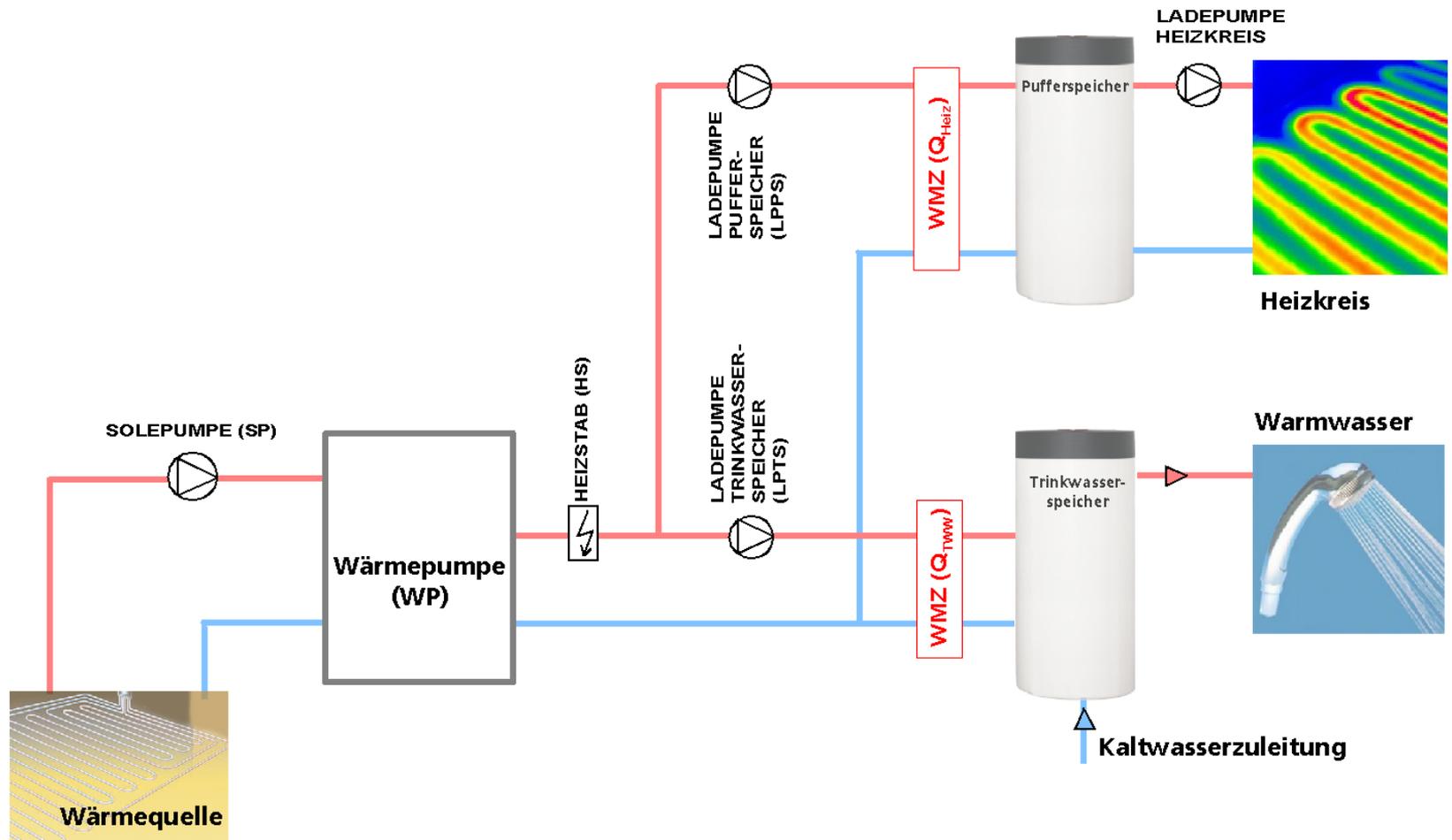


WP im Bestand



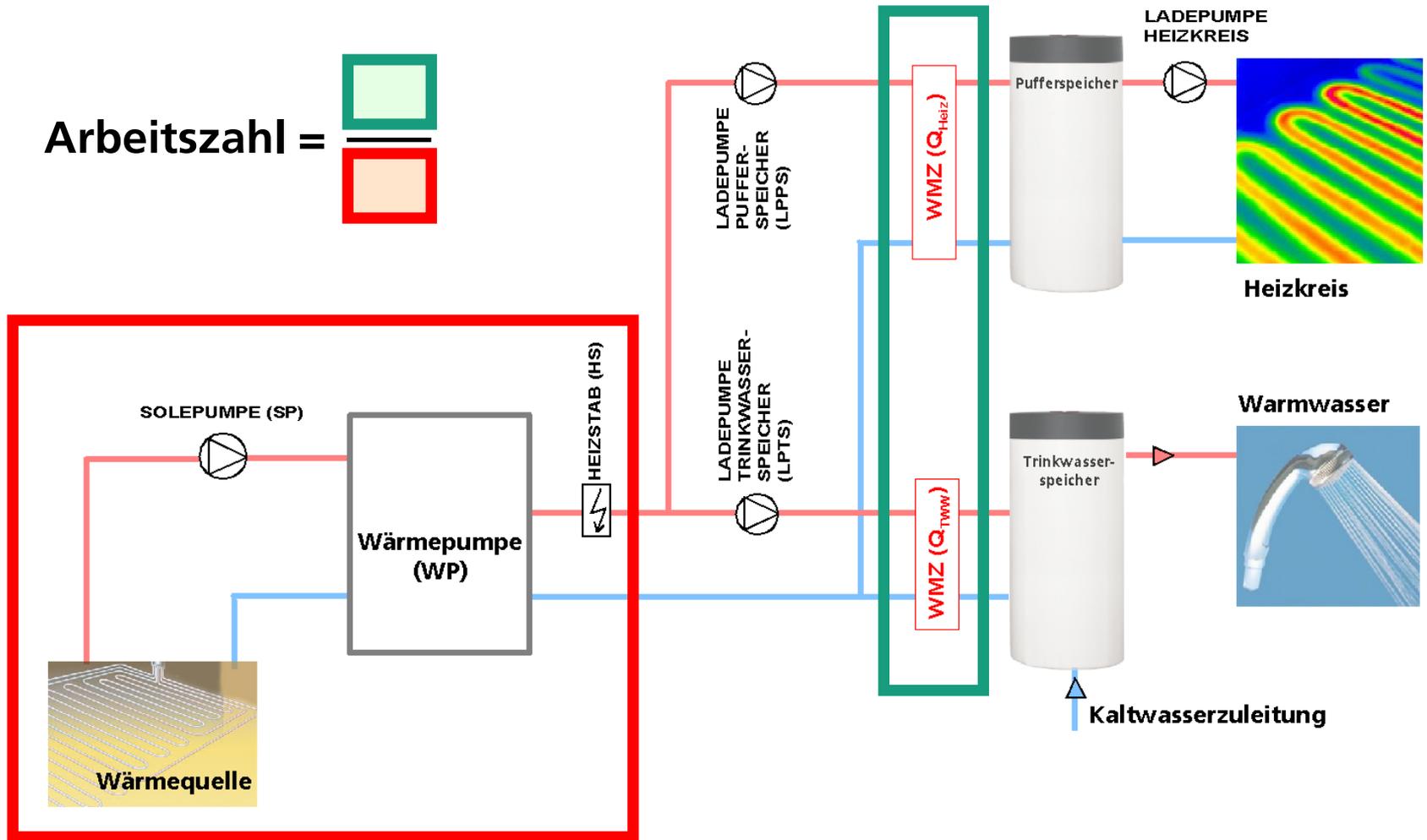
- Radiatoren
- Kombiniert
- Fußbodenheizung

Systemgrenze für die Berechnung der Arbeitszahlen



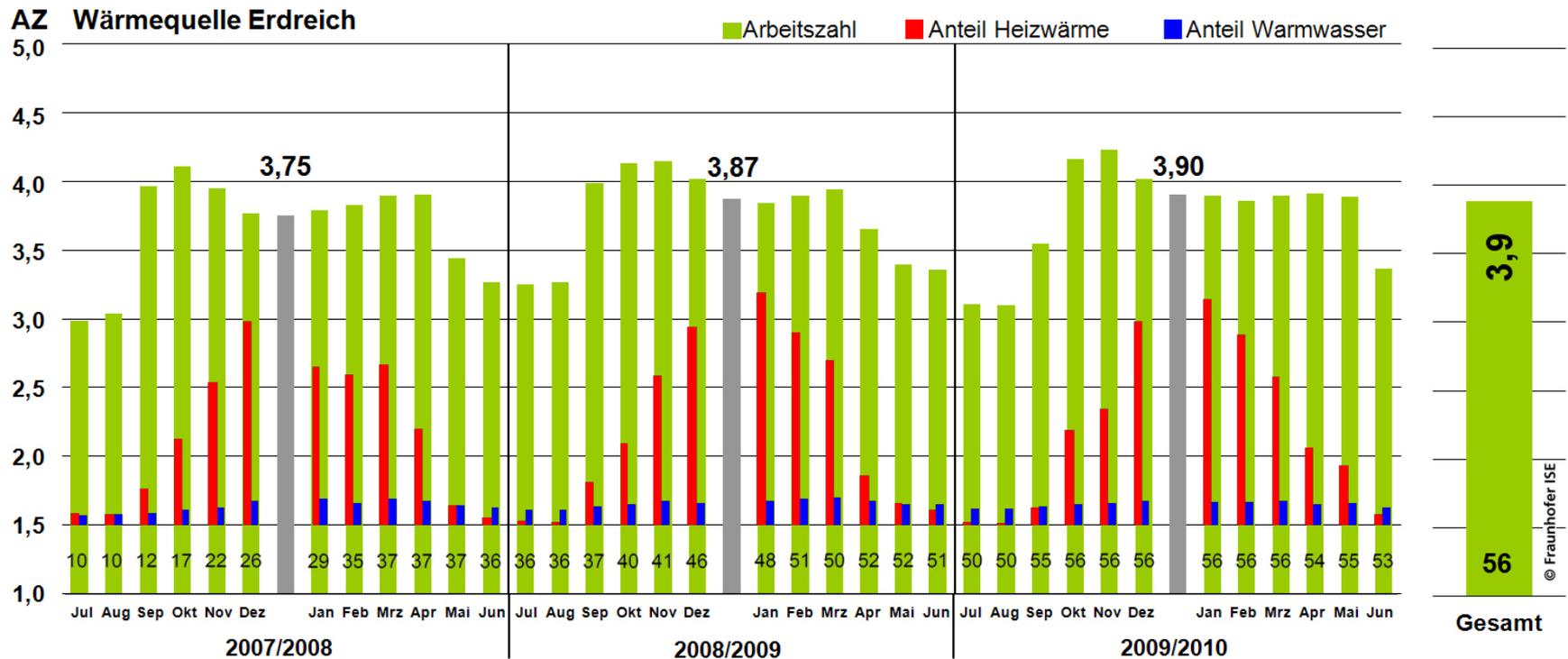
Systemgrenze für die Berechnung der Arbeitszahlen

Arbeitszahl =  / 



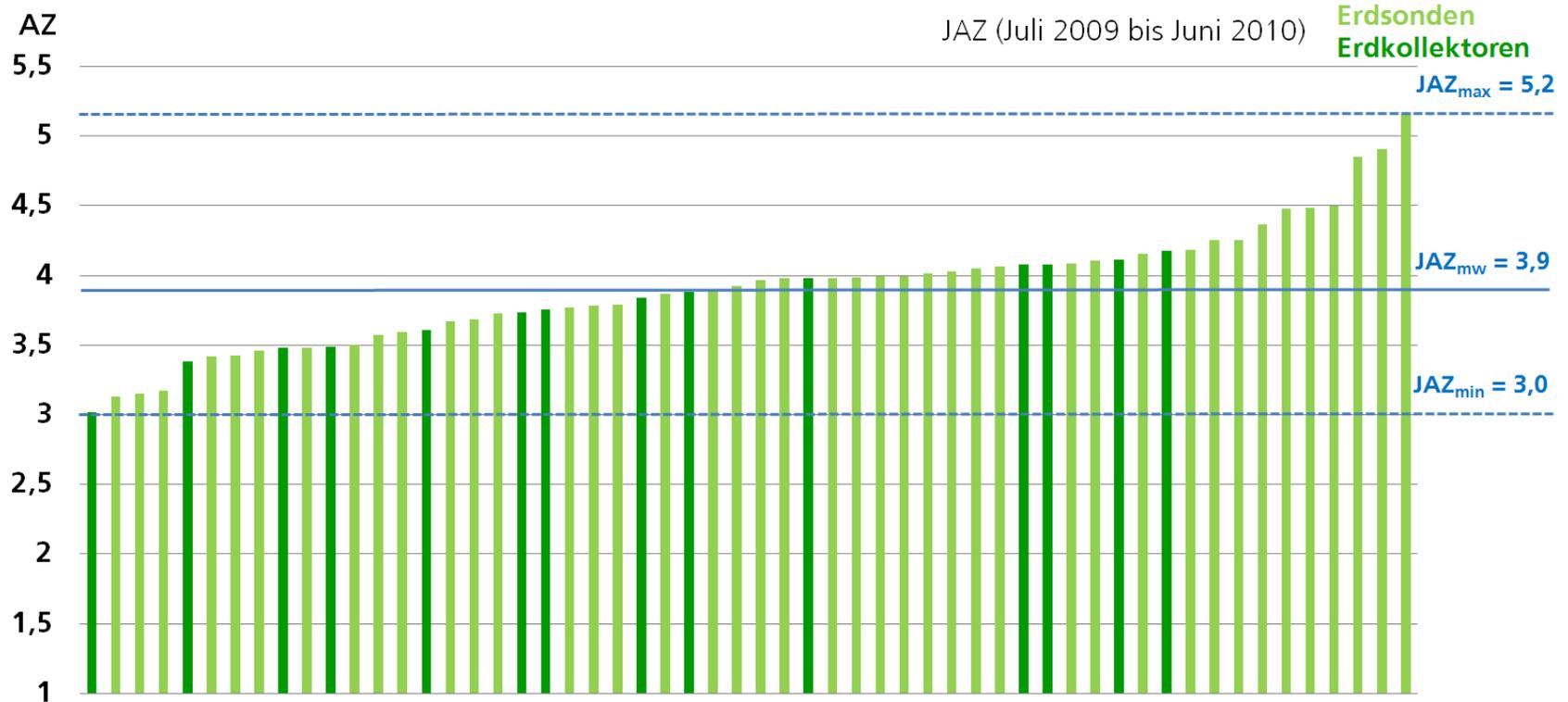
Arbeitszahlen

Sole/Wasser – Wärmepumpen



Arbeitszahlen

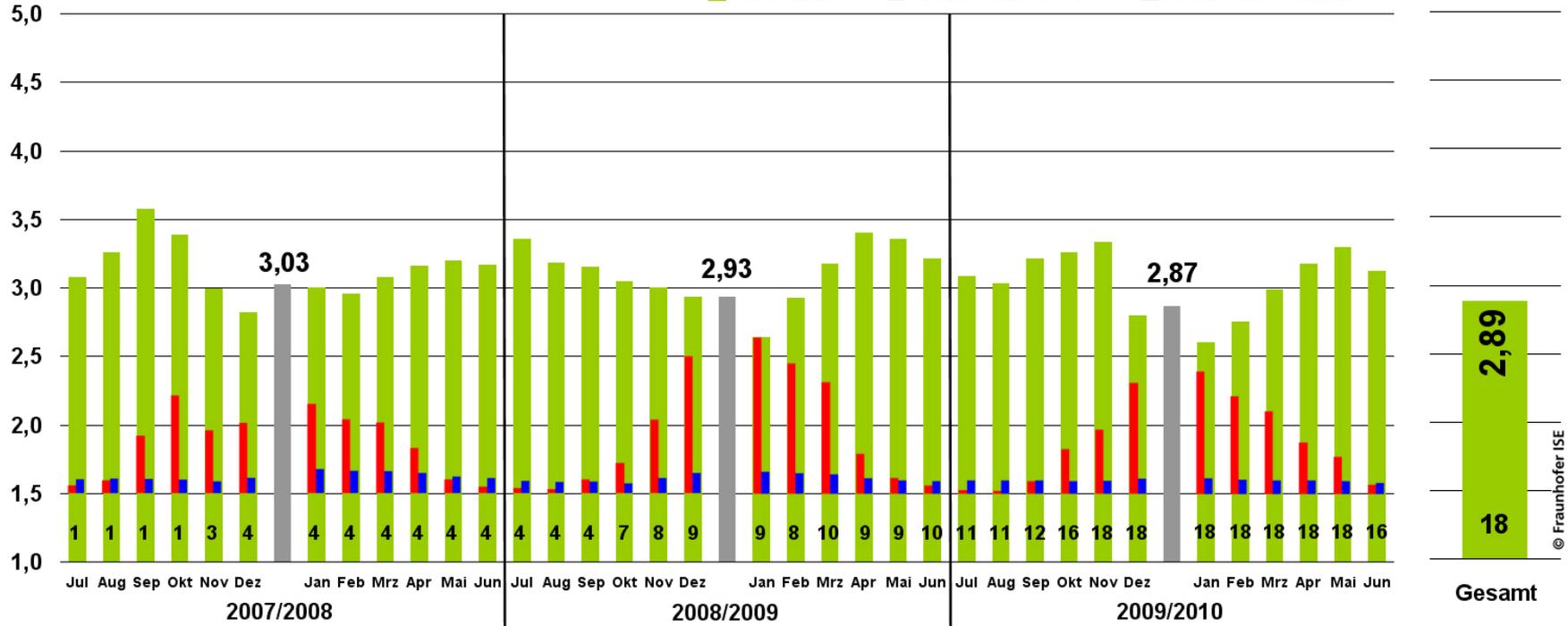
Sole/Wasser – Wärmepumpen



Arbeitszahlen Luft/Wasser – Wärmepumpen

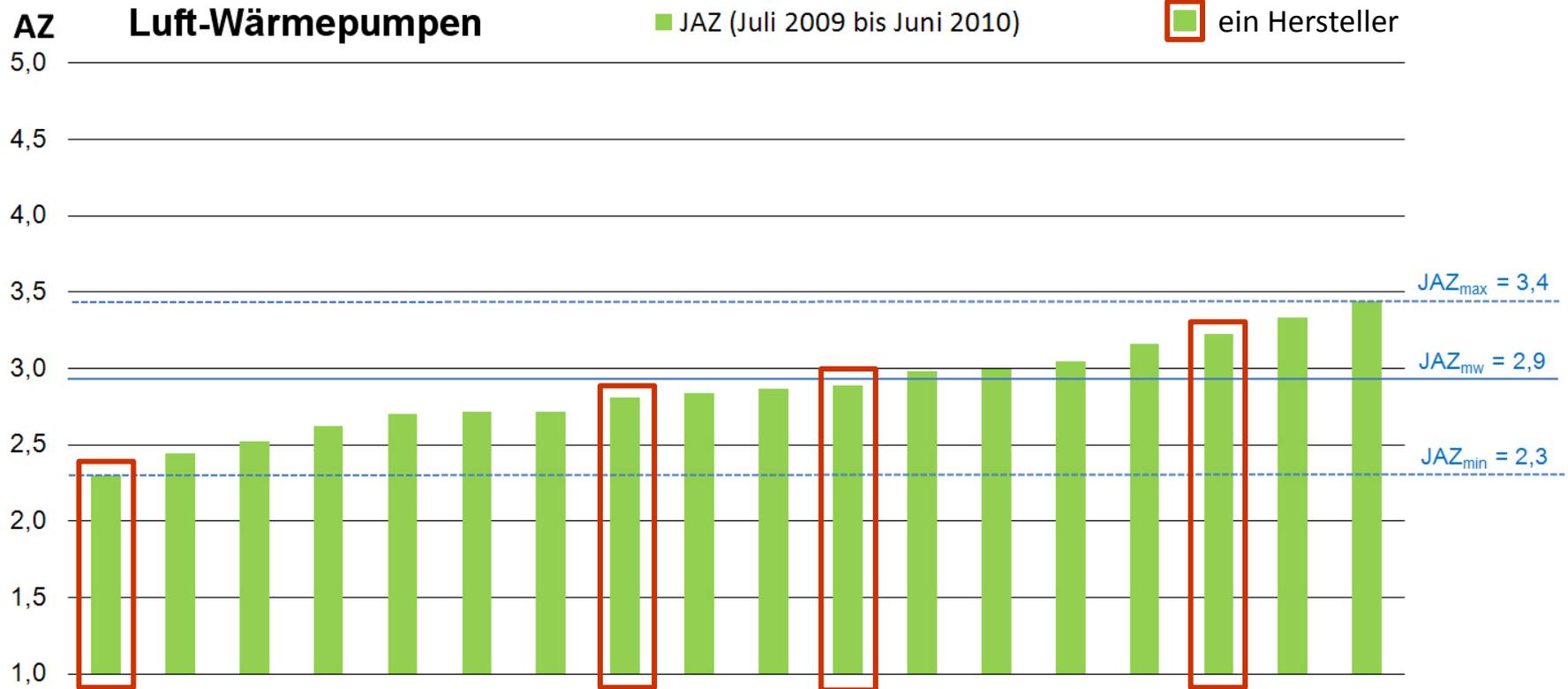
AZ Wärmequelle Außenluft

■ Arbeitszahl ■ Anteil Heizwärme ■ Anteil Warmwasser

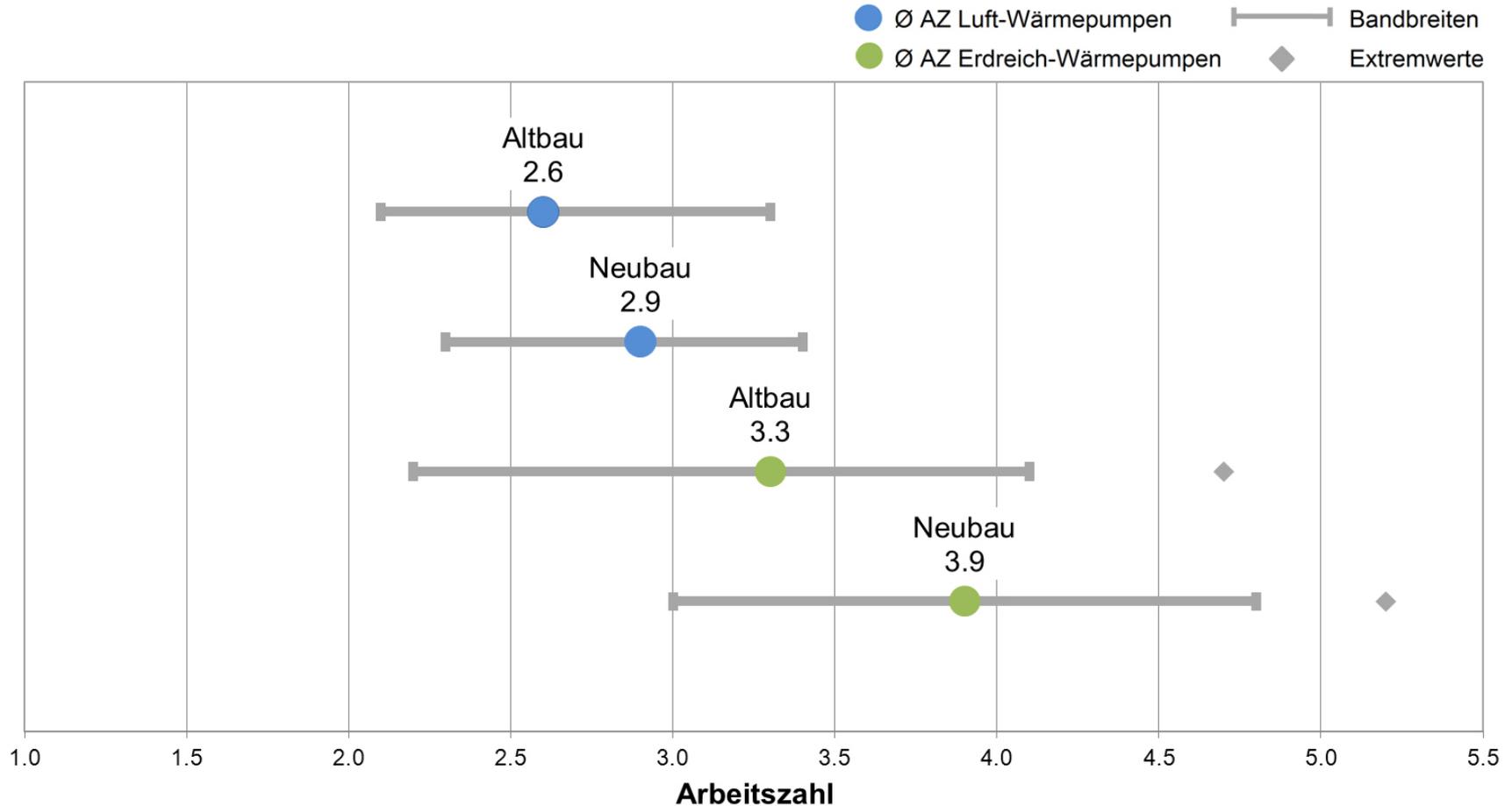


Arbeitszahlen (AZ2)

Luft/Wasser – Wärmepumpen



Arbeitszahlen – Überblick, Bandbreiten



Einflüsse auf die Arbeitszahlen

Auswahl

- Auslegung und Installation von Wärmequelle und –senke
- Auslegung und COP der Wärmepumpe
- Betriebsart (monovalent, monoenergetisch, bivalent)
- Heizwärme-/ Trinkwasserbedarf
- Aufklärung der Bewohner (Nutzer)

Beispiele für den Neubau...

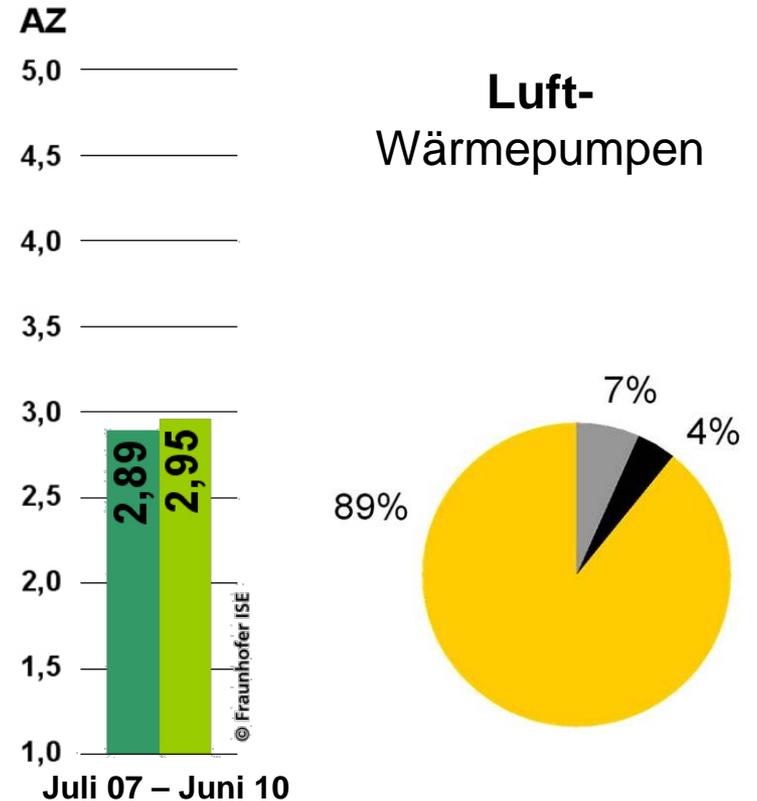
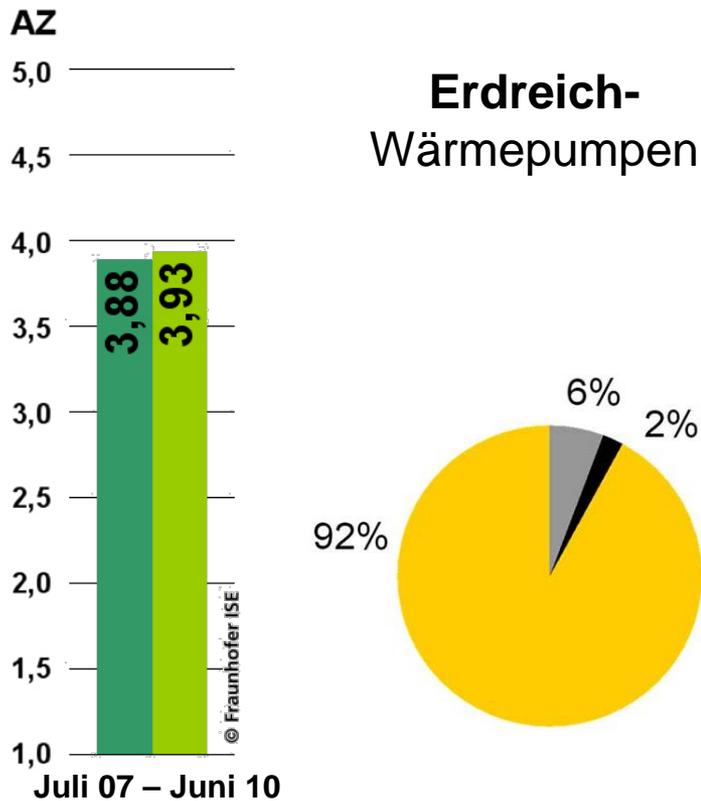
Einflüsse auf die Arbeitszahlen

Heizstabbetrieb

Mittlere AZ nach Wärmequelle

- AZ inkl. Heizstab (AZ2)
- AZ ohne Heizstab (AZ1)

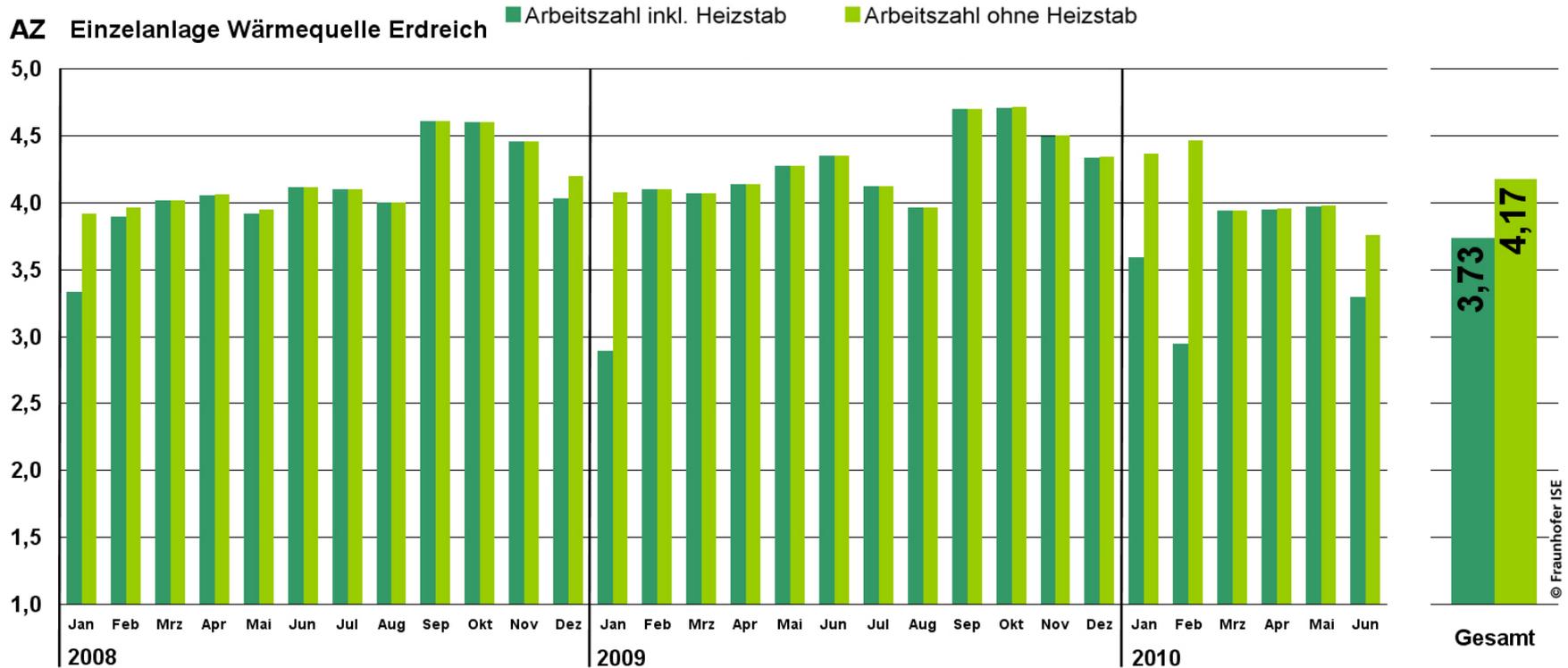
- El. Zusatzheizung
- Solepumpe/Ventilator
- Verdichter+Steuerung



Einflüsse auf die Arbeitszahlen

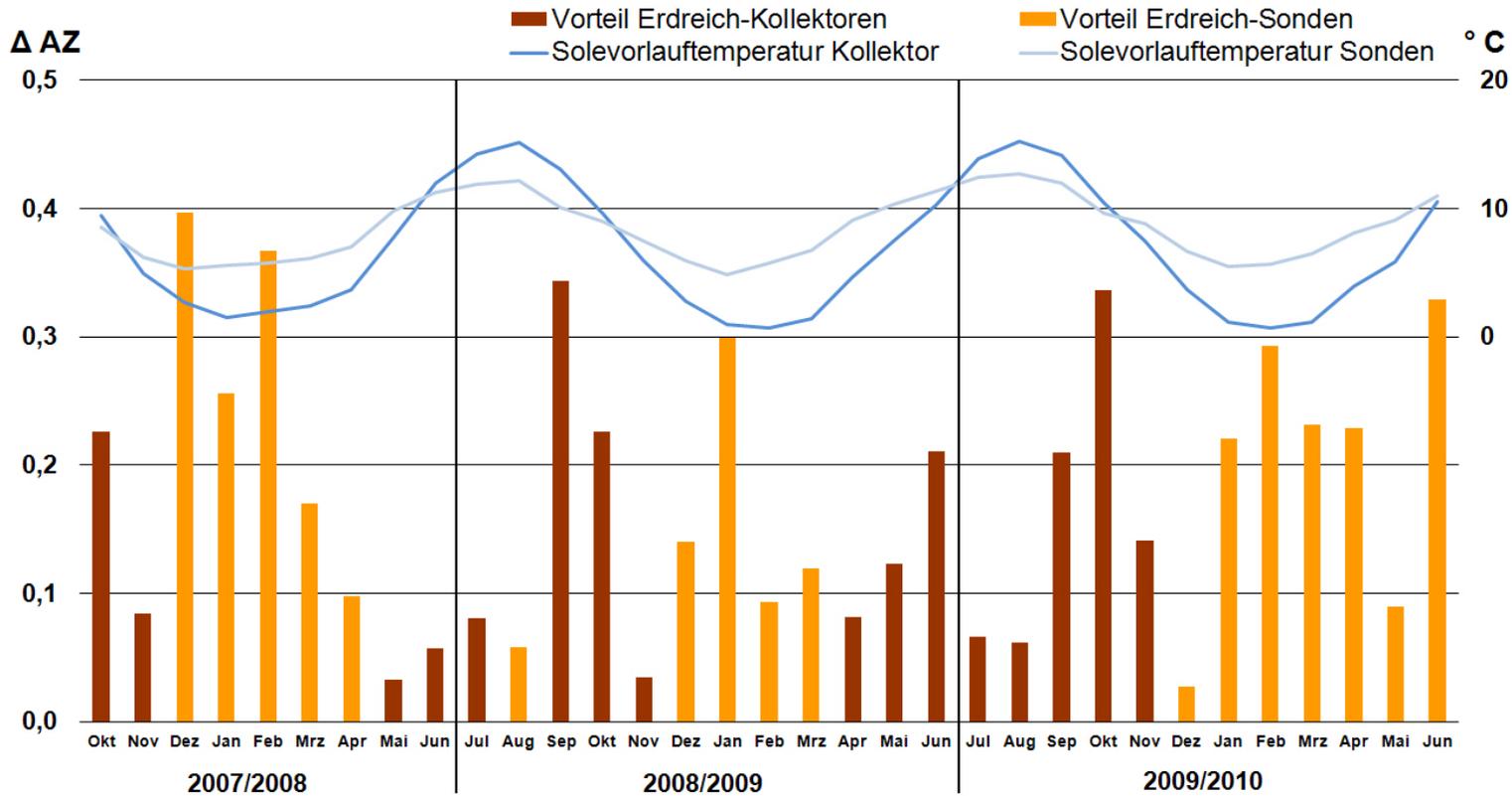
Heizstabbetrieb

Einzelanlage mit „extremen“ Heizstabbetrieb



Einflüsse auf die Arbeitszahlen

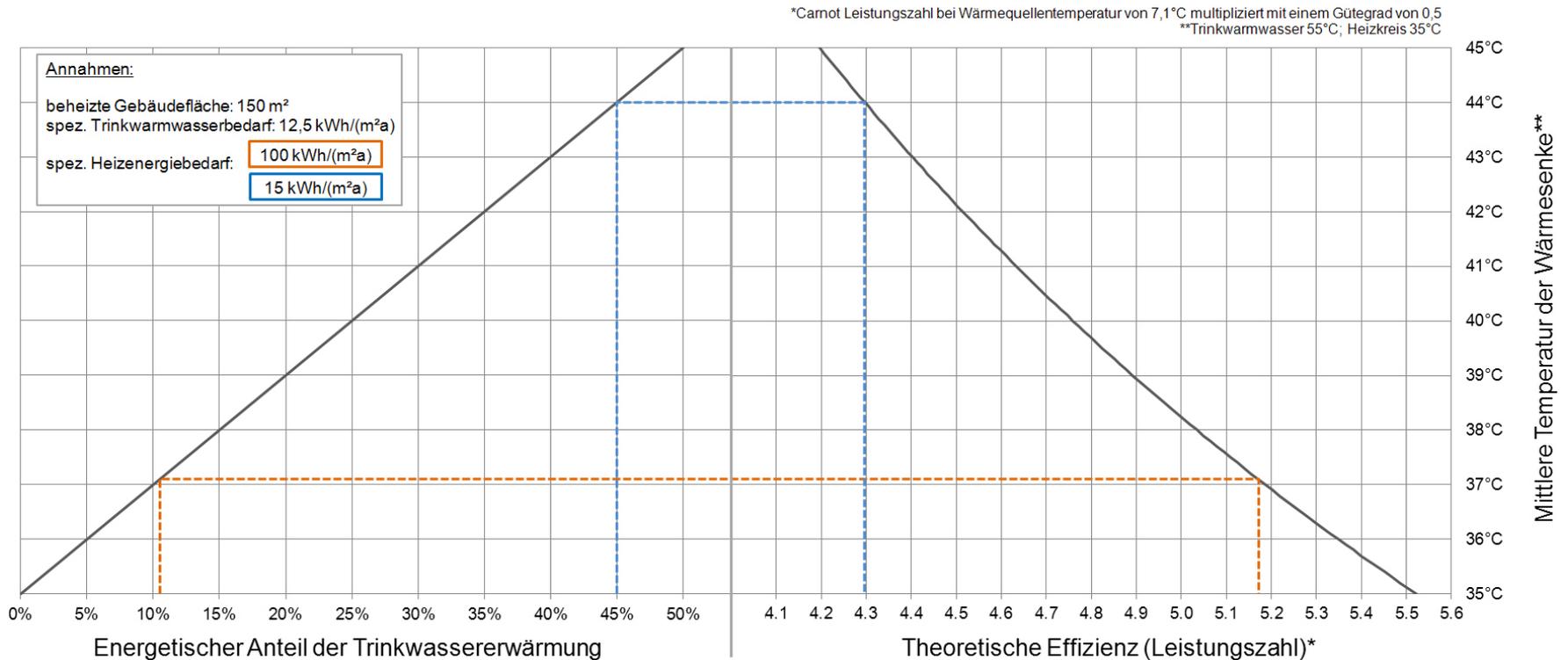
Sonde vs. Kollektor



- Einfluss mittlere Wärmequellentemperaturen: 7,1°C bei Sonden, 3,7°C bei Kollektoren
- Einfluss mittlere Wärmesenktemperaturen: 36,8°C bei Sonden, 34,3°C bei Kollektoren

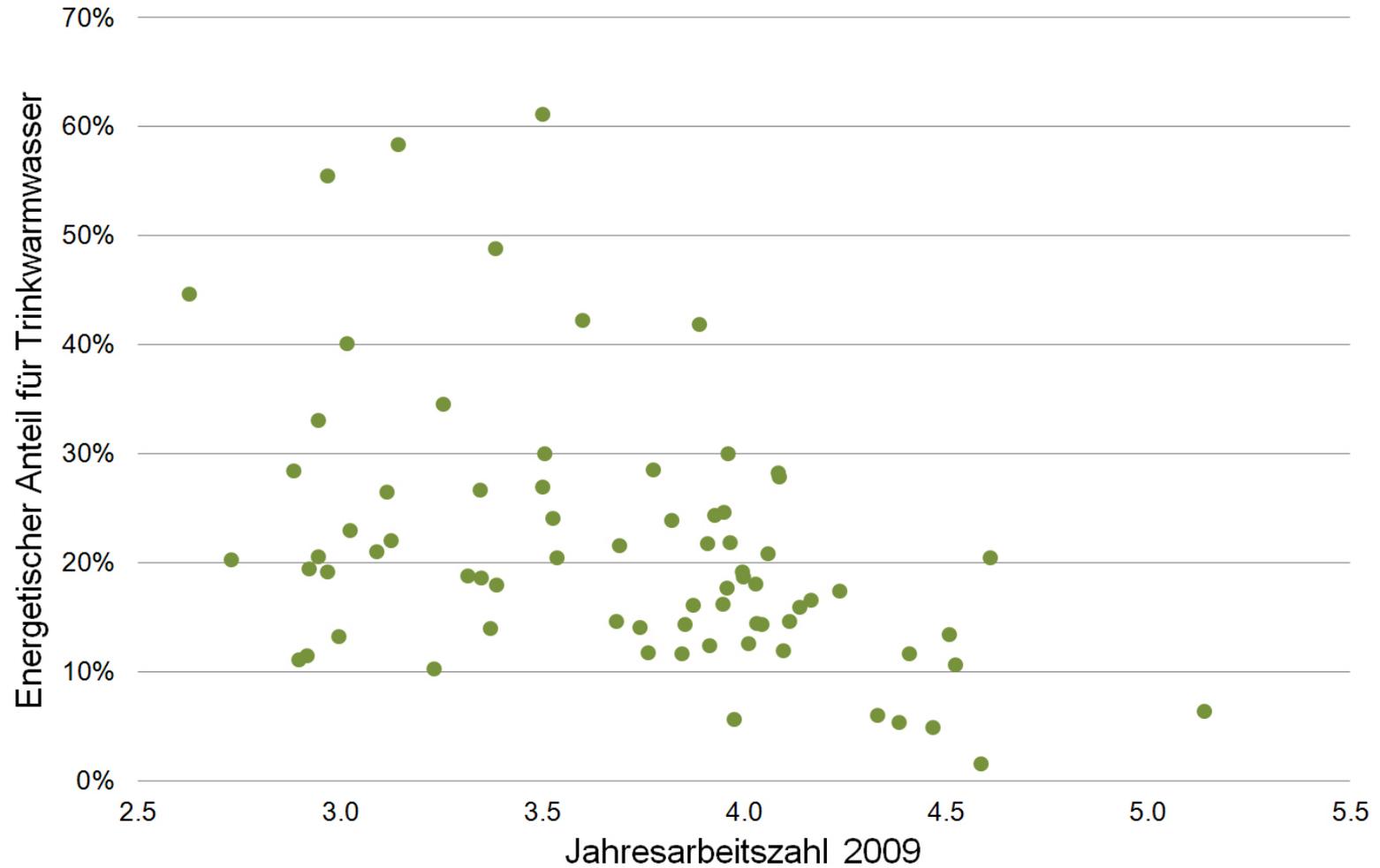
Einflüsse auf die Arbeitszahlen

Heizenergiebedarf



Einflüsse auf die Arbeitszahlen

Heizenergiebedarf



Effizienz vs. Effektivität

Franz Josef Radermacher
Globalisierung gestalten

Effizienz – Input/

Arbeitszahl

Effektivität – Maß

20% weniger CO2 Ausstoß
20% Erneuerbare Energie
20% Energieeffizienzsteigerung

Fazit (1)

Effizienz ist gut, Effektivität ist besser

**Arbeitszahlen sind wichtig aber
nicht immer entscheidend**

Fazit (2)

- Wärmepumpen erreichen überwiegend Effizienzen, die ihnen Vorteile gegenüber fossil betriebenen Heizsystemen verschaffen

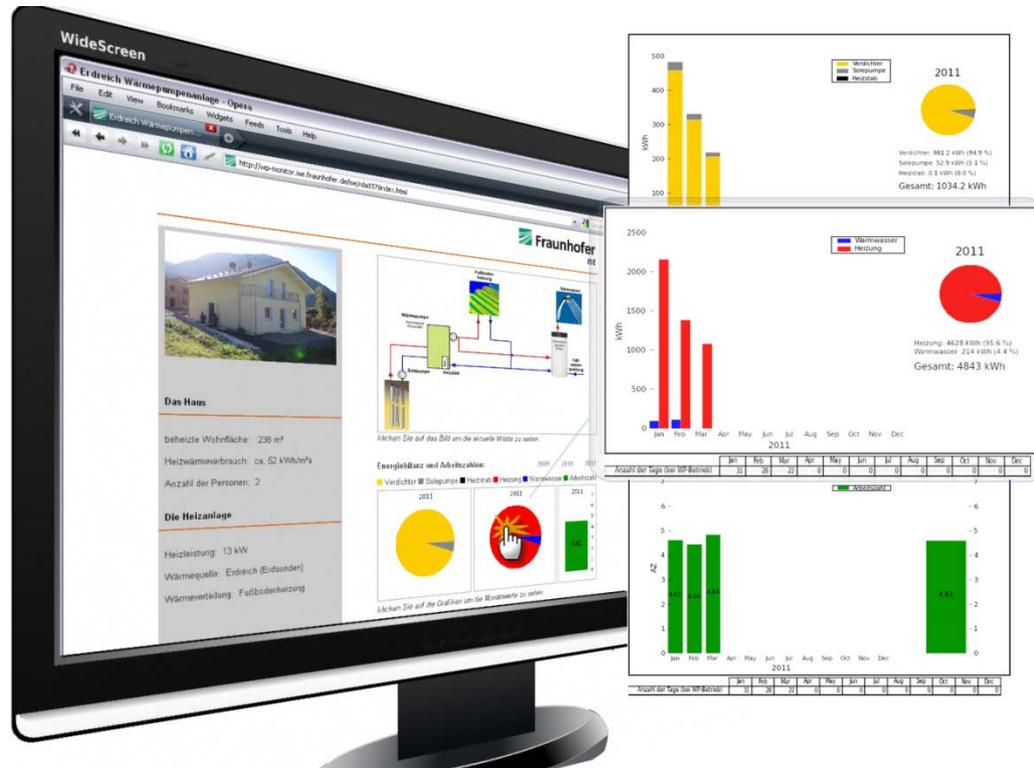
Fazit (2)

- 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 (2)

- 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-monitor.ise.fraunhofer.de



www.wp-effizienz.ise.fraunhofer.de

www.wp-im-gebaeudebestand.de

www.wp-monitor.ise.fraunhofer.de

Vielen Dank

Kontakt:

danny.guenther@ise.fraunhofer.de

www.ise.fraunhofer.de

www.wp-effizienz.ise.fraunhofer.de

www.wp-monitor.ise.fraunhofer.de

www.wp-im-gebaeudebestand.de

Effizienz und Ökologie

Treibhausgasemissionen [gCO_{2eq}/kWh_{NE}]

AZ-Mittelwerte

Erdreich-Wärmepumpen

Neubau (3,9)	149	-41%	-54%
Altbau (3,3)	177	-30%	-45%

Luft-Wärmepumpen

Neubau (2,9)	201	-20%	-38%
Altbau (2,6)	224	-11%	-31%

Konventionelle Technik

Gas-Brennwert	252		
Öl-Brennwert	323		
Elektroenergie (Niederspannungsnetz)			583

Quelle: 2010er Datensätze aus GEMIS 4.7

Effizienz und Ökologie

Treibhausgasemissionen [$\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{kWh}_{\text{NE}}$]

AZ-Bandbreiten

Erdreich-Wärmepumpen

Neubau (3,0-4,8) -52%...-23%

Altbau (2,2-4,1) -44%...5%

Luft-Wärmepumpen

Neubau (2,3-4,3) -32%...+1%

Altbau (2,1-3,3) -30%...+10%

Konventionelle Technik

Gas-Brennwert 252

Öl-Brennwert 323

Elektroenergie (Niederspannungsnetz) 583

Quelle: 2010er Datensätze aus GEMIS 4.7