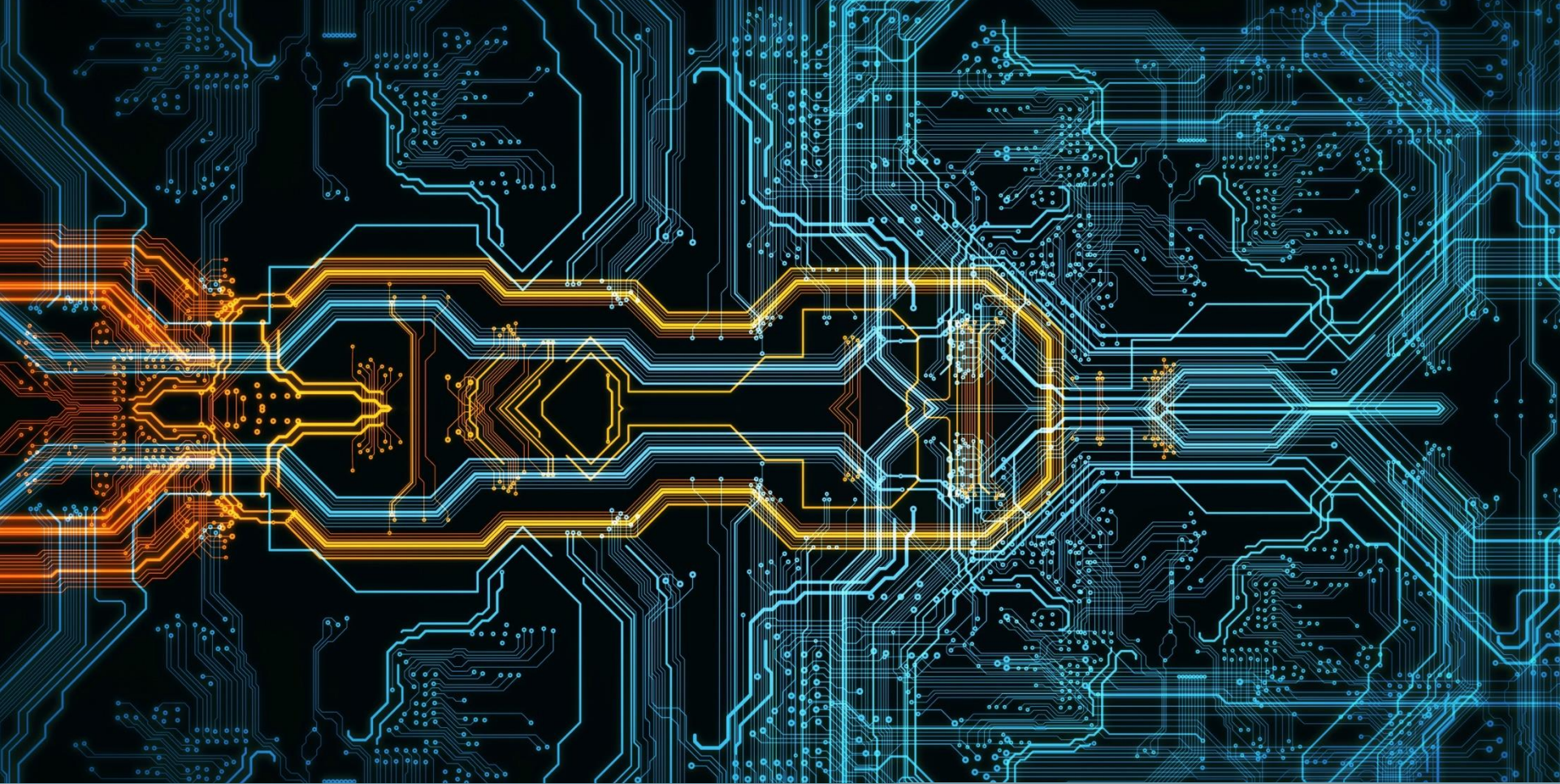




Kurzvorstellung Alera energies AG

ALERA  
ENERGIES

The background of the slide features a close-up of two human hands, palms facing each other, holding a bright, glowing sphere of light. From this sphere, numerous thin, colorful streaks of light (blue, green, yellow, and red) radiate outwards, creating a sense of dynamic energy and movement. The overall color palette is dominated by cool blues and greens, with the warm tones of the hands and the bright light of the sphere providing contrast.

## **Reduktion von Primärenergieverbrauch durch die Erhöhung von Energieeffizienzen**





Entwicklung, Herstellung & Verkauf hocheffizienter Wärmepumpen

Unser Angebot

ALERA  
ENERGIES



### **Kooperation von Alera energies AG und CTA AG im Wärmepumpen-Bereich**

Zum Jahresbeginn 2018 geht die Alera energies AG eine enge Kooperation im Bereich der Entwicklung von Wärmepumpen mit der [CTA AG](#) ein.





Erbringung anspruchsvoller Ingenieurdienstleistungen

Unser Angebot

## Unsere Dienstleistungen – Gebäudetechnik



Planung effizienter Systeme mit Wärmepumpen und Kälteanlagen

Betriebsanalysen & Optimierung von Wärmepumpen und Kälteanlagen

Konzipierung von Smart-Home Systemen

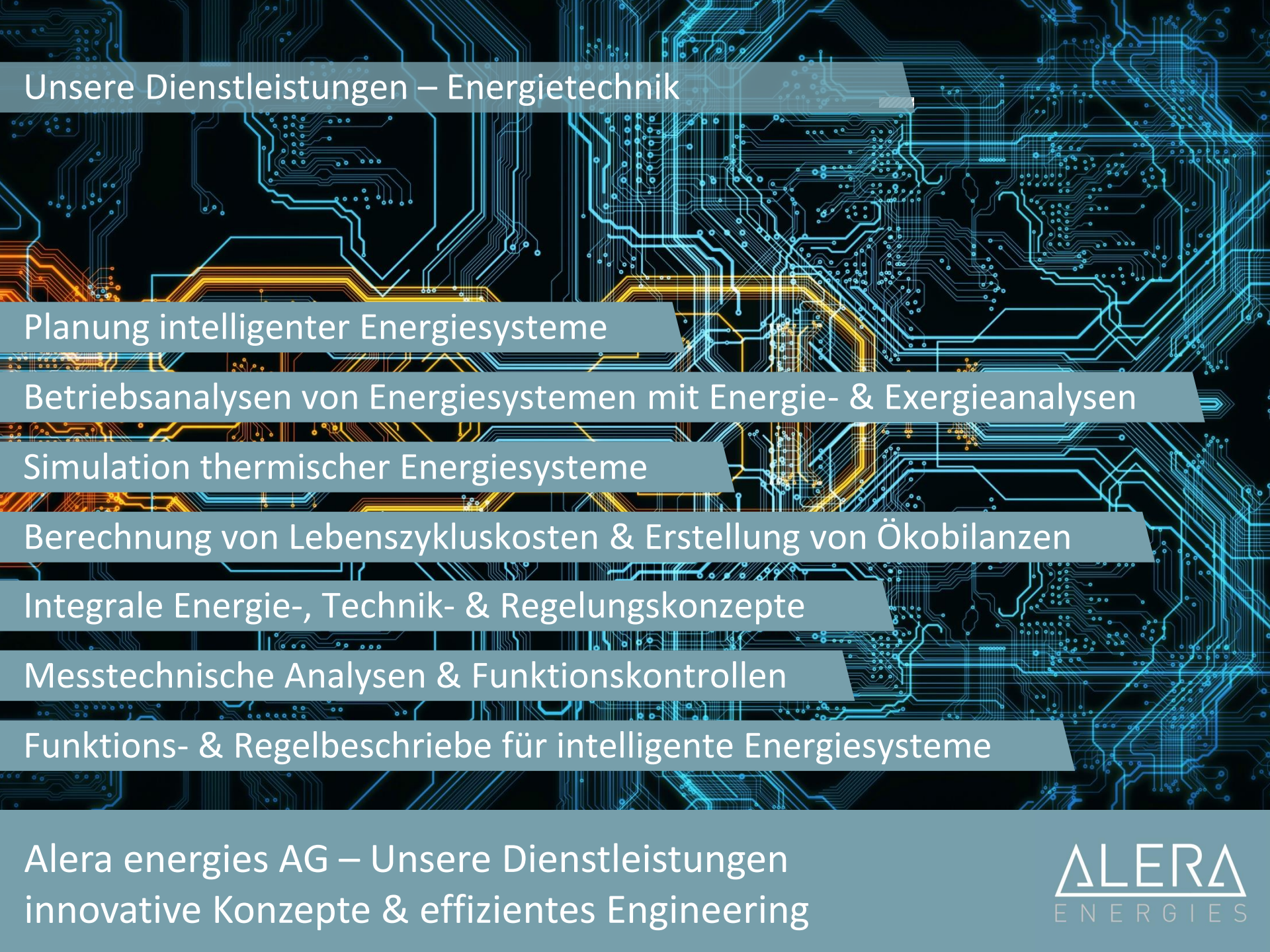
Funktions- & Regelbeschriebe für intelligente Gebäudetechnik

Entwicklung & Programmierung von Regelungen & Steuerungen

Alera energies AG – Unsere Dienstleistungen  
innovative Konzepte & effizientes Engineering

**ALERA**  
ENERGIES





## Unsere Dienstleistungen – Energietechnik

Planung intelligenter Energiesysteme

Betriebsanalysen von Energiesystemen mit Energie- & Exergieanalysen

Simulation thermischer Energiesysteme

Berechnung von Lebenszykluskosten & Erstellung von Ökobilanzen

Integrale Energie-, Technik- & Regelungskonzepte

Messtechnische Analysen & Funktionskontrollen

Funktions- & Regelbeschriebe für intelligente Energiesysteme

Alera energies AG – Unsere Dienstleistungen  
innovative Konzepte & effizientes Engineering

**ALERA**  
ENERGIES





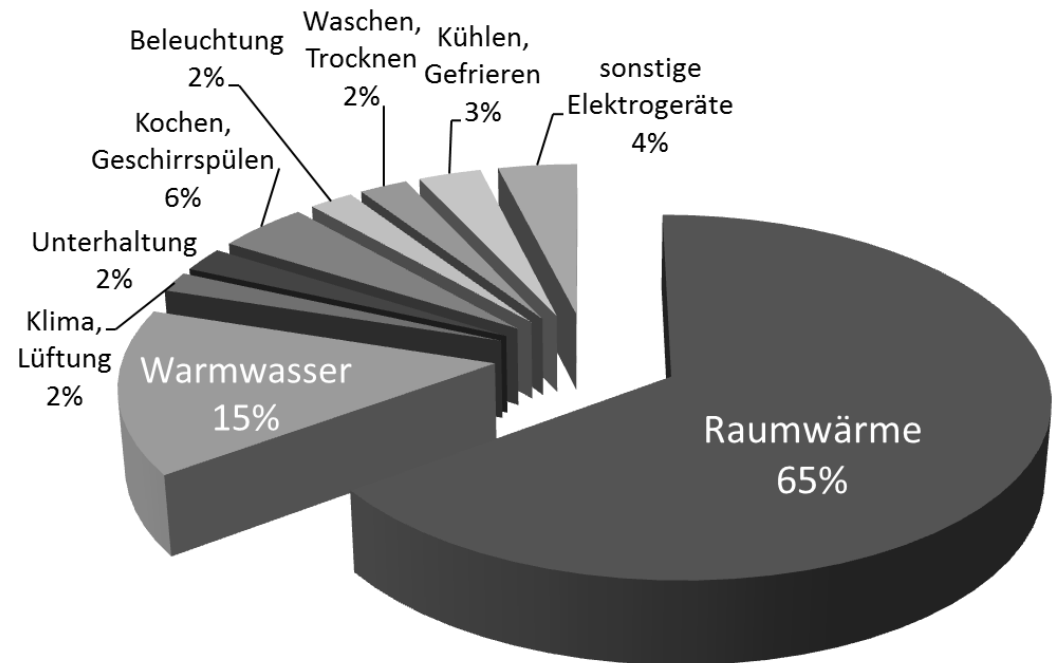
## Luft/Wasser-Wärmepumpen – Vorurteile & Potenziale

Energienetz Zug  
Zug, 28.11.2018

ALERA  
ENERGIES



- Privathaushalte: 26% des Gesamtenergieverbrauchs der Schweiz
- Zwei Drittel davon werden zum Heizen benötigt.
- Verbreitung effizienter Heizsysteme ist von hoher Relevanz!



**Effizient geheizt wird heute mit Wärmepumpen!**

## Einige Zahlen und Fakten – Verkaufszahlen Wärmepumpen

- In der Periode von 2008 bis 2017 wurden schweizweit rund 194'000 Wärmepumpen für die Gebäudeheizung verkauft
- 2020 werden in der Schweiz rund 400'000 Wärmepumpen in Betrieb sein und jährlich rund 5'000 GWh/a Heizwärme bereitstellen
- Anteil Luft/Wasser-Wärmepumpen ~70%

**Noch immer geniesst die  
Luft/Wasser-Wärmepumpe einen  
schlechten Ruf!**





- **L/W-WP sind ineffiziente «Stromschleudern»!**
- **L/W-WP können nur bei sehr gut gedämmten Gebäuden eingesetzt werden!**
- **L/W-WP sind laut und können in Wohngebieten wegen Lärmemissionen nicht eingesetzt werden!**



Bild: Erdwärme-Zeitung.de

### Grundlagen Effizienzbewertung

- **Leistungszahl COP (EN 14511 & EN 14825)**

- Maschinenparameter
- Abhängig vom Betriebspunkt

$$COP = \frac{\text{Heizleistung}}{\text{el. Leistung}}$$

- **SCOP (EN 14825)**

- Abhängig von Maschine und Klima
- Klimanormiert
- Relevant für Energieetikette

$$SCOP = \frac{\text{Heizenergie}}{\text{el. Energie}}$$

- **Jahresarbeitszahl JAZ**

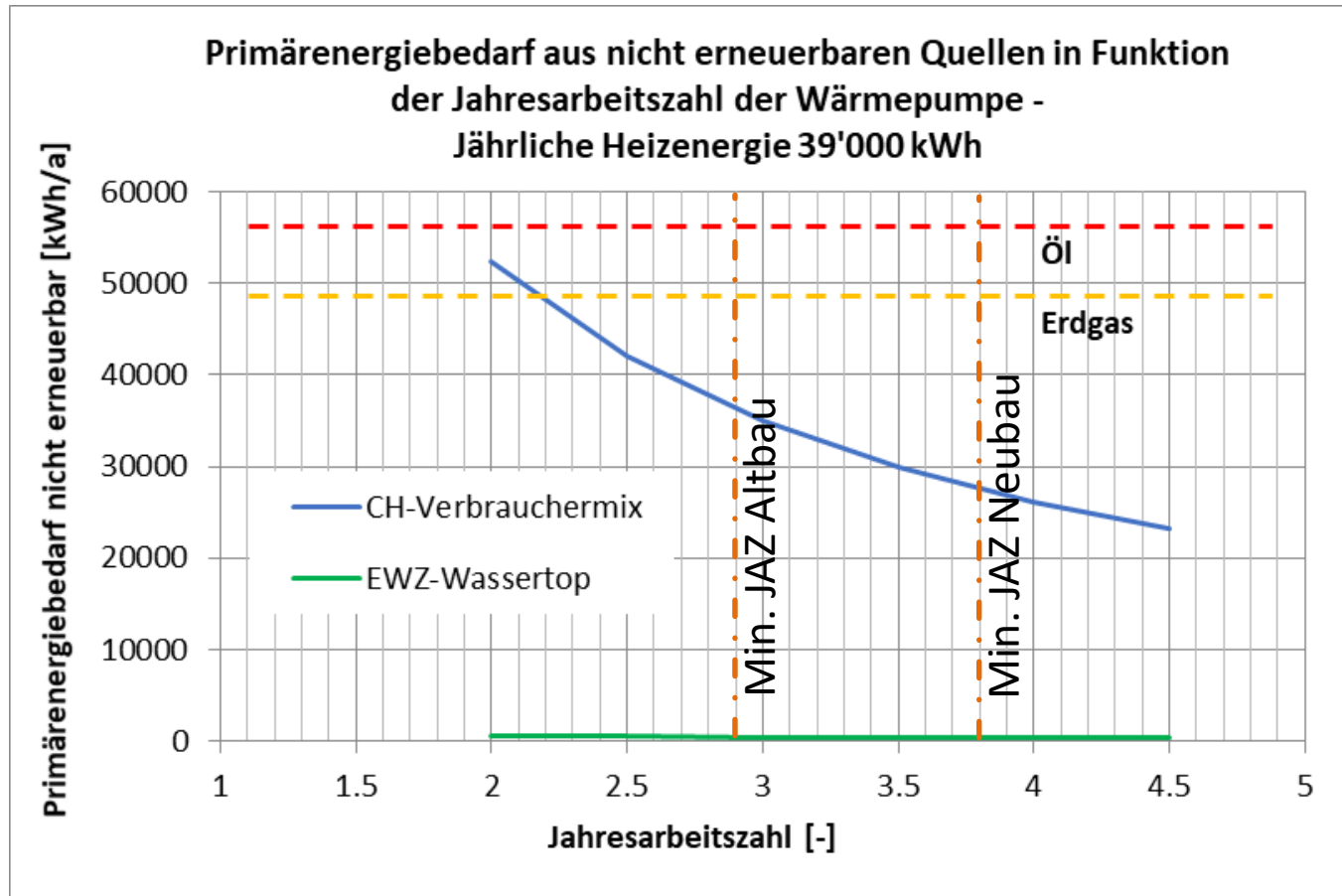
- Abhängig von Maschine, Klima & Nutzer

$$JAZ = \frac{\text{jährliche Heizenergie}}{\text{jährliche el. Energie}}$$



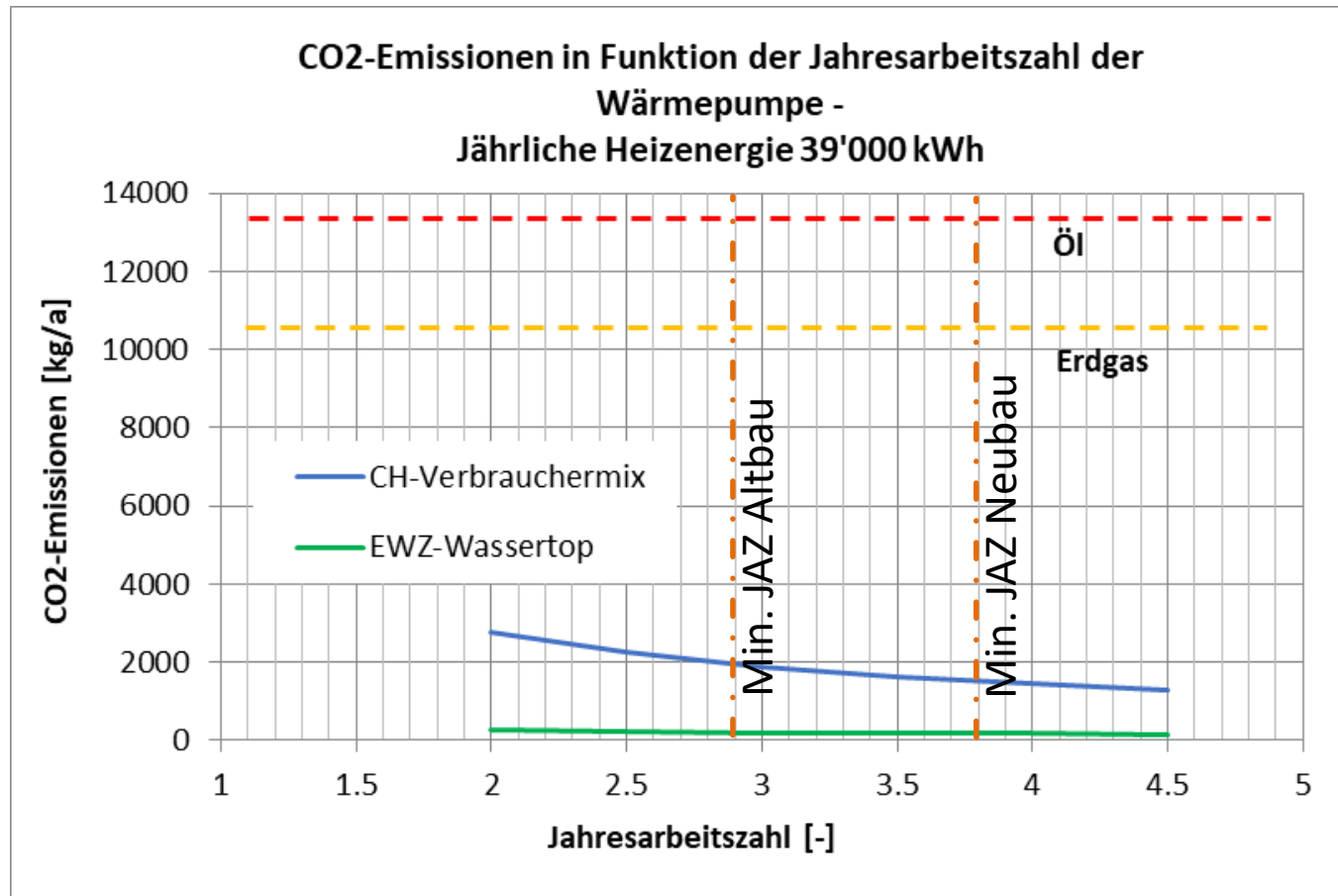
## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

**«Aus energetischer Sicht ist es sinnvoller Öl oder Gas zu verbrennen als L/W-WP einzusetzen» – Richtig oder falsch?**



## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

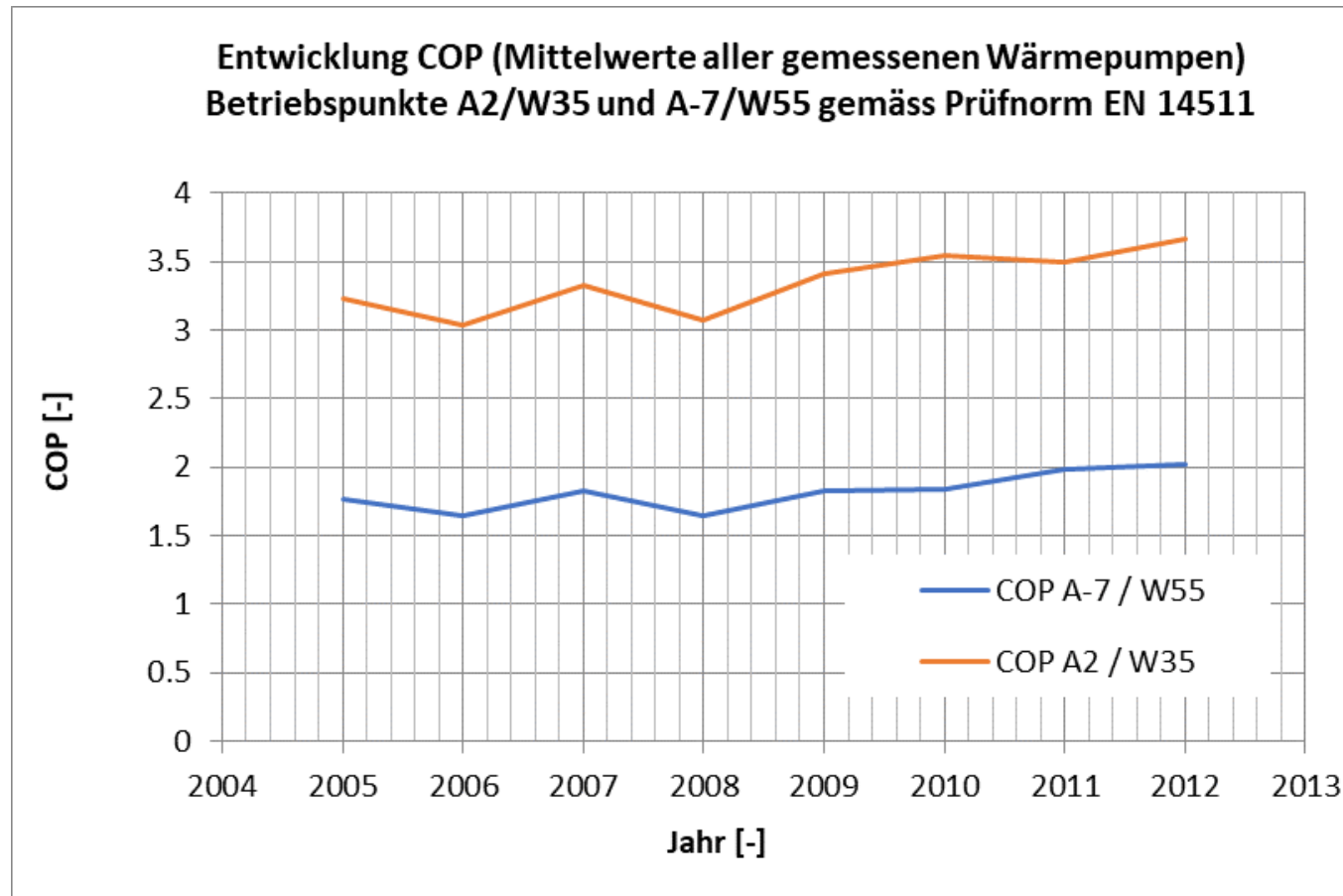
**«Aus energetischer Sicht ist es sinnvoller Öl oder Gas zu verbrennen als L/W-WP einzusetzen» – Richtig oder falsch?**





## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

**Luft/Wasser-Wärmepumpen wurden in den vergangenen Jahren stetig verbessert und effizienter**



## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Luft/Wasser-Wärmepumpen wurden in den vergangenen Jahren stetig verbessert und effizienter

Beispiel Luft/Wasser-Wärmepumpe Nibe F2120-16

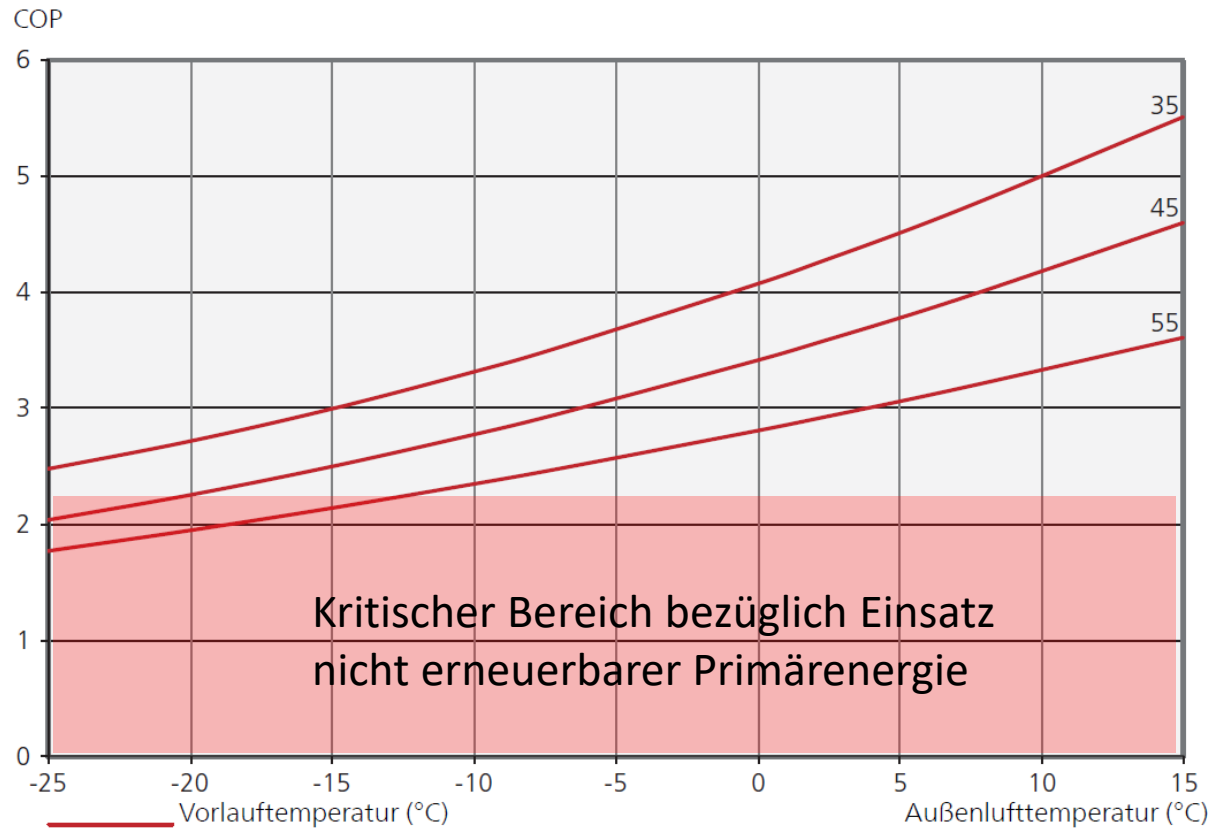
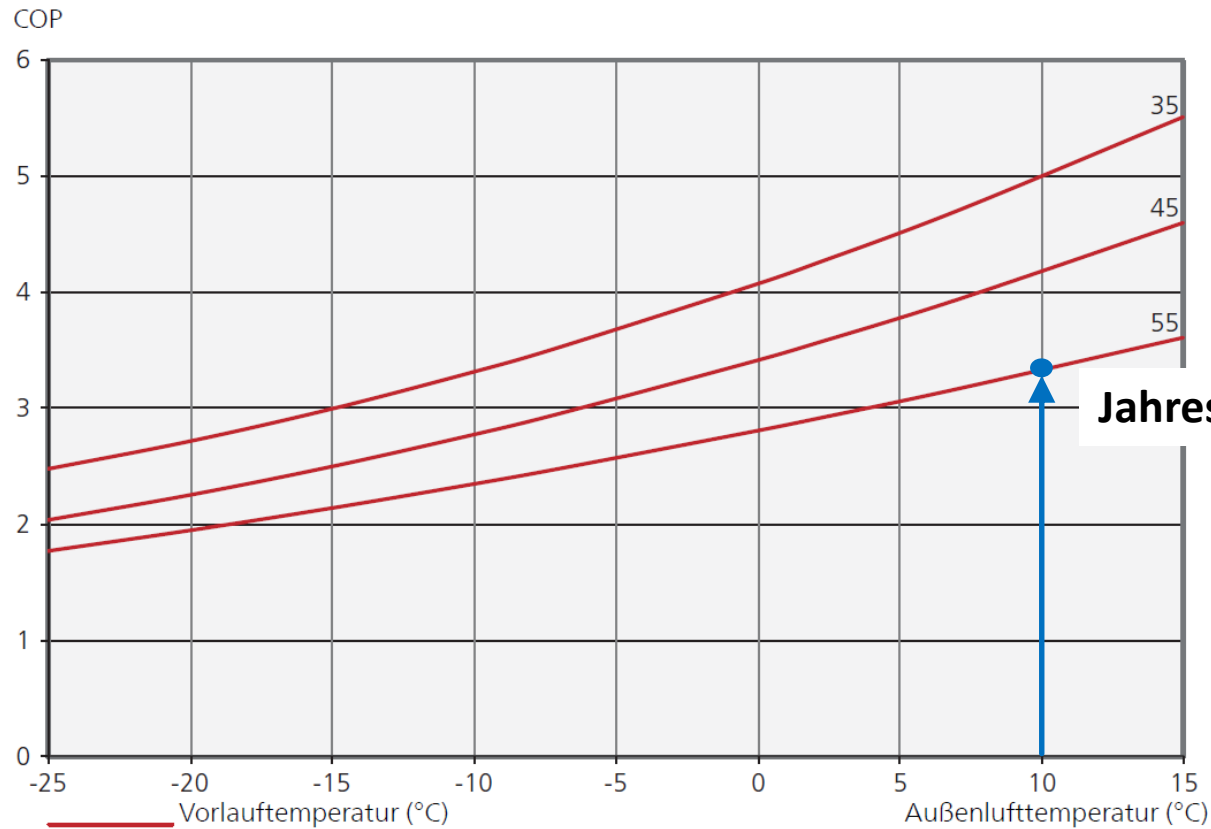


Bild: Nibe Wärmetechnik

## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Luft/Wasser-Wärmepumpen erlauben eine äusserst effiziente Aufbereitung von Brauchwarmwasser

Beispiel Luft/Wasser-Wärmepumpe Nibe F2120-16



Jahresmitteltemperatur  
Zug: ~10°C

Jahresarbeitszahl BWW ~3.3

Bild: Nibe Wärmetechnik

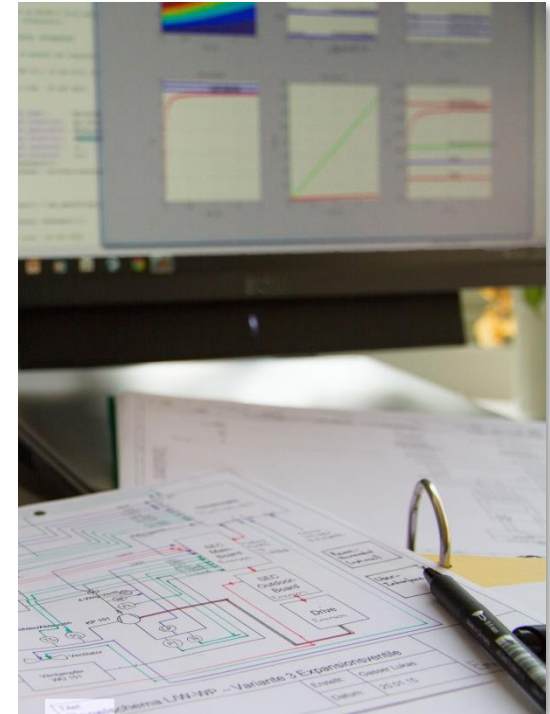


## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Hauptgründe für die stetige Verbesserung

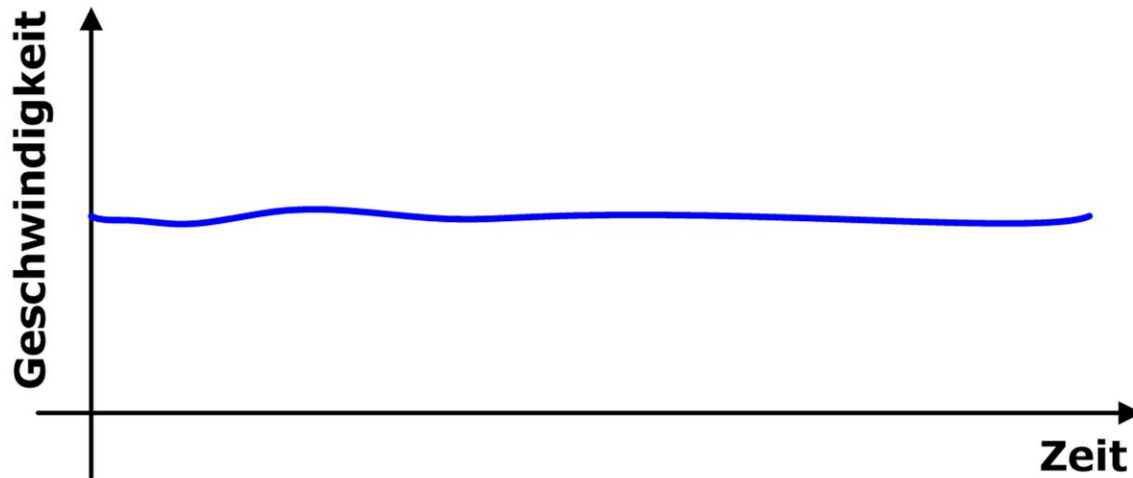
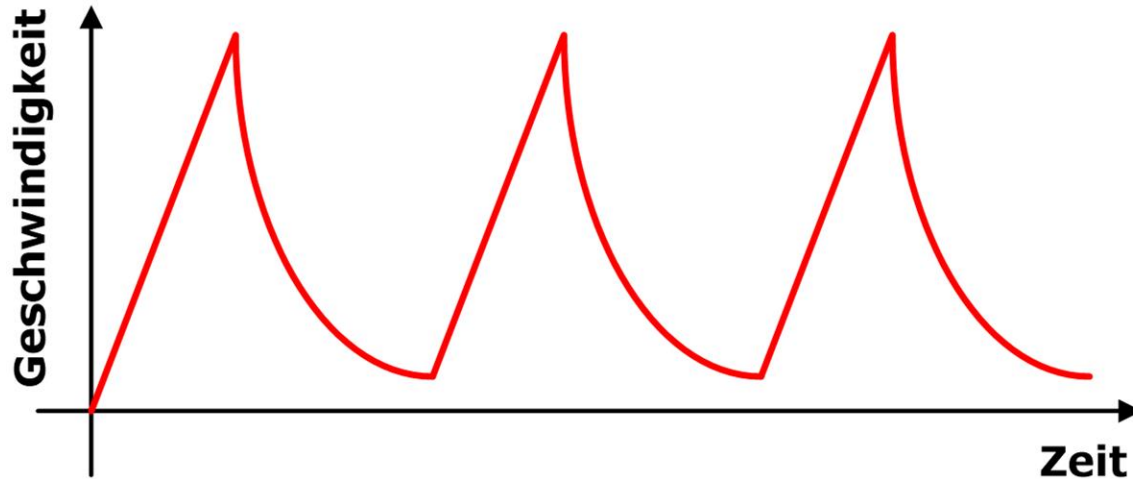
- **Optimierung von Komponenten & Teilsystemen**
  - Optimierte Kompressoren
  - Optimierte Wärmeübertrager
  - Optimierte Verdampfer/Ventilator-Paarungen
  - usw.
- **Anwendung optimierter Regelungen**
  - Bedarfsgerechte Leistungsregelung anstelle Ein/Aus-Regelung

↳ „Inverter Wärmepumpen“



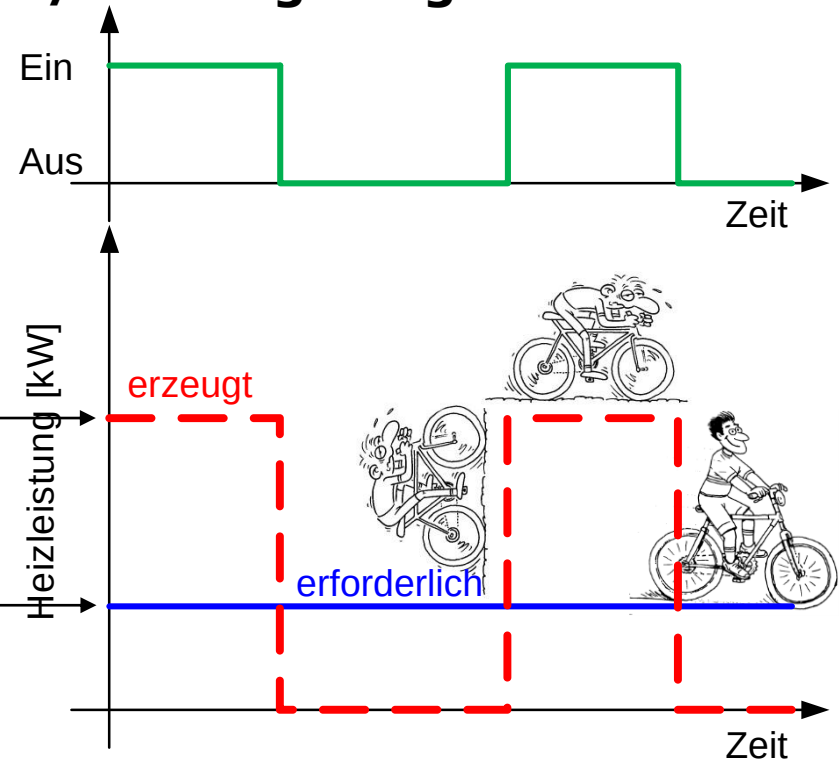
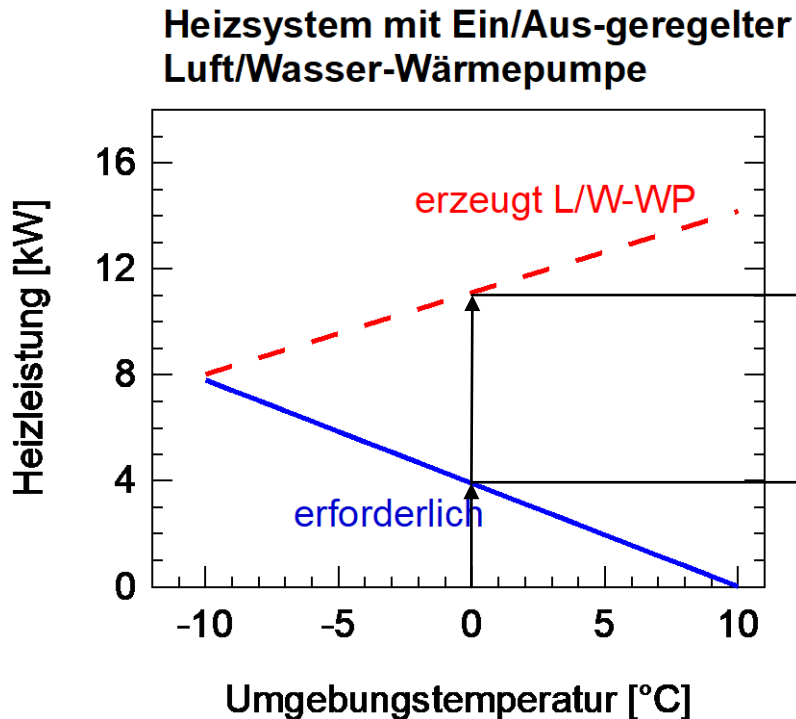
## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Ein Beispiel aus dem Alltag – Fahrradtour:



## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Ungünstiges Betriebsverhalten Ein/Aus-Regelung:



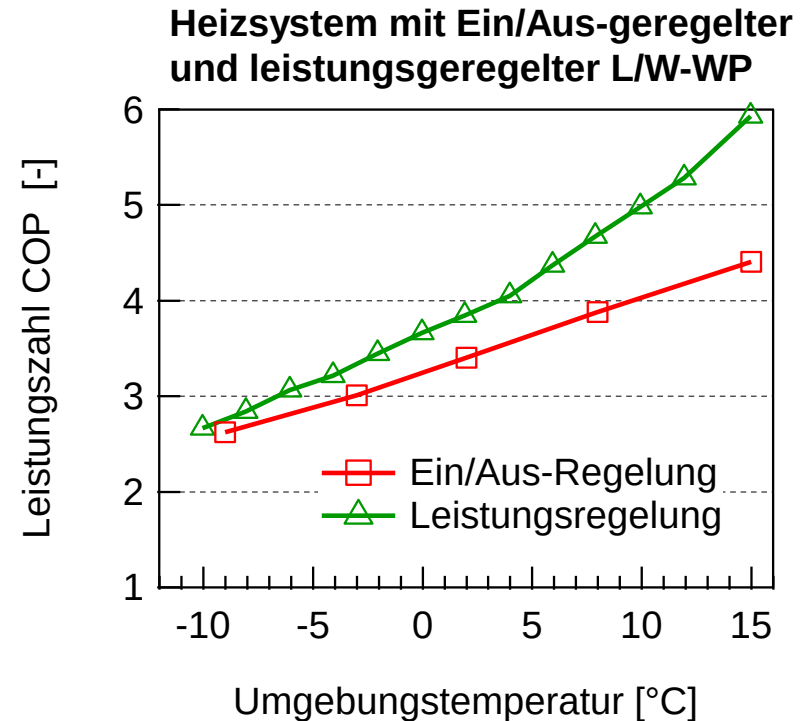
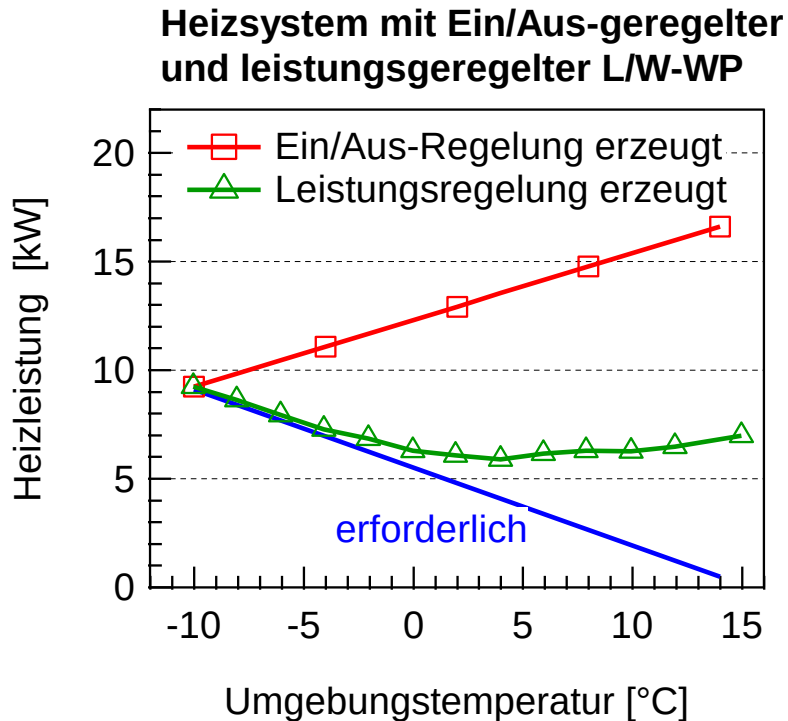
Betriebsverhalten bei 0°C Umgebungstemp .

**Folge:** Ungünstiges Betriebsverhalten & reduzierte Effizienz

**Ziel:** Anpassung der erzeugten an die erforderliche Heizleistung!



### Leistungsregelung – Betriebscharakteristik und Effizienz:

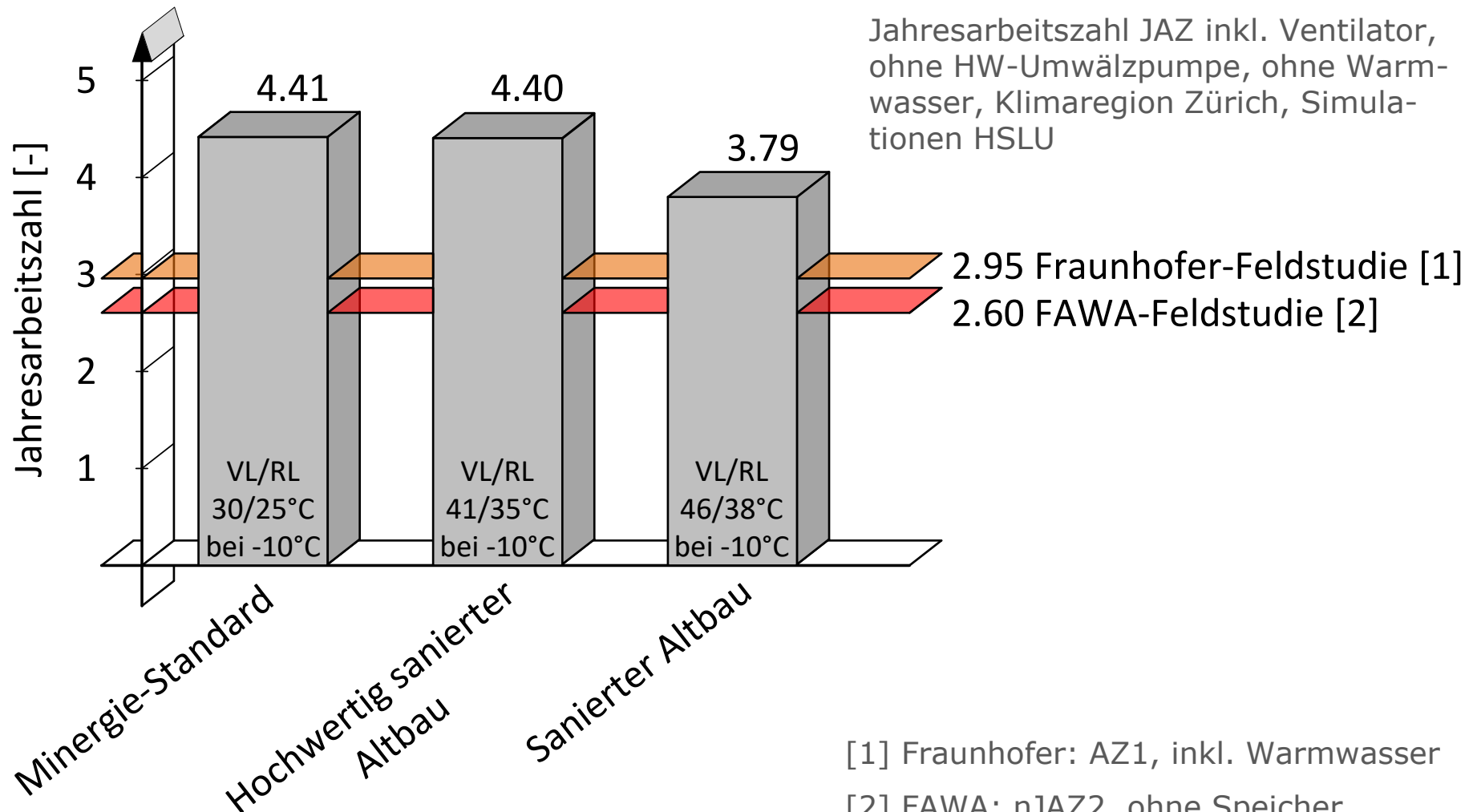


Die Effizienz von L/W-WP kann durch die Leistungsregelung markant erhöht werden!

Heizkurve hochwertig sanierter Altbau: VL/RL 41/35°C bei -10°C

## Vorurteil 1 – L/W-WP sind ineffizient

### Leistungsregelung – Erreichbare JAZ von L/W-WP:

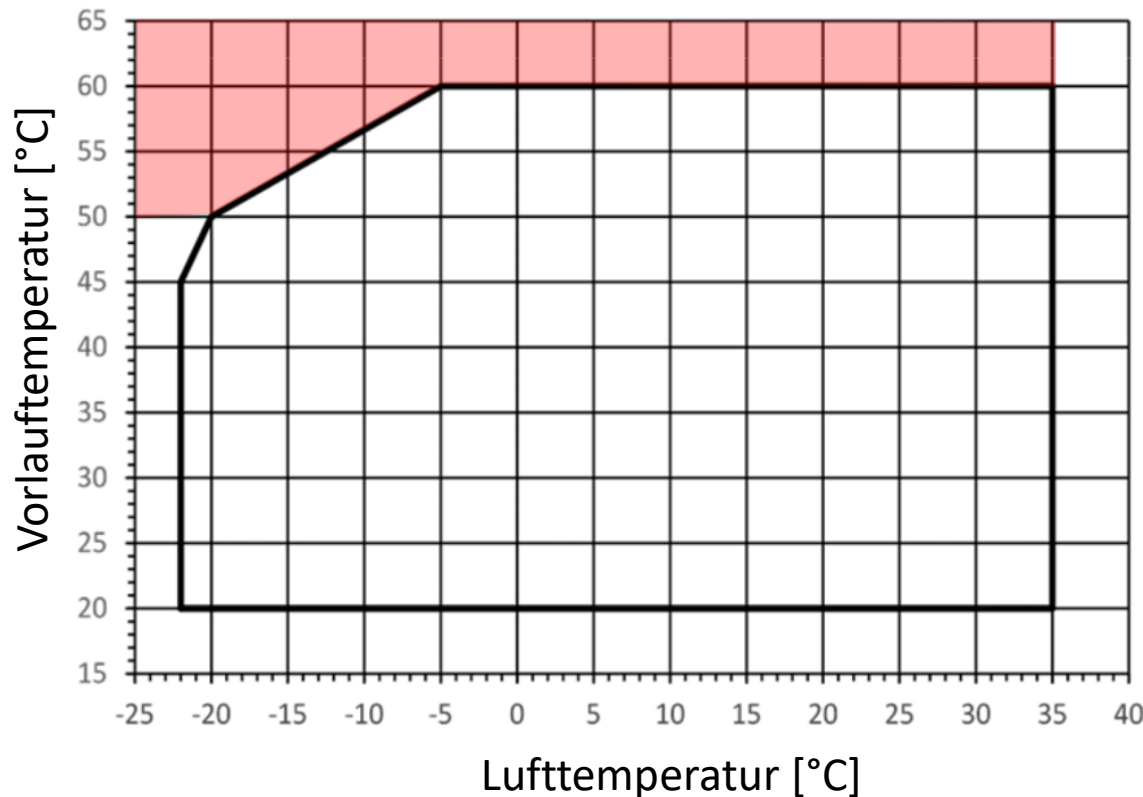


[1] Miara *et al.*: Wärmepumpen Effizienz, Fraunhofer ISE, 2011.

[2] Erb *et al.*: Feldanalysen von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996-2003, BFE, 2004.

## Vorurteil 2 – L/W-WP sind nur bei gut gedämmten Gebäuden einsetzbar

### **L/W-WP können in Gebäuden mit hohen Vorlauftemperaturen nicht eingesetzt werden – Richtig oder falsch?**



Heizkurven mit Vorlauftemperaturen  $< 55^{\circ}\text{C}$  @  $A-10^{\circ}\text{C}$  möglich – höhere Vorlauftemperatur mit Standardanlagen kritisch!

Situative Abklärungen bei hohen Vorlauftemperaturen erforderlich.

BWW bis  $55^{\circ}\text{C}$  ganzjährig möglich – Legionellenschutz elektrisch!

Bild: Alpha Innotec Schweiz



## Vorurteil 3 – L/W-WP sind laut

### **L/W-WP können in Wohngebieten wegen den Lärmemissionen nicht eingesetzt werden – Richtig oder falsch?**

Anforderungen Schall:

Empfindlichkeitsstufe I:  $L_r < 40 \text{ dB(A)}$

Empfindlichkeitsstufe II:  $L_r < 45 \text{ dB(A)}$

Empfindlichkeitsstufe III:  $L_r < 50 \text{ dB(A)}$

$L_{WA}$ : Schalleistungspegel

$L_{pA}$ : Schalldruckpegel

$L_r$ : Beurteilungspegel

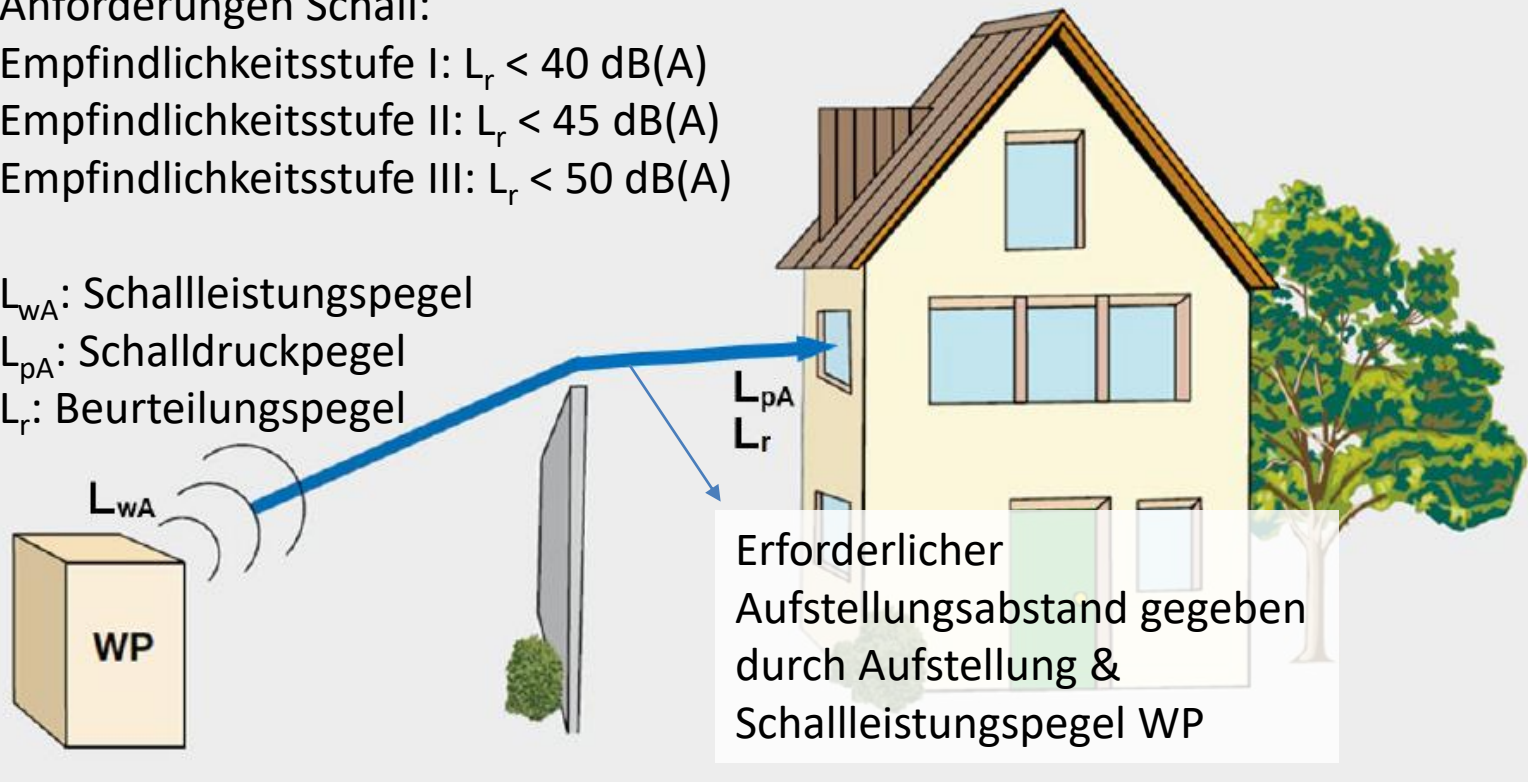


Bild: BFE-Schlussbericht «Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Kontext»

## Vorurteil 3 – L/W-WP sind laut

### L/W-WP können in Wohngebieten wegen den Lärmemissionen nicht eingesetzt werden – Richtig oder falsch?

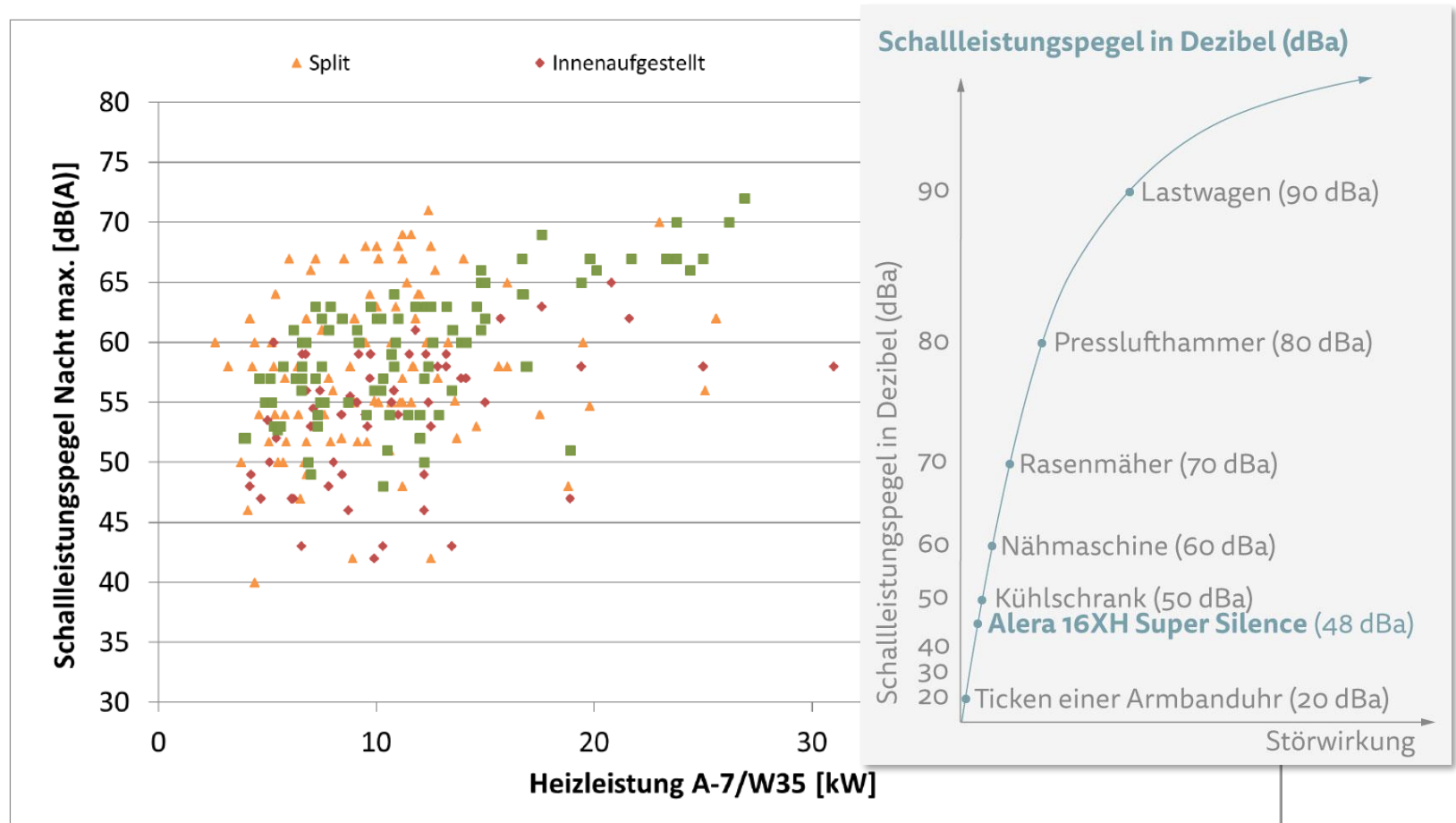
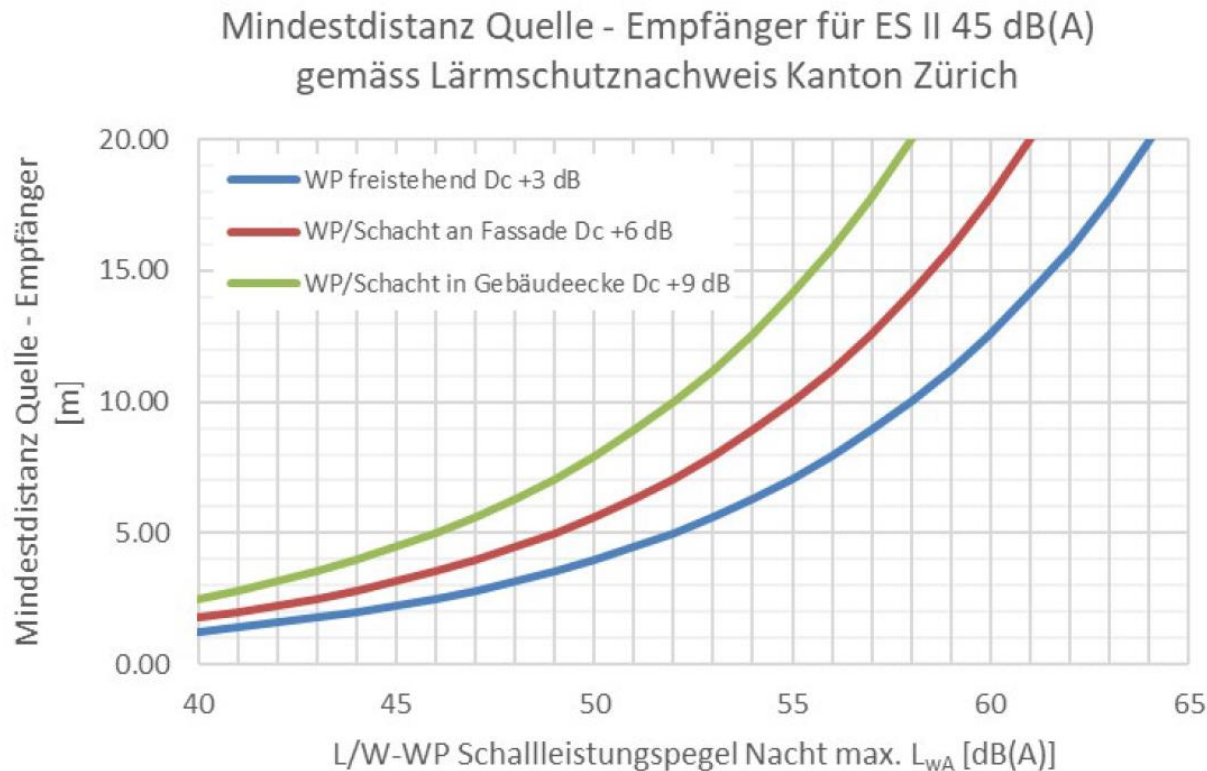


Bild: BFE-Schlussbericht «Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Kontext»

## Vorurteil 3 – L/W-WP sind laut

### L/W-WP können in Wohngebieten wegen den Lärmemissionen nicht eingesetzt werden – Richtig oder falsch?



Relevant sind nicht nur die Abstände zum benachbarten sondern auch zum eigenen Gebäude!

Bild: BFE-Schlussbericht «Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Kontext»

## Vorurteil 3 – L/W-WP sind laut

### L/W-WP können in Wohngebieten wegen den Lärmemissionen nicht eingesetzt werden – Richtig oder falsch?

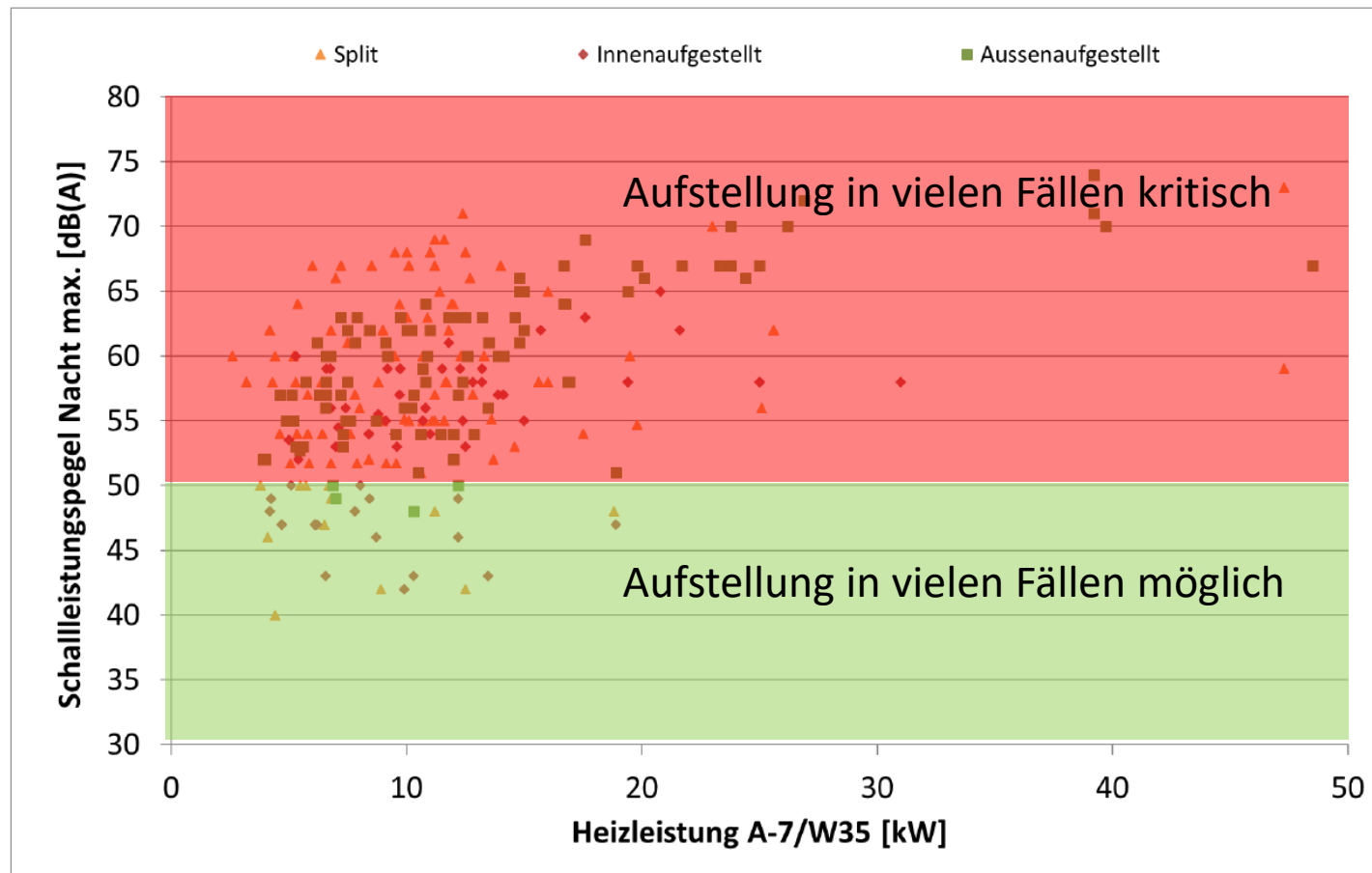
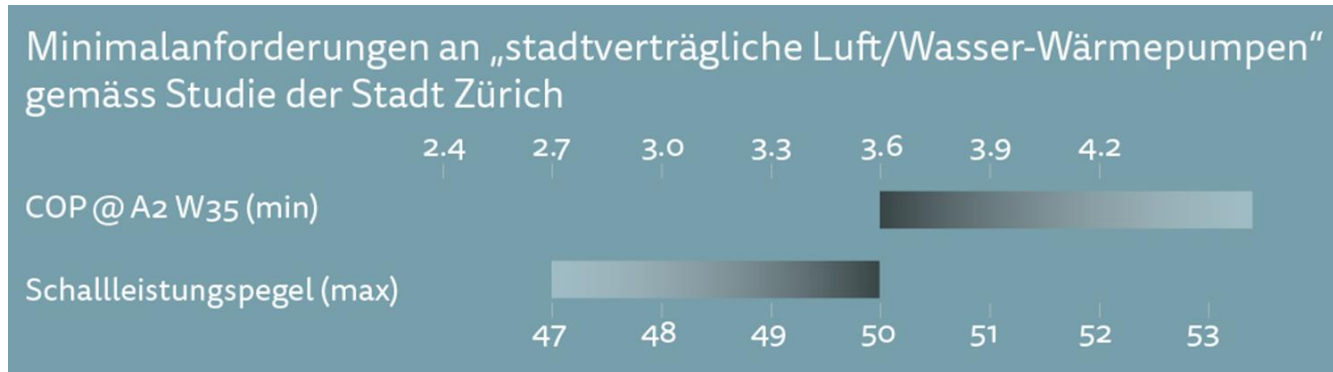


Bild: BFE-Schlussbericht «Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen im städtischen Kontext»



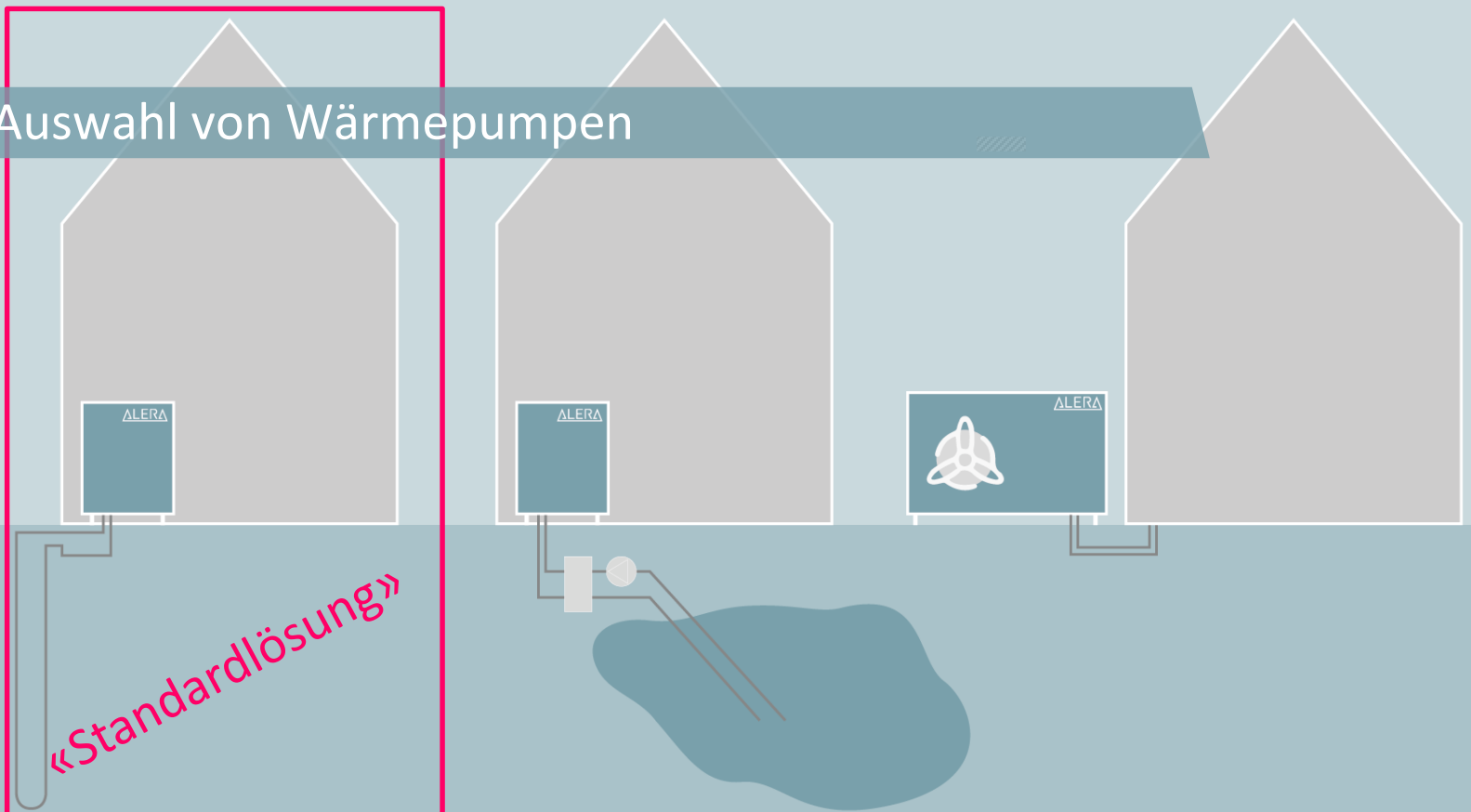
### Aktuelle Marksituation und Entwicklungstrends

- Minimalanforderungen an „stadtverträgliche Luft/Wasser-Wärmepumpen“ bezüglich Schall & Effizienz wurden definiert

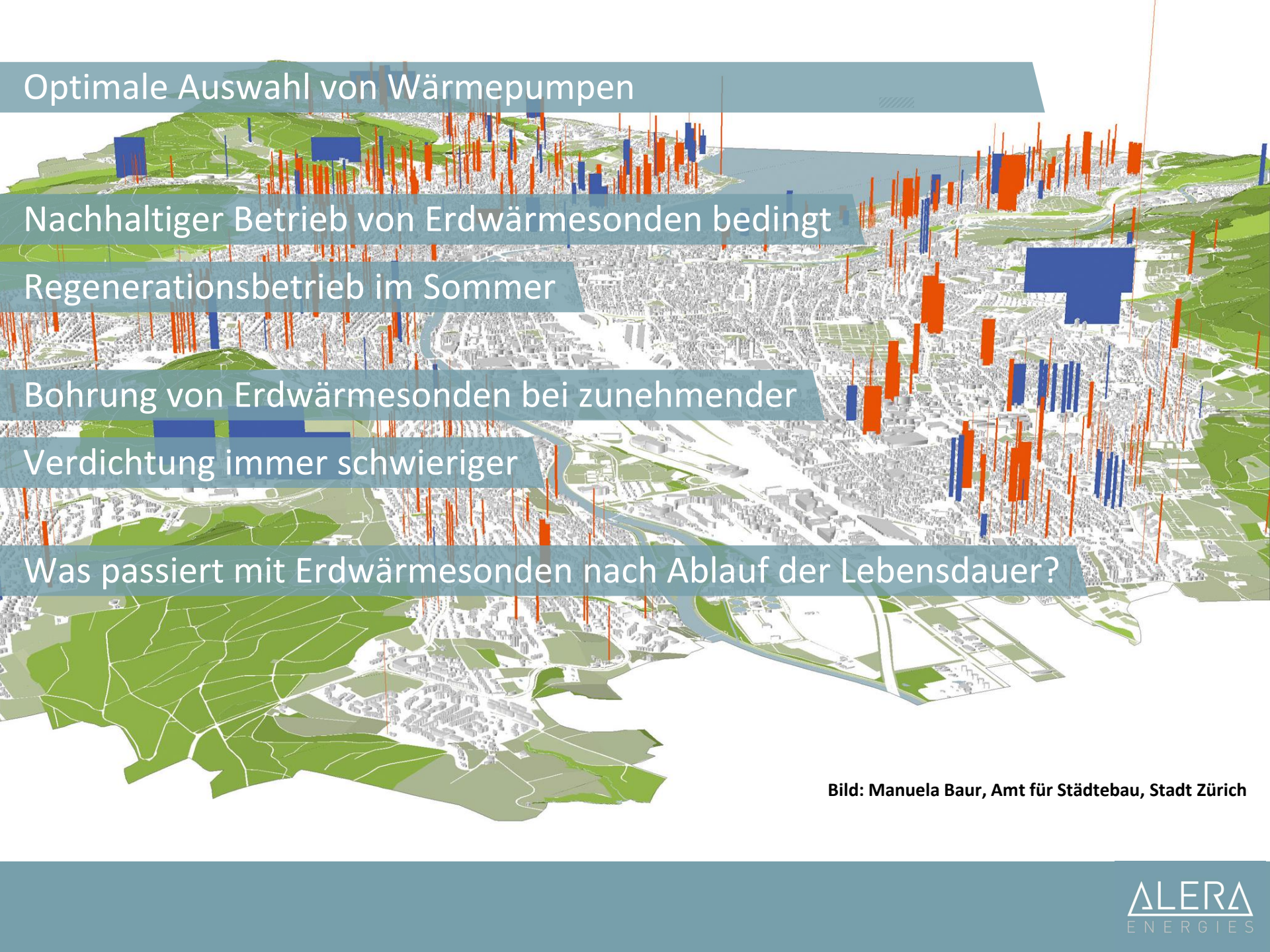


- Aktuell nur L/W-WP im Leistungsbereich < 20 kW (Heizleistung) verfügbar, welche den hohen Anforderung genügen
- Leise Wärmepumpen sind technisch machbar – der Markt ist gefordert – der Trend ist bei den Herstellern bekannt

# Optimale Auswahl von Wärmepumpen



|             | Sole/Wasser-WP | Wasser/Wasser-WP | Luft/Wasser-WP |
|-------------|----------------|------------------|----------------|
| Kosten      | -              | -                | +              |
| Effizienz   | +              | ++               | +              |
| Bewilligung | -              | --               | +              |
| Schall      | +              | +                | -              |

An aerial map of Zurich, Switzerland, showing the city's layout and surrounding green spaces. Overlaid on the map are numerous vertical bars, colored red and blue, representing the locations of ground heat exchangers. The bars are distributed across the city, with a higher density in the urban core. The background is a light blue sky with some clouds.

Optimale Auswahl von Wärmepumpen

Nachhaltiger Betrieb von Erdwärmesonden bedingt

Regenerationsbetrieb im Sommer

Bohrung von Erdwärmesonden bei zunehmender

Verdichtung immer schwieriger

Was passiert mit Erdwärmesonden nach Ablauf der Lebensdauer?

Bild: Manuela Baur, Amt für Städtebau, Stadt Zürich



# Optimale Auswahl von Wärmepumpen

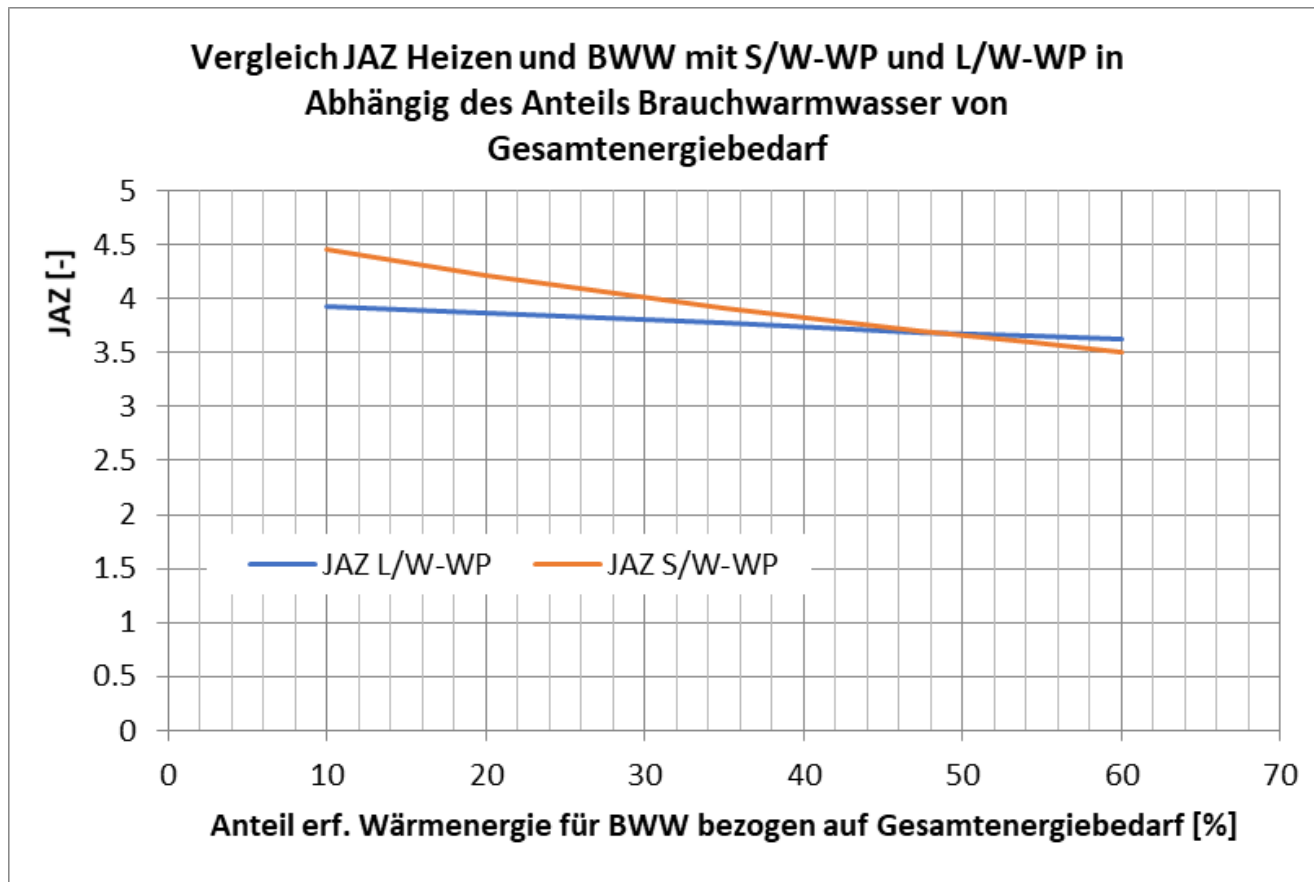


Luft/Wasser-Wärmepumpen können  
eine lohnende Alternative zu Sole/Wasser-Wärmepumpen sein.

Hohe Planungs- und Ausführungsqualität ist unerlässlich!



**Abhängig vom BWW-Bedarf können im Neubau mit L/W-WP gleich gute oder bessere JAZ als bei Verwendung von S/W-WP erzielt werden – Bessere Effizienz bei geringeren Kosten!**



## Wichtige Aspekte bei Dimensionierung und Auswahl

- **L/W-WP nicht überdimensionieren – Auslegungstemperatur gemäss SIA berücksichtigen**

Überdimensionierung führt zu:

- Effizienzeinbussen
  - Betriebsproblemen / Störungen
  - Unnötiger Lärmbelastung
- 
- **Bei grösseren Heizleistungen ( $>40$  kW) können bivalente Wärmepumpen-Systeme in Kombination mit Gas/Öl wirtschaftlich interessant und ökologisch vertretbar sein – Auslegung Wärmepumpe  $\sim 50\%$  von Peakleistung**

## Wichtige Aspekte bei Dimensionierung und Auswahl

- **Zur Vermeidung von Schwierigkeiten bezüglich Lärmbelastung Datenblätter vollständig studieren – Schalleistungspegel gemäss EN 12102 zeigen nur die halbe Wahrheit!**

Ein Beispiel:

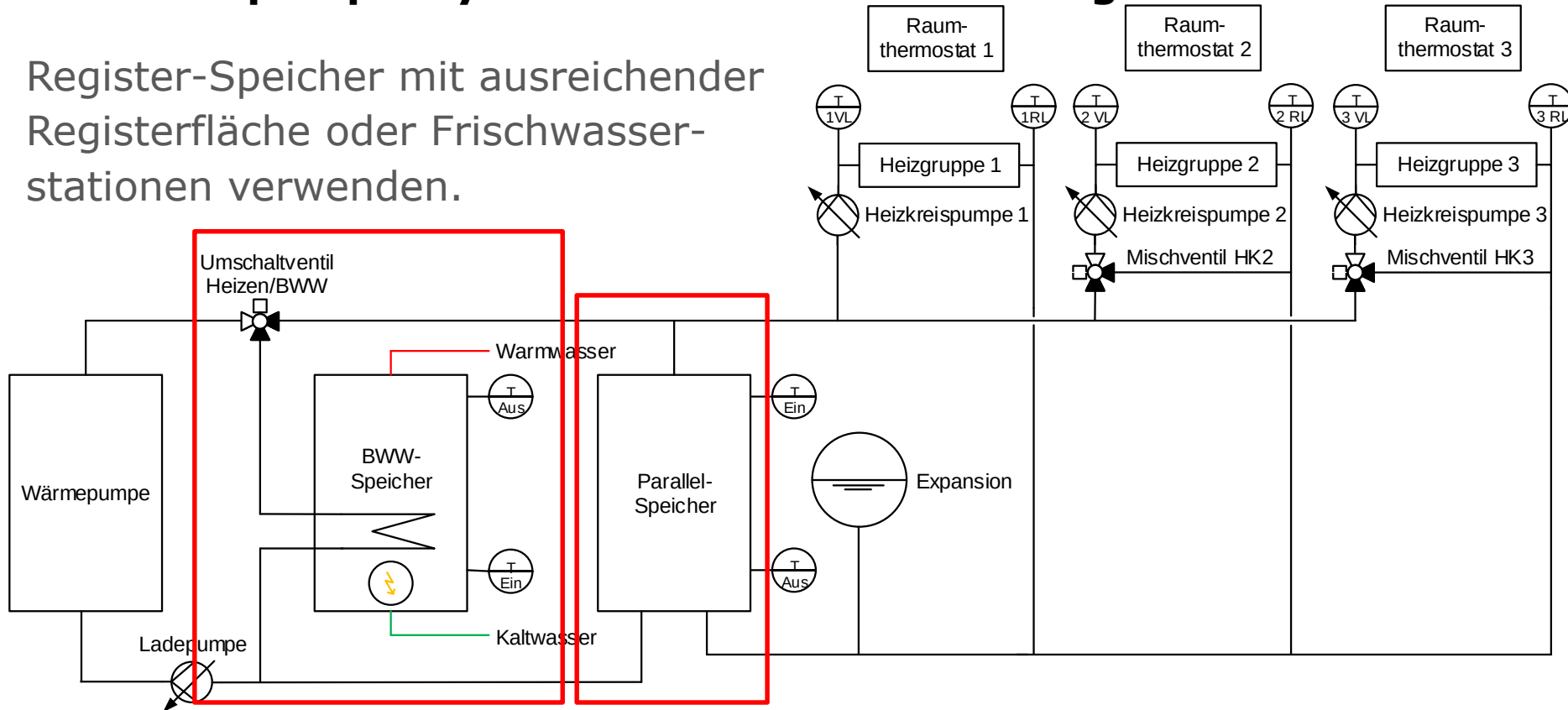
| WP XY                                                                |          | 8    | 12   | 16   | 20   |
|----------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|
| Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ), gemäß EN12102 bei 7 / 45 (nominal) | $L_W(A)$ | 53   | 53   | 53   | 53   |
| Schalldruckpegel ( $L_{pA}$ ) bei 2 m*                               | dB(A)    | 39   | 39   | 39   | 39   |
| Schalldruckpegel ( $L_{pA}$ ) bei 6 m*                               | dB(A)    | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 |
| Schalldruckpegel ( $L_{pA}$ ) bei 10 m*                              | dB(A)    | 25   | 25   | 25   | 25   |

\*Freier Bereich.

|        |                                                                                         |       |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| Schall | Schalleistungspegel nach ErP: A7/W45 Teillast (nach EN12102) <b>cercle bruit suisse</b> | dB(A) | 53 |
|        | Schalleistungspegel maximale Frequenz Tagbetrieb                                        | dB(A) | 62 |
|        | Schalleistungspegel maximale Frequenz Nachtbetrieb                                      | dB(A) | 56 |
|        | Schalldruckpegel Aussen 2m Abstand                                                      | dB(A) | 39 |

## Wärmepumpensysteme < 15 kW Heizleistung

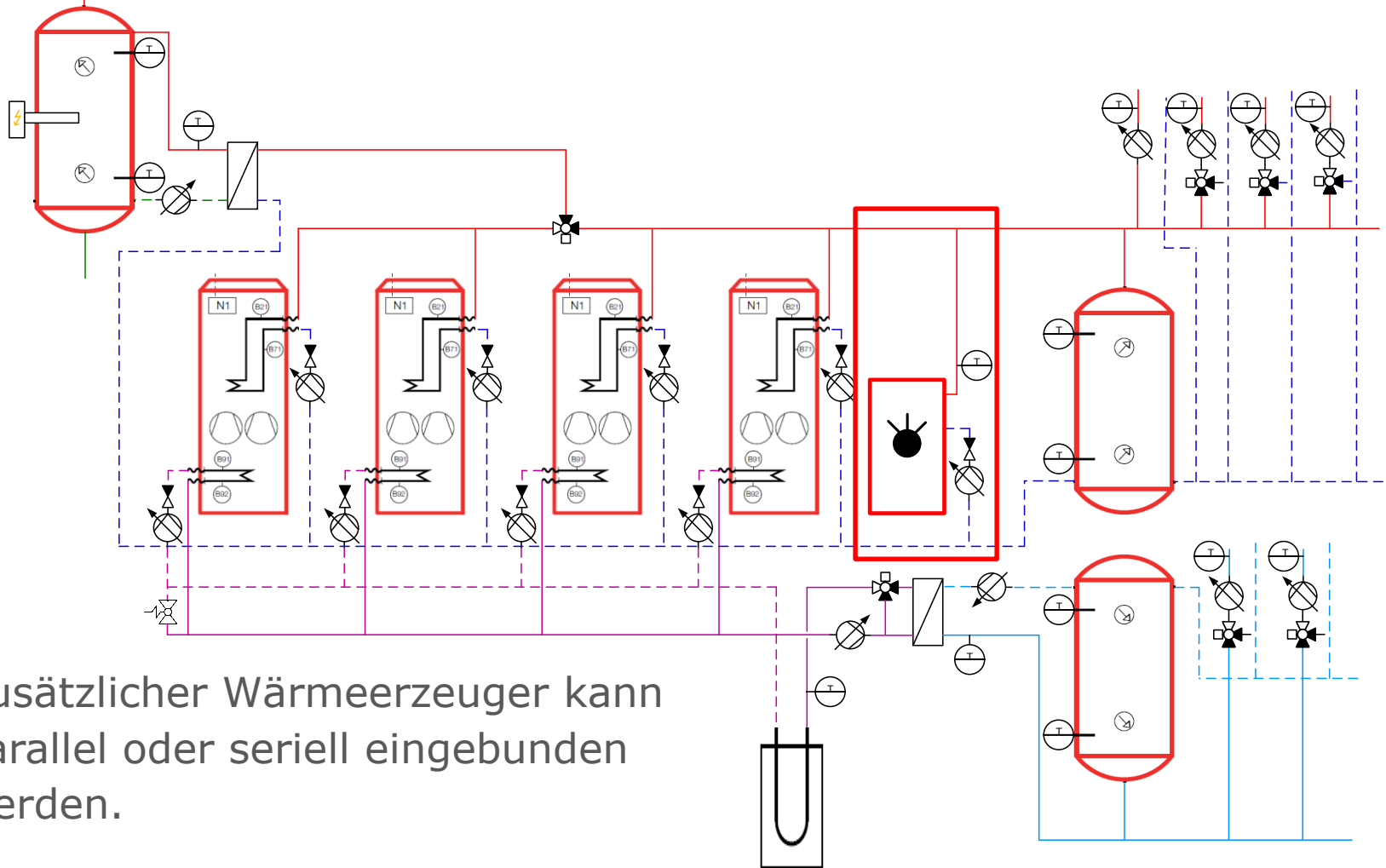
Register-Speicher mit ausreichender Registerfläche oder Frischwasserstationen verwenden.



Bei S/W-WP, W/W-WP in Kombination mit Flächenheizsystemen kann auf Speicher verzichtet werden.



## Wärmepumpensysteme > 15 kW Heizleistung

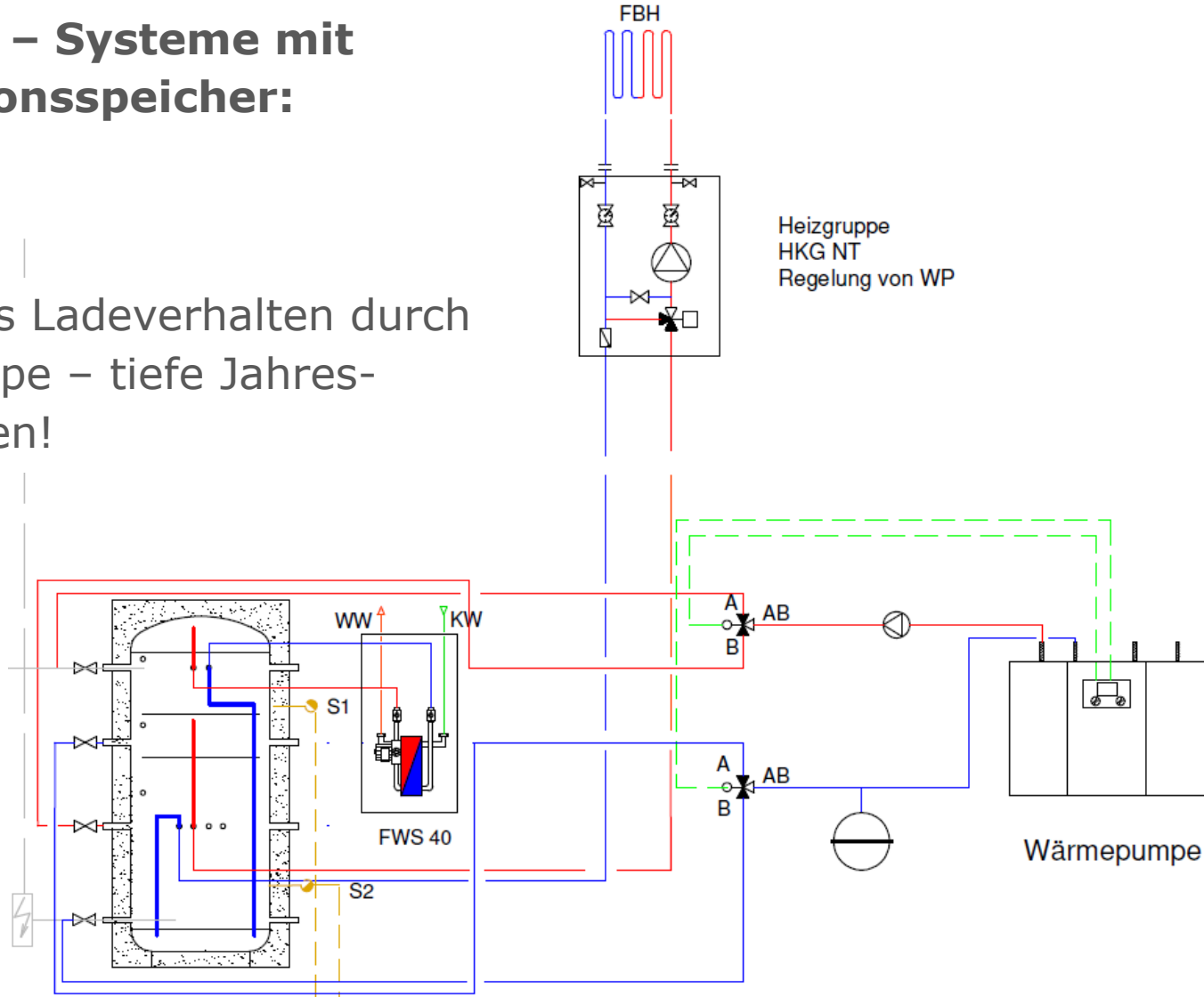


Zusätzlicher Wärmeerzeuger kann parallel oder seriell eingebunden werden.

# Optimale Systemintegration von Wärmepumpen

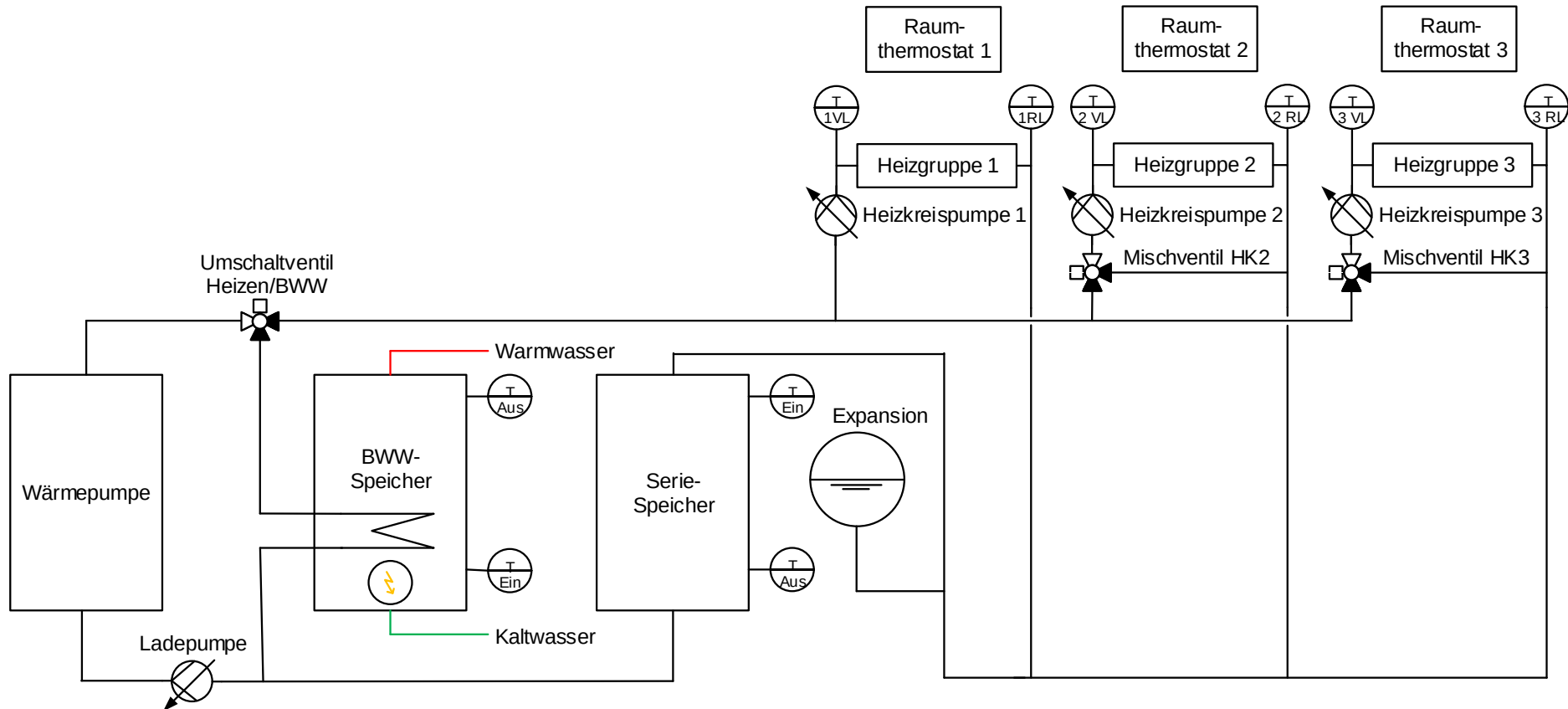
## Bitte nicht! – Systeme mit Multifunktionsspeicher:

Ungünstiges Ladeverhalten durch Wärmepumpe – tiefe Jahresarbeitszahlen!



# Optimale Systemintegration von Wärmepumpen

## Bitte nicht! – Systeme mit Seriespeicher:



Keine saubere hydraulische Entkopplung zwischen Wärmepumpe und Heizkreisen möglich!

## Optimaler Betrieb von Wärmepumpen

Die Effizienz von L/W-WP kann durch die Leistungsregelung markant erhöht werden! – ABER.....

### Leistungsregelung in der Praxis:

Zitat aus Feldstudie «Feldmessungen an leistungsgeregelten Wärmepumpen und Warmwasser-Wärmepumpen», BFE, 2015.

**„Die realen Arbeitszahlen bei den untersuchten Feldanlagen liegen bezogen auf die Beurteilung über den Temperaturhub rund 20-25% tiefer als die angegebenen COP-Werte von sechs der untersuchten Wärmepumpenanlagen bei analogem Temperaturhub. Dies zeigt wiederum deutlich, dass eben die Qualität der Anlagenplanung (Dimensionierung, Auslegung und Betrieb) einen sehr grossen Einfluss auf die Effizienz solcher Anlagen hat.“ \***

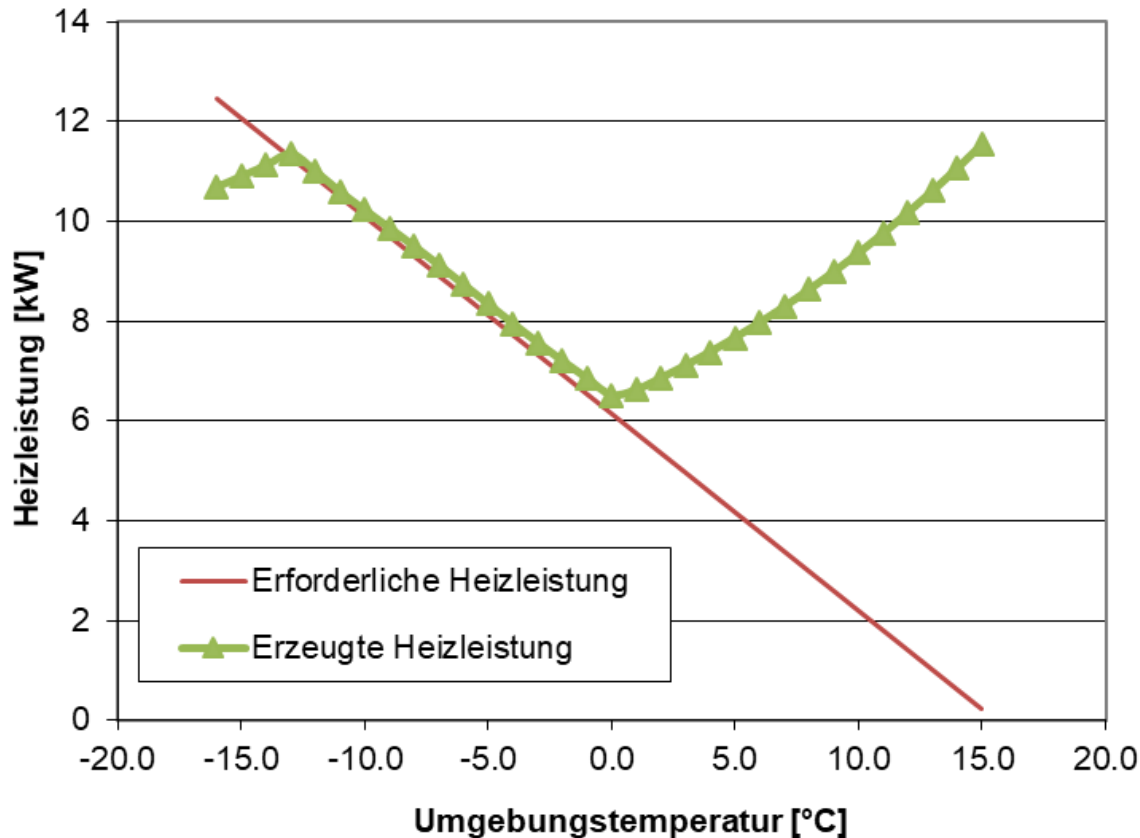
Leistungsgeregelte Wärmepumpen erfordern nicht nur eine einwandfreie Planung sondern auch einen einwandfreien Betrieb!



# Optimaler Betrieb von Wärmepumpen

## Leistungsregelung in der Praxis – Angewendete Strategien:

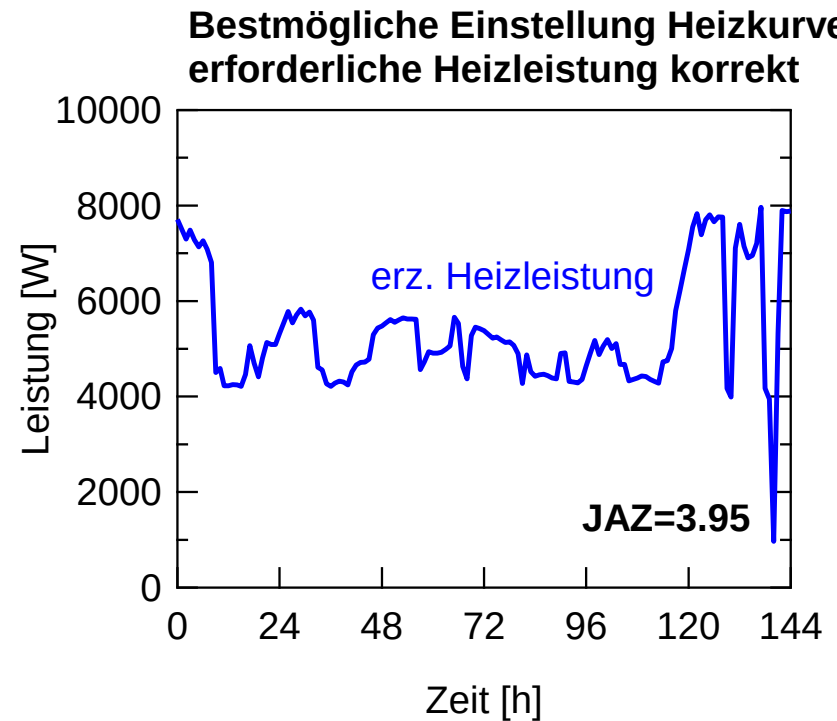
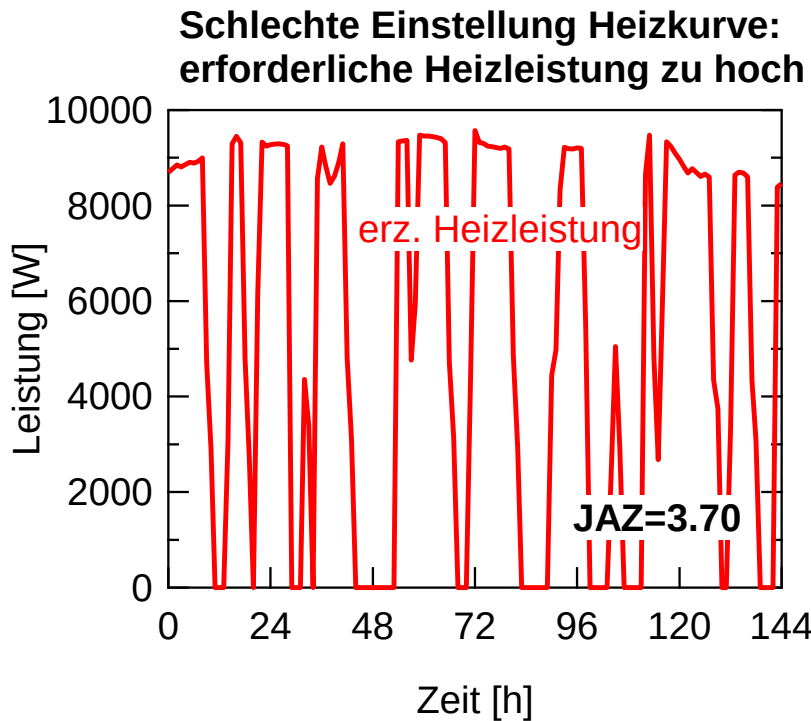
### Regelung von Kompressor & Ventilator nach Heizkurve



- Resultierende Diskrepanz zwischen erzeugter und erforderlicher Heizleistung kann minimiert werden
- Optimale Ausnutzung des Potenzials der Leistungsregelung möglich
- Optimale Einstellung der Heizkurve ist Voraussetzung!

## Leistungsregelung nach Heizkurve – Bedeutung Heizkurven-Setting:

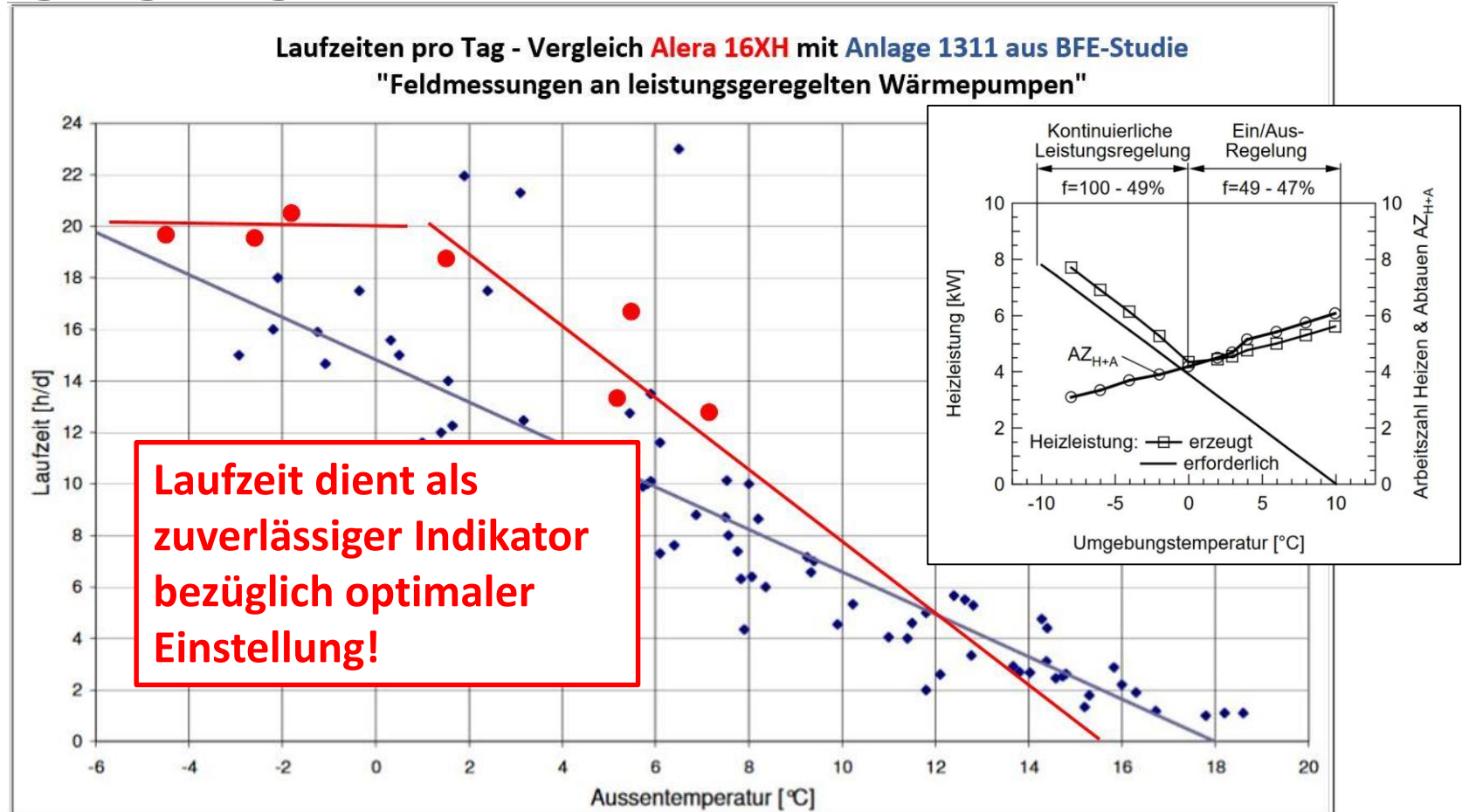
Beispiel: L/W-WP mit Leistungsregelung in Niedrigenergiegebäude



Fehlende oder falsche Informationen zum «Bedarf» führen zu ungünstigem Betriebsverhalten und reduzierter Effizienz!

# Optimaler Betrieb von Wärmepumpen

## Leistungsregelung nach Heizkurve:



**Nur durch intelligente Regelung oder optimale Einstellung kann das Potenzial der Leistungsregelung voll ausgeschöpft werden!**

## Fazit

Bei einwandfreier Projektierung und Umsetzung können L/W-WP einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb sicherstellen.

Grössere Herausforderungen stellen sich im Bereich Schallemissionen bei Heizleistungen  $> 20 \text{ kW}$  – Hier sind die Hersteller gefordert!



Alera energies AG  
L. Gasser, Geschäftsführer  
Hohenrainstrasse 36  
CH – 6280 Hochdorf  
[l.gasser@alera-energies.ch](mailto:l.gasser@alera-energies.ch)  
+41 (0)41 911 22 90

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

allgemein: [contact@alera-energies.ch](mailto:contact@alera-energies.ch)  
[www.alera-energies.ch](http://www.alera-energies.ch)

PostFinance  
IBAN CH50 0900 0000 8896 8470 1  
BIC POFICHBEXXX

Handelsregister Luzern  
CHE-417.388.217  
Sitz der Gesellschaft  
Hochdorf, Schweiz