



OST

Ostschweizer
Fachhochschule

Dimensionierung von Wärmepumpen: Studie «OptiPower»

Optimalen Auslegung der Leistung von Heiz- und
Kühlsystemen für Wohn- und Verwaltungsgebäude

Daniel Philippen

21. Mai 2024



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

Performance Gap in Gebäuden: Energie versus Leistung

Energie



Projekt VenTSol (abgeschlossen)
www.spf.ch/ventsol

Mehrverbrauch durch reales Nutzerverhalten
(«Energy Performance Gap»)

→ im Betrieb ca. 40 % mehr Energie
verbrauch in MFH versus Planung

Leistung



Projekt OptiPower (abgeschlossen):
www.spf.ch/optipower

Überdimensionierung von Heizungen und
Kälteanlagen

→ Thema des heutigen Vortrags

Datengrundlage bei den Wohngebäuden

- Neubauten (2005 - 2017)
- Nur Wärmepumpenheizungen
- 341 Heizungsanlagen (95% MFH)
- Messjahre: 3 - 15 Jahre



Datengrundlage bei den Verwaltungsgebäuden

- Insgesamt 10 Verwaltungsgebäude
- Drei Gebäude im Detail untersucht
- BFE Pilot- & Demonstrationsprojekte (OST-SPF)



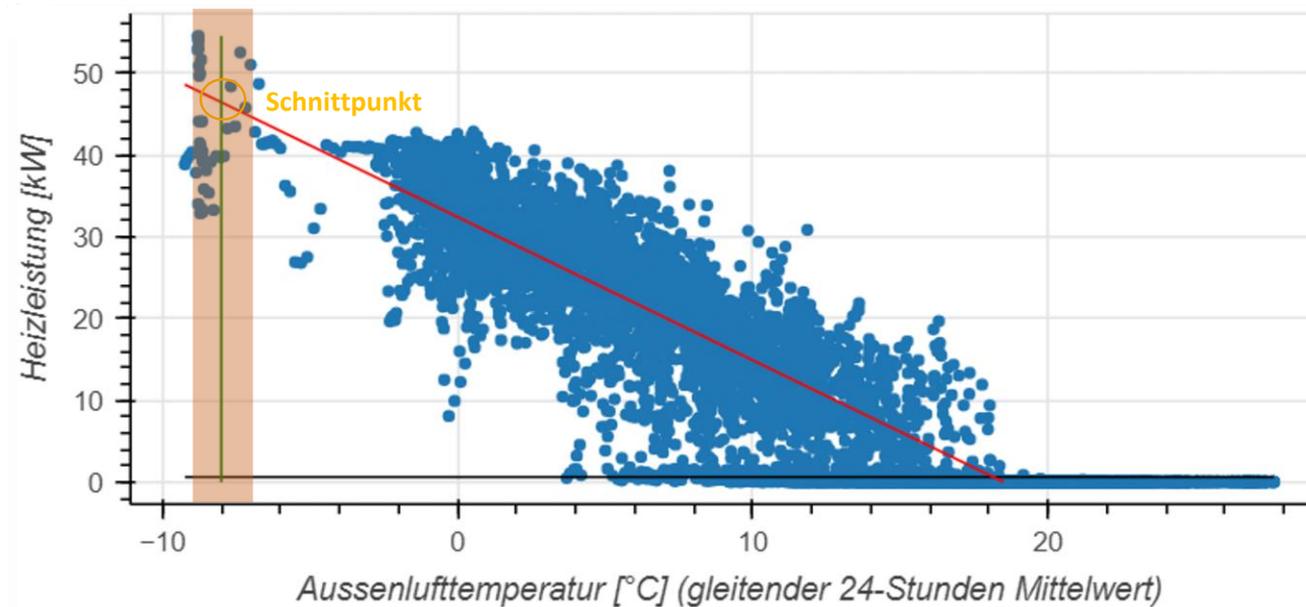
Methodik



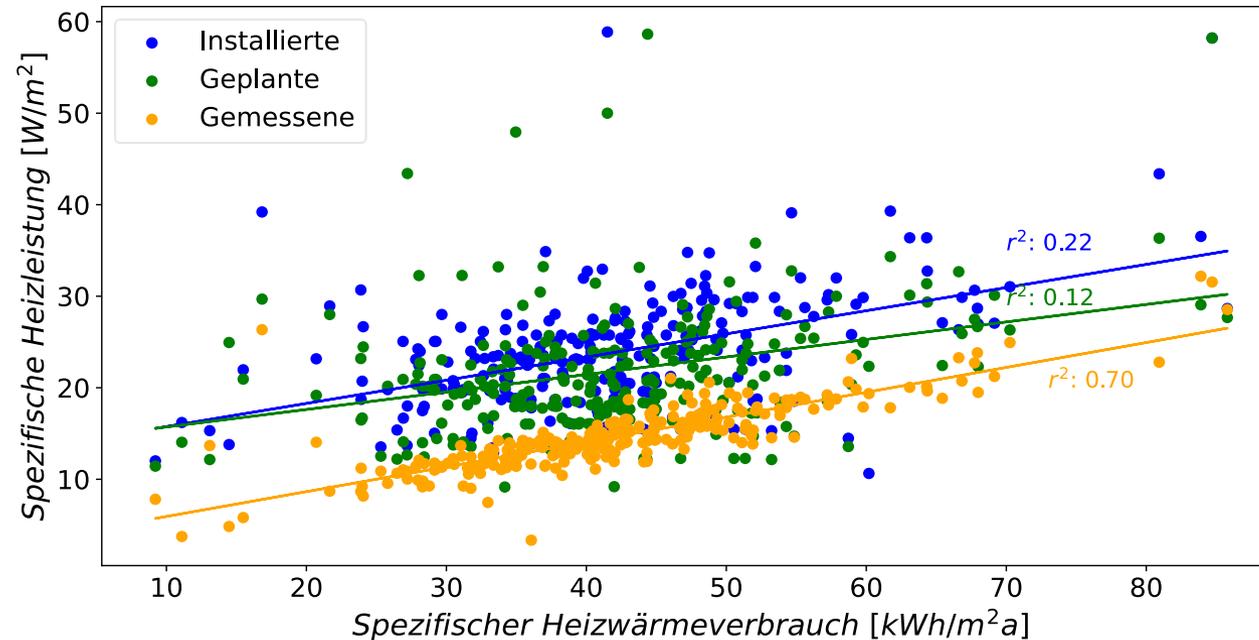
Ermittlung der Heiz- und Kühlleistung aus Messdaten

«Energiesignatur»-Methode

Pro Gebäude reale Heizleistung am Auslegepunkt (z.B. -8 °C) abgeleitet
→ spezifische Heizleistung pro m^2 Energiebezugsfläche ermittelt

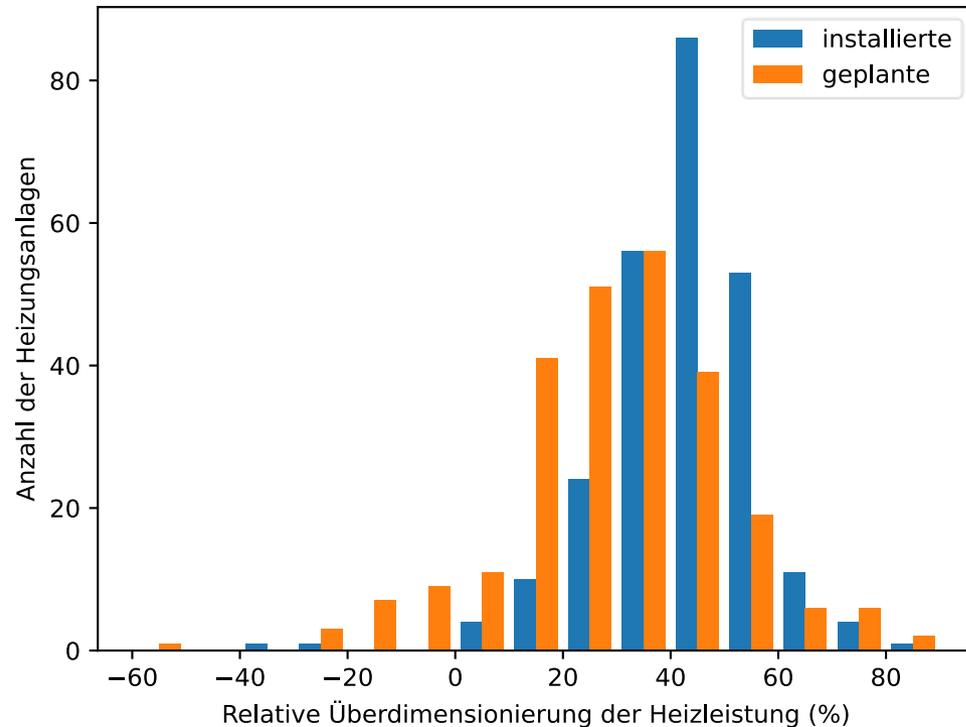


Resultate MFH



- Deutliche Überdimensionierung (installiert/geplant versus gemessen)
- Starke Streuung bei Leistung geplanter und installierter WP

MFH: im Median Überdimensionierung von 44% (installiert)

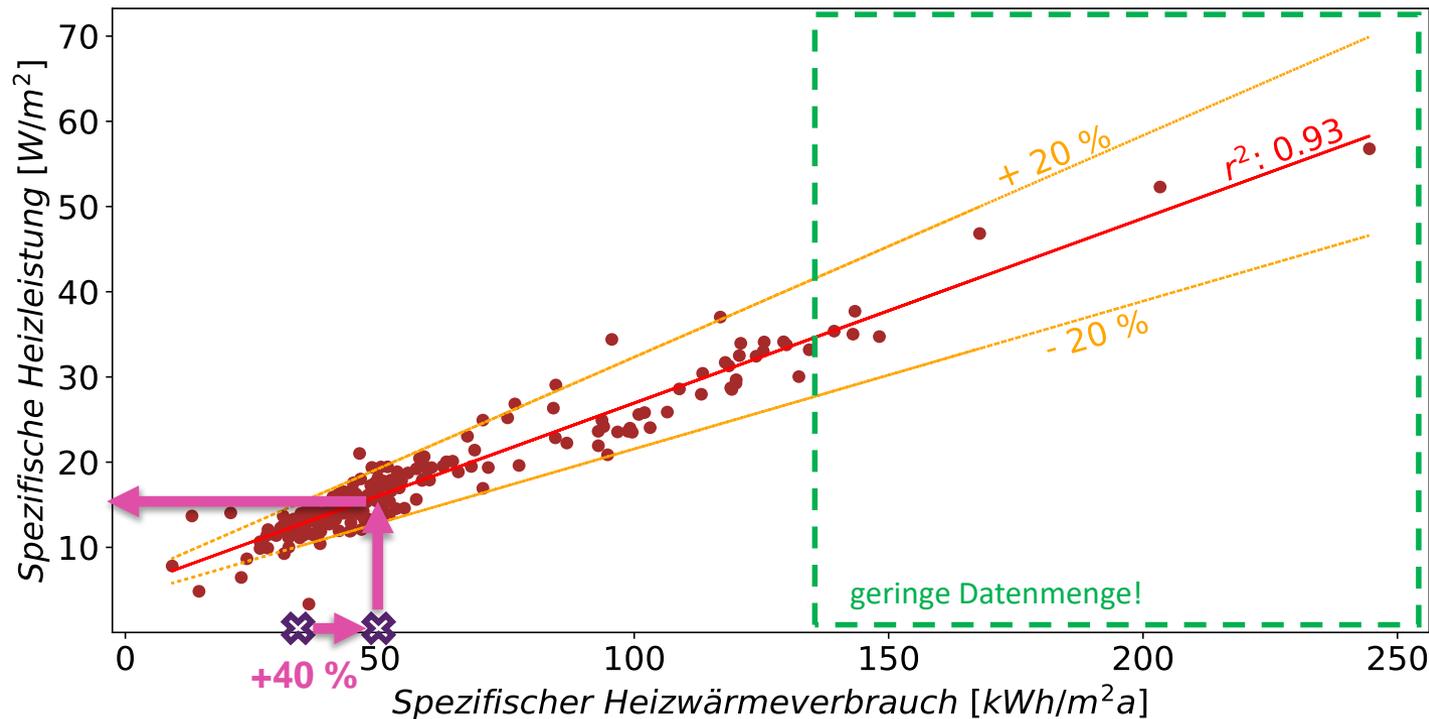


Mögliche Ursachen:

- «Angstzuschläge»
- Wahl nächstgrösserer Maschine
- Fehlerhafte Berechnung
- Warmwasser-Zuschlag

Die gute Nachricht für Erdsonden-WP: Median von 44 % Überdimensionierung hilft, den verbreiteten «Energy Performance Gap» von ca. 40 % zu decken!

MFH: Plausibilisierung der Berechnung für die Praxis

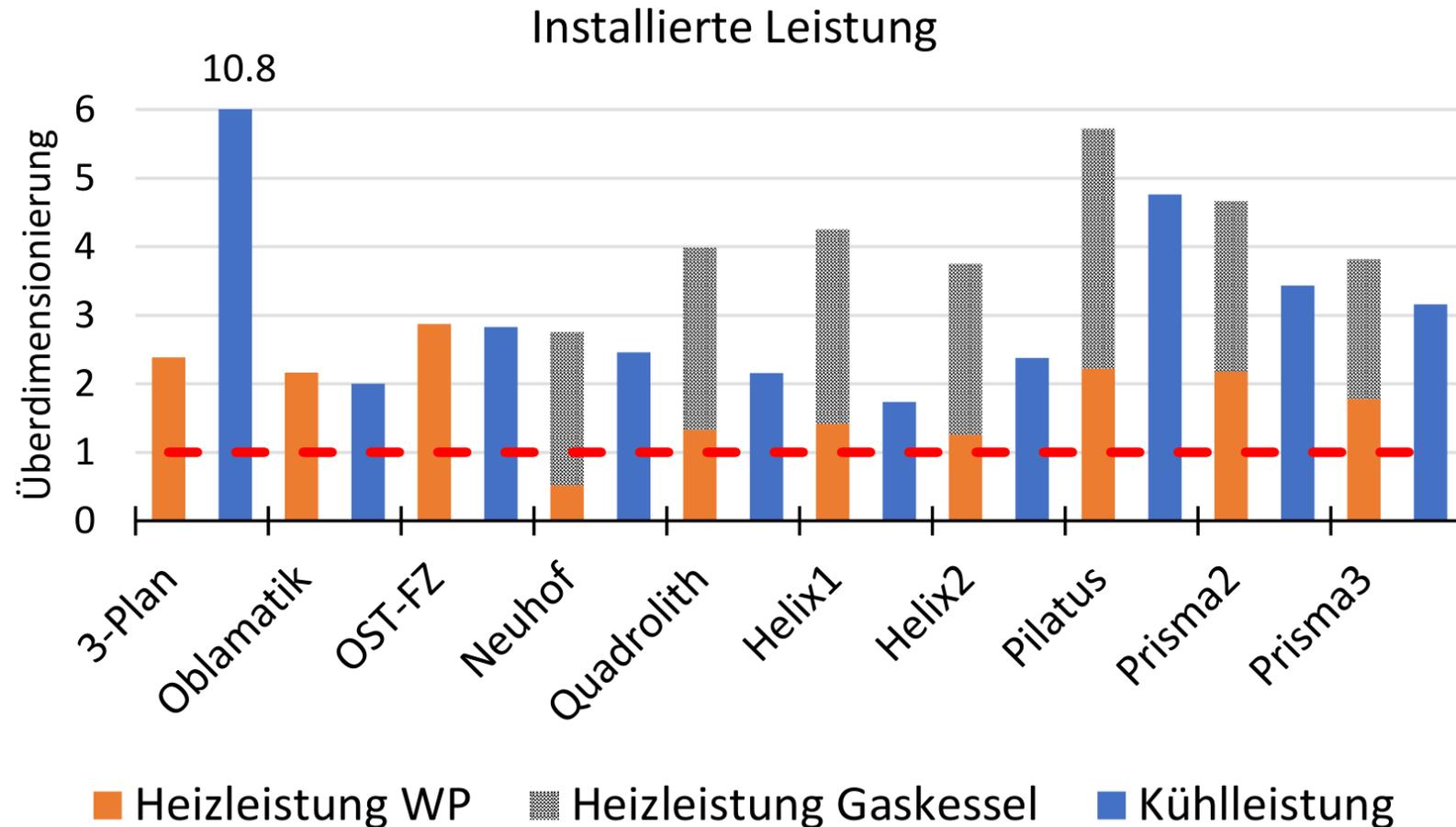


- Neubauprojekte:
Spez. Heizwärmebedarf (Q_{h,norm}) + 40 %
→ anschliessend Grafik ablesen für Plausibilisierung der Heizleistung
- Einfache Formel im Schlussbericht von OptiPower
- Gilt für Schweizer Mittelland

Resultate Verwaltungsgebäude



Büro-Gebäude: 100 - 300 % Überdimensionierung



Reales Beispiel Heizleistung

Dimensionierung Wärmeerzeugung Heizung

Wärmebedarf Heizung	θ_a [°C]	$\Phi_{HL, Geb}$ [kW]
Gebäudeheizlast SIA 384.201 18.07.2017	-7	73.678

← Normheizlast

Wärmebedarf Warmwasser	θ_a [lit]	θ_{KW} [°C]	θ_{WW} [°C]	c [kJ/kg*K]	WP Laufzeit [h]	Φ_{WW} [kW]
	2000	10	50	4.187	20	4.652

Wärmebedarf Lüftung	Luftmenge [m3/h]	θ_a [°C]	$\theta_{LE\ ein}$ [°C]	$\theta_{LE\ aus}$ [°C]	$\Phi_{LE\ Frost}$ [kW]	$\Phi_{LE\ normal}$ [kW]	$\Phi_{LE\ -7}$ [kW]
Lager / Produktion HZ=32.7	6850	-14	16.1	21	32.70	10.74	8.593
Büro / Sitzungsraum HZ=39.3	9220	-14	15	29	39.30	41.31	34.581
Aufenthaltsräume / Nebenräume HZ=50.4	9920	-14	13.9	21	50.40	22.54	18.031
Küche HZ=25.6	5750	-14	15.2	20	25.60	8.83	7.014
Restaurant HZ=18.8	3480	-14	13.2	21	18.80	8.69	6.949
Lager	4260	-14	15.8	26	22.70	13.90	11.471
					189.50	106.01	86.64

Wärmebedarf Lüftung bei Gleichzeitigkeitsfaktor	0.6	86.639	51.983
-------------------------------------------------	-----	--------	--------

← Verbundsystem

Erforderliche Heizleistung ohne Sperrzeiten

Wärmebedarf Heizung	$\Phi_{HL, Geb}$	73.678
Wärmebedarf Warmwasser	Φ_{WW}	4.652
Wärmebedarf Lüftung	$\Phi_{LE\ -7}$	51.983
Ergebnis	Φ_{WP}	130.313

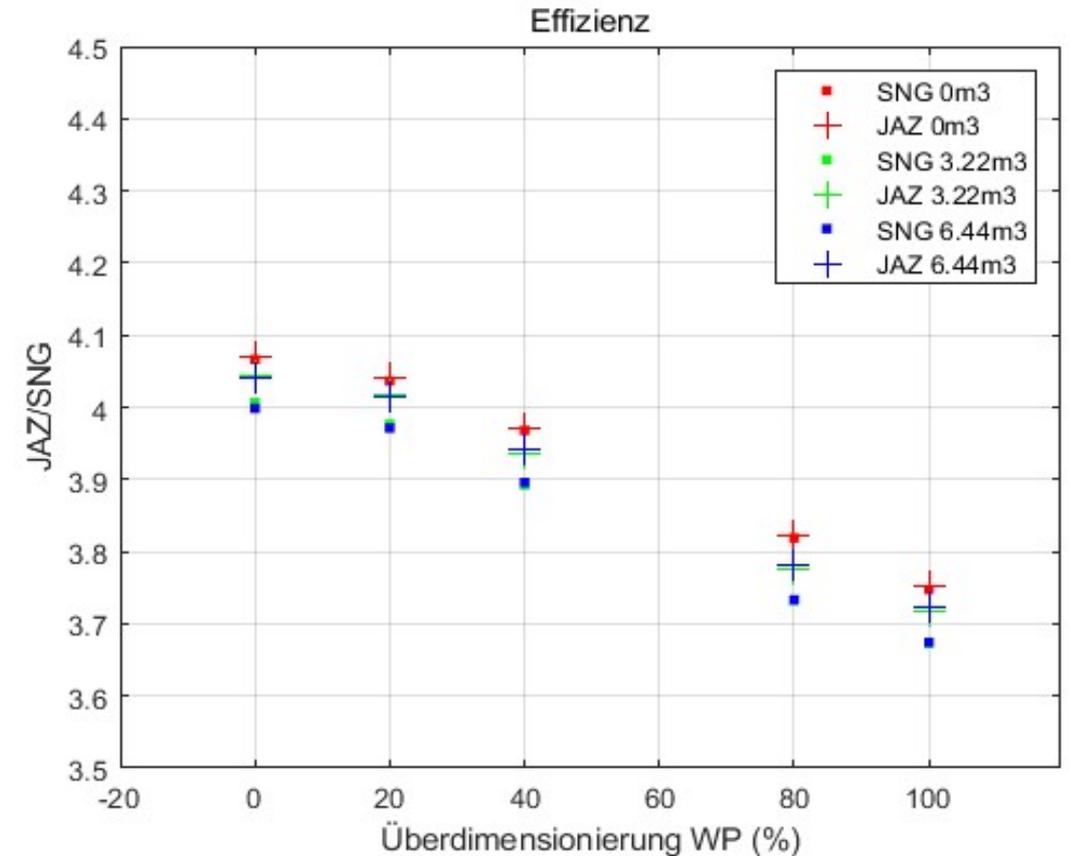
← Total ÜD: ca. +100 %

Welchen Einfluss hat die Überdimensionierung auf die WP?

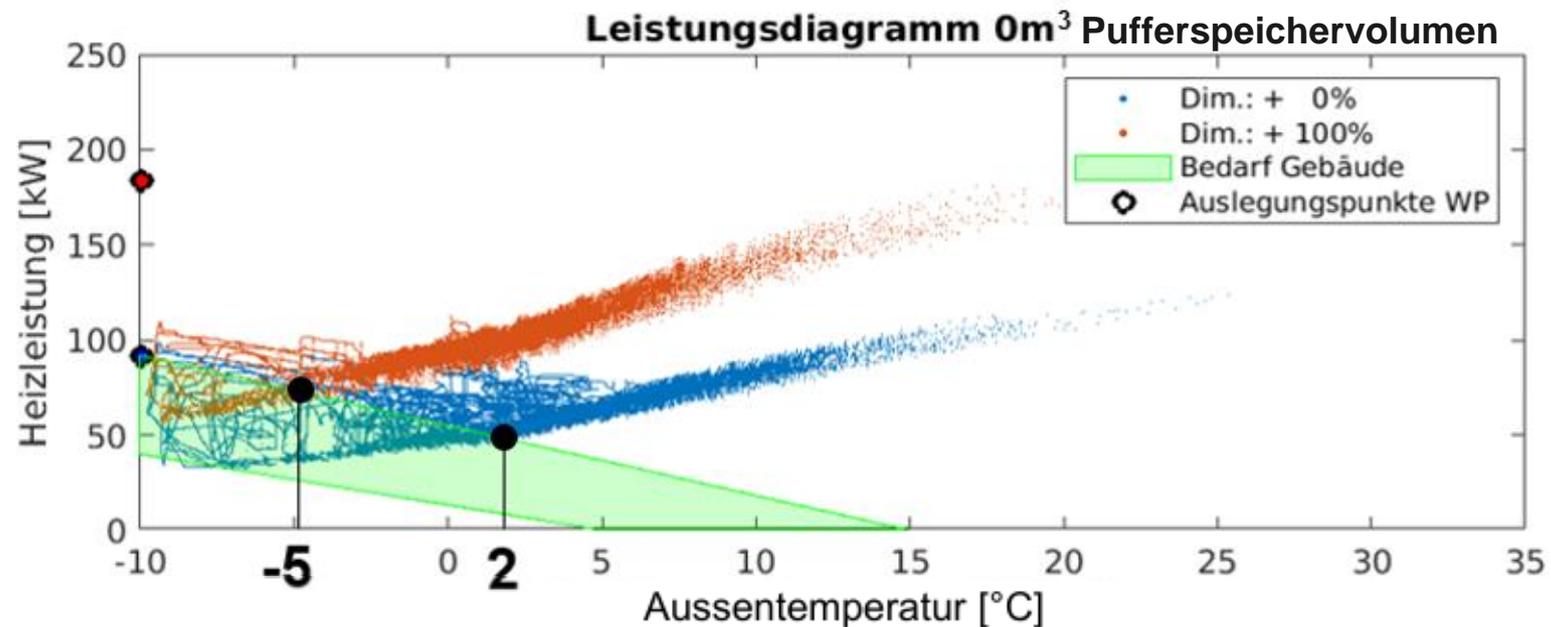


Überdimensionierung bei Luft-Wasser-WP

- **Simulierte Luft-Wasser Wärmepumpe**
 - Inverter-geregelt
 - Gutes Kennfeld, daher hohe absolute JAZ
- **Auswertung Überdimensionierung**
 - JAZ sinkt bei Überdimensionierung der WP
 - Mit steigender Überdimensionierung reduziert sich der Bereich, in dem der Inverter regeln kann



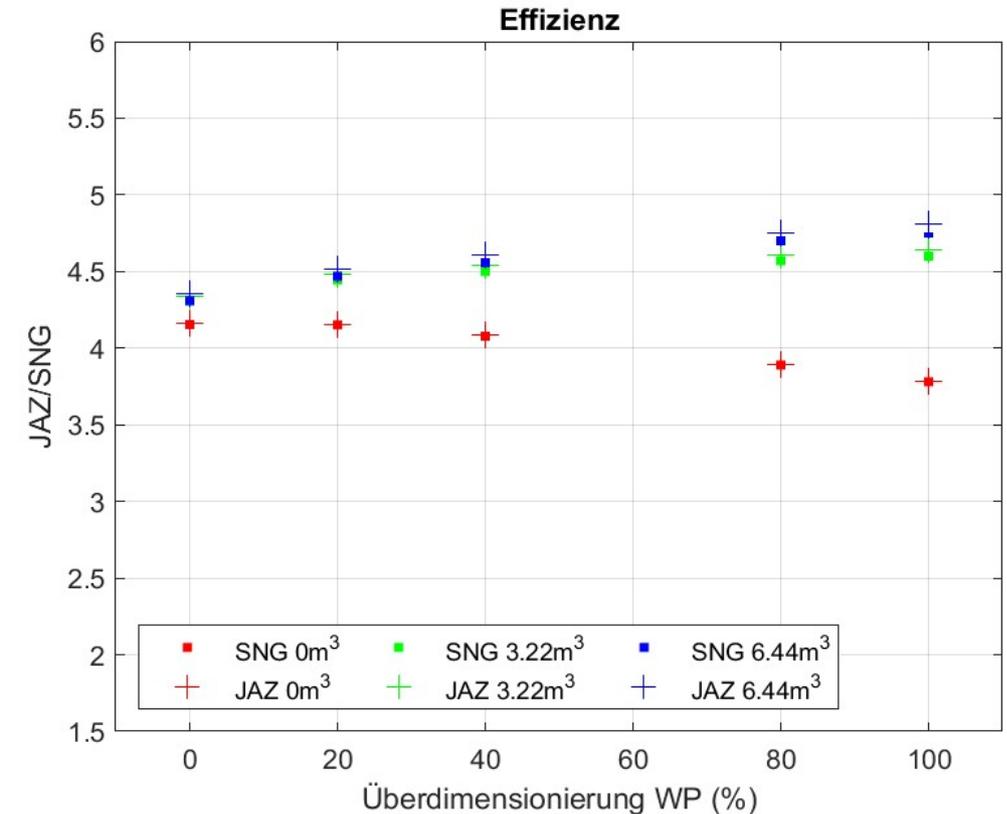
Luft-WP bei Überdimensionierung rasch ausserhalb des Regelbereichs



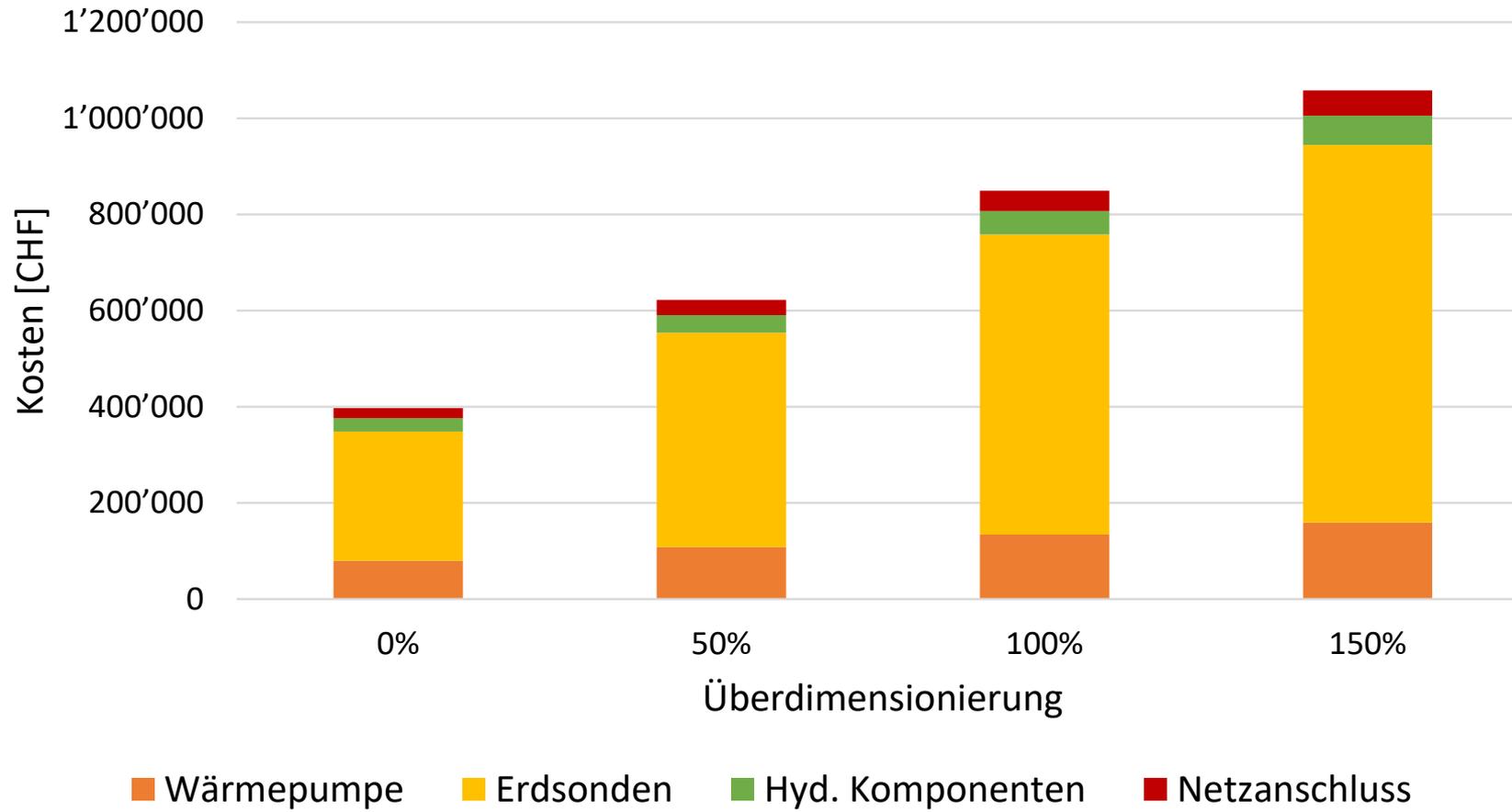
**Bei 100 % Überdimensionierung:
Mehr Takten und deswegen Reduktion der Lebensdauer von Luft-WP um 20 - 40 %
(Annahme: 1 Ein-Aus-Zyklus = Verlust von 1 Betriebsstunde)**

Sole-WP: Erhöhte Effizienz dank grösserem EWS-Feld

- **Überdimensionierung betrifft auch Erdwärmesondenfeld (EWS-Feld)**
- **Überdimensionierung sorgt für höhere Quellentemperatur**
- **Dadurch besserer COP – falls Pufferspeicher vorhanden**
- **Mehrkosten bei Investitionen aber hoch – Strompreis müsste für bei ca. 100 Rp./kWh liegen für Kompensation**



Sole-WP: Kritischer Einfluss von EWS-Feld auf Kosten



Fazit

- Mehrfamilienhäuser: einfache Methode gegen Überdimensionierung (siehe Schlussbericht; für Neubauten im Mittelland)
 - Komplexere Gebäude (Verwaltungsgebäude): dynamische Gebäudesimulation lohnt:
 - Die neue SIA 380/2:2022 (dynamische Berechnung) reduziert die Überdimensionierung
 - Mehrkosten einer Überdimensionierung übersteigen die Simulationskosten um ein Vielfaches
 - Geeignete Leistungsabstufung (Kaskadierung) der Wärmepumpen wählen, um Energieeffizienz und Lebensdauer der WP deutlich zu erhöhen (speziell LW-WP)
 - ... und viele weitere Hinweise und Empfehlungen im Schlussbericht (OptiPower)
- Folgeprojekt aktuell in Planung: Fokus Altbauten und Gebäudespezifikationen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

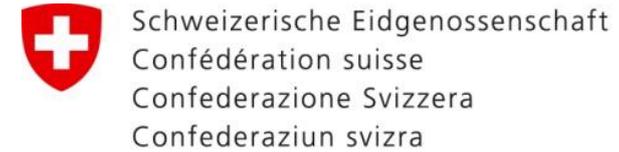
Projektpartner:



Unterstützung durch:



Finanzierung:



Swiss Federal Office of Energy SFOE

