



OptiPower

Untersuchung der optimalen Auslegung der Leistung von Heiz- und Kühlsystemen für Wohn- und Verwaltungsgebäude

Roundtable EnergieNETZ Zug
17. Januar 2024

Über mich

Christoph Meier, MSc ETH
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Energietechnik
Ostschweizer Fachhochschule

T direkt +41 58 257 42 45
christoph.meier@ost.ch

IET | Institut für
Energietechnik





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

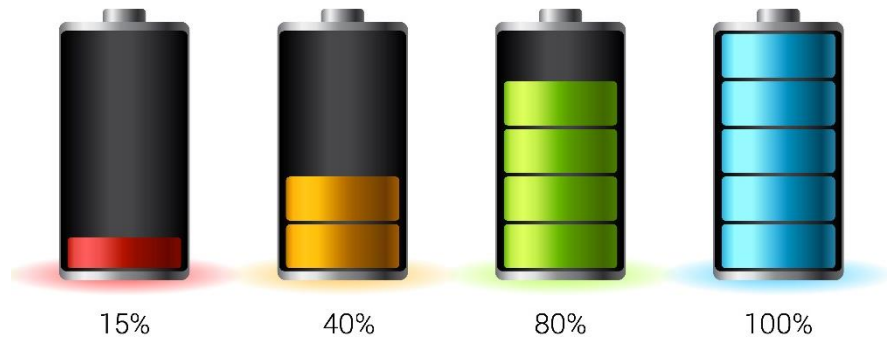
Projektbeteiligte und Finanzierung

- Finanzierung
 - BFE (Forschungsprogramm Gebäude und Städte)
 - AHB Zürich
 - AWEL Zürich
 - Kanton Basel-Stadt
- Beteiligte Forschungsinstitute
 - Ostschweizer Fachhochschule
 - SPF (Projektleitung)
 - IET
 - Uni Genf

Ausgangslage

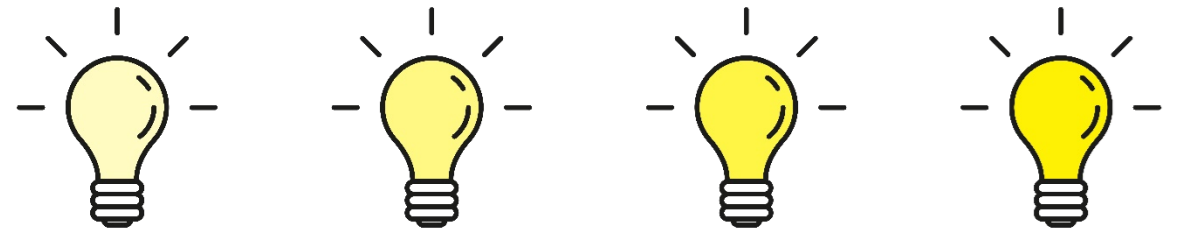
Performance Gap: Energie versus Leistung

Energie – Mehrverbrauch durch reales Nutzerverhalten



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

Leistung – Überdimensionierung von Heizungen und Kälteanlagen



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

Wie ist die Situation in der Schweiz?



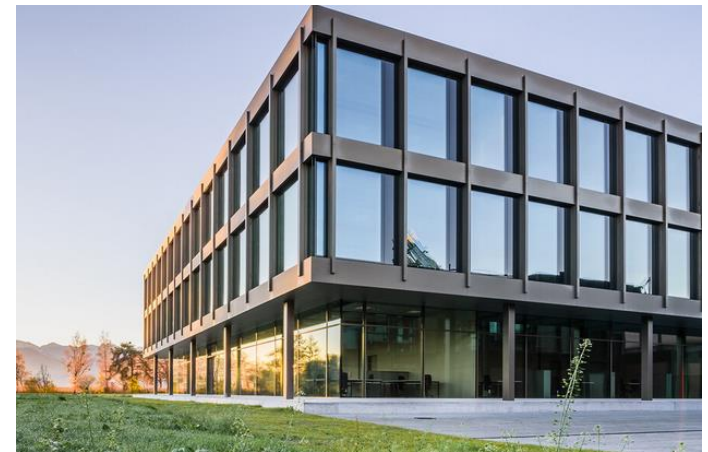
Datengrundlage

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



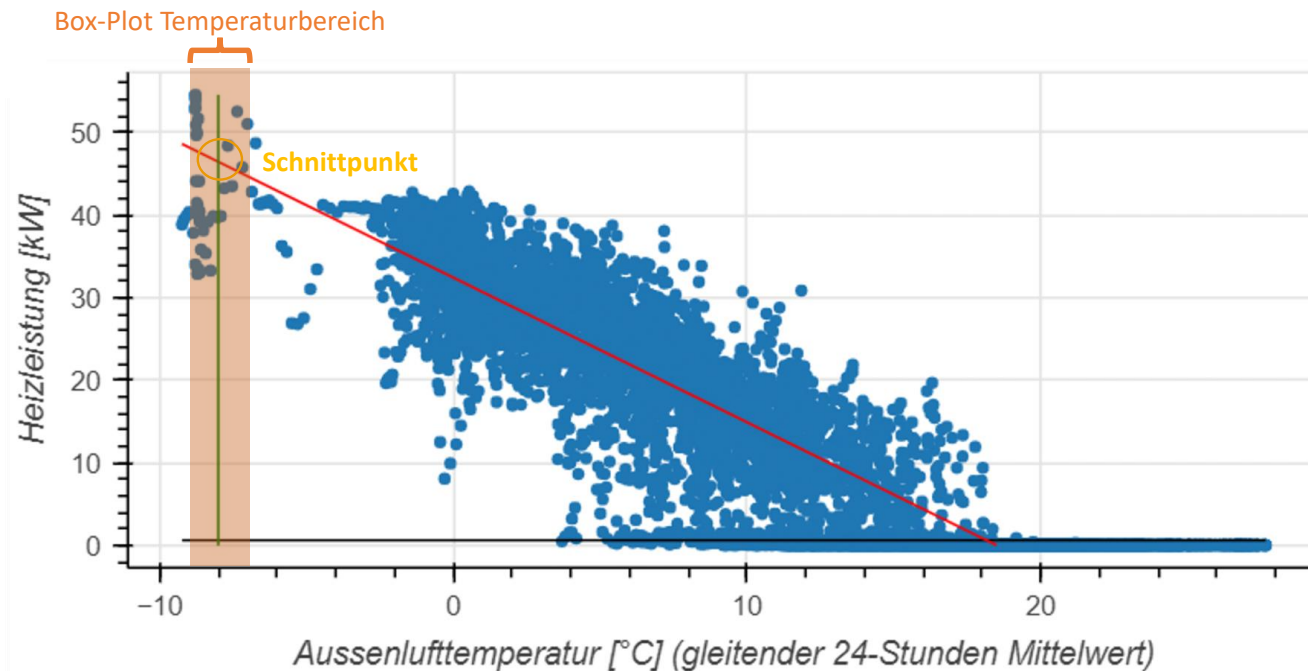
Datengrundlage

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

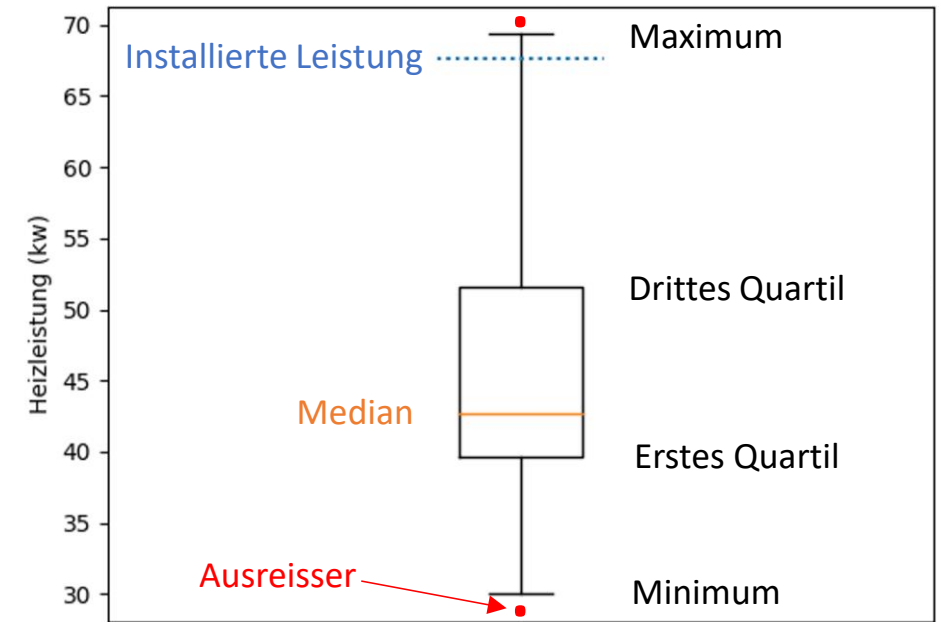


Ermittlung der Heiz- und Kühlleistung aus Messdaten

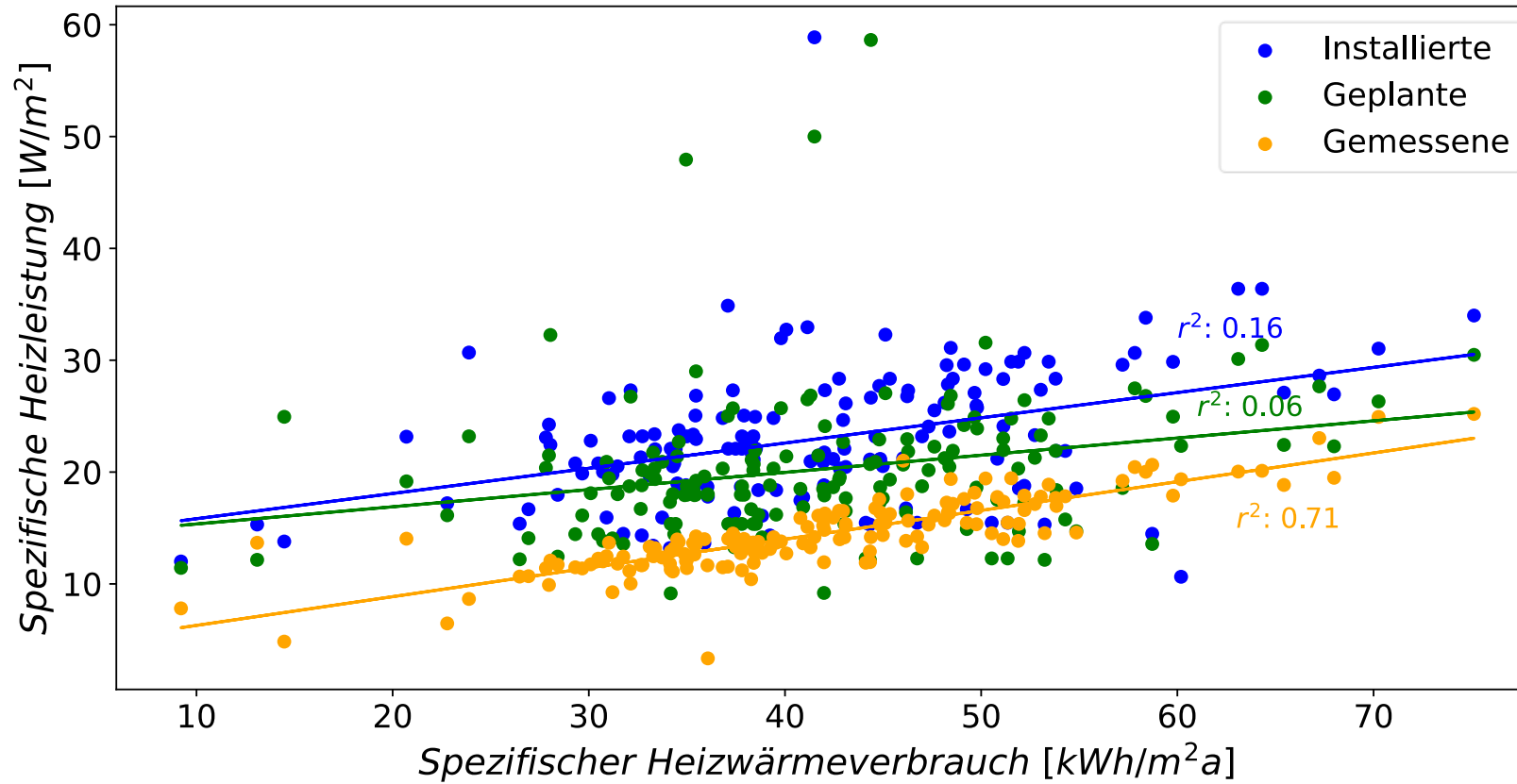
- Energiesignatur-Methode
 - MFH → Stundenwerte
 - Büro → Tageswerte



- «Box-Plot»-Methode
 - Stundenwerte



Klare Überdimensionierung ersichtlich

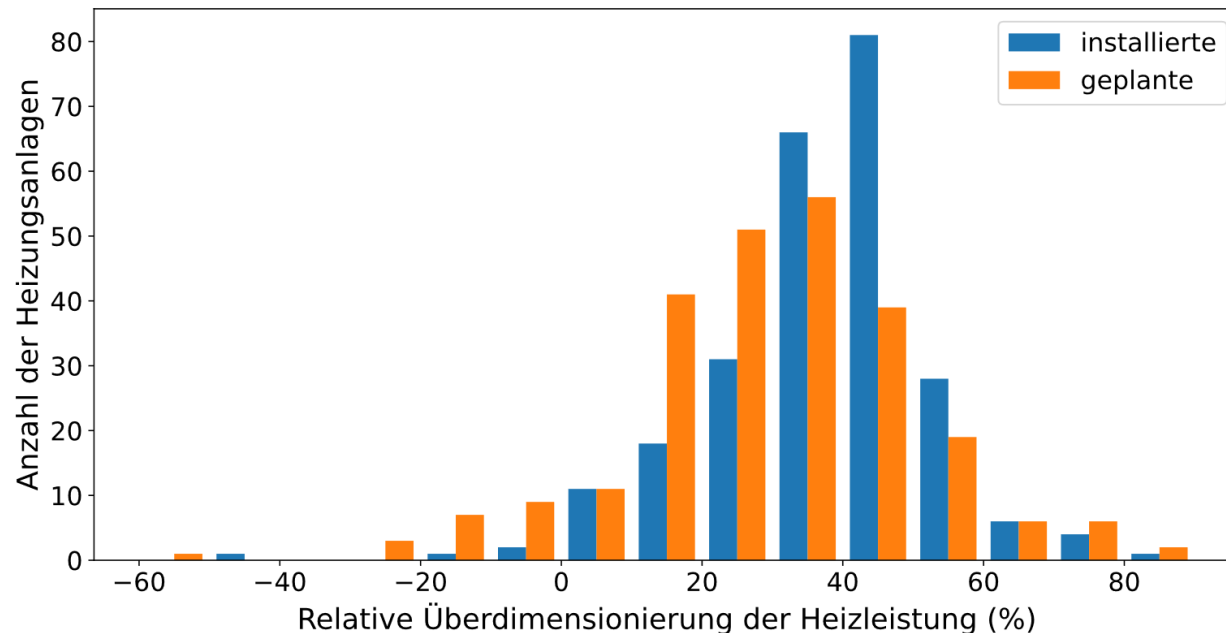


Resultate MFH

Im Median Überdimensionierung von 40% (installiert)

- Energiesignatur-Methode
- Zuschlag auf Planung: 2.8 W/m² (+12%)

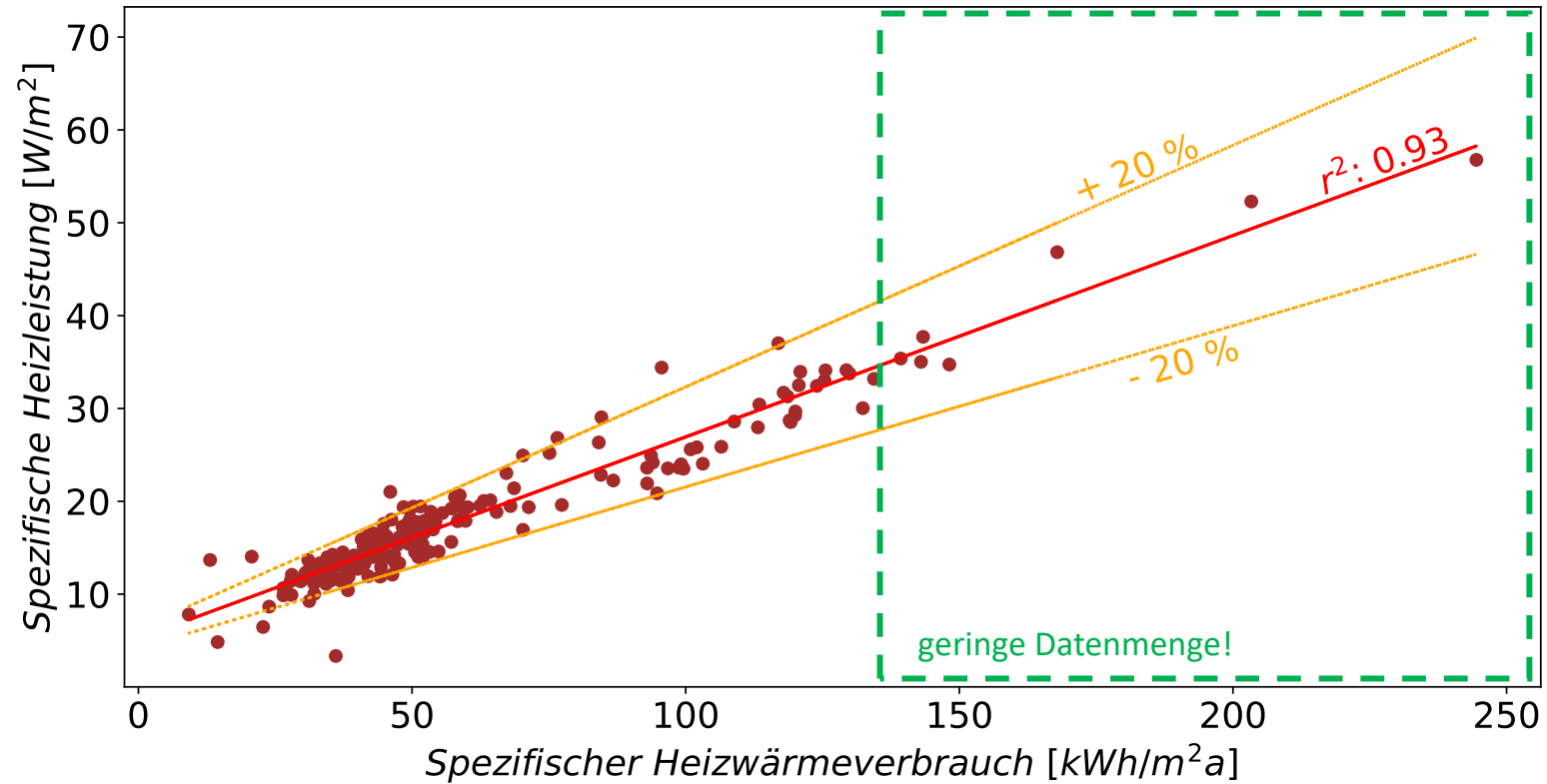
- Angstzuschläge
- Nächstgrössere Maschine
- Fehlerhafte Berechnung
- Warmwasser-Zuschlag
- Keine Berücksichtigung von internen Lasten



40% Überdimensionierung deckt sich gut mit dem festgestellten Energy Performance Gap von etwa 40%!

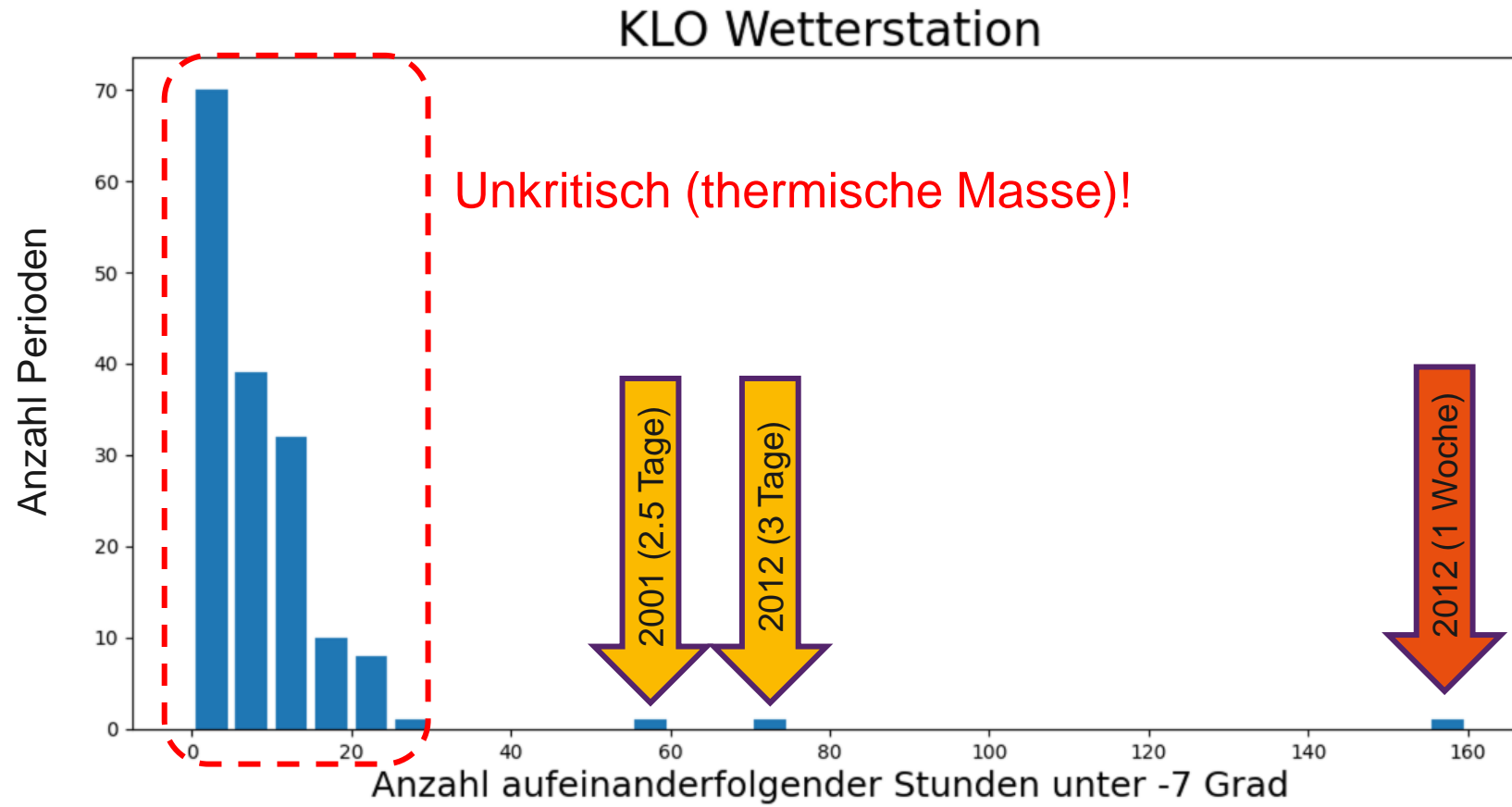
Empfehlung

Plausibilisierung der Berechnung für die Praxis



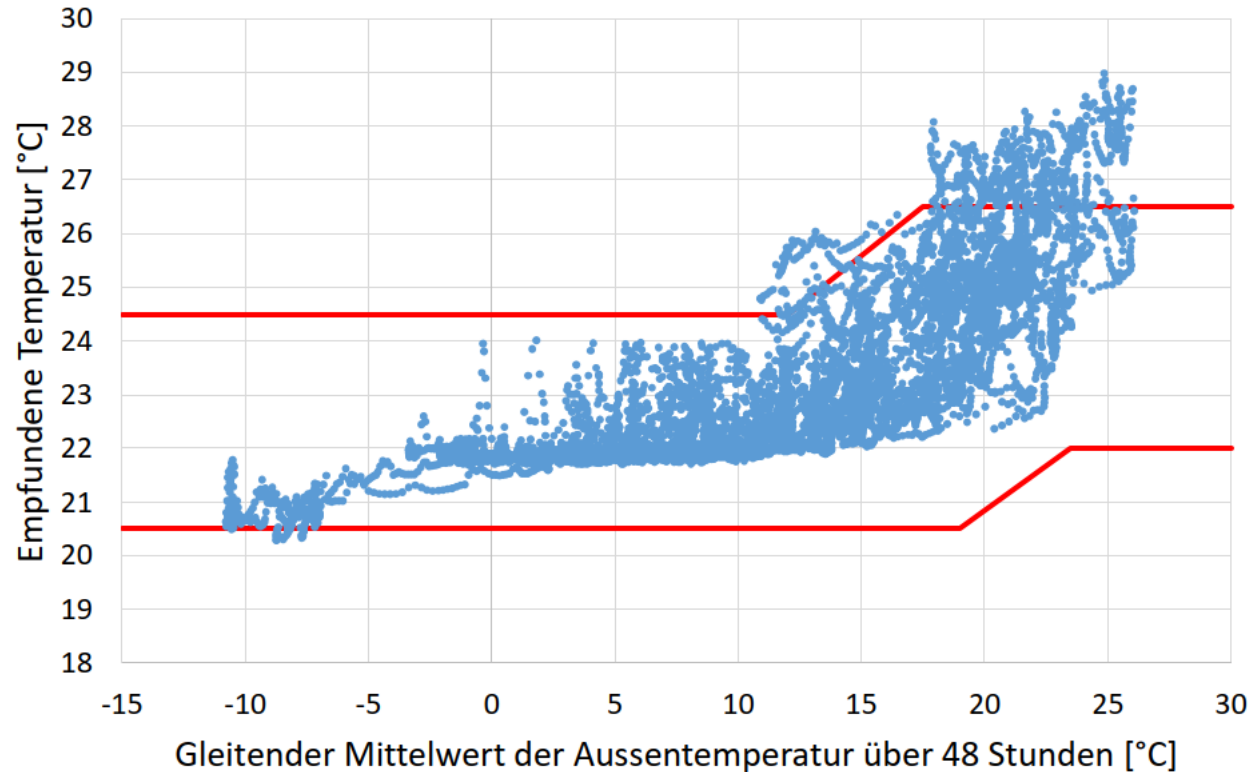
Ist die Unterdimensionierung ein Problem?

Klimadaten Klotten für 2000 bis 2022



Ist die Unterdimensionierung ein Problem?

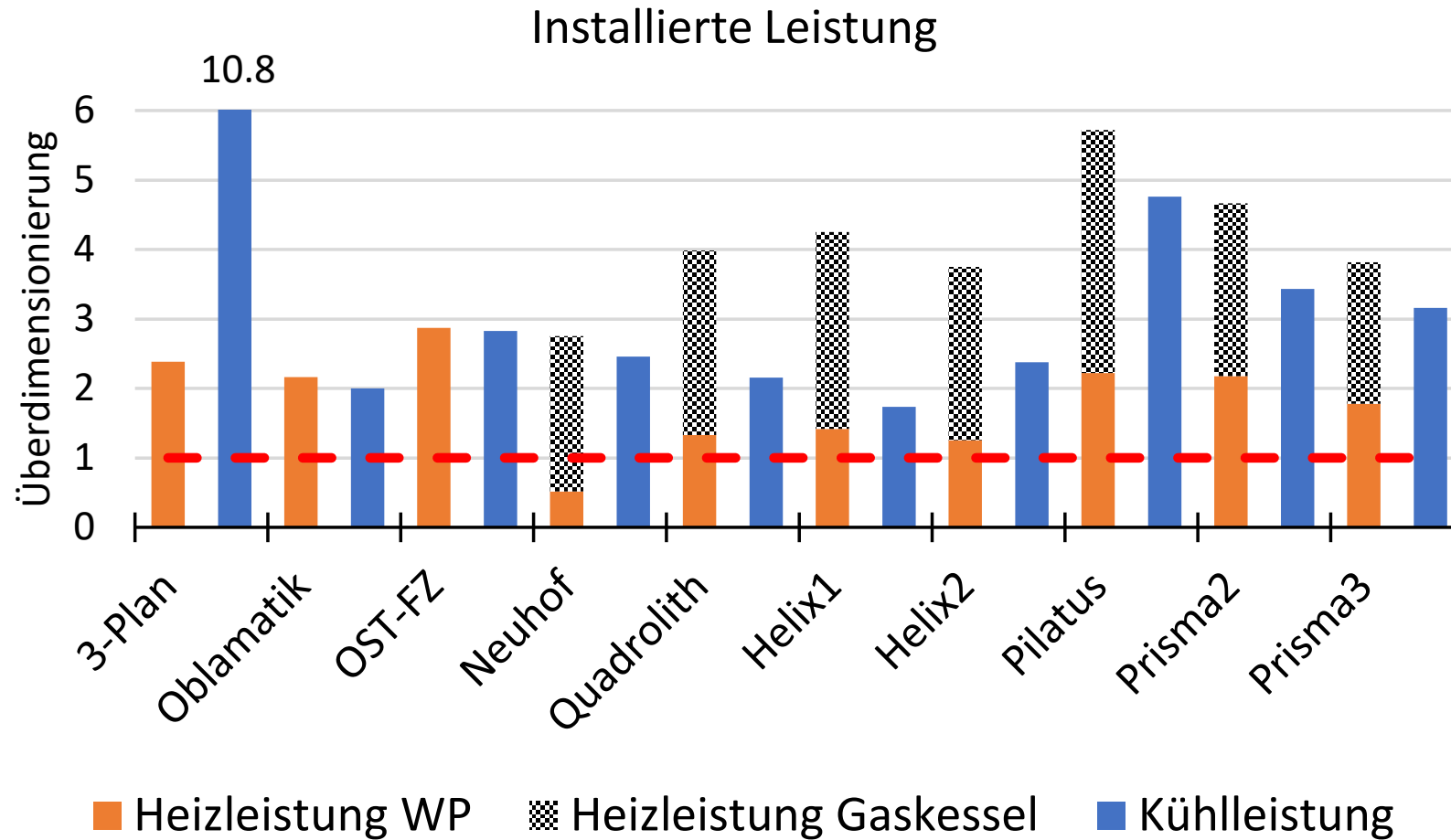
Gebäudesimulation MFH Extremjahr 2012



Resultate Verwaltungsgebäude



Deutliche Überdimensionierung der Heiz- und Kühlleistung



Resultate Verwaltung

Berechnung Heizleistung (HLK-Planer)

Dimensionierung Wärmerzeugung Heizung

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

← Inkl. Lüftungsverluste

Wärmebedarf Warmwasser	θ_a [h]	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
---	-----	--------	--------

← Leistungszuschlag
Lüftung SIA 384/1

Erforderliche Heizleistung ohne Sperrzeiten

		[kW]
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

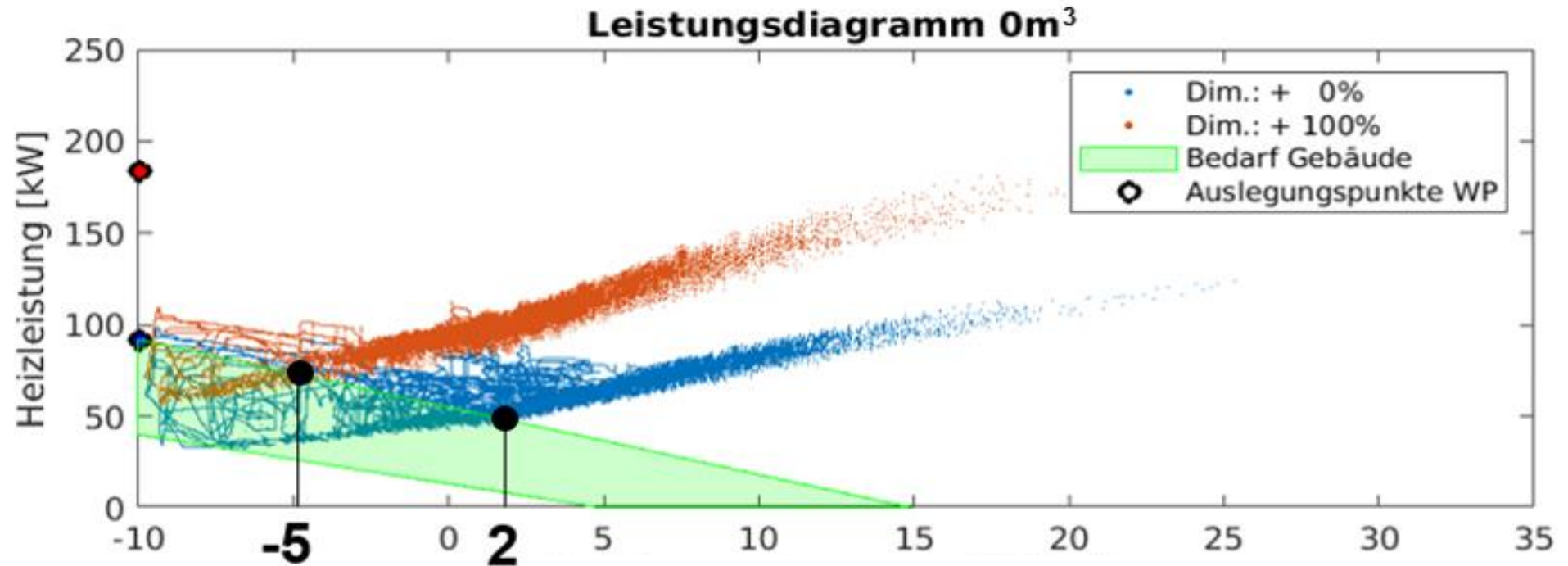
← Würde reichen!

Welchen Einfluss hat die Überdimensionierung auf die WP?



Einfluss der Überdimensionierung auf Wärmepumpe

Luft-WP: Sehr schnell ausserhalb des Regelbereichs



Ein/Aus-Zyklus = mind. 1 Betriebsstunde (Laufzeit) (Info Scheco AG)
Erhöhung der Betriebsstunden um 20-40% durch Überdimensionierung von 100%!

Einfluss der Überdimensionierung auf Wärmepumpe

Sondenfeldgrösse

- Fall 1: Sondenfeld für Leistung und Energie überdimensioniert (konstante Volllaststunden, grün) → überproportionaler Anstieg (Feldeffekt)
- Fall 2: Sondenfeld für Leistung überdimensioniert (blau)
- Extremfall: nur WP überdimensioniert, Sondenfeld "richtig" dimensioniert → Einfriergefahr

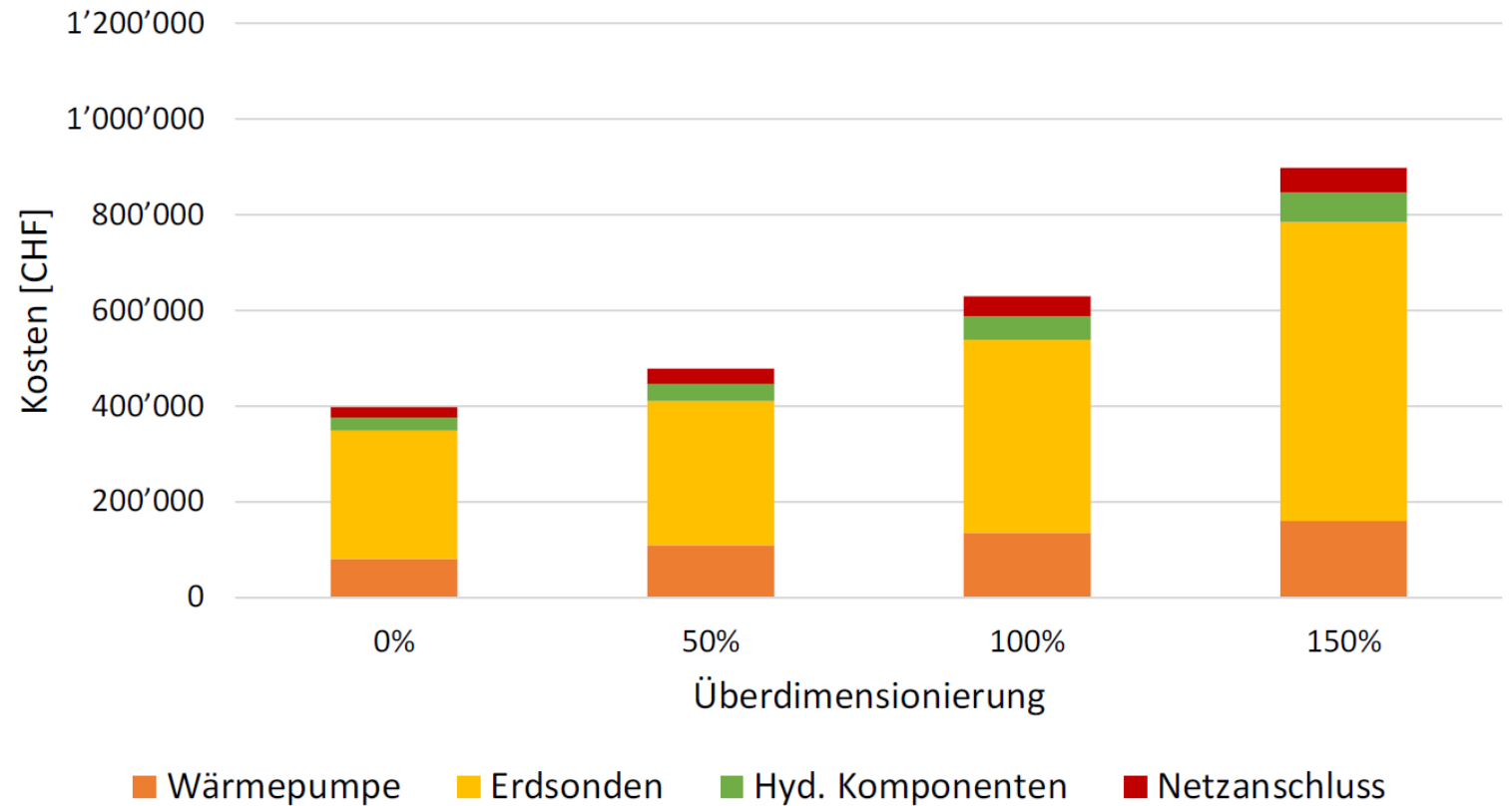
		Anzahl Sonden					
Skalierung Energie	+ 100%					33	Fall 1
	+ 80%				28		
	+ 40%	17		20			
	+ 20%		16				
	+ 0%	12	13	14	17	18	Fall 2
		+ 0%	+ 20%	+ 40%	+ 80%	+ 100%	
		Skalierung Leistung					

Berücksichtigung
Energy Performance Gap

Einfluss der Überdimensionierung auf Wärmepumpe

Sole-WP: Investitionskosten

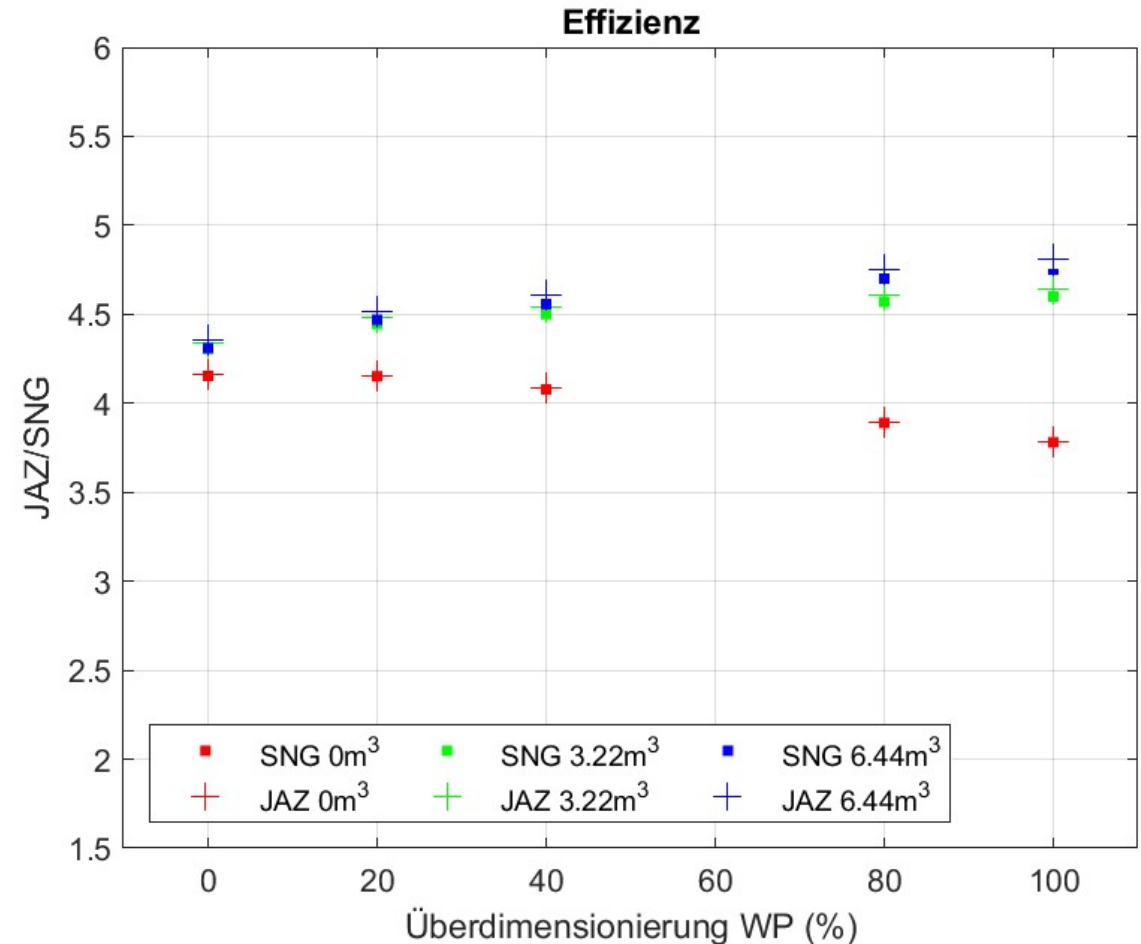
- Fall 2
- Kostentreiber: EWS-Feld



Einfluss der Überdimensionierung auf Wärmepumpe

Sole-WP: Verbesserung der JAZ, aber...

- minus 10% Strombedarf (pro Jahr)
- erhöhte Quellentemperatur
- plus 160% Investitionskosten (Faktor 2.6)
- Strompreis müsste bei etwa 100 Rp/kWh liegen, um die hohen Investitionskosten zu kompensieren



Schlussfolgerungen

- Für MFH kann eine übermäßige Überdimensionierung durch eine einfache Validierung (siehe Schlussbericht) der Norm-Heizlastberechnung vermieden werden
- Bei komplexeren Gebäuden (Verwaltungsgebäude) lohnt es sich eine dynamische Gebäudesimulation durchzuführen → die Studie konnte zeigen, dass die neue SIA382/2:2022 dafür sehr gut geeignet ist
- Heizlastberechnung nach SIA 384.201 trifft den realen Bedarf gut.
- Leistungszuschlag Lüftung SIA 384/1 bringt deutliche Überdimensionierung rein
- Mehrkosten einer Überdimensionierung übersteigen die Simulationskosten um ein Vielfaches
- Geeignete Leistungsabstufung (Kaskadierung) der Wärmepumpen wählen, um Energieeffizienz und Lebensdauer der Anlagen deutlich zu erhöhen (speziell LW-WP)
- ... und viele Hinweise mehr im Schlussbericht!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

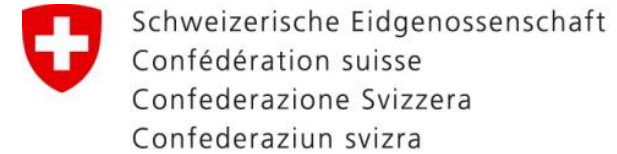
Projektpartner:



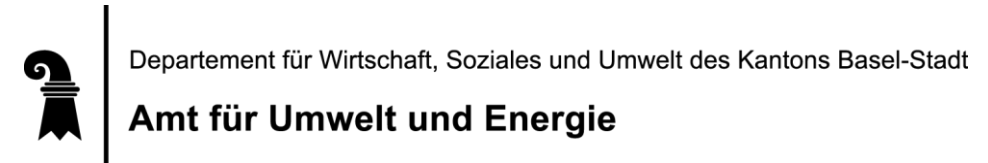
Unterstützung durch:



Finanzierung:



Swiss Federal Office of Energy SFOE



Diskussion

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Inputs für die Diskussion

- Ursachen der Überdimensionierung
- Überdimensionierung bei Fernwärme
- Überdimensionierung im Heizungersatz / Sanierungszyklen

