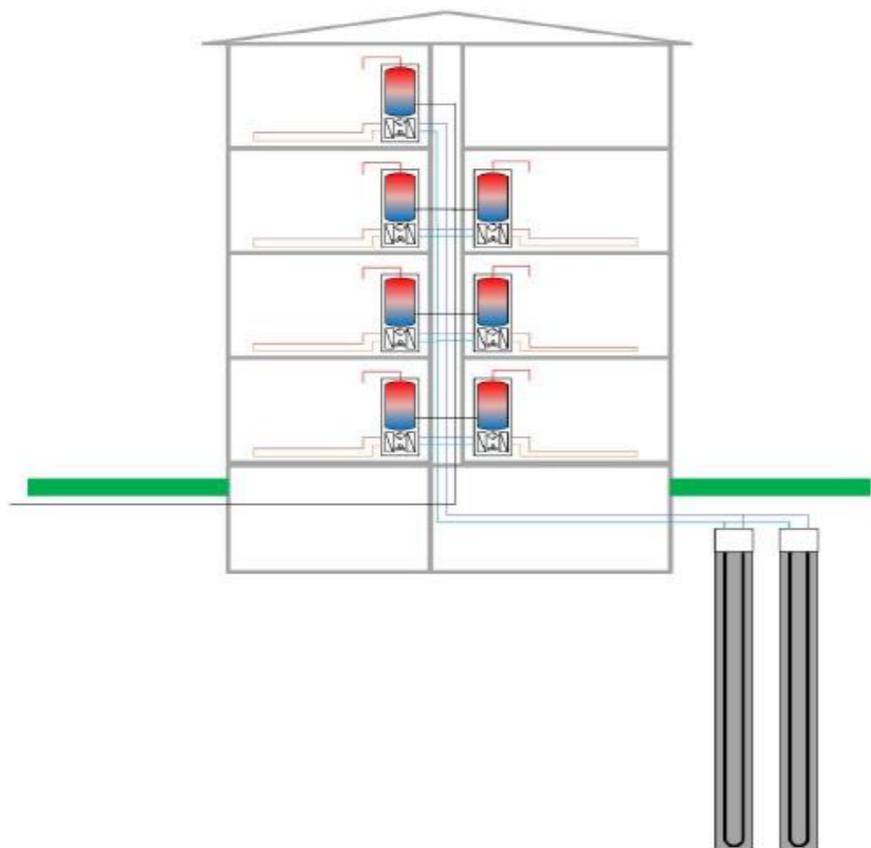


HpCosy Heat Pump Comfort System



Quelle: FHNW

Grundlagen für ein dezentrales Sole-Wasser-Wärmepumpensystem für Wohnungen in MFH

Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung

Regelung/Steuerung mit Berücksichtigung der Verfügbarkeit von eigenem PV-Strom für die Einzelanlage im Schwarm-Verbund mit anderen Wärmepumpen im Gebäude

Dipl. Ing. Christoph Messmer
Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau, FHNW

Projektschritte

Marktanalyse Gebäudepark /Anwendungspotenzial / Produkte

Simulationen Vergleich zentraler vs. dezentraler Lösung für ein MFH,
bei dezentral: Schwarmansteuerung, Einfluss PV-Anlagengrösse

Regelstrategien Entwicklung Angebotsregelstrategien, Schwarmansteuerung
mit Umsetzung im Labor

Messungen «Hardware in the Loop»-Messungen einer CTA Optiheat Inverta TWW
im simulierten Verbund mit den anderen dezentralen WP des MFH
Prüfung Regelkonzepte, Validierung der Simulationen

Ergebnisse/Diskussion Umsetzbarkeit, Haupteinflüsse, Veränderungen, Kennzahlen

Marktanalyse

Gemäss dem Bundesamt für Statistik (BFS) befanden sich im Jahr 2019 in der Schweiz:

1.76 Mio Gebäude mit Wohnnutzung, davon

0.48 Mio MFH, wobei

0.25 Mio der MFH mit 3 - 9 Wohnungen

0.06 Mio Wohngeb. mit Nebennutzung und 3 - 9 Wohnungen

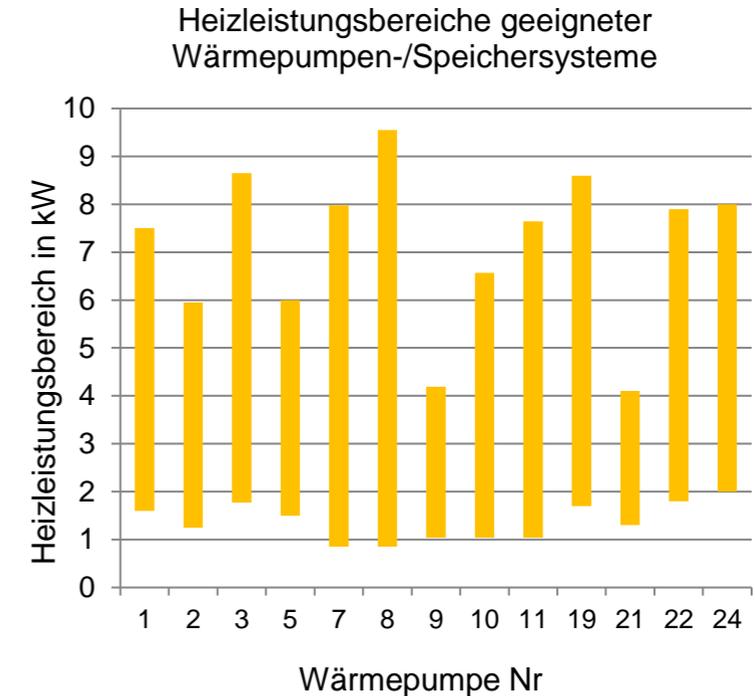
0.31 Mio Gebäude total mit 6 Wohnungen im Schnitt

1.86 Mio dezentrale Wärmepumpen mit HpCosy Systempotential

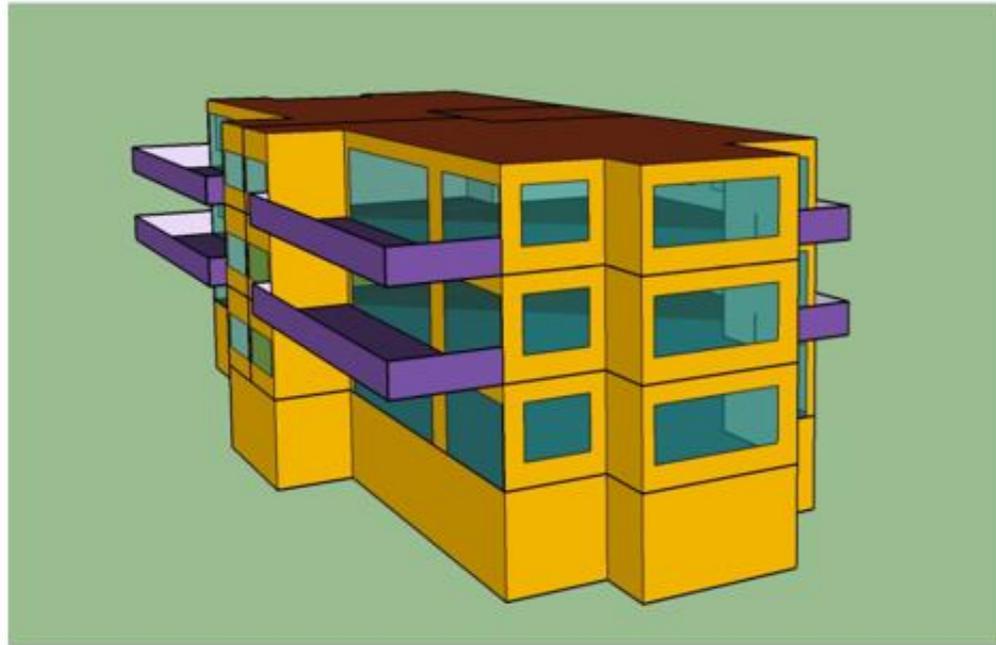
Geeignete Wärmepumpen/Speichersysteme sind erhältlich mit:

- nötigem Leistungsstellbereich
- schallarmem Betrieb
- kompakter Bauweise

Aufwand bei Bestandssanierung ist abschätzbar

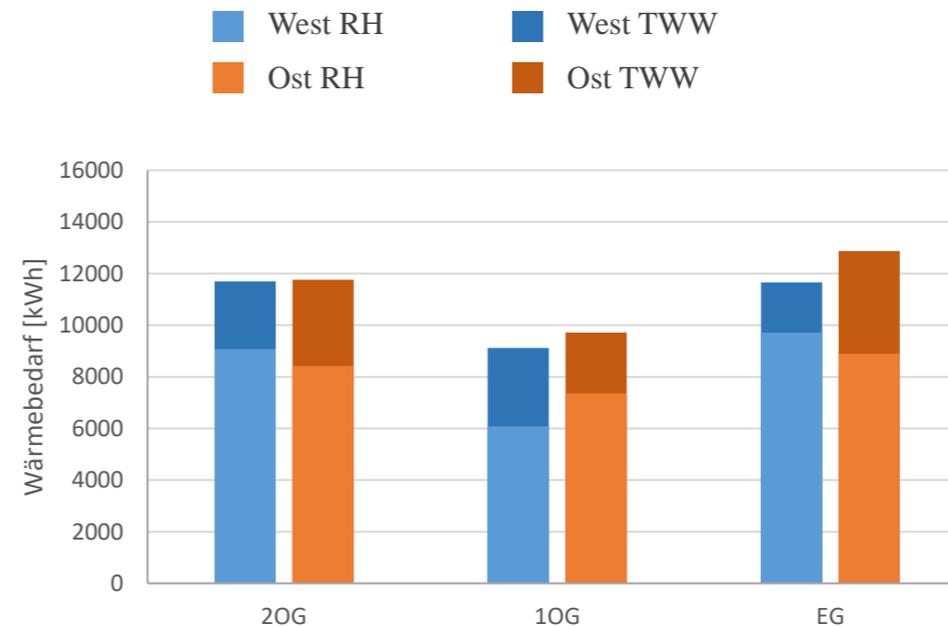


Simulation Wärmebedarfe eines sanierten MFH mit sechs Wohnungen



	West	East
2OG	2 Pers.	EU tapping cycle "L"
1OG	4 Pers.	2 Pers.
EG	2 Pers.	4 Pers.

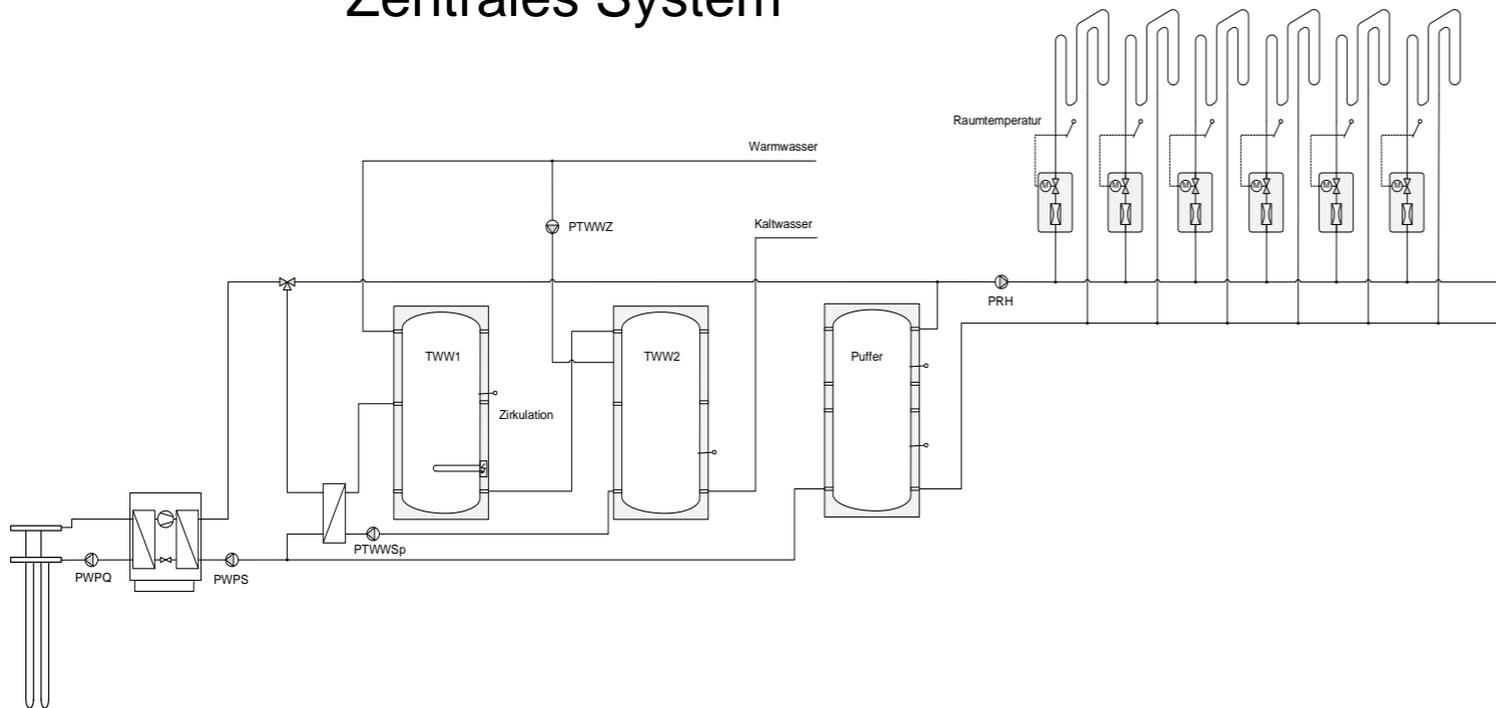
Energiebezugsfläche (EBF)	1'302 m ²
Nettogeschossfläche	1'103 m ²
Spezifischer Wärmebedarf	45 kWh/(m ² .a)
Gebäudehüllzahl	1.3



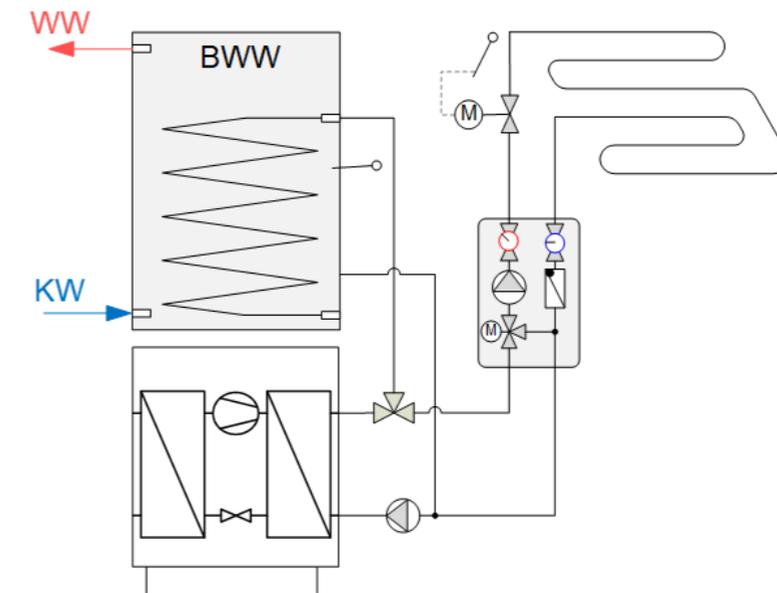
Simulationsvergleich zentraler vs. dezentraler Wärmeerzeugung

- Gebäudesimulationen mit Software TRNSYS / Tabellenkalkulationen
- Vergleich zentraler und dezentraler WP-Systeme / sanierten MFH 6 Wohnungen / 3 Stockwerke
- Vergleich Verluste bei der TWW-Bereitung/-Verteilung/-Zirkulation
- Untersuchung geeigneter Strategien für die Schwarmsteuerung

Zentrales System



Dezentrale Systeme

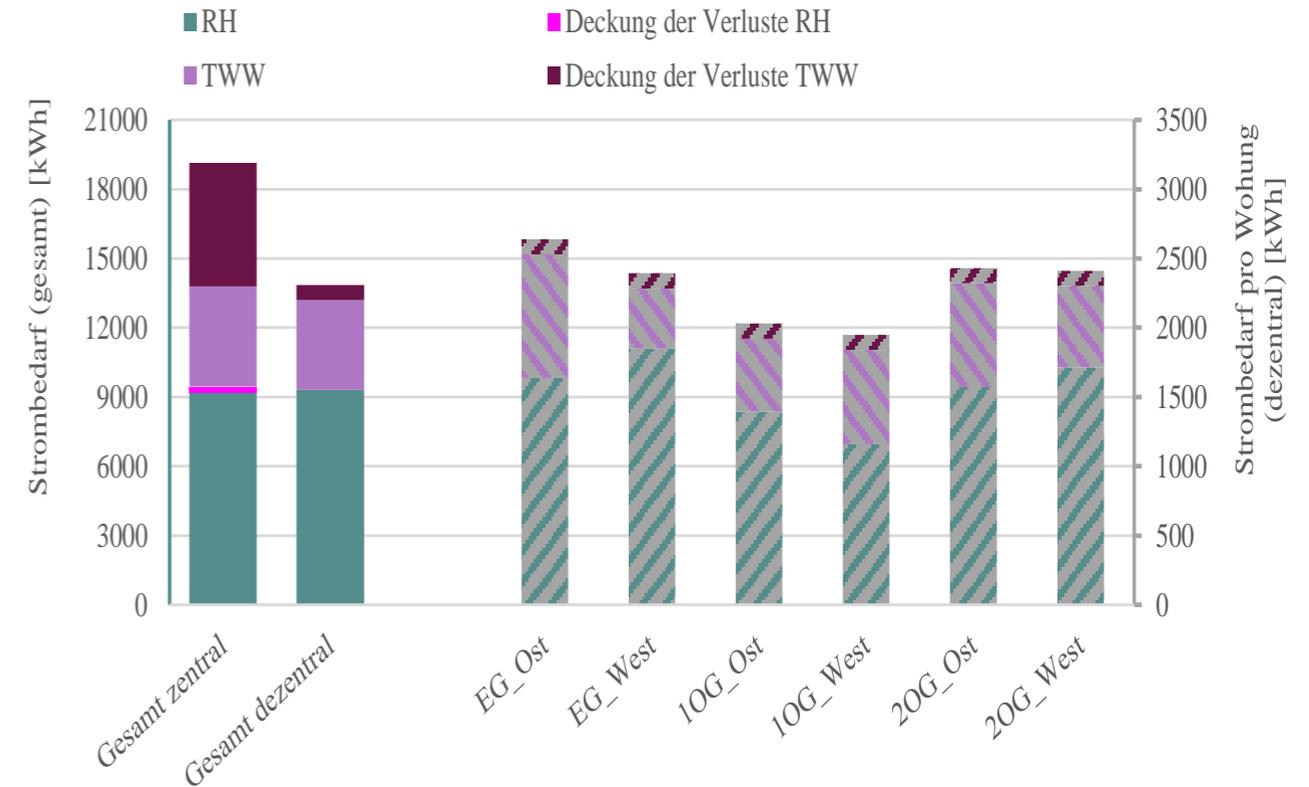


Durchgeführte Simulationen ohne Schwarmansteuerung

Wärmebedarf im MFH



Strombedarf für die Wärmeerzeugung

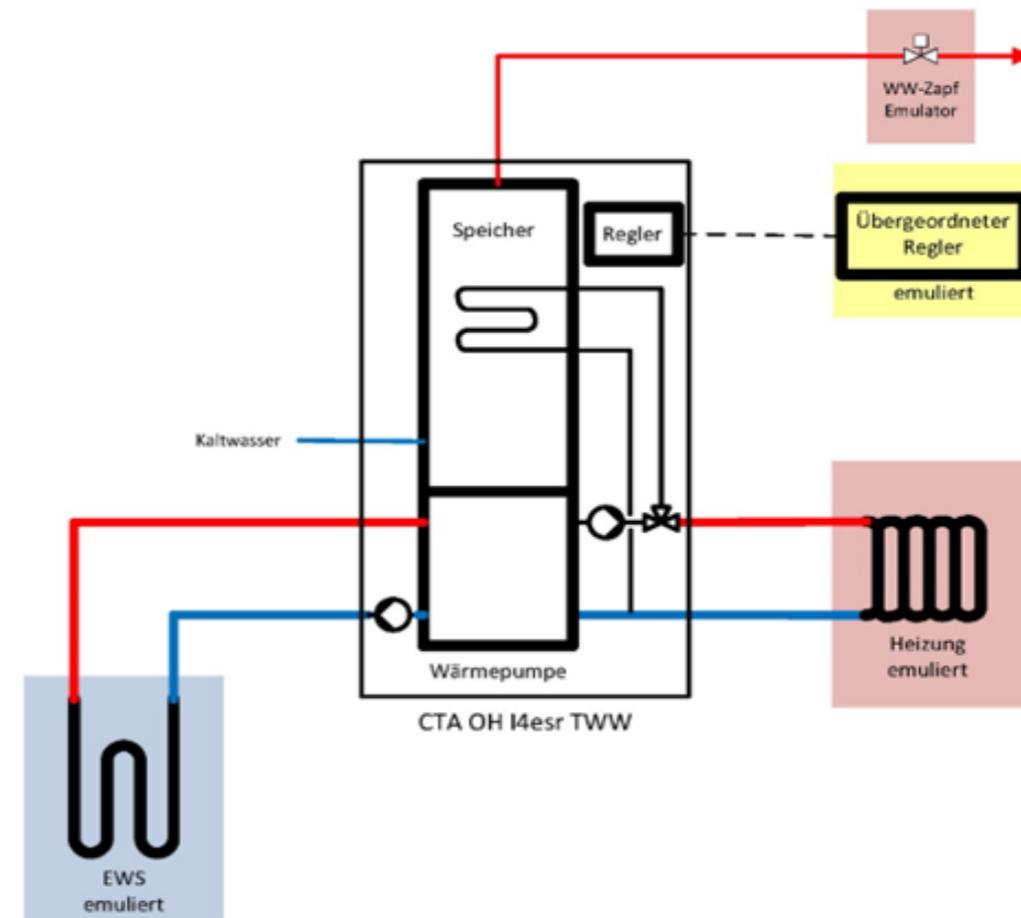


Labormessungen im FHNW «Hardware in the Loop» HIL-Prüfstand



- Optiheat Inverta TWW der CTA AG
- Prüfung der Funktionalität/Ansteuerbarkeit
 - Messung der Effizienz und Bewertung der Schichtungseffizienz
 - Adaption WP-Regler für Schwarmansteuerung

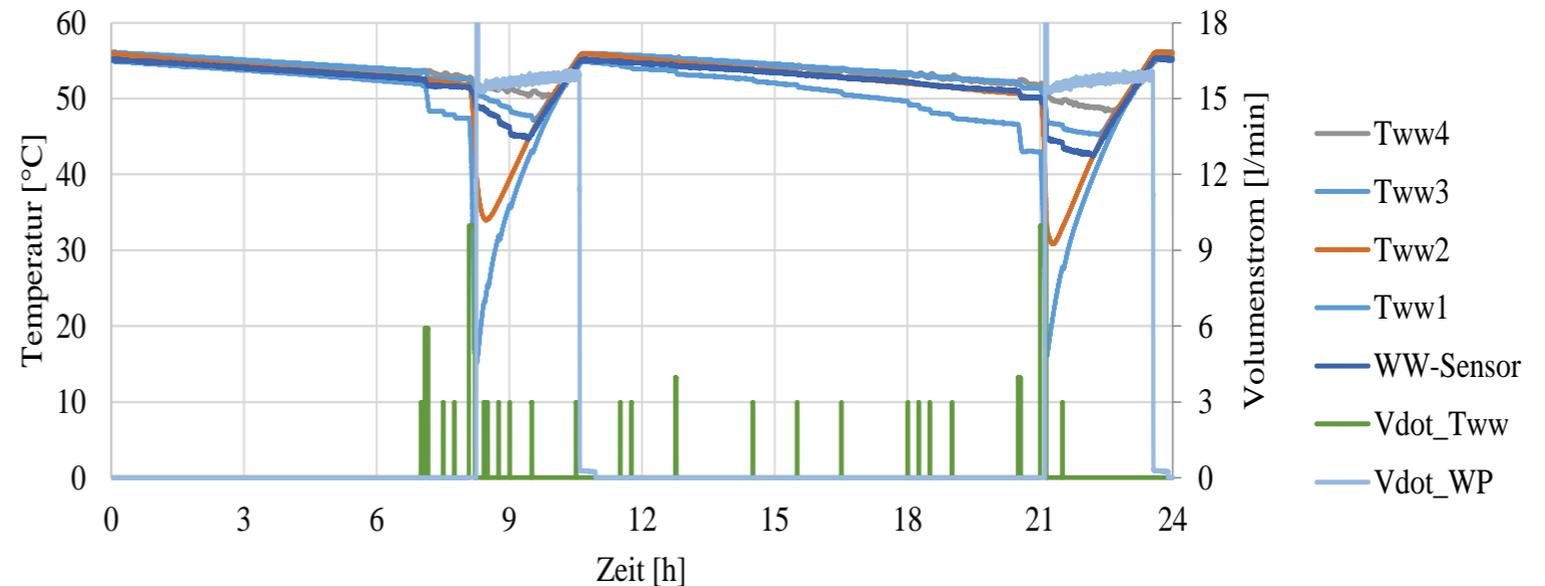
Schema der Labormessung



Messungen TWW-Bereitung und -Zapfungen (7-Tage-Test)



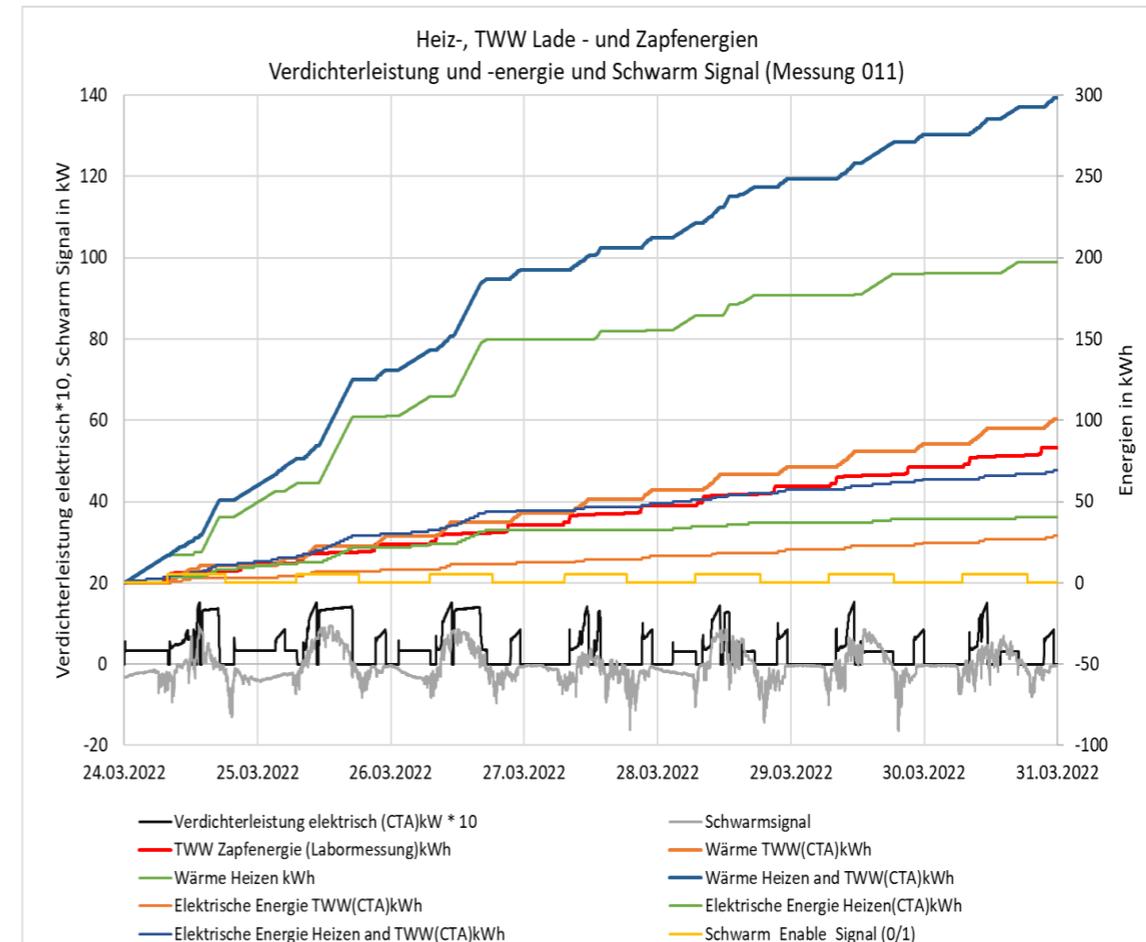
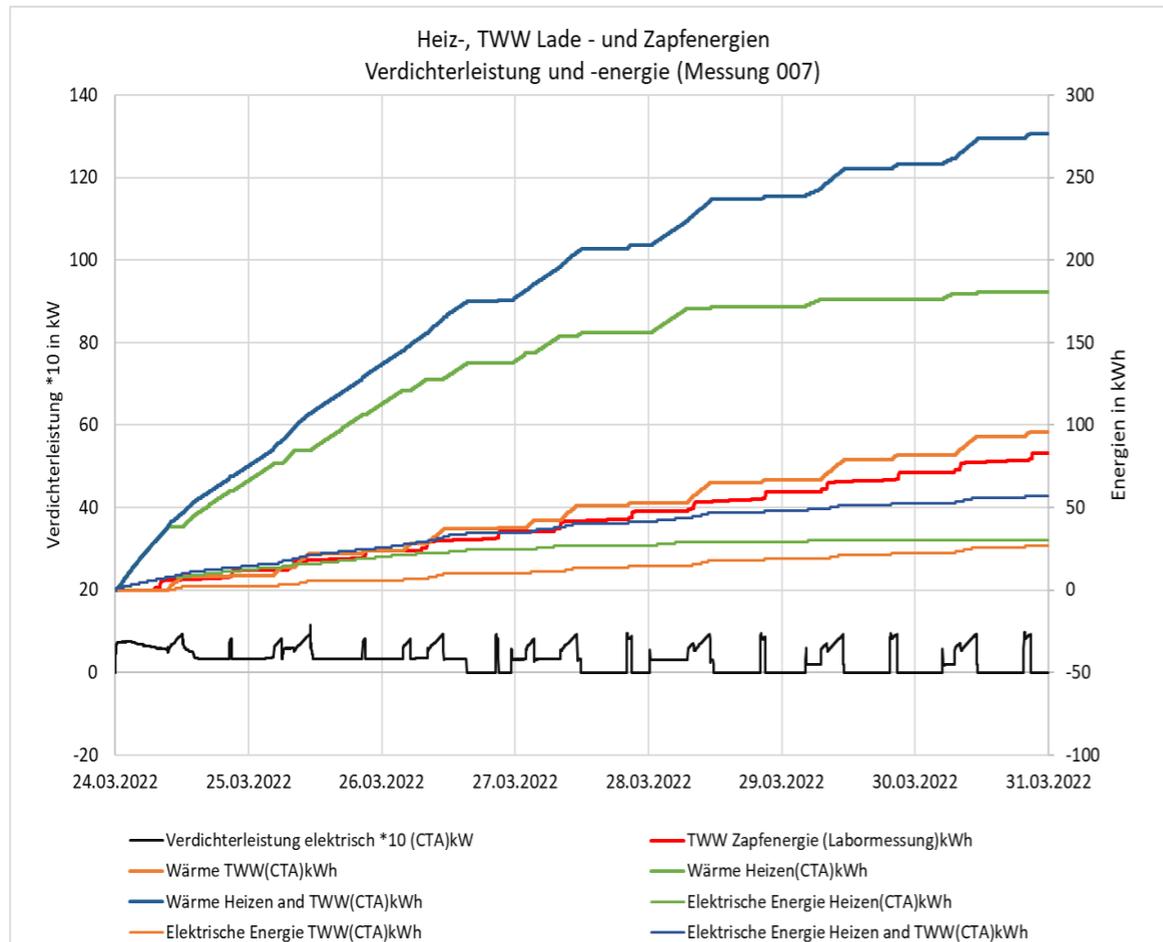
- Funktionskontrolle der Emulationen für die Quelle und Zapfungen
- Erfassung der Daten zur Ermittlung der Schichtungseffizienz des getesteten Wärmepumpen-Speichersystems
- Messung der Temperaturschichten (Lanze mit 4 PT100 auf verschiedenen Höhen)
- EN 16147:2017 Zapfungen mit Profil L während 4 Tage
- Bereitschaftsphase während 3 Tage



Tageswerte TWW-Speicher-Temperaturen und -Volumenströme

Vergleich der Messungen 007 (Bedarf) und 011 (Schwarm-Signal) Wohnung 2.OG Ost

Energieverläufe und Verdichterleistungen in der Testwoche 24.-30.3. (SIA Wetterdaten)



Vergleich der Energie- und COP-Werte bei den Messungen 007 und 011

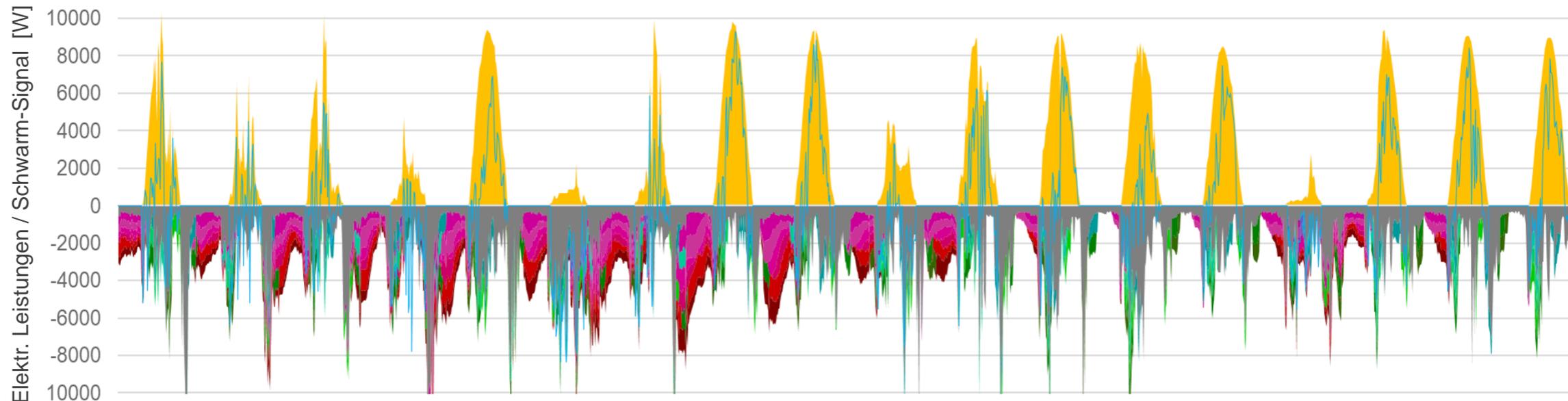
Grösse	Einheit	Messung 007 Bedarf			Messung 011 Schwarm			Veränderungen Messung 007 -> 011		
		Total	Netzstrom	Eigenver- brauch PV	Total	Netzstrom	Eigenver- brauch PV	Total	Netzstrom	Eigenver- brauch PV
Wärme Heizen	kWh	181			197			+9%		
Wärme TWW	kWh	96			101			+5%		
Wärme Heizen+TWW	kWh	277			298			+8%		
Elektr. Energie Heizen	kWh	32	25	7	41	21	20	+28%	-15% / +190%	
Elektr. Energie TWW	kWh	27	16	11	29	14	15	+6%	-12% / +30%	
Elektr. Energie Heizen+TWW	kWh	59	41	18	70	35	35	+18%	-14% / +90%	
COP Heizen	-	5.66			4.82			-15%		
COP TWW	-	3.54			3.52			-1%		
COP Heizen+TWW	-	4.69			4.29			-9%		

Schwarmsignal

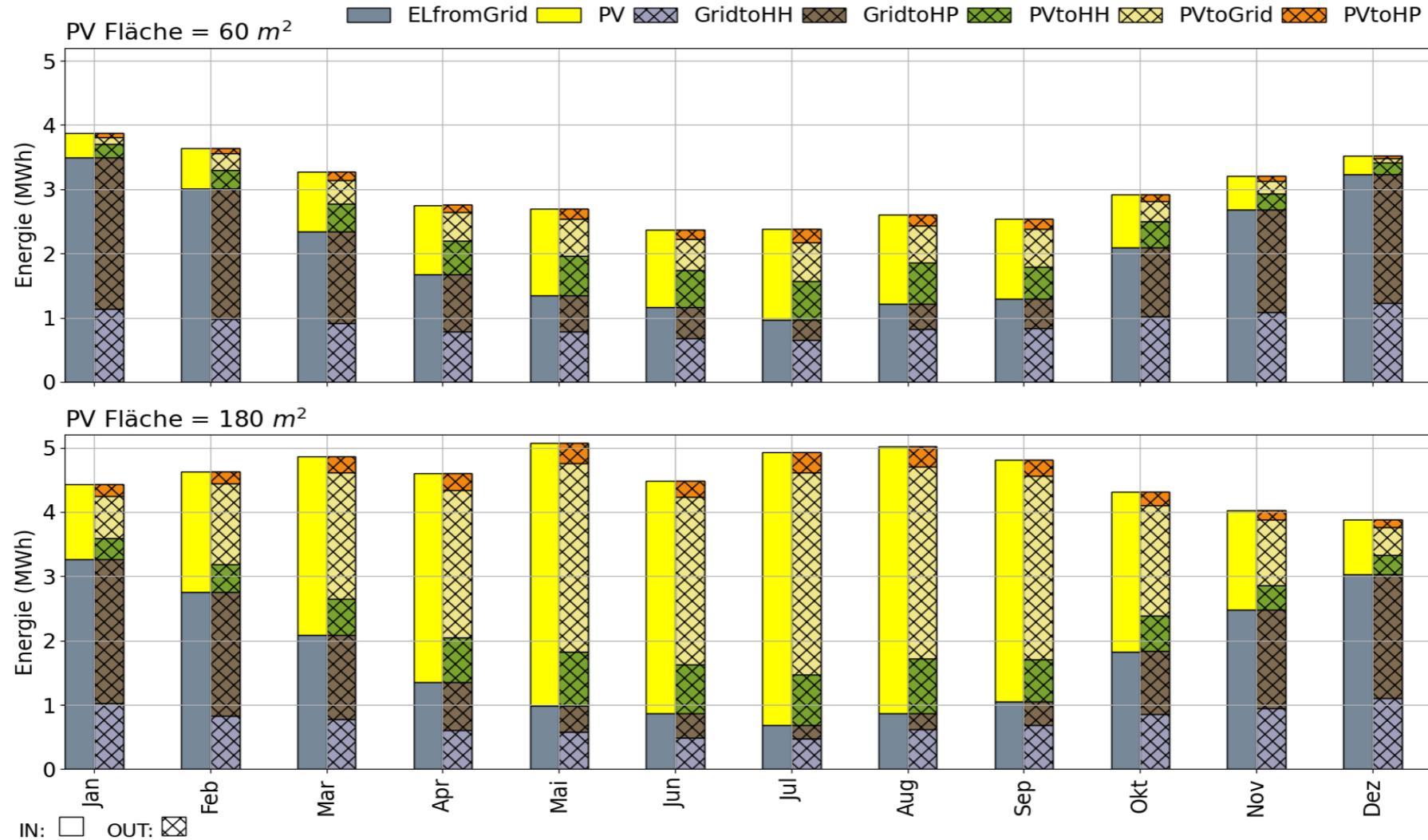
Eine zentrale Reglereinheit erfasst die Zielgrösse, nämlich die Differenz S zwischen lokaler Stromerzeugung und dem elektrischen Gesamtverbrauch des Gebäudes

Ziel der Schwarmsteuerung ist es, diese Differenz S zu minimieren.

S wird aktiviert, wenn $P_{PV} > 200 \text{ W}$, und als unidirektionales Signal an die einzelnen Einheiten übermittelt



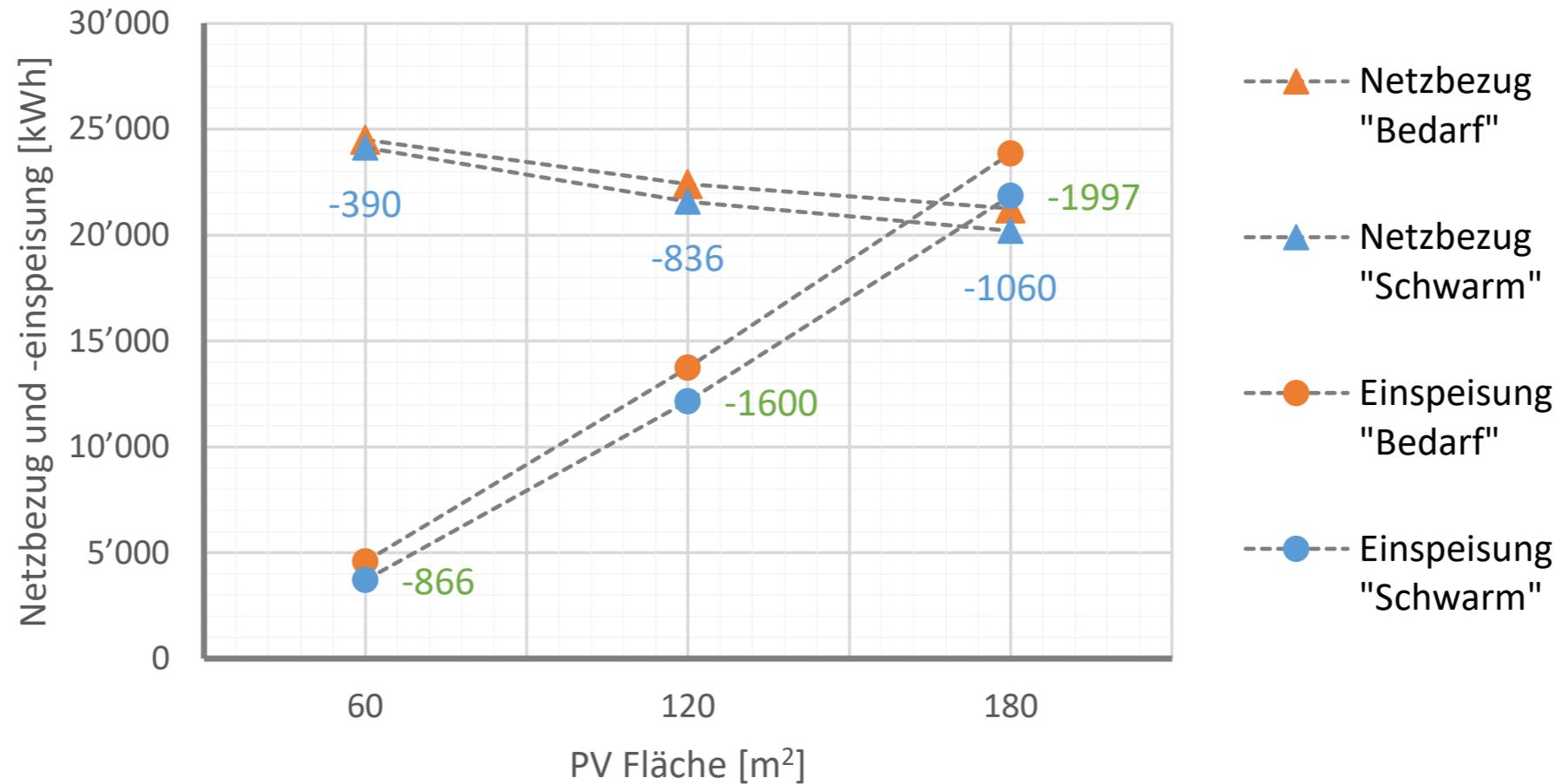
Einfluss Grösse der PV-Anlage



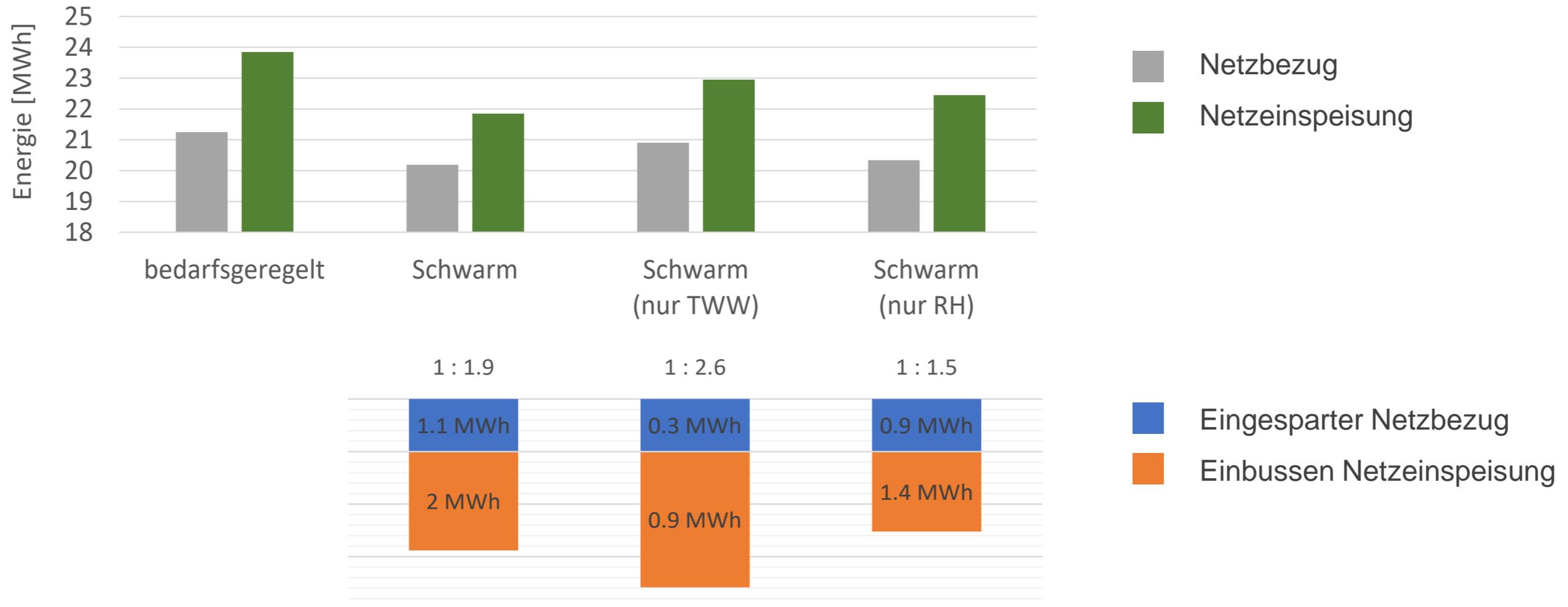
Einfluss Ansteuerung und PV-Anlage auf Jahreswerte der Energien und Kennzahlen

PV-Feldgrösse	[m2]	60		120		180	
		N	J	N	J	N	J
Schwarmregelung	[N/J]	N	J	N	J	N	J
PV-Ertrag	[MWh]	11.3		22.5		33.8	
Gesamtenergieverbrauch	[MWh]	31.2	31.7	31.2	31.9	31.2	32.1
Gesamtverbrauch Heizsysteme	[MWh]	15.0	15.5	15.0	15.8	15.0	16.0
PV-Deckung Heizsysteme	[MWh]	1.4	2.3	2.3	3.9	2.8	4.8
Netzbezug	[MWh]	24.5	24.1	22.4	21.6	21.3	20.2
Netzeinspeisung	[MWh]	4.6	3.7	13.7	12.1	23.8	21.8
Eigenverbrauchsquotient	[%]	59	67	39	46	29	35
Autarkiegrad	[%]	21	24	28	32	32	37
PV-Ertragsverhältnis	[%]	0.36	0.36	0.72	0.70	1.08	1.05

Einfluss Ansteuerung und PV-Anlage auf Jahreswerte Netzbezug und Einspeisung



Aktionen Schwarmregelung



Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Dezentrale Lösungen sind bisher selten umgesetzt (Produkte sind aber vorhanden)
- Investitionen sind dezentral grösser, bedarfsgebundene Kosten aber kleiner (Vollkostenrechnung!)
- Zentrale vs. dezentrale TWW-Bereitung : -28 % elektr. Energie, Verteilung von warm → kalt
- Bei Netto-0 Gebäude: Schwarmregelung führt zu einer Reduktion des Netzbezugs um 5%, aber auch zu entgangener Einspeisung um 8%.
- «Hardware in the Loop»-Messungen ermöglichen Vergleiche bei identischen Randbedingungen
- Anteilsverlagerung der Wärme: Heizen mit TWW-Bereitung → TWW-Bereitung mit Heizfunktion
- Herzlichen Dank an das BFE für die finanzielle/fachtechnische Unterstützung, an die Projektpartner für die gute Zusammenarbeit, an die Fa. CTA AG für das Testgerät und die fachtechnische Betreuung und an das EWJR für Informationen des Stromversorgungsmarktes

Ankündigung der Veranstaltung Simulationen von Wärmepumpen und Systemen

Carnot User Meeting 2024

in Muttenz bei Basel 27.-28.06.2024

Webseite: Carnot User Meeting 2024

Moderne Simulationsprogramme für:

Energie in Gebäuden, WP, KM,
Speicher, PV-Anlagen, Lüftungen und Regler

Kostenlose Teilnahme

Simulations – Workshop am 2. Tag

Detailed Program Carnot User Meeting 2024 Day 1 (Preliminary)

Date	Time	Description	Contribution by	From
Thurs. 27.06.	09h00	Welcome / Introduction / Information	Christoph Messmer	FHNW, CH
		Part 1: State of the Art Simulation Tools for Building Energy Modelling, HVAC Systems, Heat Pumps and Heat Pump Systems / Overview		
	09h20	SIA 4010:2023 The procedure for validating simulation programs to perform calculations in accordance with SIA 380/2:2022 / SN EN ISO 52016-1:2017	Christoph Messmer	FHNW, CH
	09h40	DesignBuilder® / EnergyPlus® / Open Modelica® with Buildings Library® (Lawrence Berkeley National Laboratory)	Will be further specified	Will be further specified
	10h00	Coffee - Break		
	10h20	IDA ICE (IDA Indoor Climate and Energy)	Will be further specified	EQUA Solutions AG, CH
	10h40	Numerical evaluation of the energy performance of different configurations of a hybrid boiler-heat pump system for DHW production	M.S. Christian Natale	University of Bologna, IT
	11h00	RenoSource - Boiler Replacement with Dual Source Heat Pump / Pilot Project / Combination air and geothermal probes / Digital Twin for investigation of various control strategies	M.S. Christoph Meier	OST, CH
	11h20	Simulation of the coupling of heat pumps to ground sources with Matlab/Simscape and calibrating the models with 3D Comsol results	Prof. Dr. Andreas Witzig	ZHAW, CH
	11h40	Algorithms for Self-Consumption Optimization with PV and Heat Pumps in Polysun®	Prof. Dr. David Zogg	FHNW, CH
	12h00	Strengthening Mini-Grids through decentralized Solar PV Integration	Dr. Kedar Mehta	THI / InES, DE