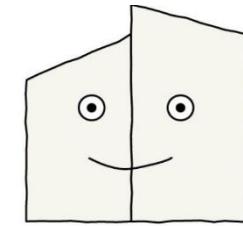
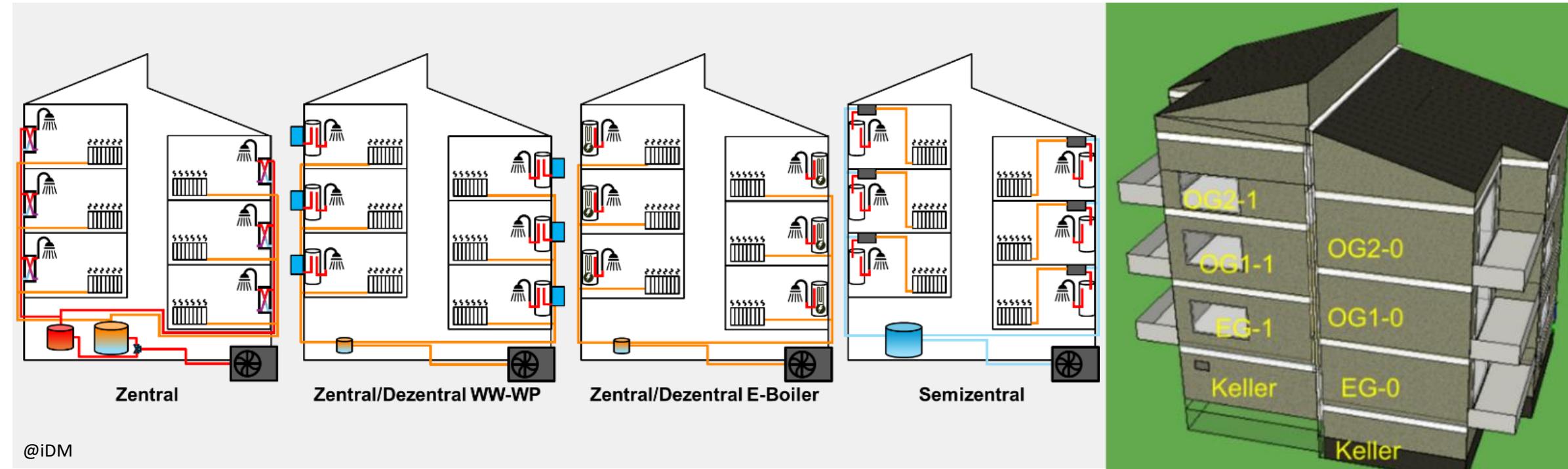


Sanierung mit Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern

Eine Simulationsstudie



Phase
Out



Dagmar Jähnig, AEE INTEC
Markus Male, iDM
Fabian Ochs, Universität Innsbruck

■ Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

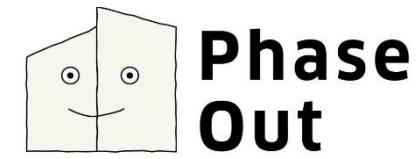
STADT
der Zukunft
INNOVATIONSLABOR

FFG
Forschung wirkt.

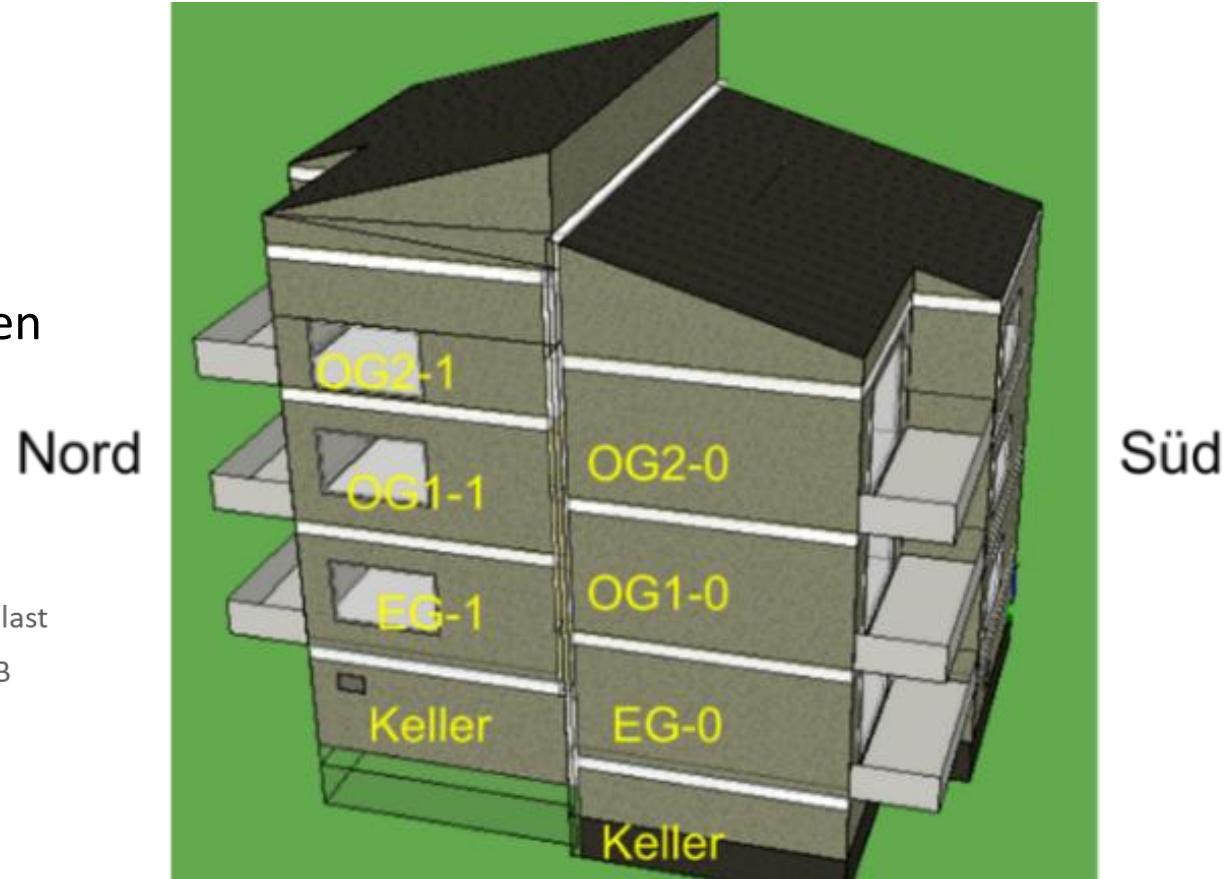
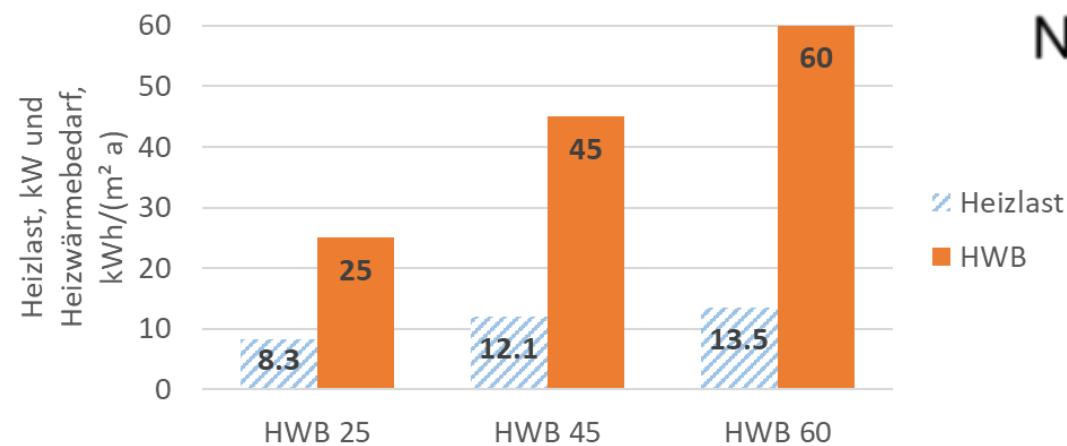
Inhalte

- Mustergebäude mit 3 verschiedenen Dämmstandards
- 3 Systemkonzepte plus eine Untervariante
- Randbedingungen / Annahmen
- Wärmepumpenkennlinien
- Dimensionierung der Komponenten
- Ergebnisse der Simulationen
- Zusammenfassung / Ausblick

Simulationsstudie im Rahmen des Projekts „PhaseOut“

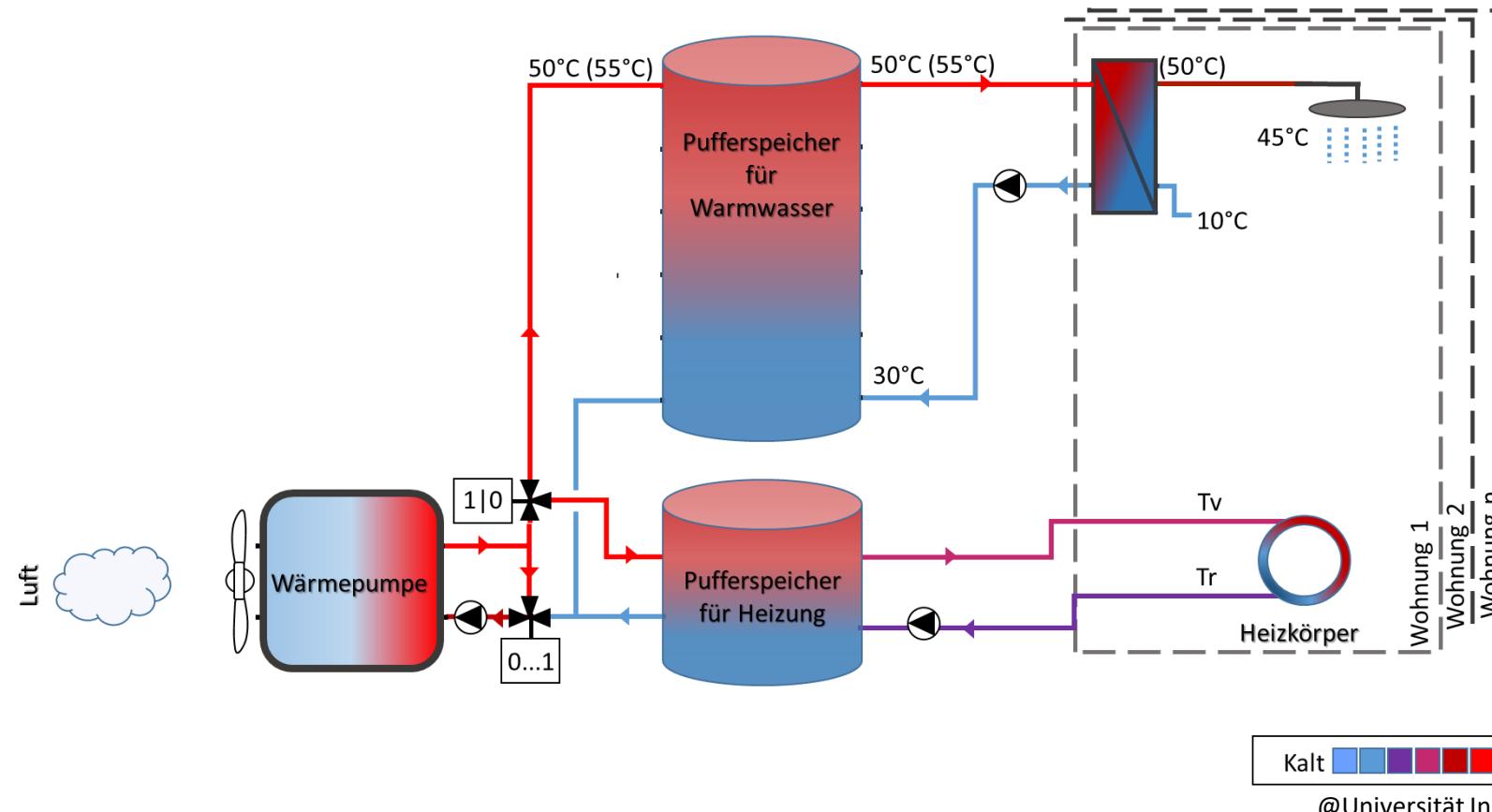


- 3 Mustergebäude (ca. 360 m² BGF)
 - Geometrie und Wandaufbauten der Demonstrationsgebäude
 - aber mit drei verschiedenen Sanierungstiefen



Zentrales Systemkonzept

2+2-Leiter-System mit dezentralen Frischwasserstationen in den Wohnungen



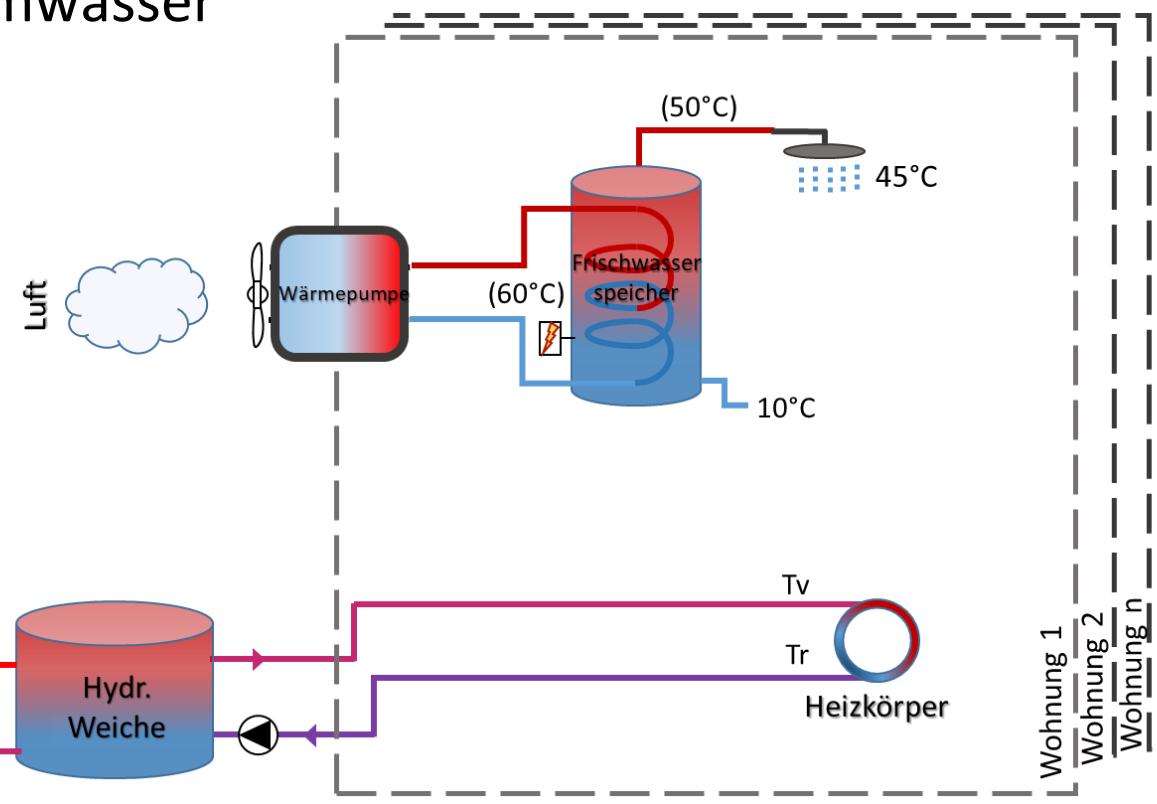
Gemischtes Systemkonzept

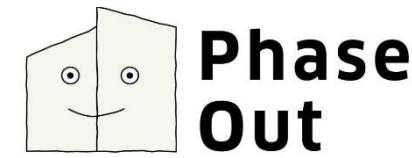
Dezentrale Wärmepumpen für Trinkwarmwasser

+

zentrale Wärmepumpe für Raumheizung
ohne Pufferspeicher

Variante: E-Boiler statt TWW-WP





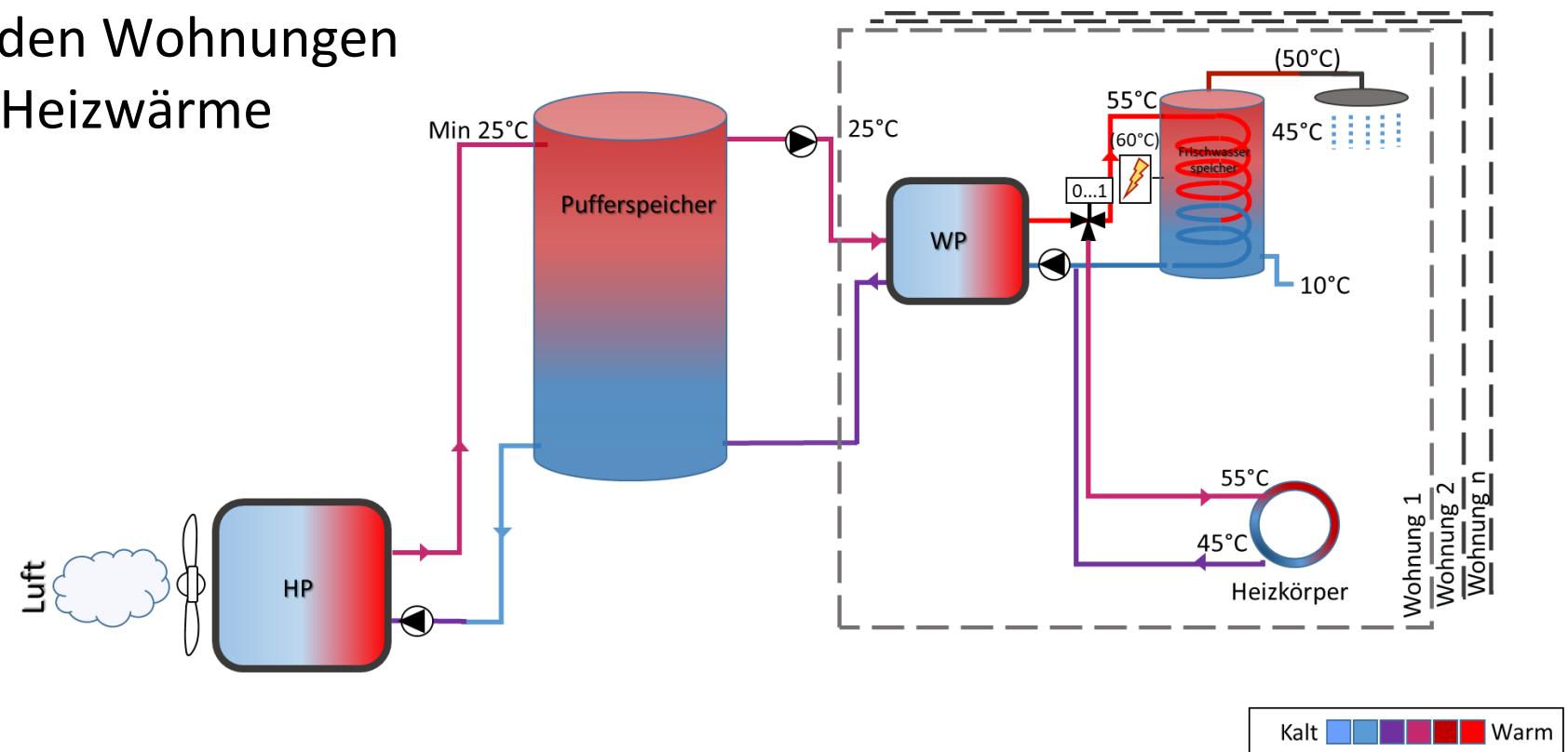
Semizentrales Systemkonzept

Zentrale NT-Wärmepumpe

Dezentrale Boosterwärmepumpen in den Wohnungen

Trinkwasserspeicher in den Wohnungen

Kein Pufferspeicher für Heizwärme



Randbedingungen

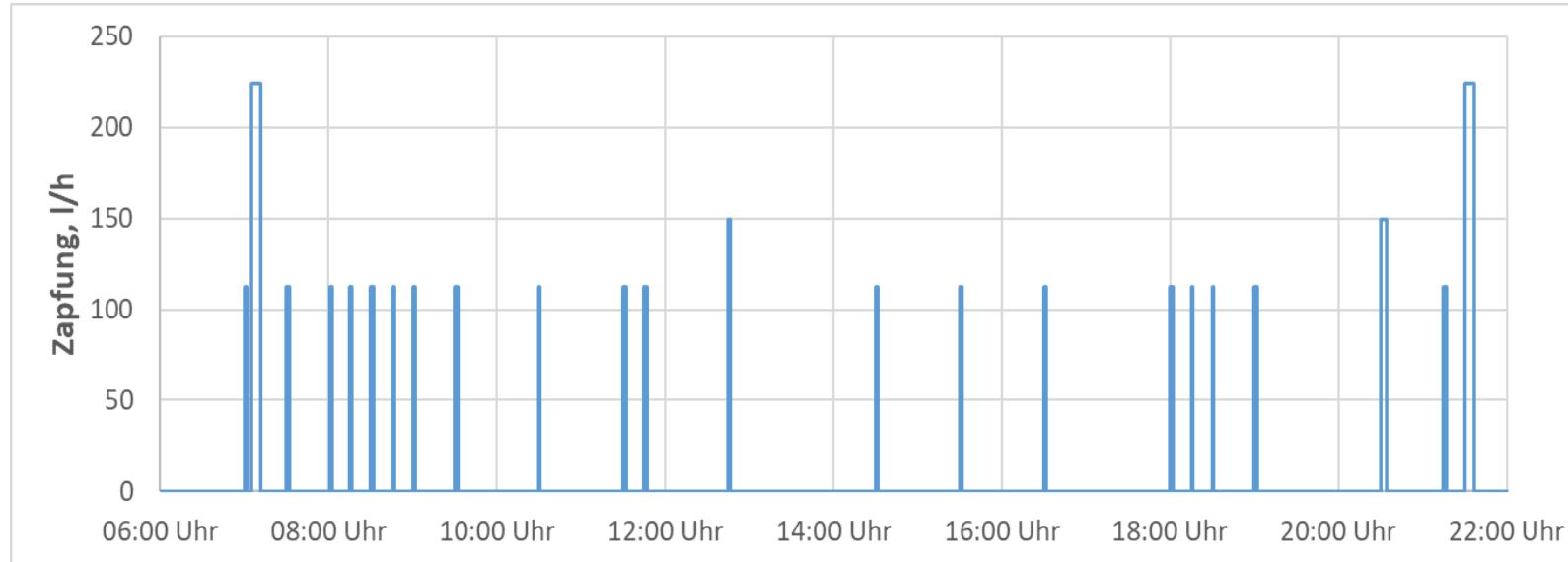
- Bestehende Heizkörper werden beibehalten
→ max. Heizungsvorlauftemperaturen bis 45, 50, bzw. 55°C
- Rohrleitungsdimensionen und –längen wurden so gewählt, wie es im Mustergebäude beim entsprechenden Heizwärmebedarf sinnvoll wäre
- Wärmeverluste der Rohrleitungen:
 - 5 bzw. 7,5 W/(m² K) ergeben realistische Wärmeverluste, wie sie aus zahlreichen Monitoringprojekten bekannt sind. Verluste durch schlecht ausgeführte Dämmungen oder nicht vorhandene Dämmungen von Armaturen sind hier schon eingeschlossen.
 - Für jedes Systemkonzept ergeben sich damit wegen der unterschiedlichen Anzahl an benötigten Rohrleitungen und den jeweiligen Systemtemperaturen unterschiedliche Wärmeverluste.
 - Bei anderen Gebäudegeometrien und besserer oder schlechterer Qualität der Dämmung können die Wärmeverluste erheblich von den hier berechneten abweichen.

Randbedingungen

- Luftwechsel $0,3 \text{ h}^{-1}$
 - Abluftanlagen (HWB 45 und 60)
 - Lüftung mit WRG (HWB 25)
- Berücksichtigung von Hilfsstromverbräuchen
 - Pumpen
 - Regelung
 - Verdampferventilatoren
 - Lüftungsanlagen

Trinkwarmwasserbedarf

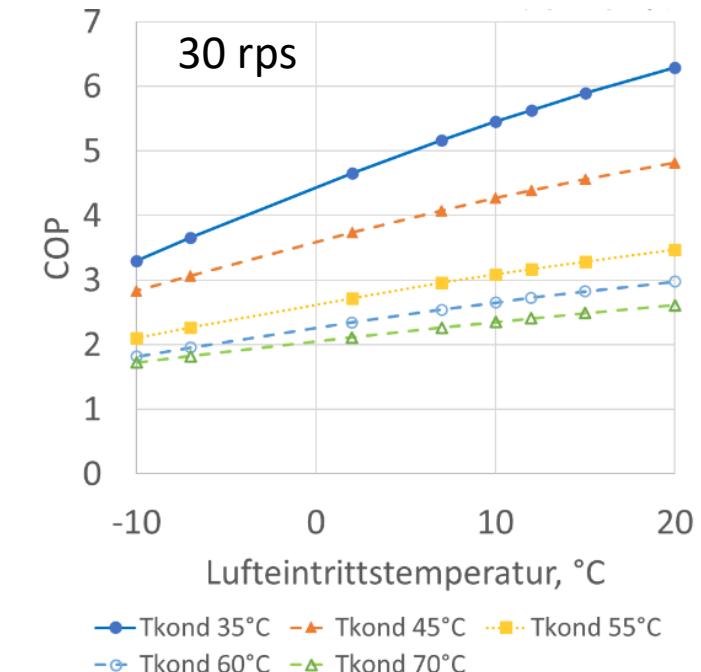
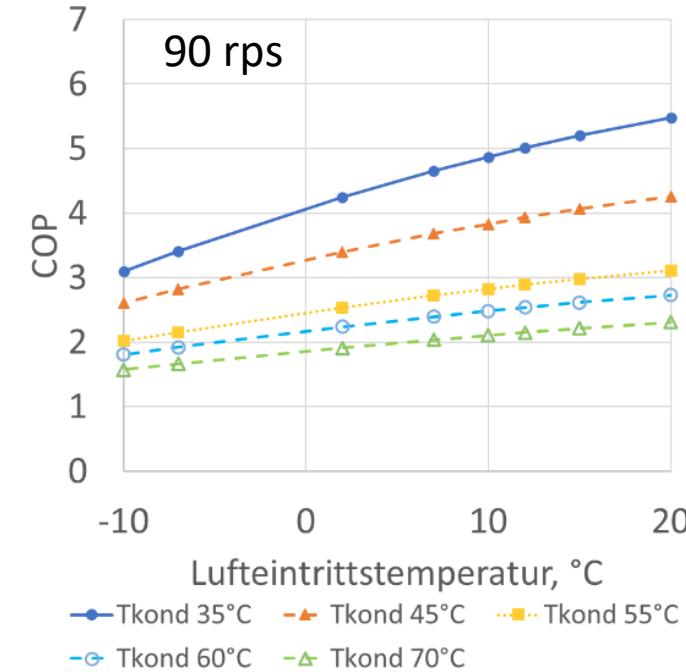
- Trinkwasserzapfprofil M nach EN 16147 (5,845 kWh/d entsprechen aber einem 4-Personen Haushalt (25 L/d/Person bei 60°C))
- Wohnungen in den Demonstrationsgebäuden relativ klein (60 m², rechnerisch 2,5 Personen)
- Zapfprofil um einen Faktor von 2,5/4 reduziert (3,6 kWh/d)



- Gleichzeitigkeit von 2 bei den zentralen Systemen
- Zapfprofil jeweils um 1 Stunde versetzt

Wärmepumpenkennlinien

- Zentrale Wärmepumpen:
 - basierend auf Labormessdaten von Außenluftwärmepumpe vom Projektpartner iDM
 - drehzahlgeregelt
- Boosterwärmepumpen (Neuentwicklung iDM):
 - Basierend auf Labormessdaten von iDM
 - drehzahlgeregelt
- Warmwasserwärmepumpen (Neuentwicklung drexel und weiss):
 - Basierend auf Labormessungen aus einem Vorgängerprojekt (FitNes)
 - Konstante Drehzahl



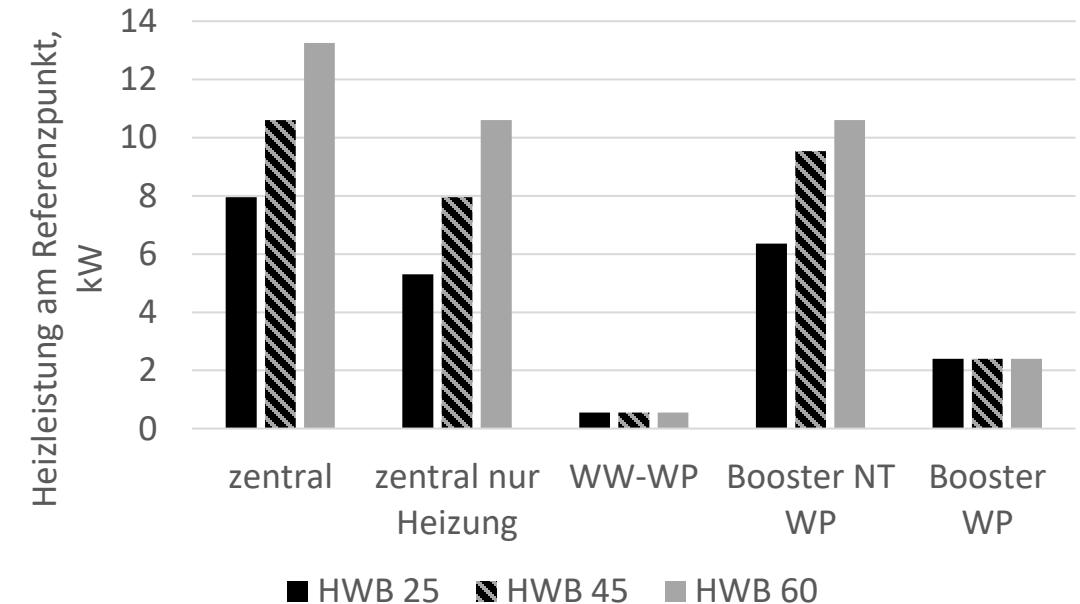
- Skalierung: COP-Kennfeld bleibt gleich, Heizleistung wird prozentual skaliert
- Jeweils ein Referenzpunkt
 - Zentrale Wärmepumpen: (A0/W45)
 - Dezentrale WW-WP: (A0/W60)
 - Dezentrale Booster-WP: (W20/W45)

Regelung der Wärmepumpen

- Drehzahlgeregelte Wärmepumpen passen im Heizbetrieb ihre Leistung jeweils der Wärmeabgabe an
- Trinkwasserwärmepumpe und Trinkwasservorrangbetrieb beim zentralen Konzept mit 80% der Maximaldrehzahl

Dimensionierung der Komponenten

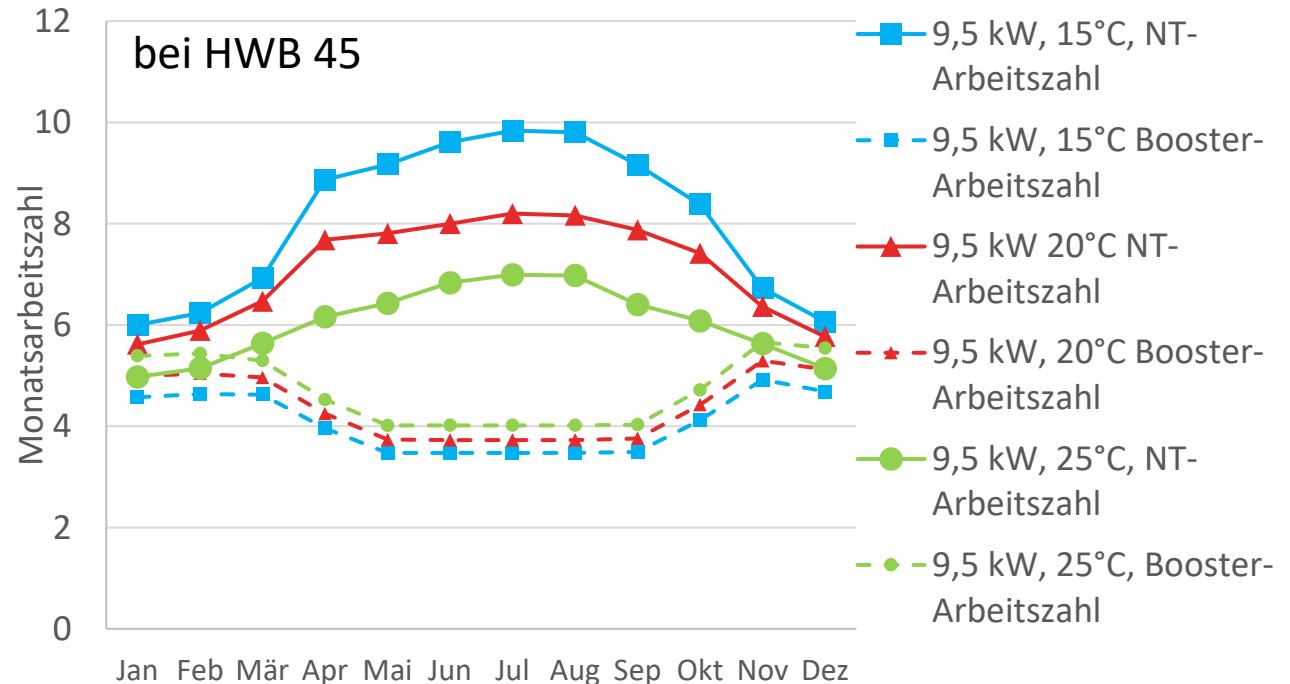
- Speichergrößen:
 - 500 L zentraler Warmwasserspeicher
 - 1000 L Pufferspeicher für Heizung (zentrales System)
 - 1000 L NT Pufferspeicher
 - Warmwasserspeicher 100 L
- Wärmepumpengrößen



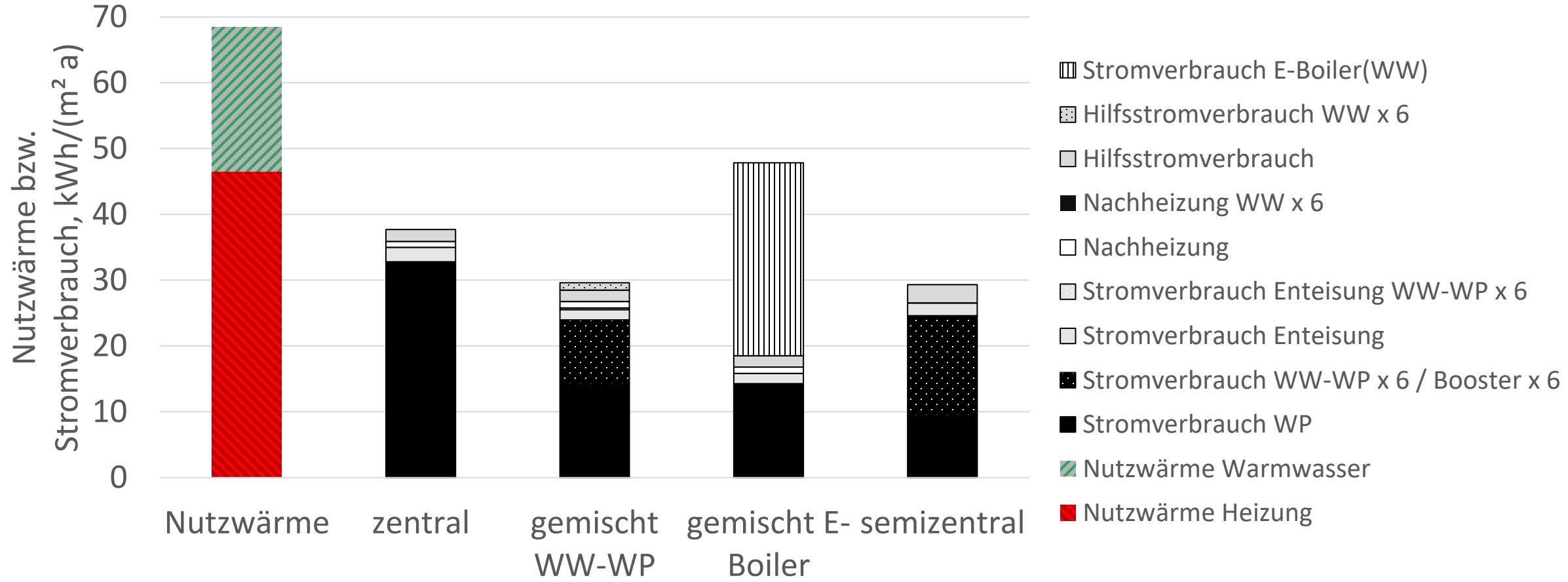
Niedertemperaturniveau beim semizentralen Konzept

- Arbeitszahl der Wärmepumpen (Verhältnis von abgegebener Wärme zu aufgenommener elektrischer Leistung)
- Je höher das NT-Niveau ist, desto niedriger ist die Arbeitszahl der NT- Wärmepumpe. Aber die Arbeitszahlen der Booster-WP steigen mit den NT-Niveau.
- ➔ 20°C NT-Niveau ausgewählt, Einfluss auf die Simulationsergebnisse aber gering.
- ➔ Idealerweise sollte das NT-Niveau an die Jahreszeit angepasst werden.

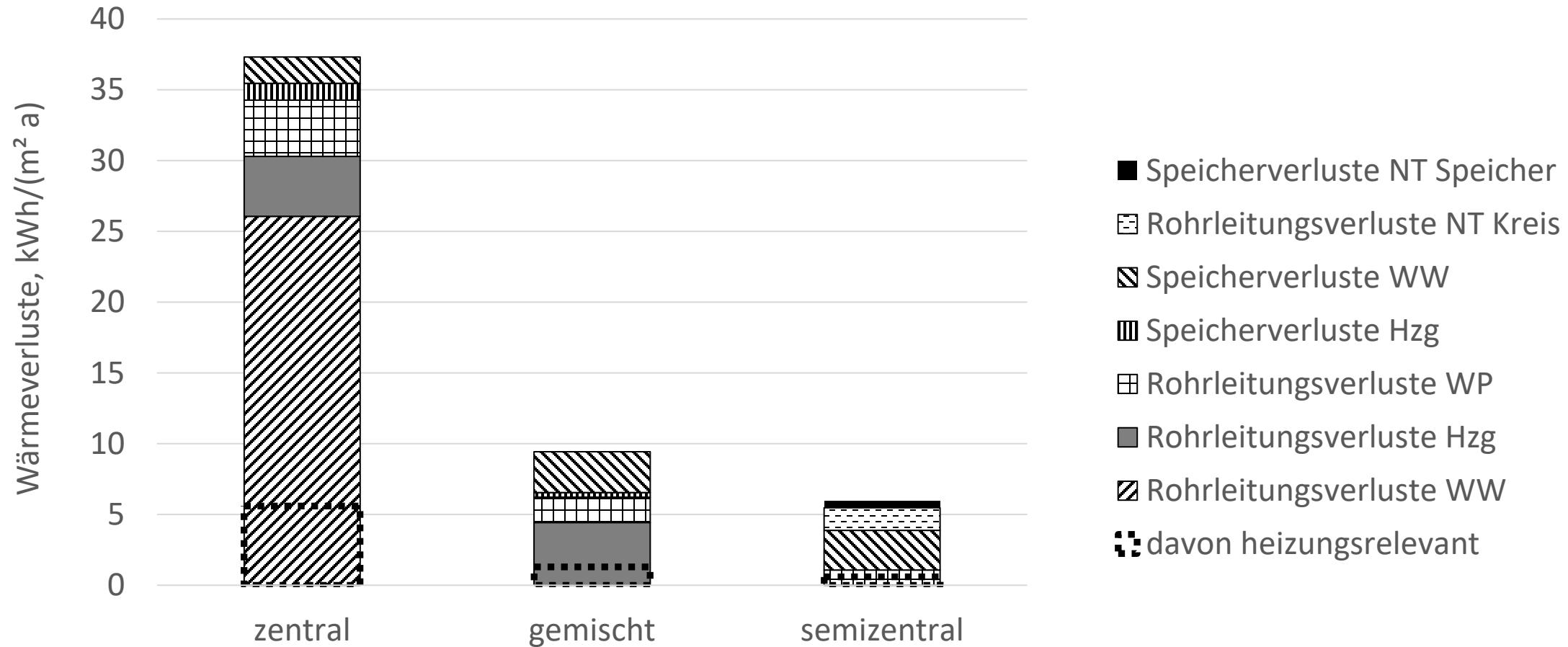
Beispiel bei HWB 45 und einer NT-Wärmepumpe mit 9,5 kW



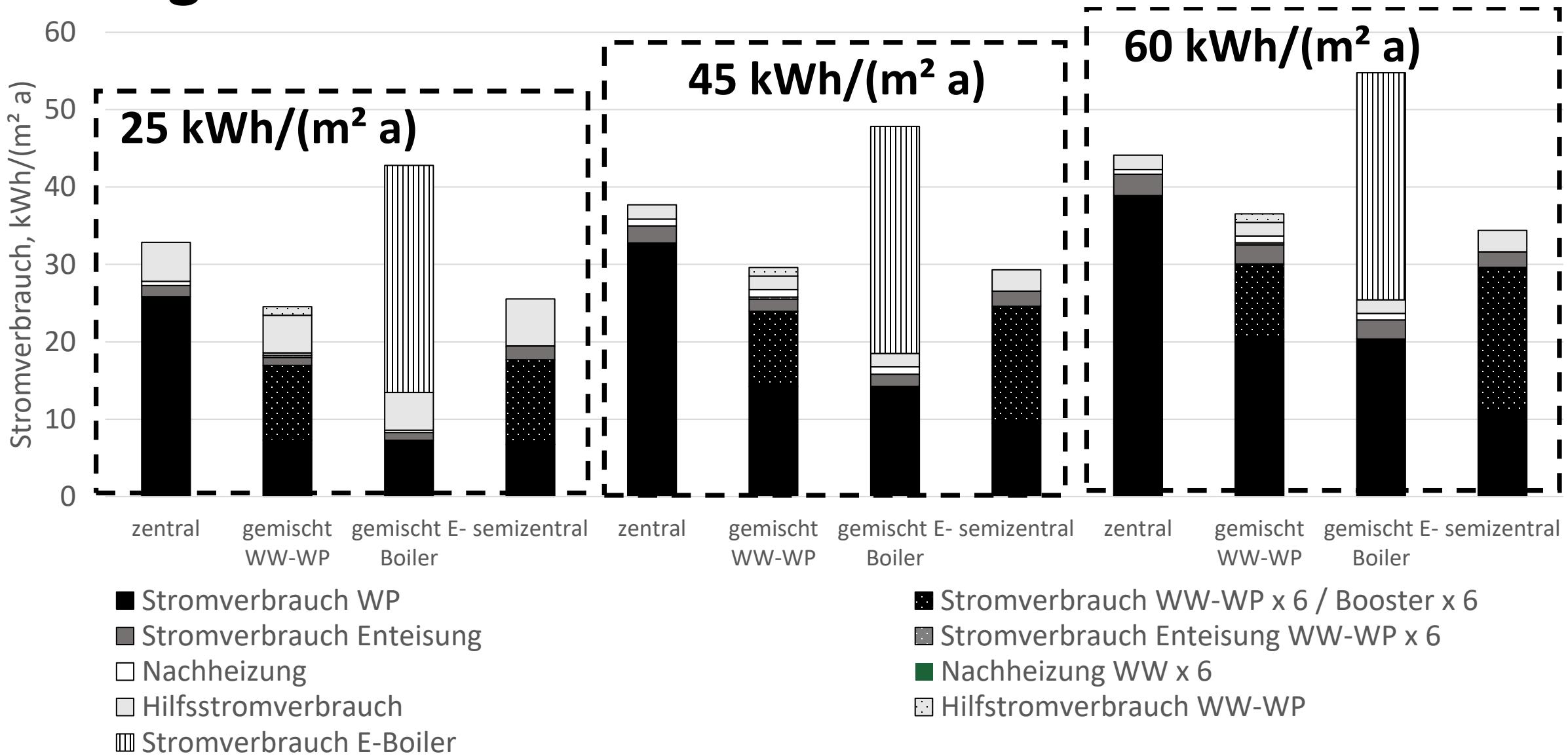
Ergebnisse für HWB 45 – Gesamtstromverbrauch



Wärmeverluste



Vergleich alle Dämmstandards



Zusammenfassung und Ausblick

- Gemischtes und semizentrales Systemkonzept schneiden bei allen Dämmstandards am besten ab.
 - Alle simulierten Varianten liegen mit dem Gesamtstromverbrauch deutlich niedriger als die Nutzwärme, so dass sie eine wesentliche Verbesserung gegenüber einer konventionellen Energieversorgung mit Gas oder Direktstrom darstellen.
 - Der Gesamtstromverbrauch ist bei HWB 25 am geringsten, auch wenn die notwendige Lüftung mit Wärmerückgewinnung mehr Strom verbraucht.
 - Eine weitere Reduzierung des Gesamtstromverbrauchs ist durch optimierte Regelungsstrategien (z.B. Anpassung der WP-Laufzeiten an Zeiten mit höherer Außentemperatur, Anpassung des NT-Niveaus an die jeweilige Jahreszeit etc.) realistisch.
- Validierung der Simulationsergebnisse nach der Umsetzung an den Demonstrationsgebäuden (2-jährige Monitoringphase geplant)



AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Österreich

Website: www.aee-intec.at

Danksagung:

Das Projekt PhaseOut wird von der FFG im Stadt der Zukunft Programm unter der Projektnummer FO999895470 gefördert.

Dagmar Jähnig
d.jaehnig@aee.at

Projektlink: <https://projekte.ffg.at/projekt/4499093>