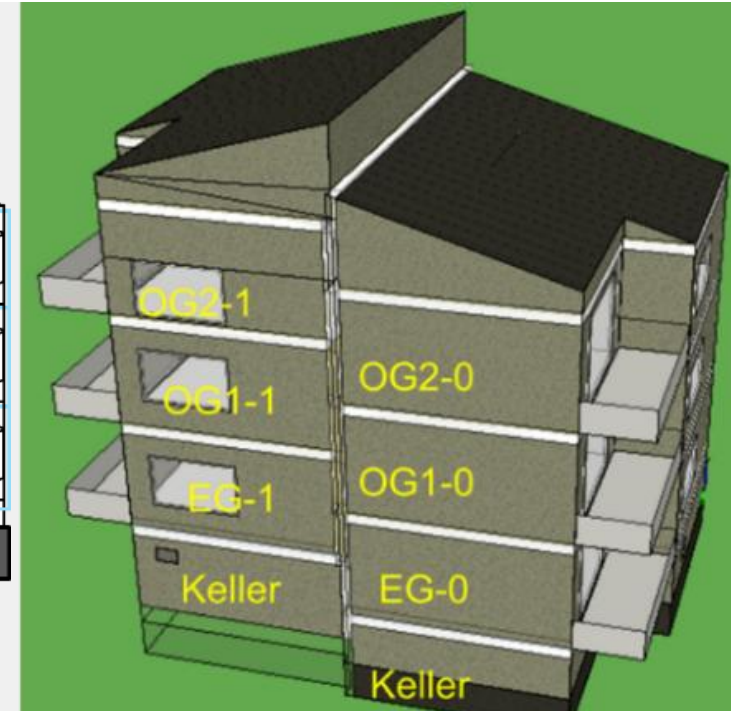
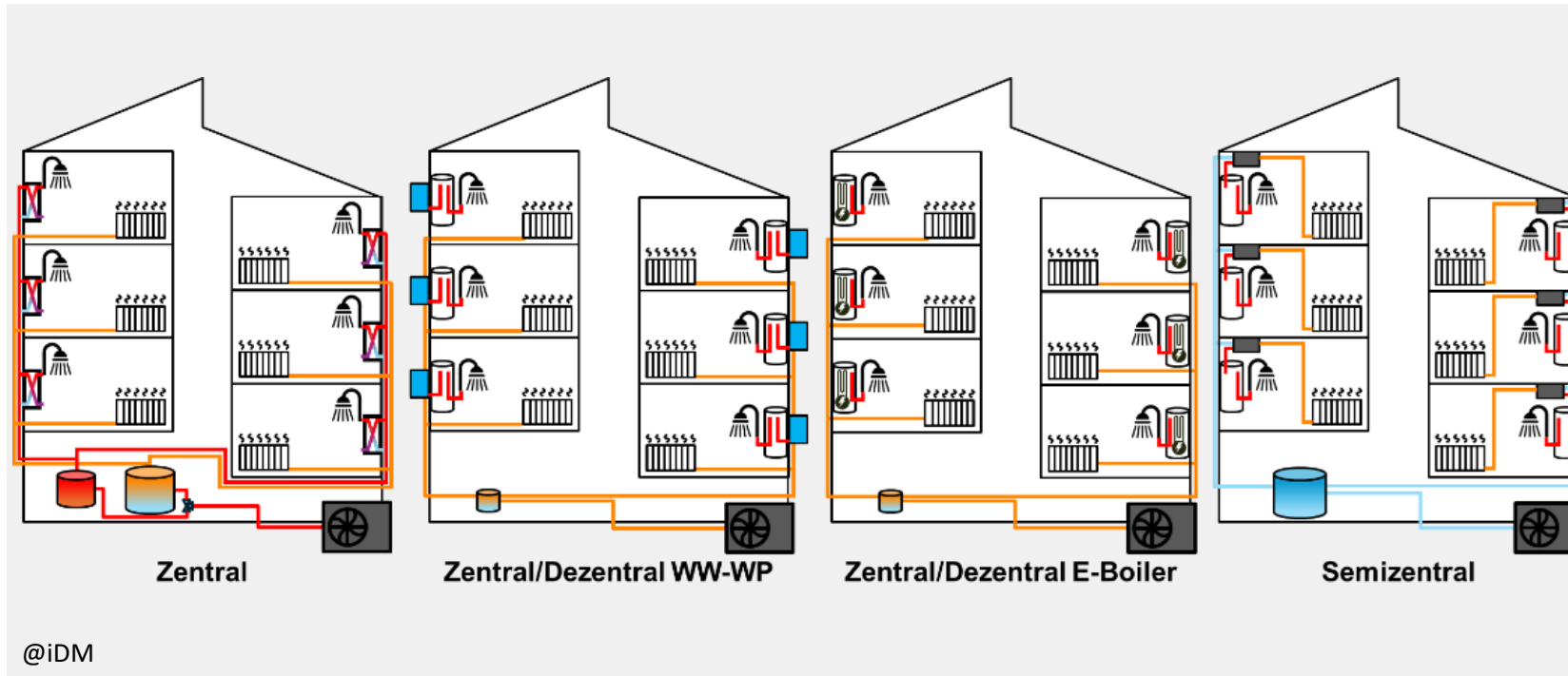
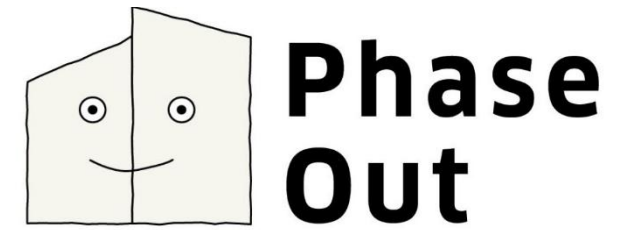



# Sanierung mit Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern

Eine Simulationsstudie



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

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

 **STADT**  
der Zukunft  
INNOVATIONSLABOR

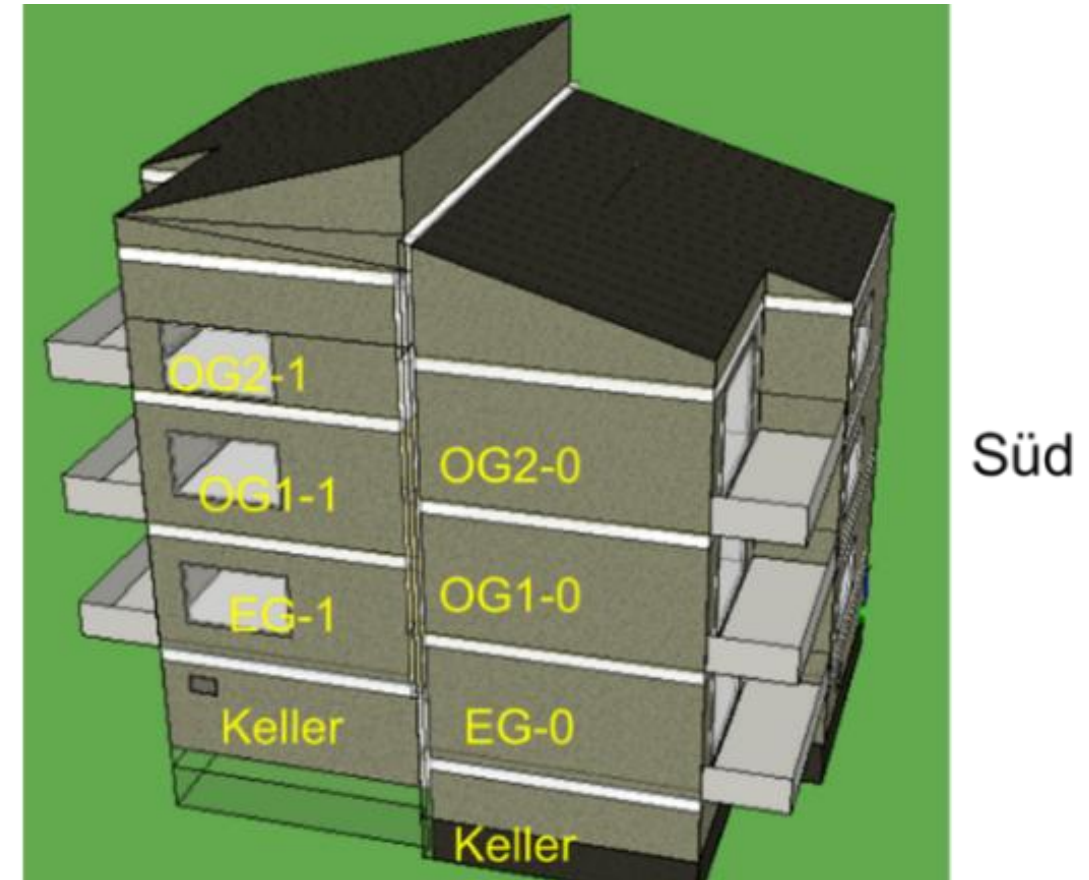
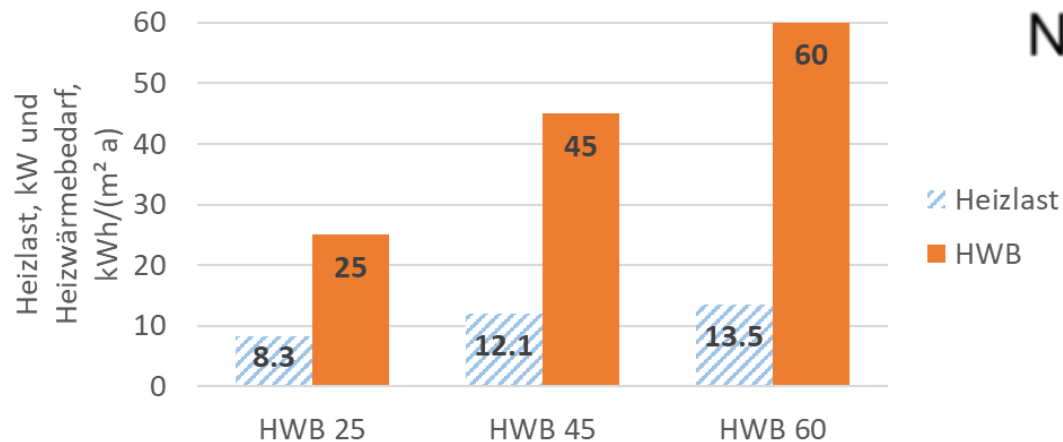
 **FFG**  
Forschung wirkt.

# Inhalte

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

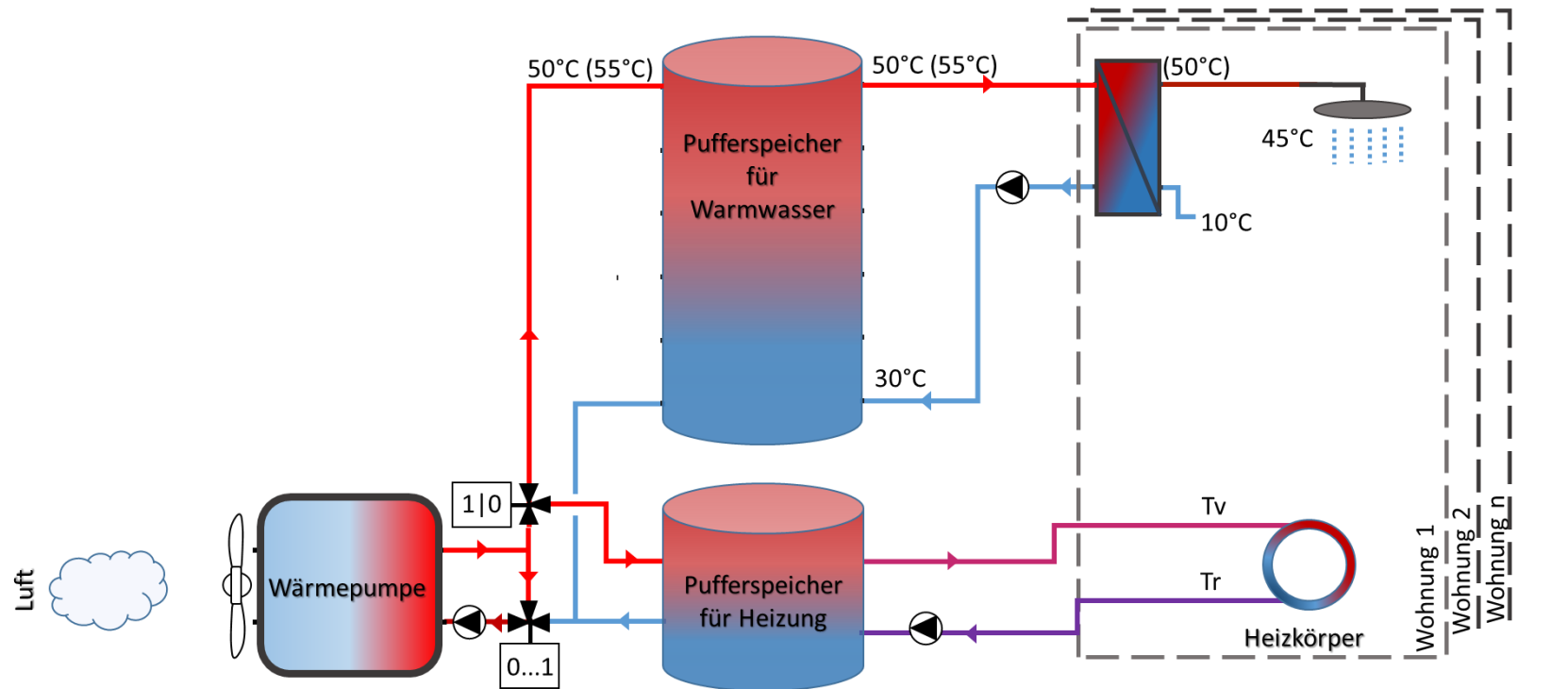
# Simulationsstudie im Rahmen des Projekts „PhaseOut“

- 3 Mustergebäude (ca. 360 m<sup>2</sup> BGF)
  - Geometrie und Wandaufbauten der Demonstrationsgebäude
  - aber mit drei verschiedenen Sanierungstiefen



# Zentrales Systemkonzept

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



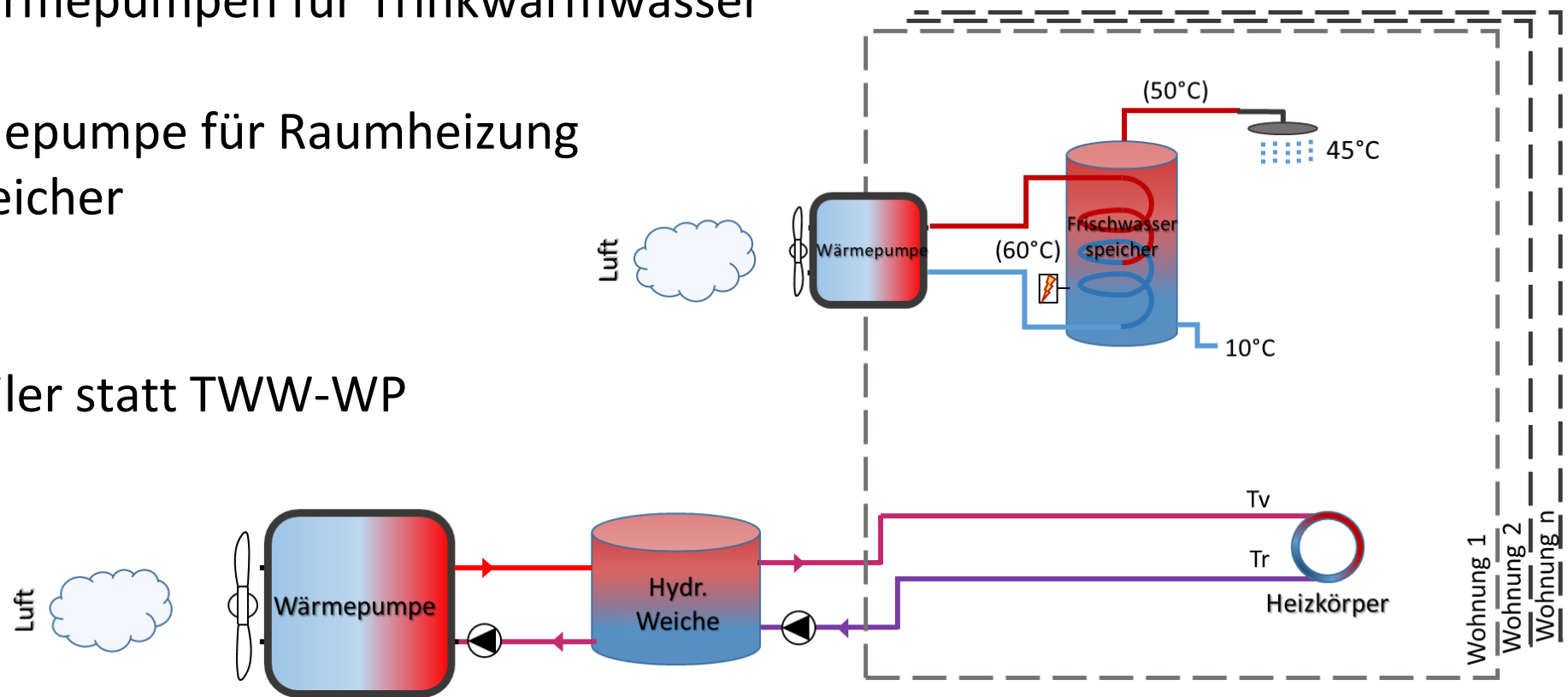
Kalt  Warm

@Universität Innsbruck

# Gemischtes Systemkonzept

Dezentrale Wärmepumpen für Trinkwarmwasser  
+  
zentrale Wärmepumpe für Raumheizung  
ohne Pufferspeicher

Variante: E-Boiler statt TWW-WP



Kalt  Warm

@Universität Innsbruck

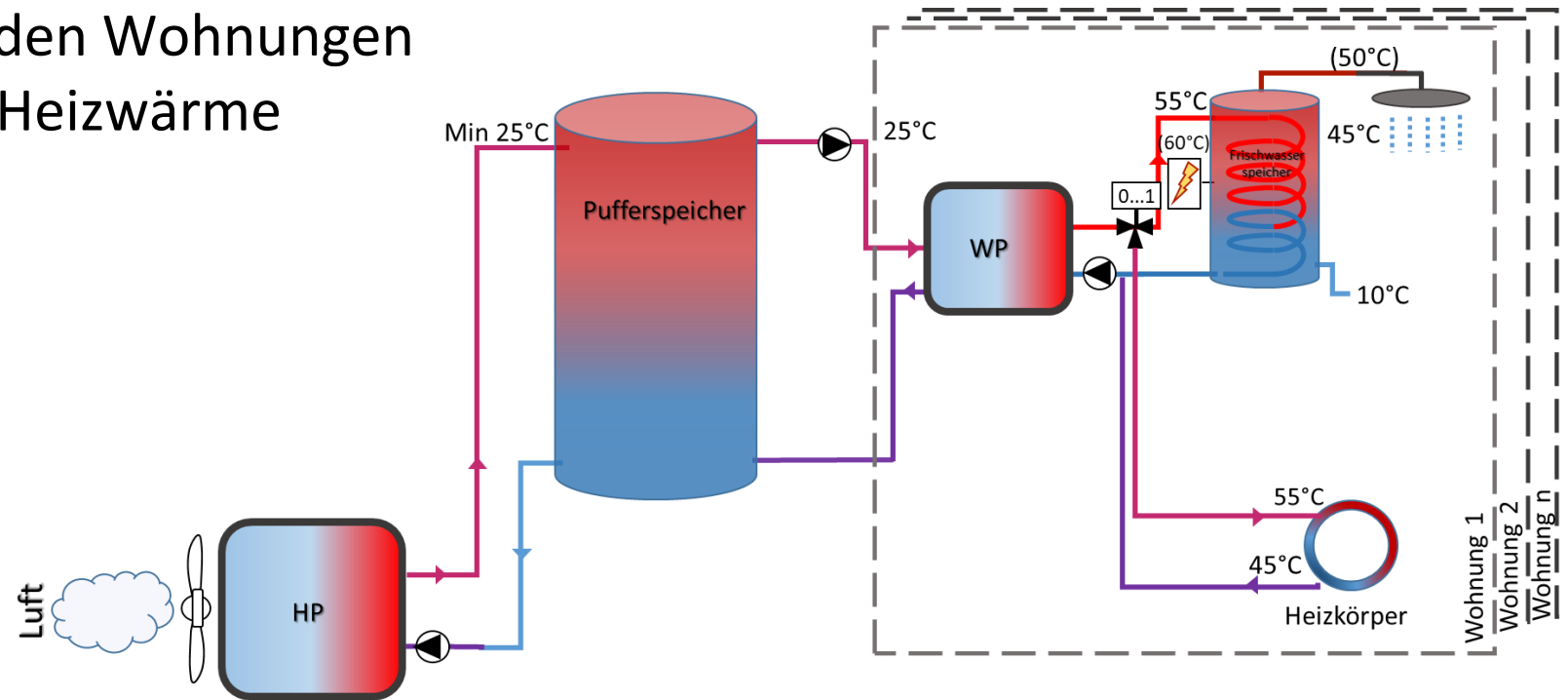
# Semizentrales Systemkonzept

Zentrale NT-Wärmepumpe

Dezentrale Boosterwärmepumpen in den Wohnungen

Trinkwasserspeicher in den Wohnungen

Kein Pufferspeicher für Heizwärme



Kalt     Warm

@Universität Innsbruck



# 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/(m<sup>2</sup> 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.

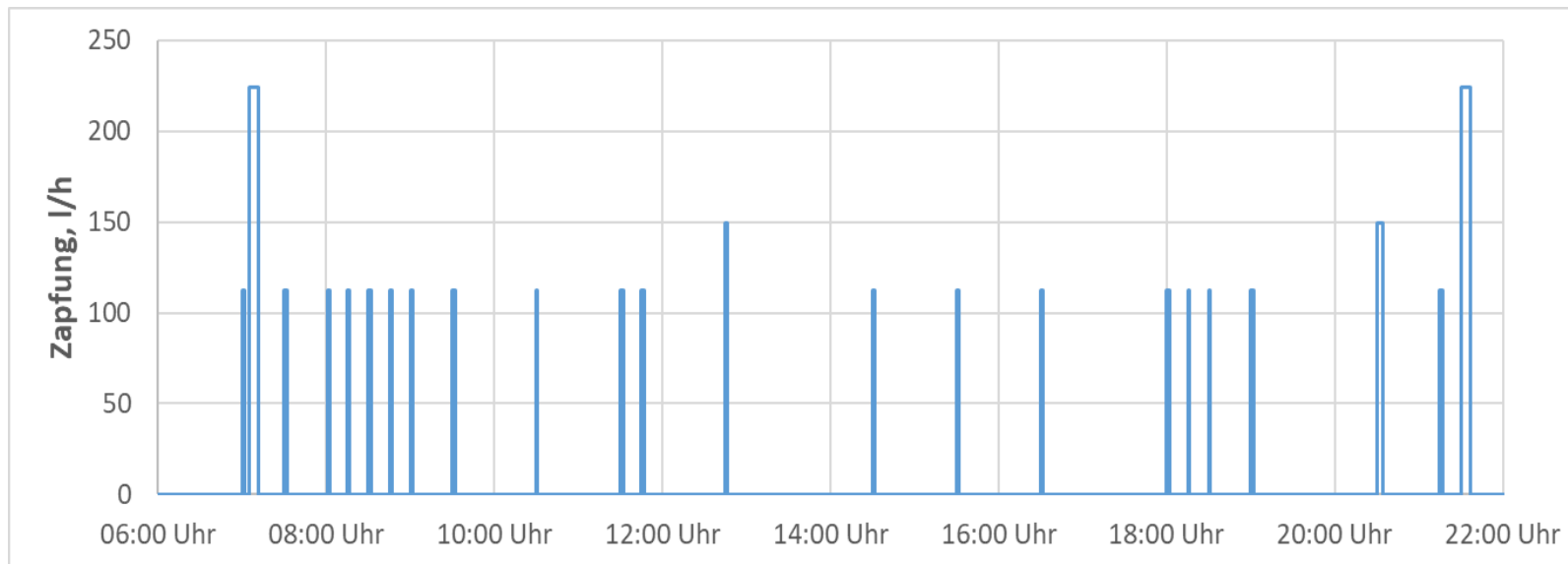
# Randbedingungen

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



# Trinkwarmwasserbedarf

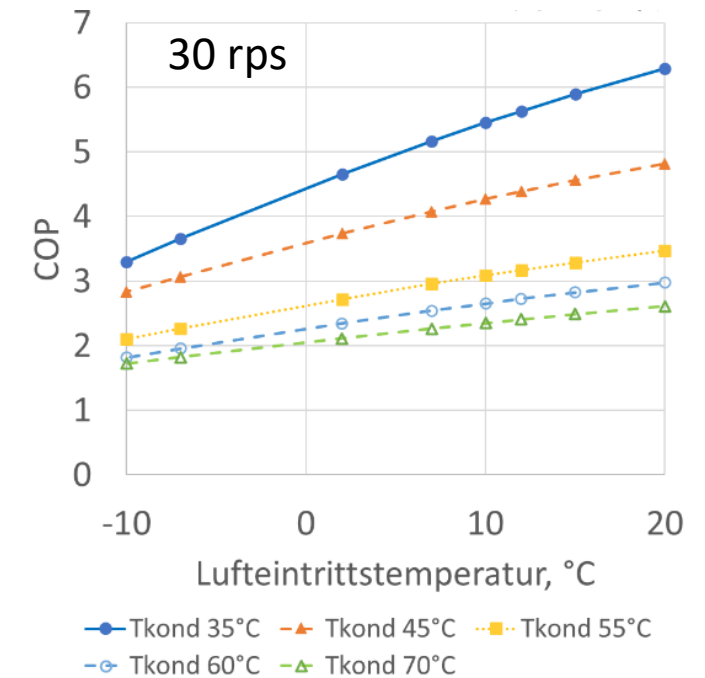
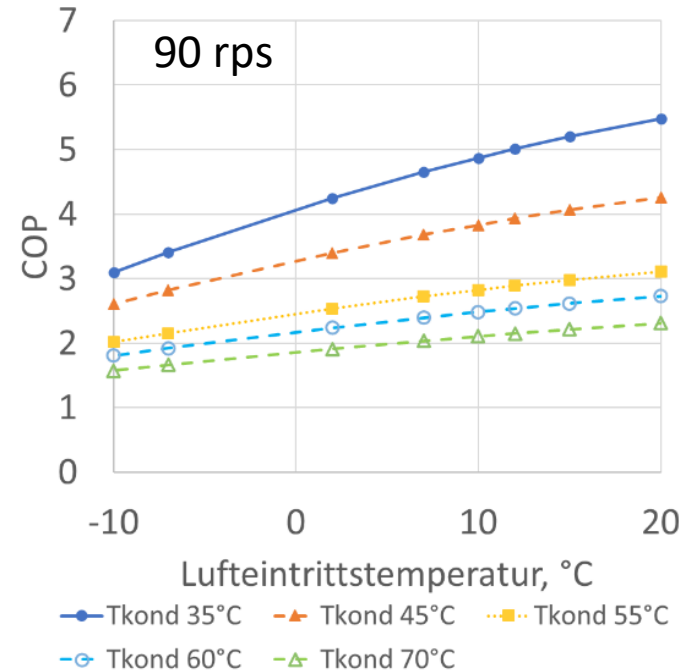
- Trinkwasserzapfprofil M nach EN 16147 (5,845 kWh/d entsprechen aber einem 4-Personen Haushalt (25 L/d/Person bei 60°C))
- Wohnungen in den Demonstrationsgebäuden relativ klein (60 m<sup>2</sup>, rechnerisch 2,5 Personen)
- Zapfprofil um einen Faktor von 2,5/4 reduziert (3,6 kWh/d)



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

# Wärmepumpenkennlinien

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



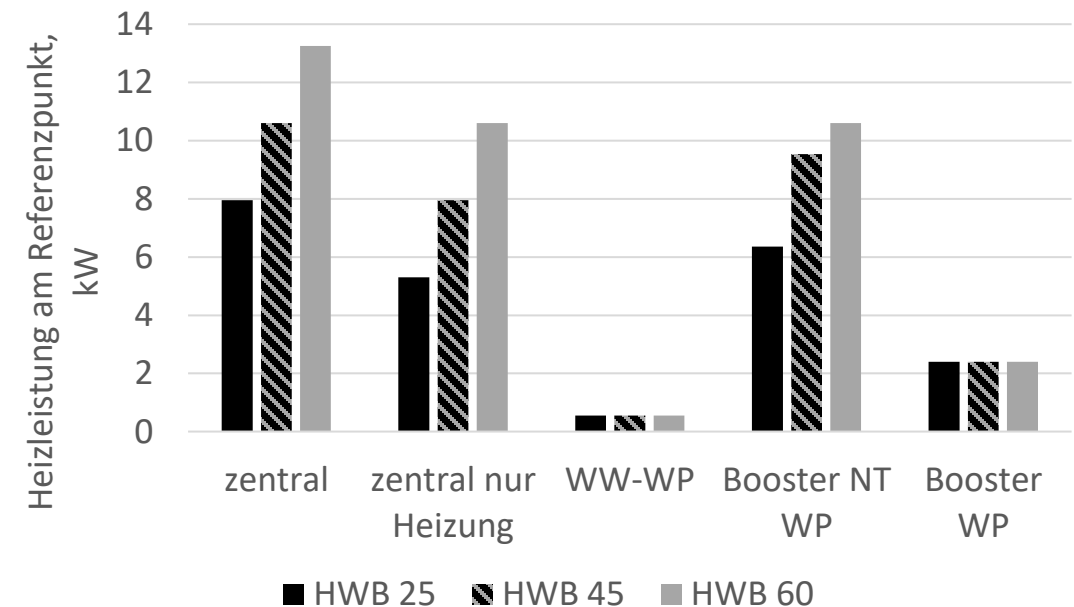
- Skalierung: COP-Kennfeld bleibt gleich, Heizleistung wird prozentual skaliert
- Jeweils ein Referenzpunkt
  - Zentrale Wärmepumpen: (A0/W45)
  - Dezentrale WW-WP: (A0/W60)
  - Dezentrale Booster-WP: (W20/W45)

# Regelung der Wärmepumpen

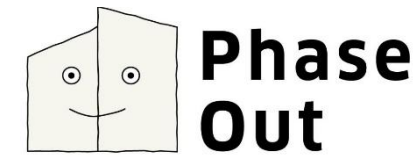
- Drehzahlgeregelte Wärmepumpen passen im Heizbetrieb ihre Leistung jeweils der Wärmeabgabe an
- Trinkwasserwärmepumpe und Trinkwasservorrangbetrieb beim zentralen Konzept mit 80% der Maximaldrehzahl

# Dimensionierung der Komponenten

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

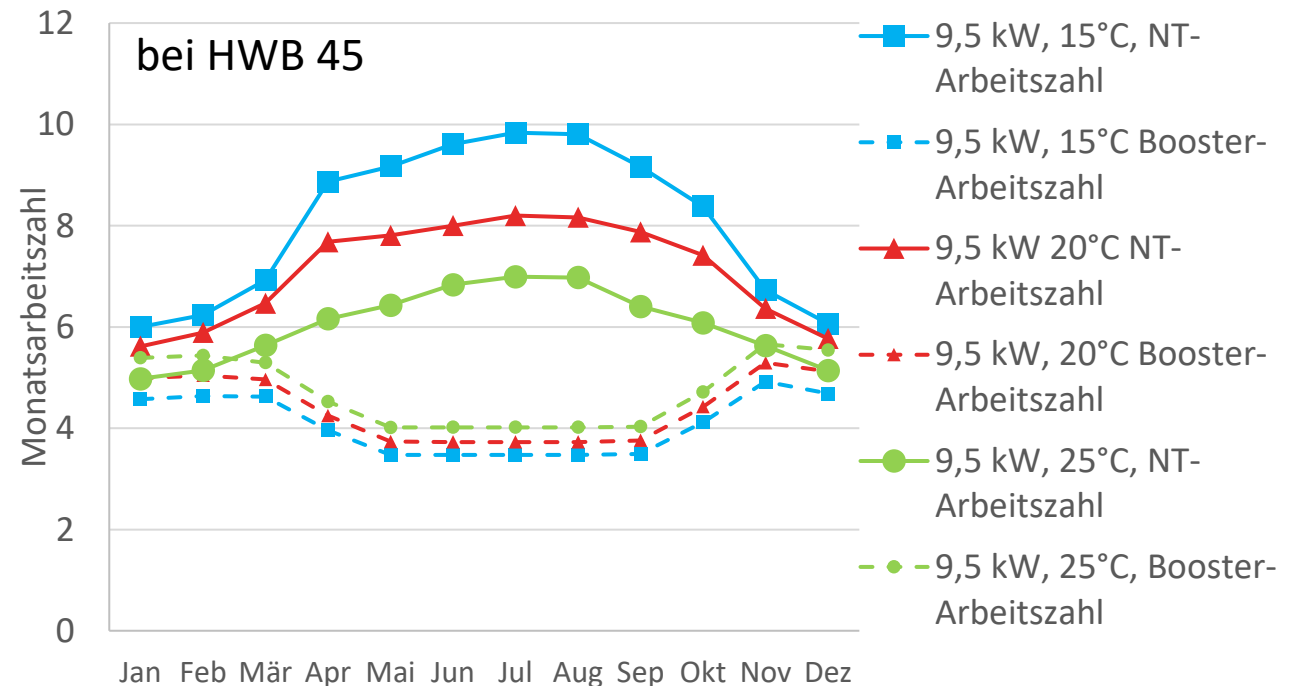


# Niedertemperaturniveau beim semizentralen Konzept

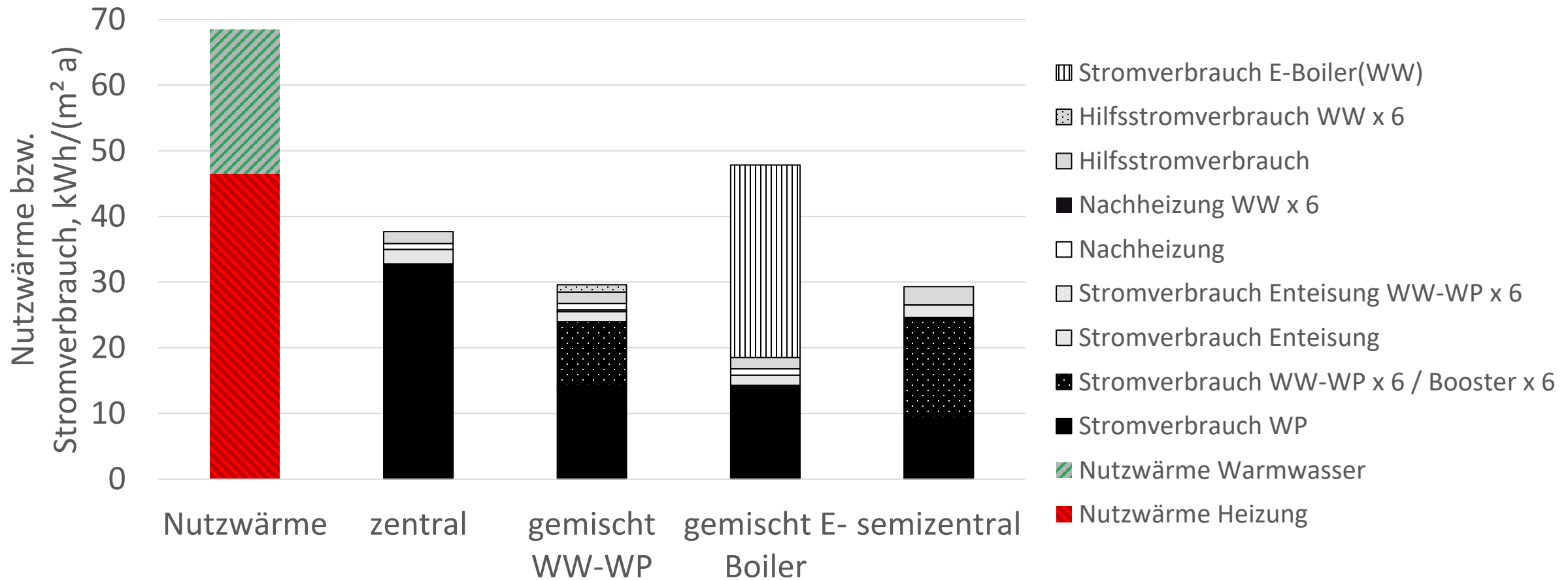


- Arbeitszahl der Wärmepumpen (Verhältnis von abgegebener Wärme zu aufgenommener elektrischer Leistung)
  - Je höher das NT-Niveau ist, desto niedriger ist die Arbeitszahl der NT- Wärmepumpe. Aber die Arbeitszahlen der Booster-WP steigen mit den NT-Niveau.
- 20°C NT-Niveau ausgewählt, Einfluss auf die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

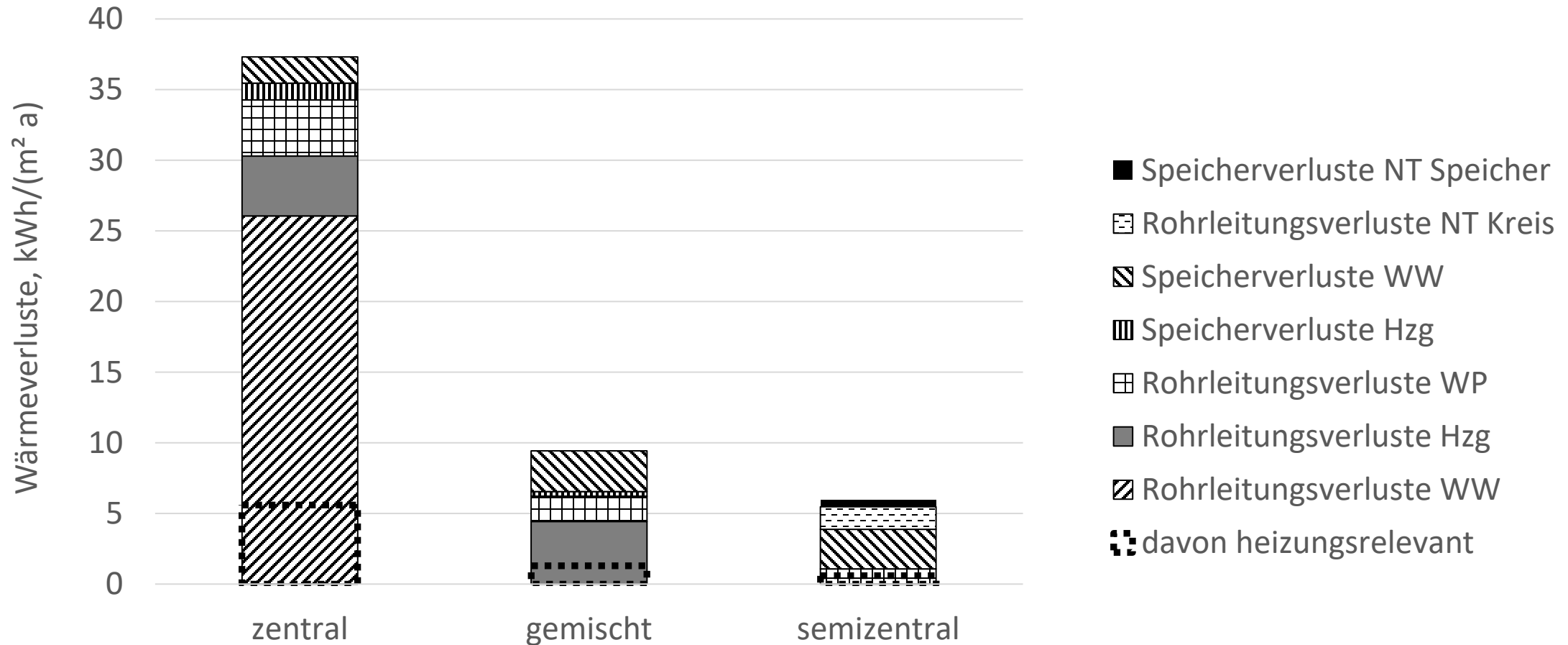
Beispiel bei HWB 45 und einer NT-Wärmepumpe mit 9,5 kW



# Ergebnisse für HWB 45 – Gesamtstromverbrauch

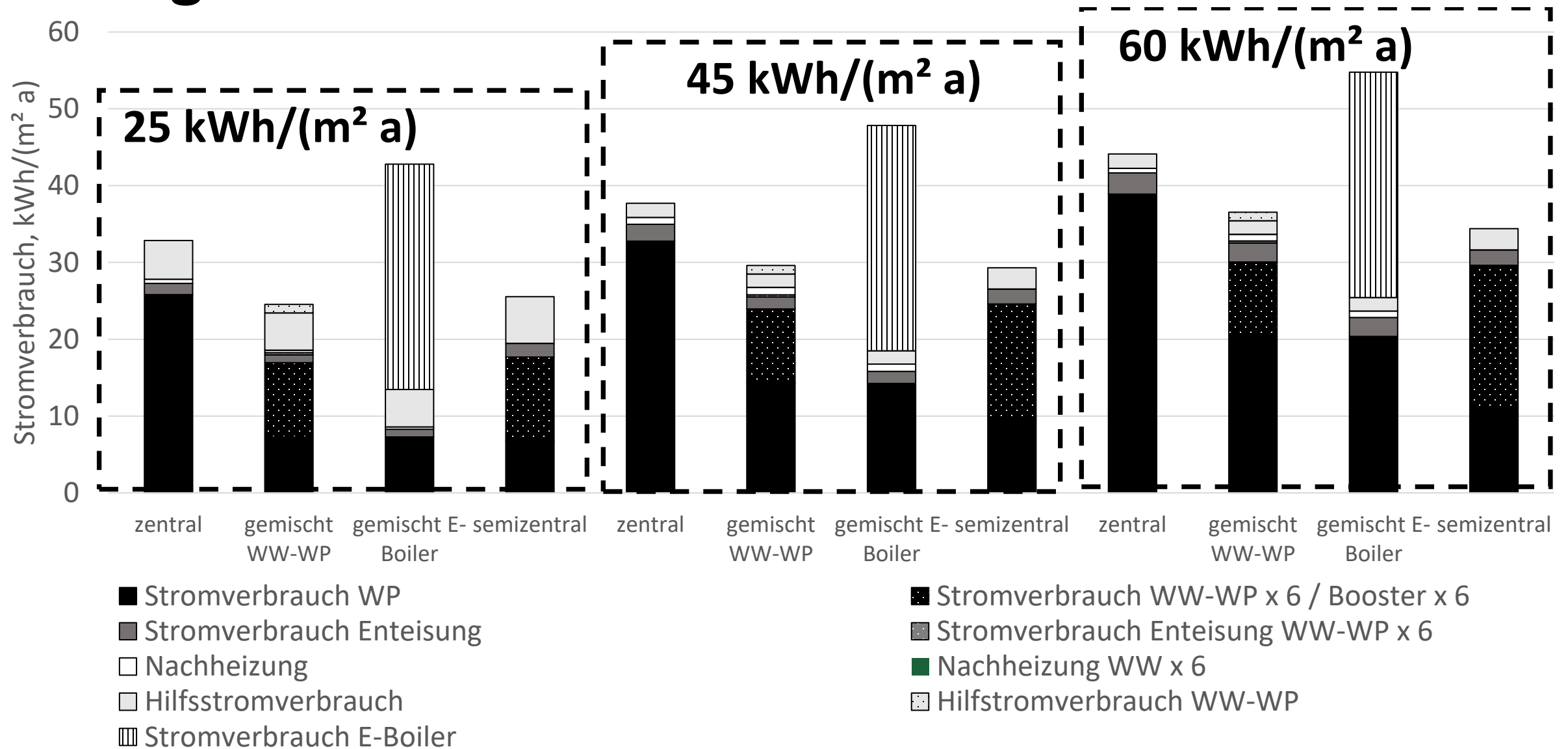


# Wärmeverluste





# 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 INTEC**

**IDEA TO ACTION**

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

Website: [www.aee-intec.at](http://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](mailto:d.jaehnig@aee.at)

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