

## Monitoring Innsbruck Campagne PH Siedlung mit Fernwärme und Wärmepumpe

Gegründet im Jahr 1669, ist die Universität Innsbruck heute mit mehr als 28.000 Studierenden und über 5.000 Mitarbeitenden die größte und wichtigste Forschungs- und Bildungseinrichtung in Westösterreich. **Alle weiteren Informationen finden Sie im Internet unter: [www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at).**

# Agenda

**Zeit:** 12.05.2025; 14:00 bis ca. 18:00 Uhr

**Ort:** NHT Innsbruck. 4. OG

- 14:00 h Ankunft und Begrüßung
- 14:15 h Begrüßung und Vorstellung Projekt „Campagne“ NHT (NHT-GF/DI Malzer)
- 14:30 h Vorstellung FFG Projekt „Monitoring Campagne“ UIBK (Assoz. Prof. F.Ochs)
- 14:45 h Ergebnisse Monitoring
- Heizwärmebedarf Gebäude
  - Trinkwarmwasserbedarf Gebäude
  - Gebäudetechnik (Effizienz Wärmepumpe, Fernwärme, Verteilverluste)
  - Komfort und Raumluftqualität (Gebäudeweise CO<sub>2</sub>, Wohnungsweise T, rF Gebäude C)
  - Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise) – Zapfprofile, Gleichzeitigkeitsfaktoren
- 15:30 h Q&A
- 15:45 h Pause
- 16:15 h Gebäude- und Anlagensimulation
- Einfluss Systemtrennung
  - Zentrale vs. (Gebäudeweise) dezentrale WP
  - Wärmepumpensystemvarianten
- 16:45 h Q&A
- 17:00 h kleiner Imbiss und Diskussion
- 18:00 h Ende der Veranstaltung



Quelle: Neue Heimat Tirol



Quelle: Innsbruck Informiert

# Projekt Campagne Monitoring (Smart City)

Fabian Ochs

Elisa Venturi

Samuel Breuss

Mara Magni

Georgios Dermentzis

LOI/Beteiligt

NHT (Kajetan Rutzinger, Harald Malzer)

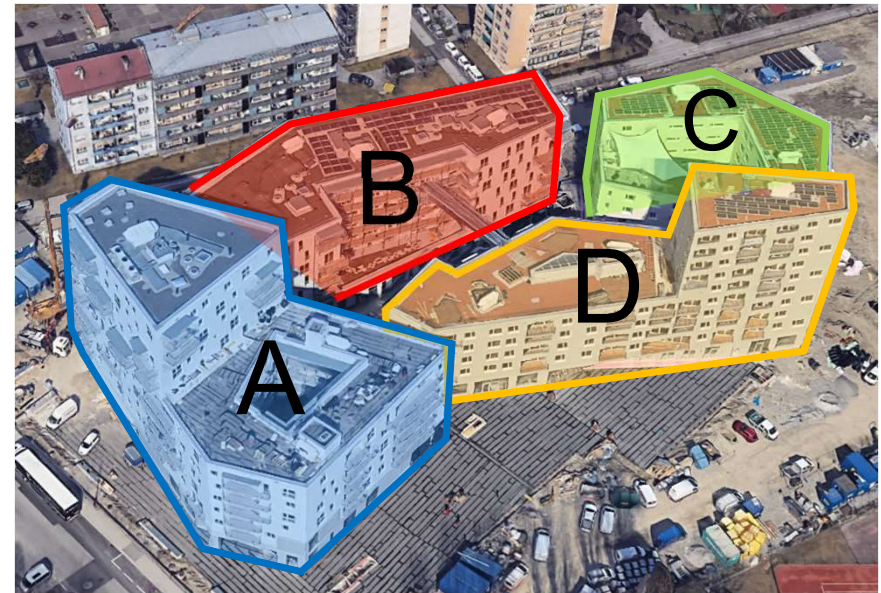
IIG (Markus Elender, Martin Franzmair, Josef Mittner, Andreas Plhak)

Stransky (Michael Stransky)



# Innsbruck Campagne

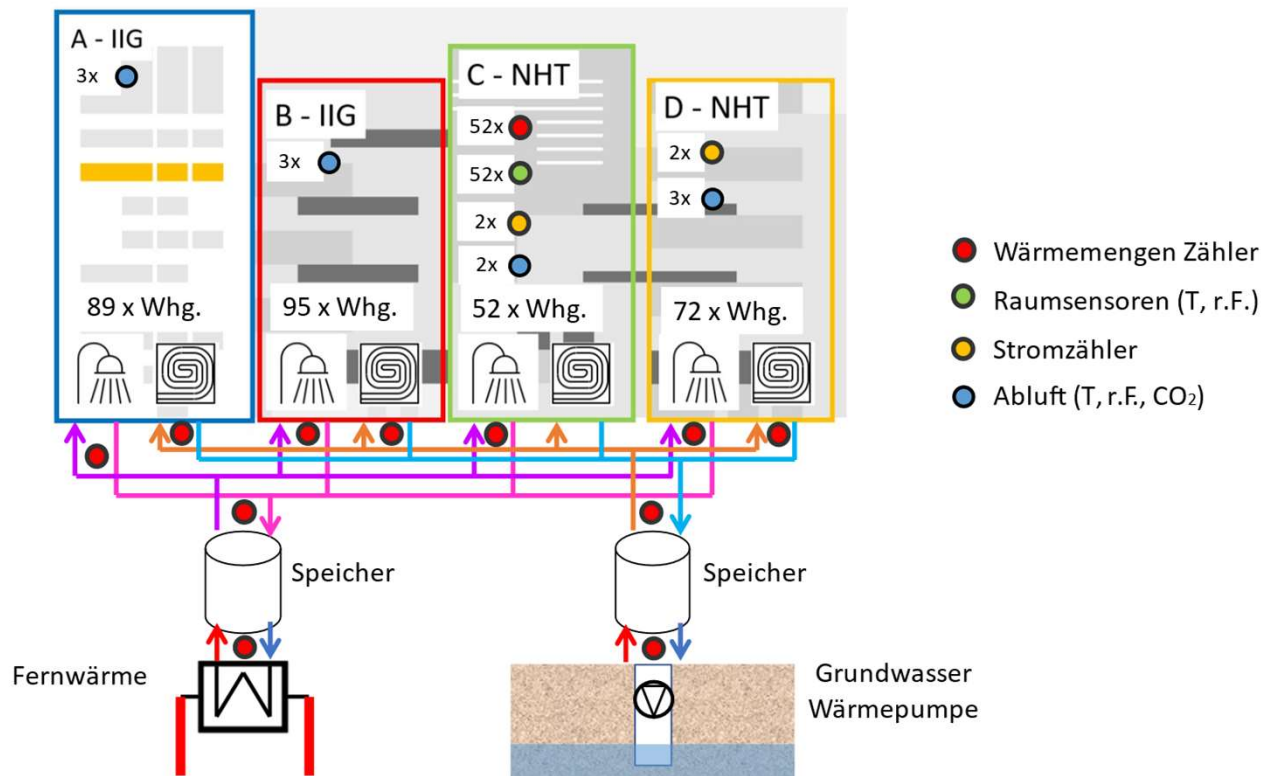
	IIG		NHT	
	A	B	C	D
Stockwerke [-]	11	7	6	10
BGF [m²]*	9635	8392	4623	6803
AEB (lt. PHPP) [m²]	6686	6525	3587	5479
Gebäudehüllfläche [m²]	8820	7120	5299	7051
Beheiztes Volumen [m³]	16714	16313	9269	14246
mittl. U-Wert [W/(m²K)]	0.325	0.316	0.277	0.300
Charakteristische Länge [m]*	3.68	3.81	2.82	3.37
n50 [1/h]	0.52	0.35	0.35	0.35
HWB [kWh/(m²a)]	15.3	15.0	20.0	16.0
HL [W/m²]	11.9	11.5	15.1	12.8



Google Earth



# FFG Projekt „Monitoring Campagne“



## Simulationsstudie in der Pre-Design-Phase

Dermentzis et. al. "Supporting decision-making for heating and distribution systems in a new residential district - An Austrian case study"

→ 2 + 2 Verteilsystem

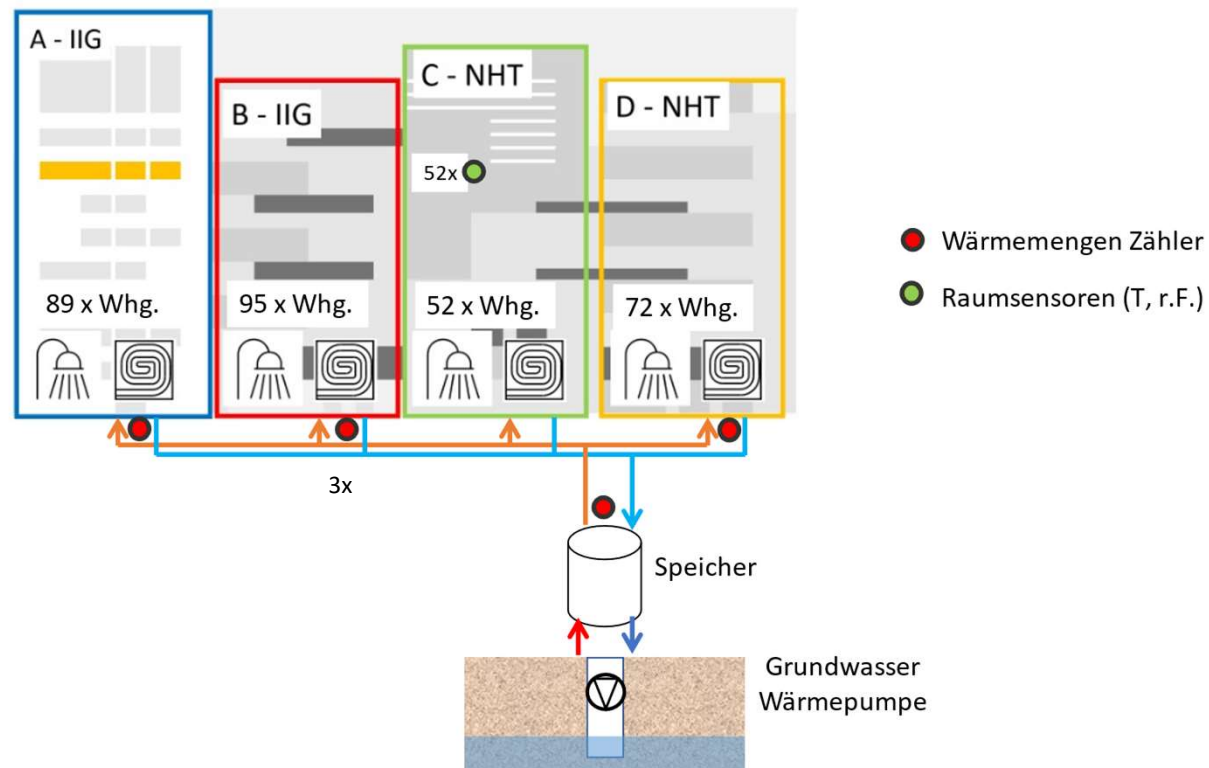
## Monitoring Project

"Smart City Campagne-Areal Innsbruck" & "FFG - IBK Campagne Monitoring"

# Ergebnisse Monitoring

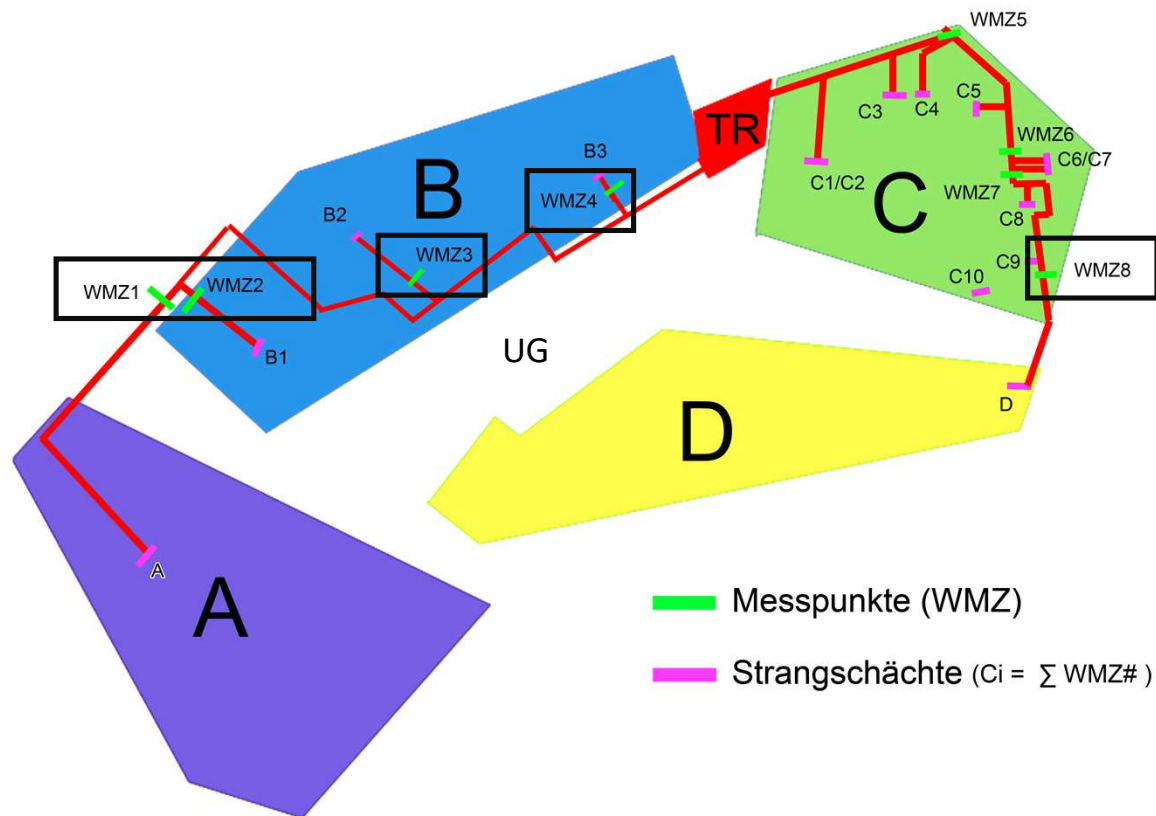
- Heizwärmebedarf Gebäude
- Trinkwarmwasserbedarf Gebäude
- Gebäudetechnik (Effizienz Wärmepumpe, Fernwärme, Verteilverluste)
- Komfort und Raumluftqualität (Gebäudeweise CO<sub>2</sub>, Wohnungsweise T, rF Gebäude C)
- Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise) – Zapfprofile, Gleichzeitigkeitsfaktoren

# Messung und Auswertung vom Heizwärmebedarf



HWB für Gebäude C kann nur indirekt über den Bedarf von Gebäude D und der gelieferten Energie bestimmt werden, enthält dementsprechend Verteilverluste außerhalb der thermischen Hülle.

# Messung und Auswertung vom Heizwärmebedarf

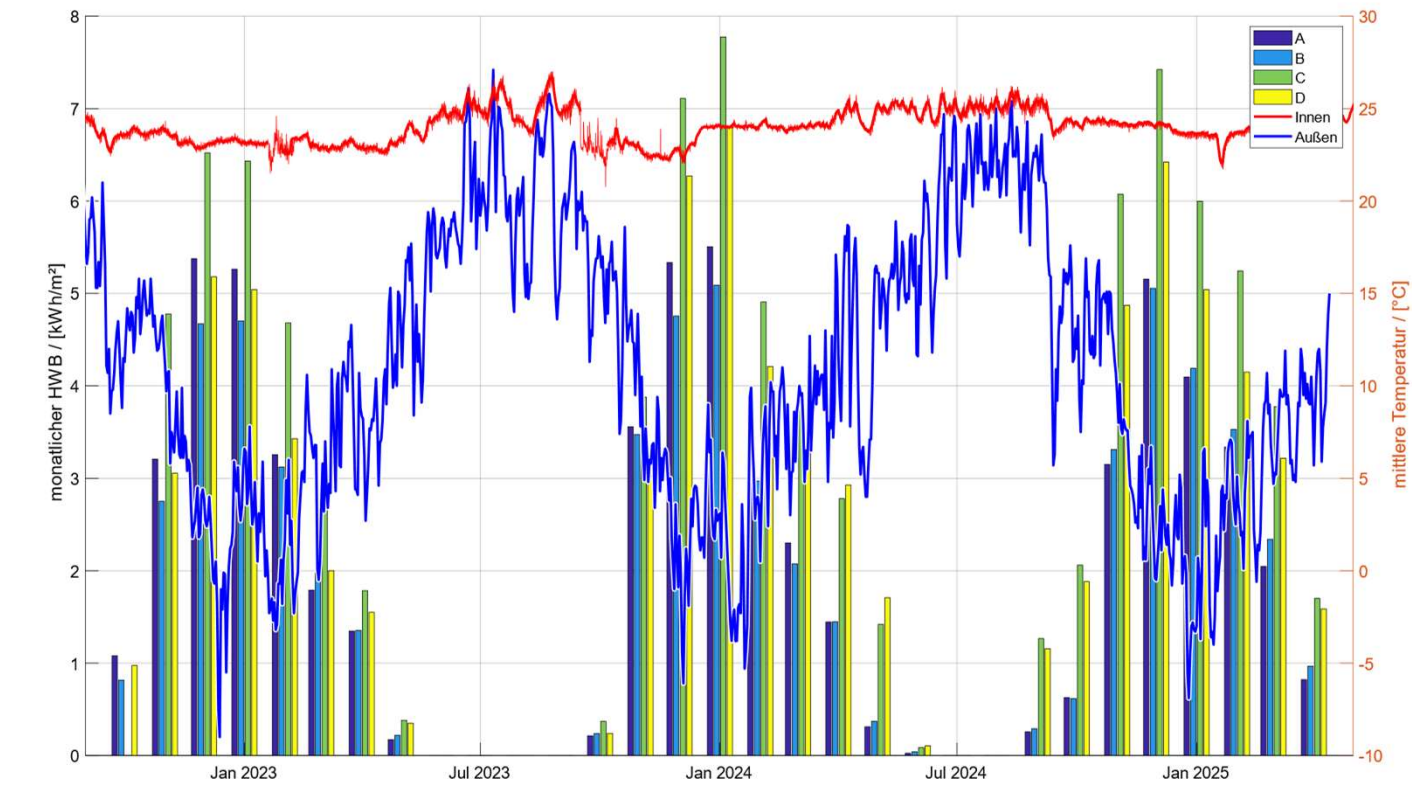


WMZ 1-8 im TWW-Verteilsystem

WMZ 1/2/3/4/8 auch im RH-Verteilsys.



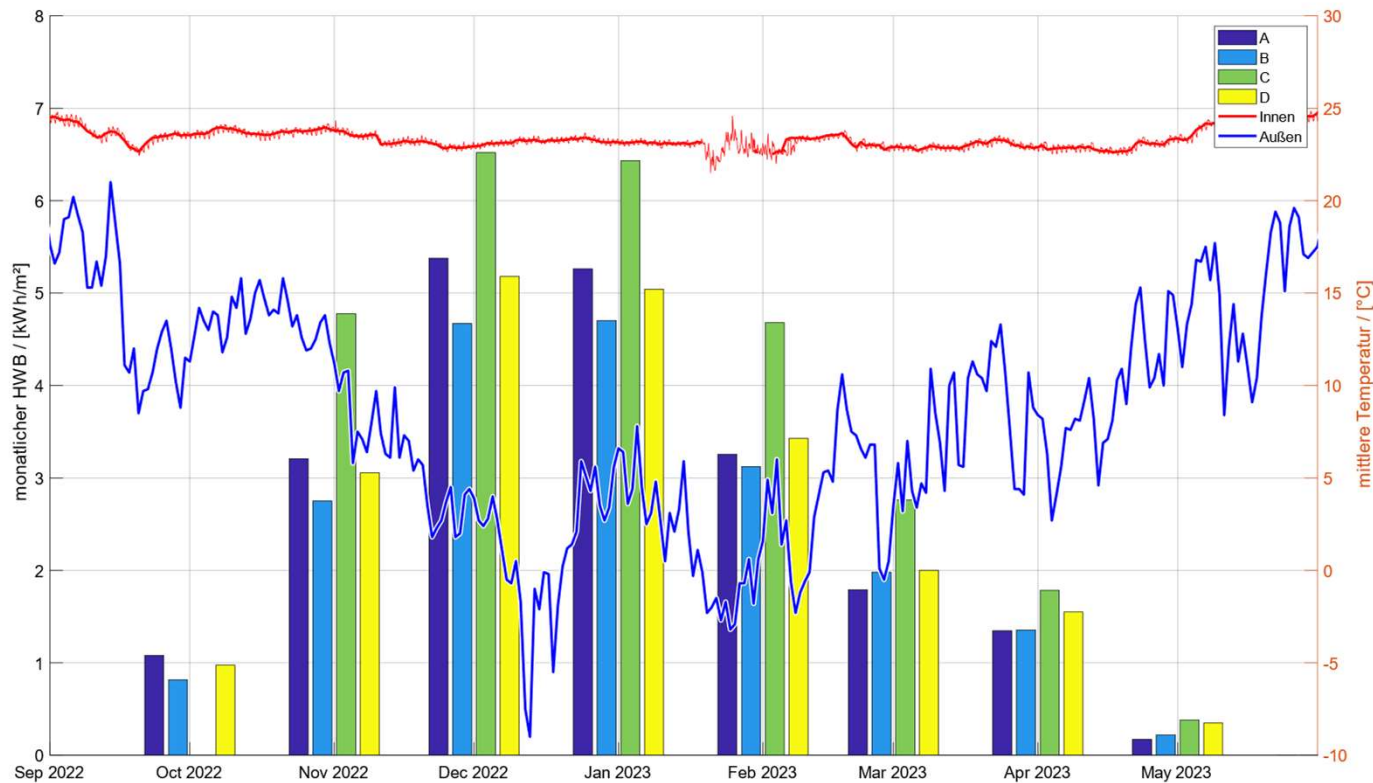
# Heizwärmebedarf Gebäude ( + PHPP Vergleich)



\*C: enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle

HWB / [kWh/(m²a)]				
	A	B	C*	D
2022/23	21,5	19,6	27,3	21,6
2023/24	22,0	20,5	32,1	28,8
2024/25	19,5	20,3	33,5	28,3
mittel	21,0	20,1	31,0	26,2

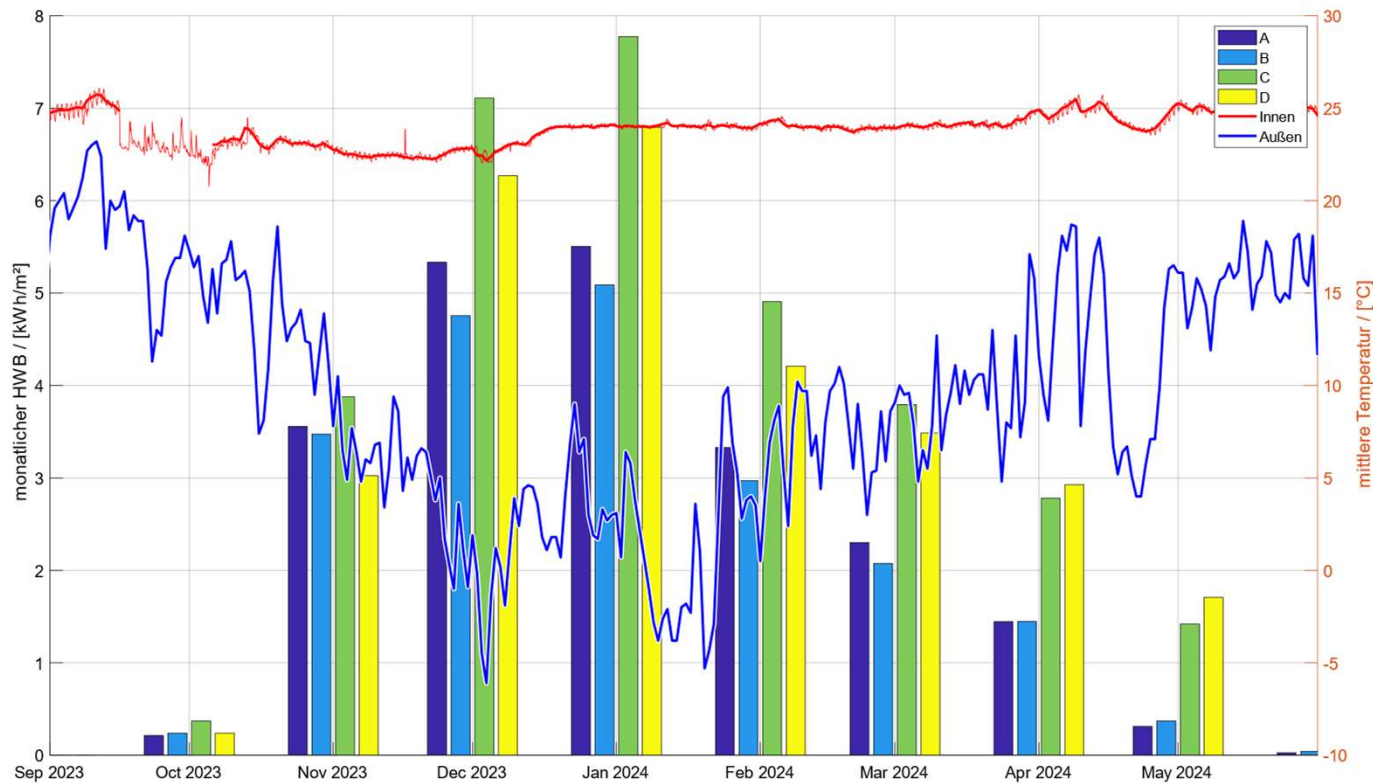
# Heizwärmebedarf Gebäude



	HWB / [kWh/(m²a)]			
	A	B	C	D
Sep	0,0	0,0	0,0	0,0
Okt	1,1	0,8	0,0	1,0
Nov	3,2	2,8	4,8	3,1
Dez	5,4	4,7	6,5	5,2
Jan	5,3	4,7	6,4	5,0
Feb	3,3	3,1	4,7	3,4
Mär	1,8	2,0	2,8	2,0
Apr	1,3	1,4	1,8	1,5
Mai	0,2	0,2	0,4	0,3
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0
Aug	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME	21,5	19,6	27,3	21,6

\*C: enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle

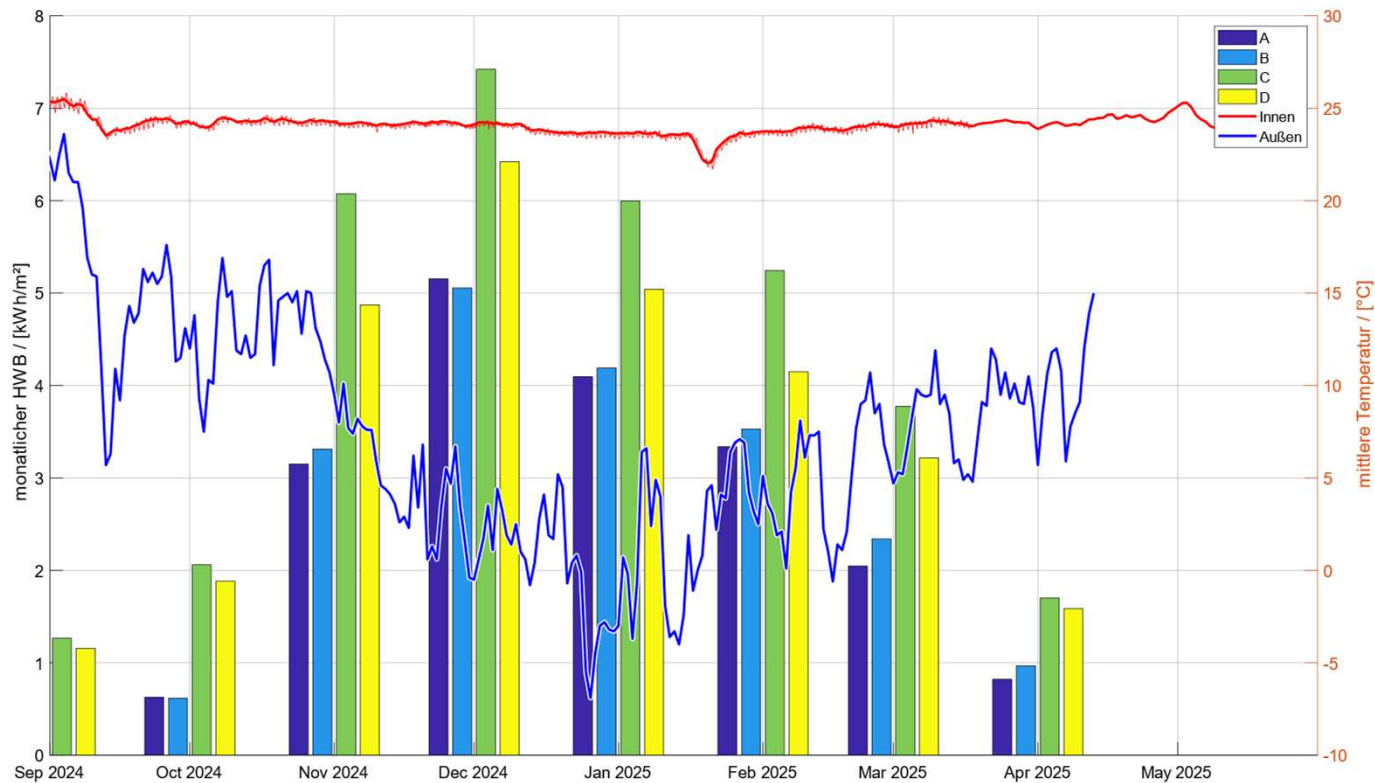
# Heizwärmebedarf Gebäude



	HWB / [kWh/(m²a)]			
	A	B	C	D
Sep	0,0	0,0	0,0	0,0
Okt	0,2	0,2	0,4	0,2
Nov	3,6	3,5	3,9	3,0
Dez	5,3	4,8	7,1	6,3
Jän	5,5	5,1	7,8	6,8
Feb	3,3	3,0	4,9	4,2
Mär	2,3	2,1	3,8	3,5
Apr	1,4	1,4	2,8	2,9
Mai	0,3	0,4	1,4	1,7
Jun	0,0	0,0	0,1	0,1
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0
Aug	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME	22,0	20,5	32,1	28,8

\*C: enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle

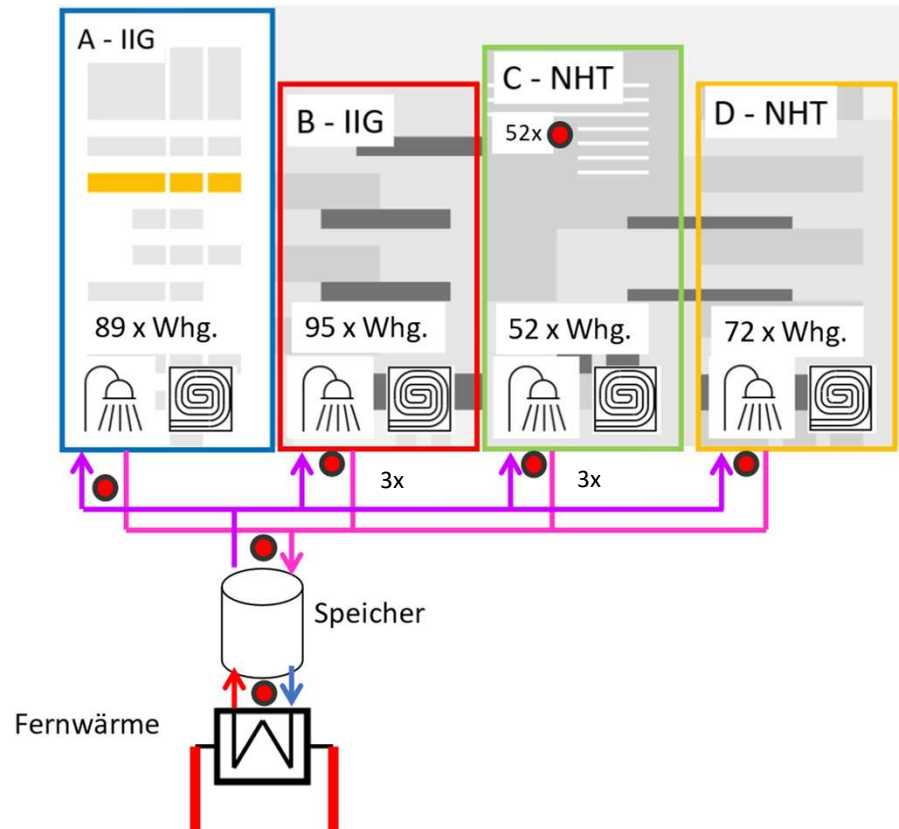
# Heizwärmebedarf Gebäude



	HWB / [kWh/(m²a)]			
	A	B	C	D
Sep	0,3	0,3	1,3	1,2
Okt	0,6	0,6	2,1	1,9
Nov	3,1	3,3	6,1	4,9
Dez	5,2	5,1	7,4	6,4
Jän	4,1	4,2	6,0	5,0
Feb	3,3	3,5	5,2	4,1
Mär	2,1	2,3	3,8	3,2
Apr	0,8	1,0	1,7	1,6
SUMME	19,5	20,3	33,5	28,3

\*C: enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle

# Trinkwarmwasserbedarfsermittlung



Trinkwarmwasserverbrauch nur in Gebäude C direkt ermittelbar

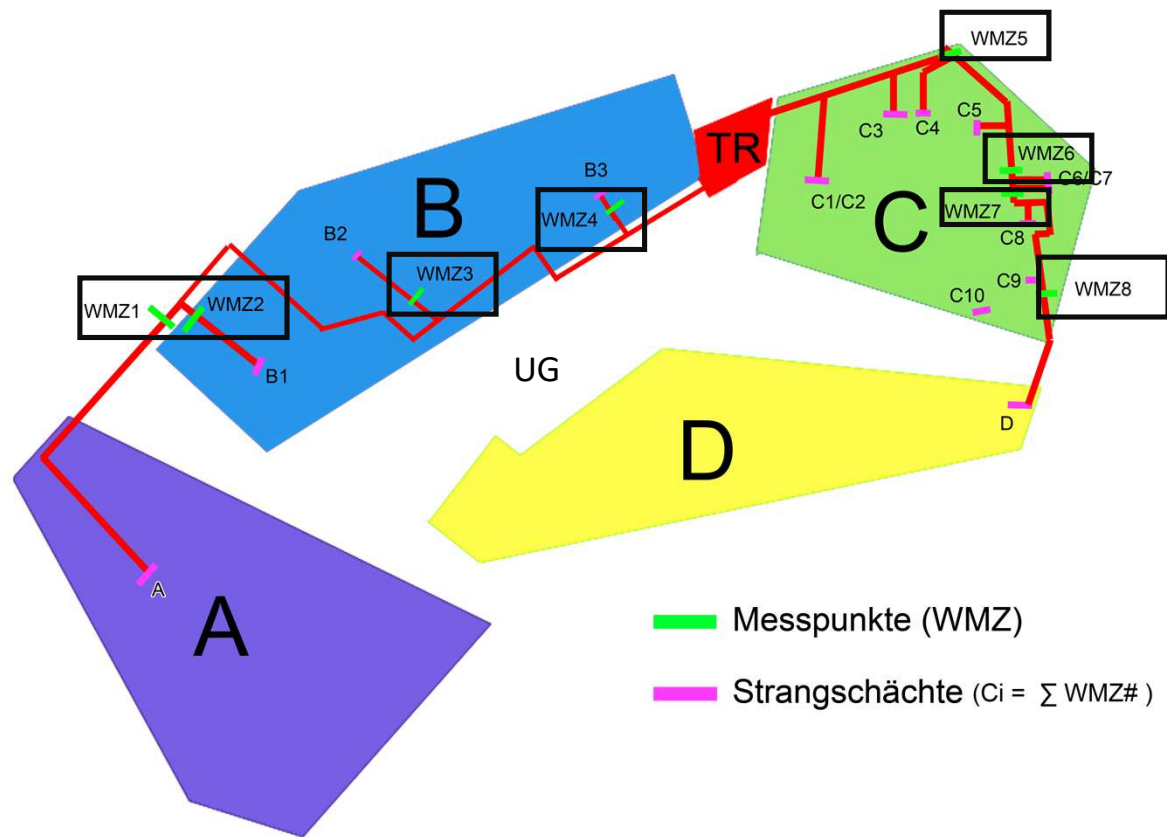
→ Verteilverluste

→ Zapfprofile

→ Gleichzeitigkeitsfaktoren

● Wärmemengen Zähler

# Messung und Auswertung der TWW -Verteilverluste



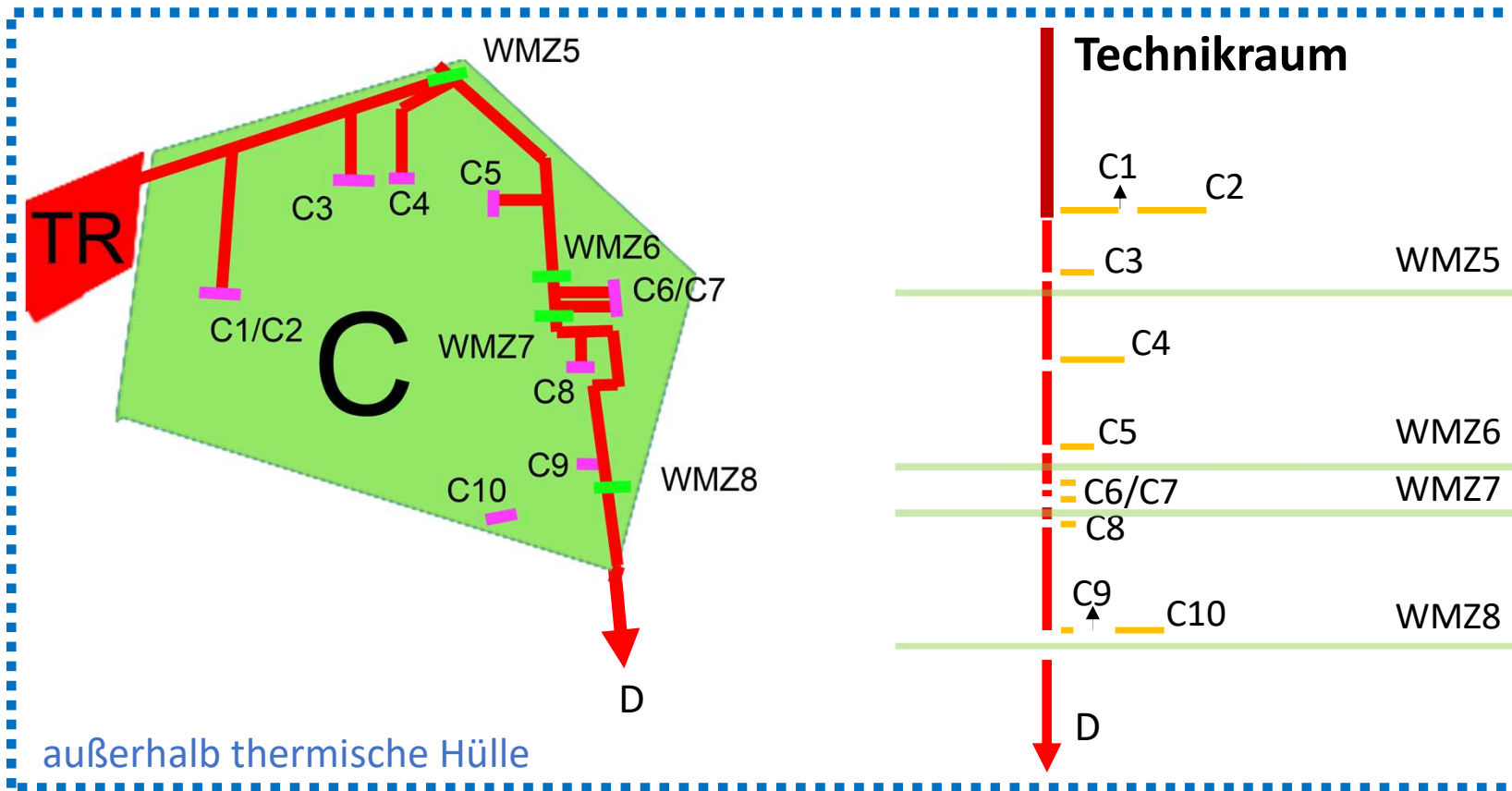
WMZ 1-8 im TWW-Verteilsystem

WMZ 1/2/3/4/8 auch im RH-Verteilsys.

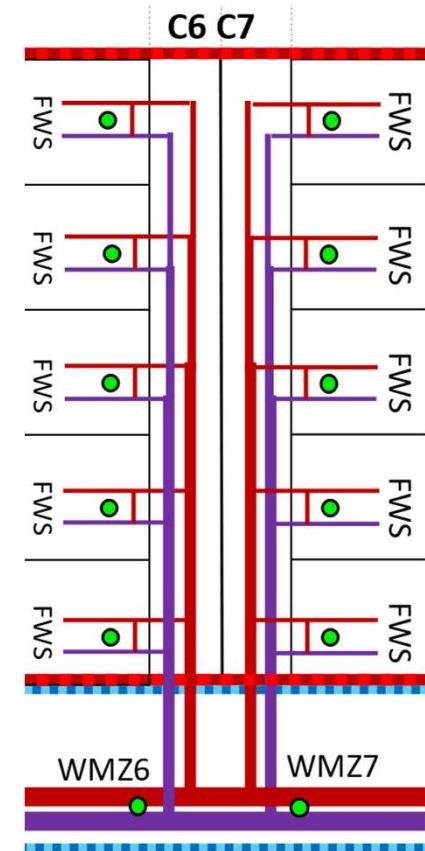
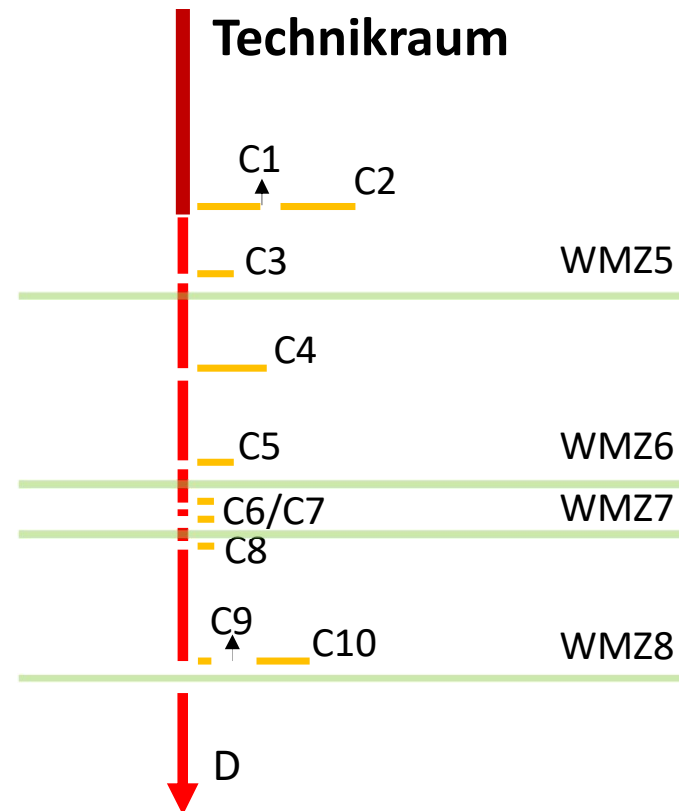


# Messung und Auswertung der TWW - Verteilverluste

● Wärmemengenzähler

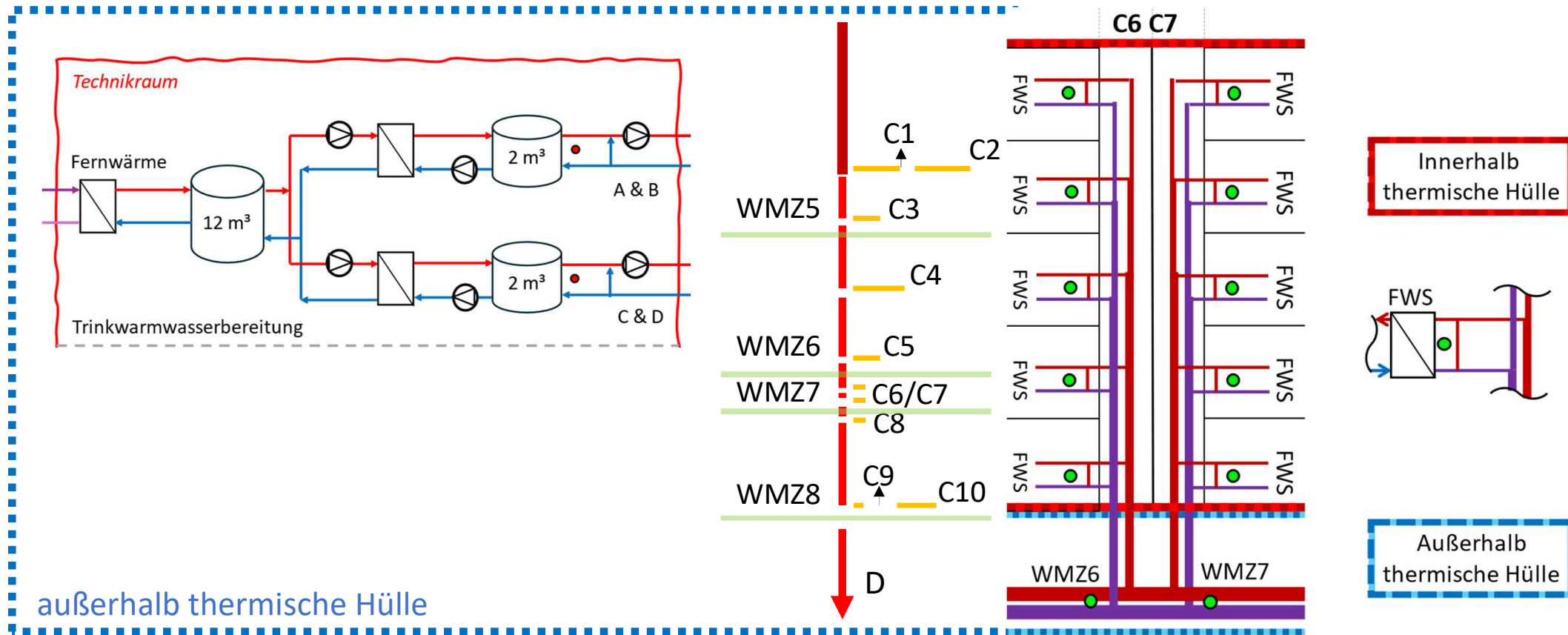


## Technikraum



# Messung und Auswertung der TWW - Verteilverluste

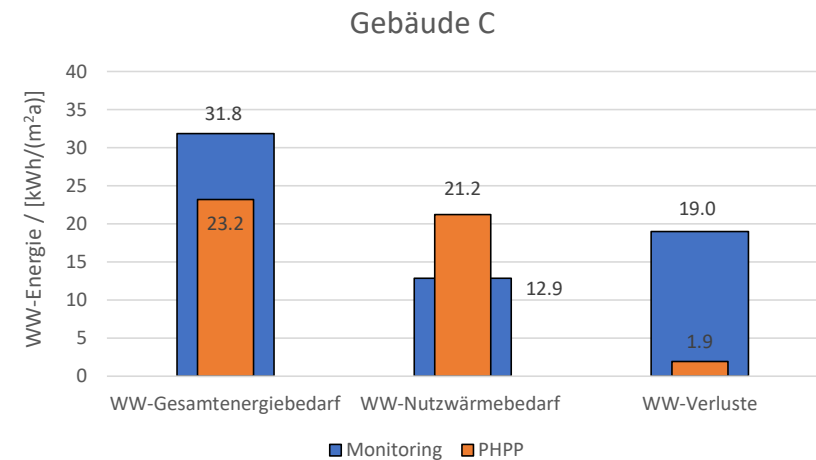
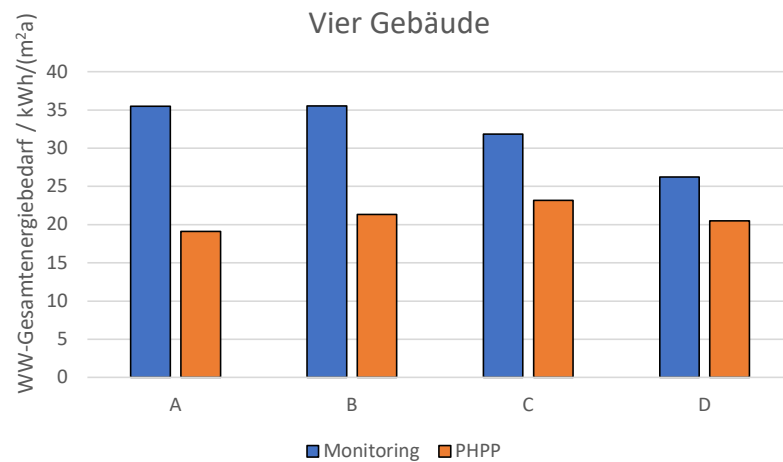
● Wärmemengenzähler



# Trinkwarmwasserbedarf Gebäude

WW-Gesamtenergiebedarf = WW-Nutzwärmebedarf + WW-Verluste

Gesamte Jahre 2023



# Trinkwarmwasser - Verteilverluste

[kWh/m²]		A	B	C			D
		HWB	HWB	HWB	TWW-Bedarf	TWW-Verlust	HWB
2023	Jun	0	0	0	0.95	1.55	0
2023	Jul	0	0	0	0.81	1.52	0
2023	Aug	0	0	0	0.72	1.52	0
2023	Sep	0	0	0	0.93	1.45	0
2023	Oct	0.2	0.2	0.4	1.07	1.79	0.2
2023	Nov	3.6	3.5	3.9	1.12	1.84	3
2023	Dec	5.3	4.8	7.1	1.42	1.90	6.3
2024	Jan	5.5	5.1	7.8	1.30	1.88	6.8
2024	Feb	3.3	3	4.9	1.31	1.76	4.7
2024	Mar	2.3	2.1	3.8	1.34	1.85	3.5
2024	Apr	1.4	1.4	2.8	1.23	1.75	2.9
2024	May	0.3	0.4	1.4	1.21	1.72	1.6
Σ		21.9	20.5	32.1	13.4	20.5	28.5

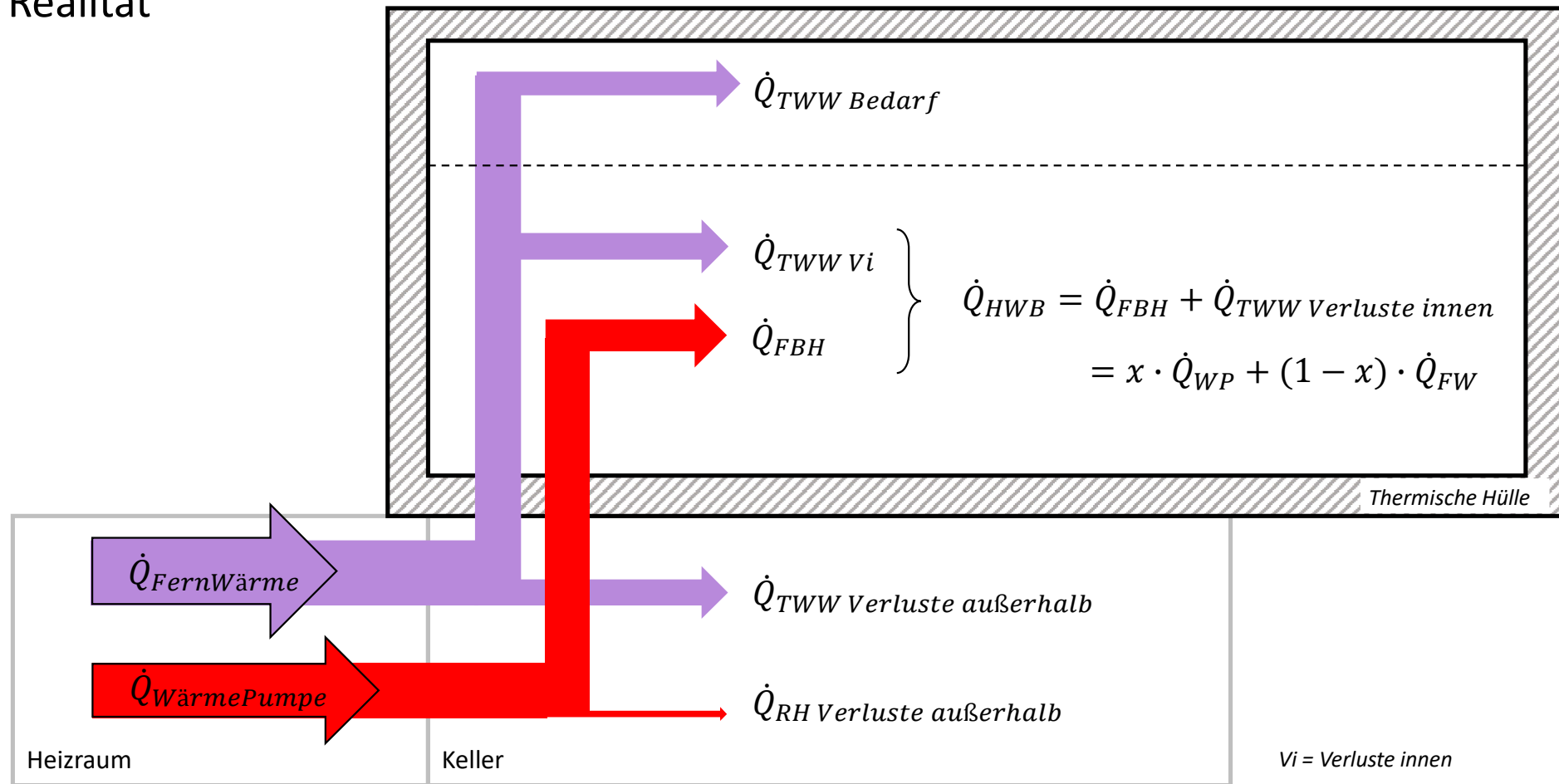
Die Trinkwarmwasser Verteilverluste sind vergleichsweise hoch zum Heizwärmebedarf!

# Heizgradtag - Bereinigung

Bezugsfläche [m²]	6686	6525	3587	5479		
<b>HWB [kWh/(m²a)]</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>θ<sub>i</sub></b>	<b>Klima</b>
Design PHPP	15.3	15.0	20.0	16.0	20°C	AT0032b
HGT bereinigtes PHPP	15.7	16.7	23.4	14.9	23.7°C	2023/24
Messung	21.9	20.5	32.1*	28.5	23.7°C	2023/24

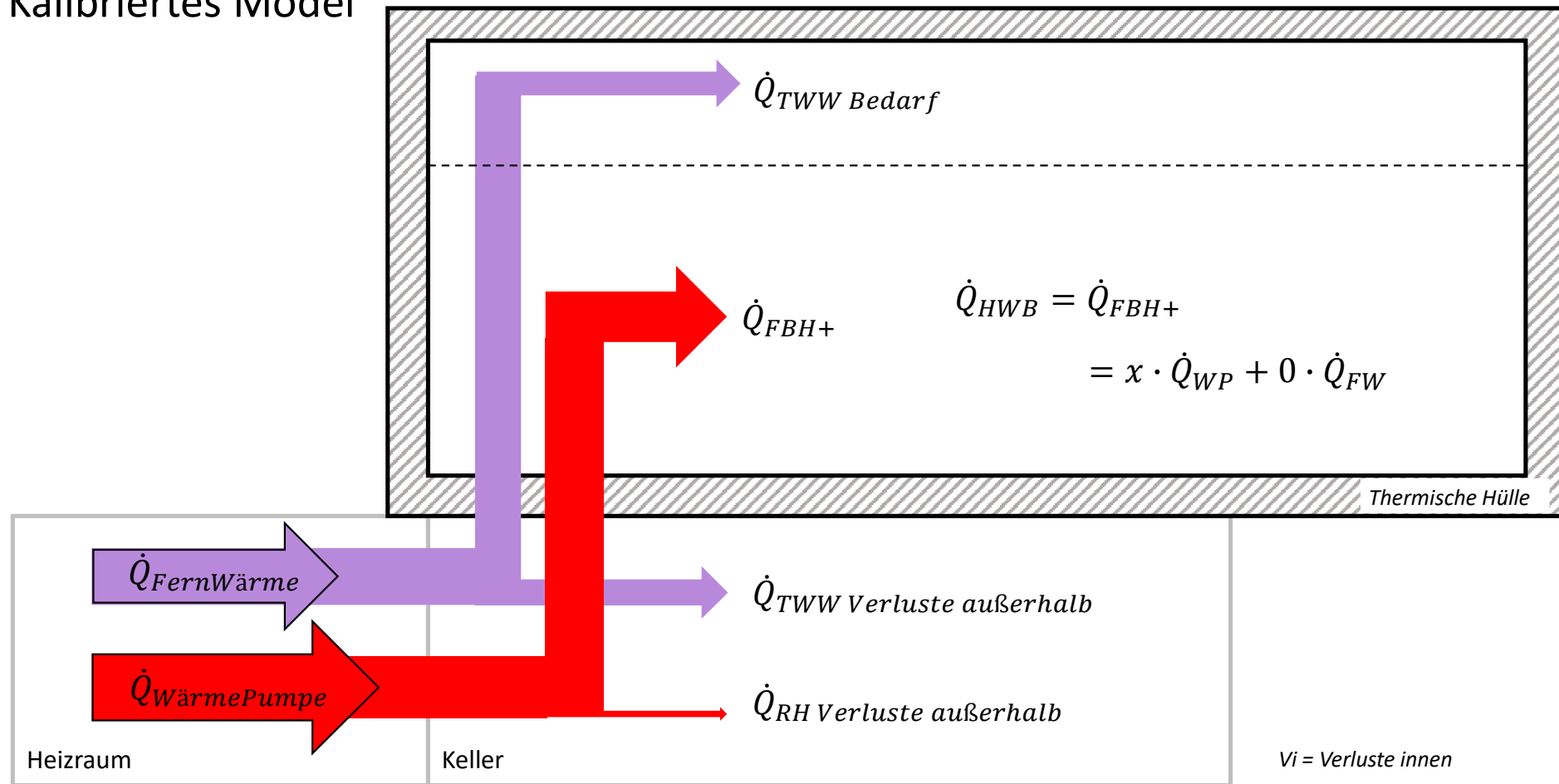
*\*enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle*

“Realität”





## “Kalibriertes Model”



# Heizgradtag – Bereinigung & Einfluss Verteilverluste Trinkwarmwasser

Bezugsfläche [m²]	6686	6525	3587	5479		
<b>HWB [kWh/(m²a)]</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>ϑ<sub>i</sub></b>	<b>Klima</b>
Design PHPP	15.3	15.0	20.0	16.0	20°C	AT0032b
HGT bereinigtes PHPP	15.7	16.7	23.4	14.9	23.7°C	2023/24
Messung	21.9	20.5	32.1*	28.5	23.7°C	2023/24
Kalibriertes Model	30.1	27.7	39.0	32.2	23.7°C	2023/24

*\*enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle*

# Heizgradtag – Bereinigung & Einfluss Verteilverluste Trinkwarmwasser

Bezugsfläche [m²]	6686	6525	3587	5479		
<b>HWB [kWh/(m²a)]</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>ϑ<sub>i</sub></b>	<b>Klima</b>
Design PHPP	15.3	15.0	20.0	16.0	20°C	AT0032b
HGT bereinigtes PHPP	15.7	16.7	23.4	14.9	23.7°C	2023/24
Messung	21.9	20.5	32.1*	28.5	23.7°C	2023/24
Kalibriertes Model	30.1	27.7	39.0	32.2	23.7°C	2023/24
Anteil Fernwärme	+ 40 %	+ 35%	+ 22%	+ 13%	-	-

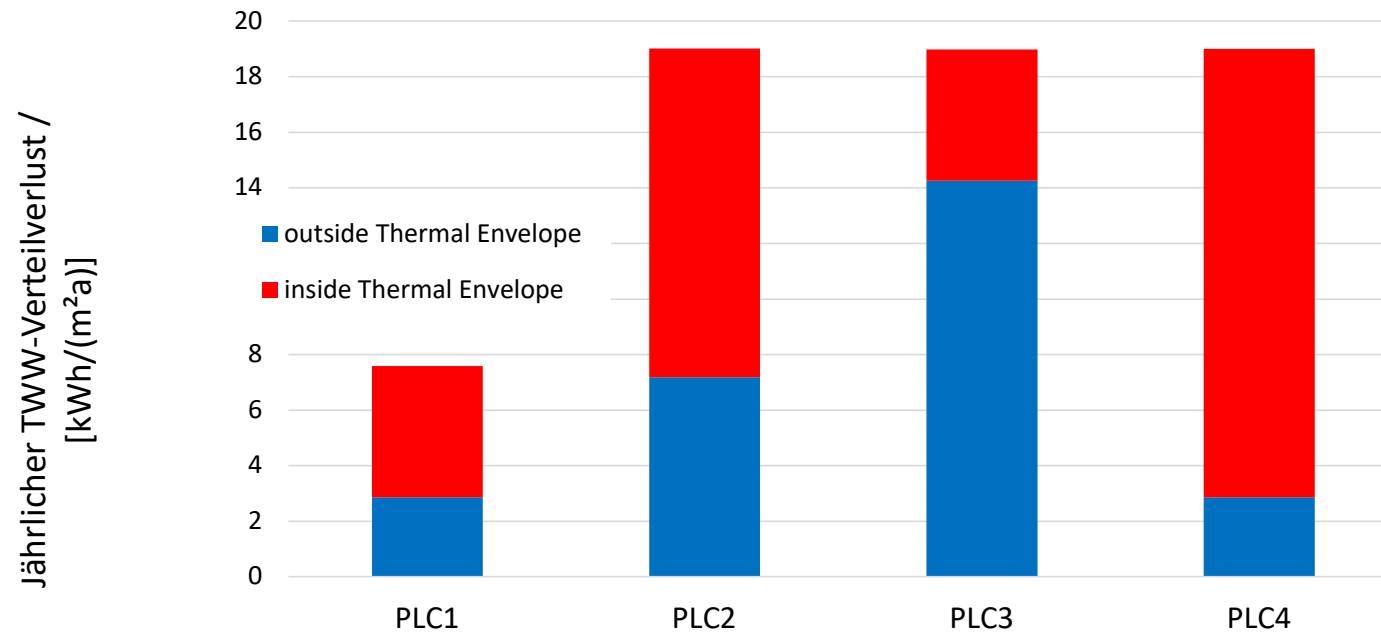
*\*enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle*

# Heizgradtag – Bereinigung & Einfluss Verteilverluste Trinkwarmwasser

Bezugsfläche [m²]	6686	6525	3587	5479		
<b>HWB [kWh/(m²a)]</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>ϑ<sub>i</sub></b>	<b>Klima</b>
Design PHPP	15.3	15.0	20.0	16.0	20°C	AT0032b
HGT bereinigtes PHPP	15.7	16.7	23.4	14.9	23.7°C	2023/24
Messung	21.9	20.5	32.1*	28.5	23.7°C	2023/24
Kalibriertes Model	30.1	27.7	39.0	32.2	23.7°C	2023/24
	20.0	18.4	25.6	20.0	20°C	2023/24

*\*enthält Verteilverluste der Heizung außerhalb der thermischen Hülle*

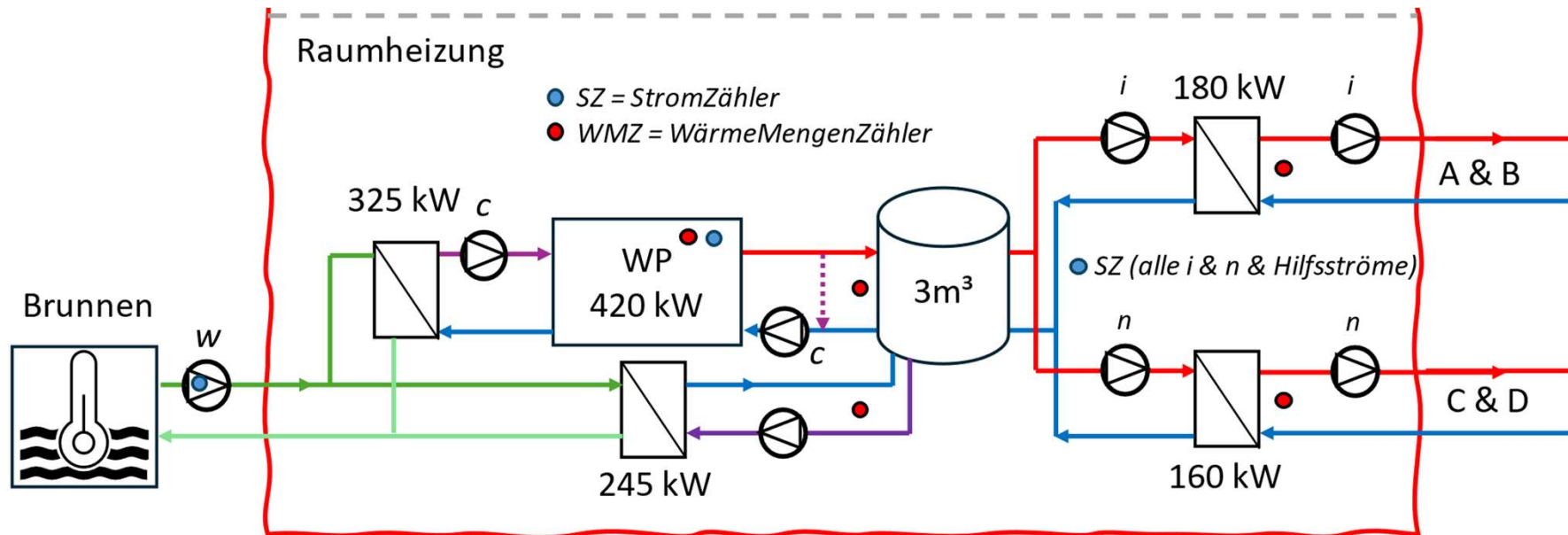
# Trinkwarmwasser-Verteilverluste als innerer Gewinn



\* bei 17°C zu 20°C  
& 37 m³/hr (für A & B)  
& 33 m³/hr (für C & D)

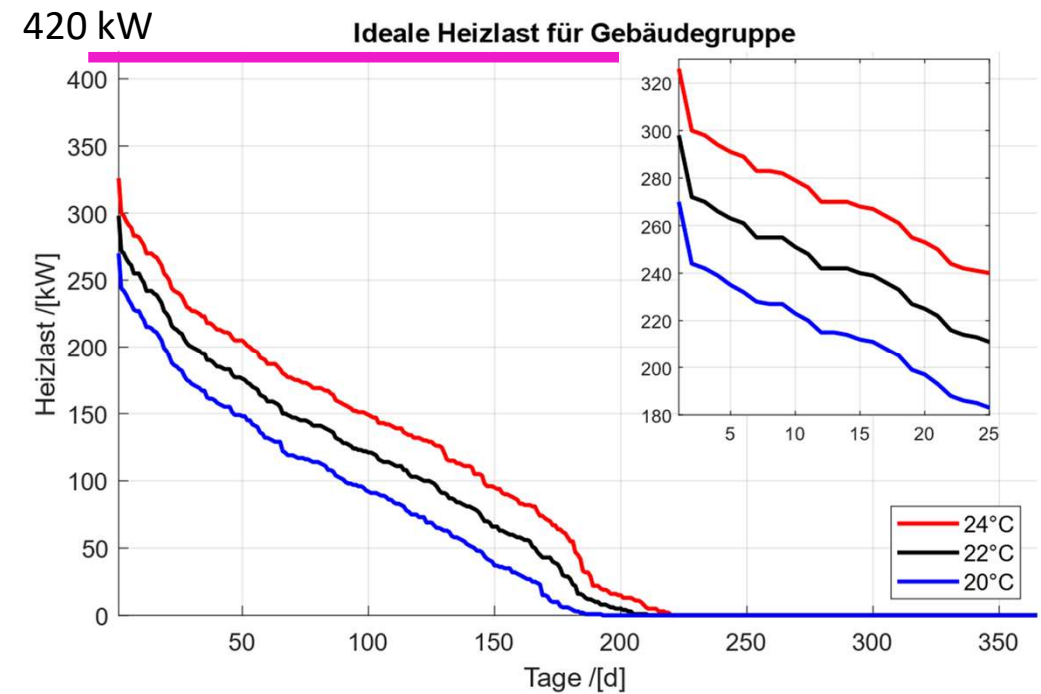
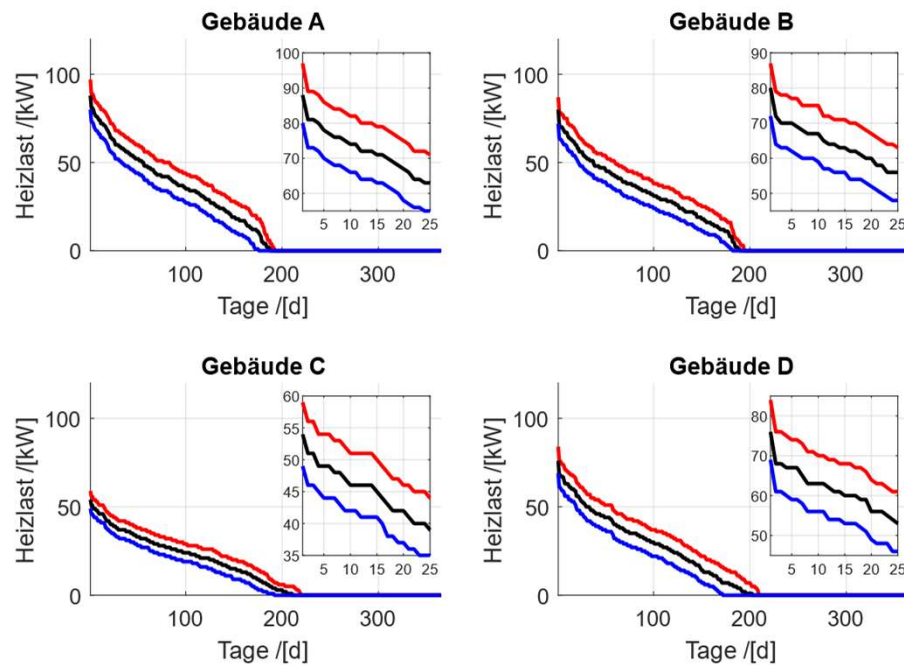
$\dot{Q}$ [W/m²]	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	Nom. FC*
Mittelwert	3,4	4,2	3,4	4,7	9/12

# Gebäudetechnik





# Ideale tägliche Heizlast des Kalibrierten Gebäudemodells

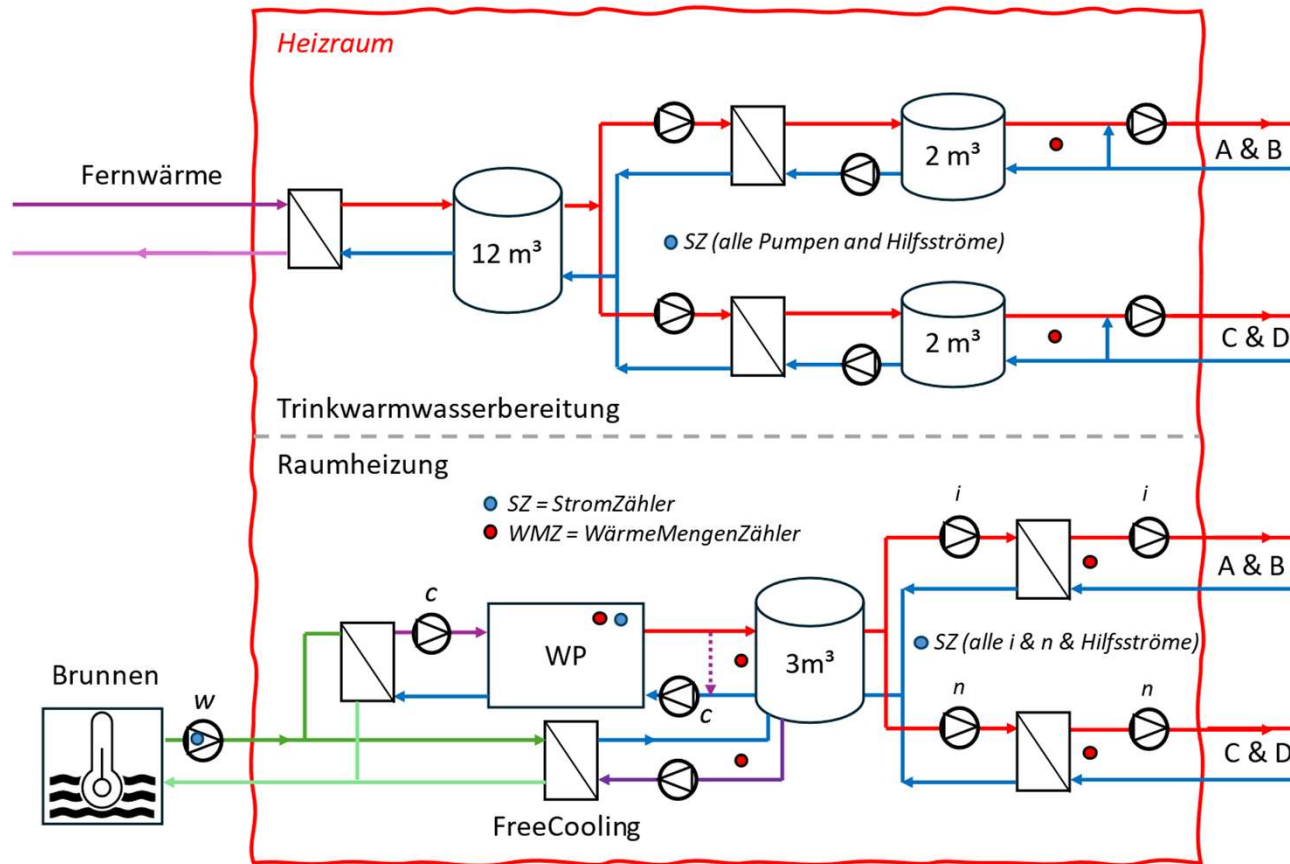


Breuss et. al., Optimization of a multi-apartment HVAC system using simulation and monitoring data, CLIMA Conference 2025

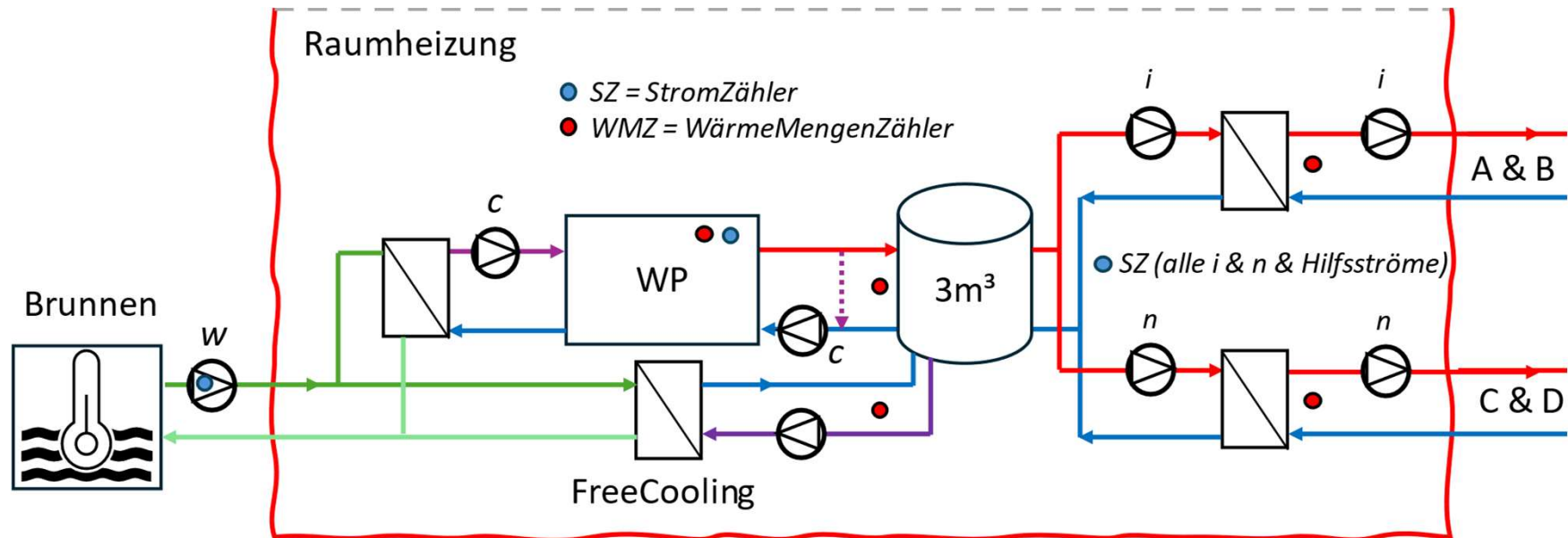
# Gebäudetechnik

(Effizienz Wärmepumpe, Fernwärme, Verteilverluste)

# Monitoring Konzept



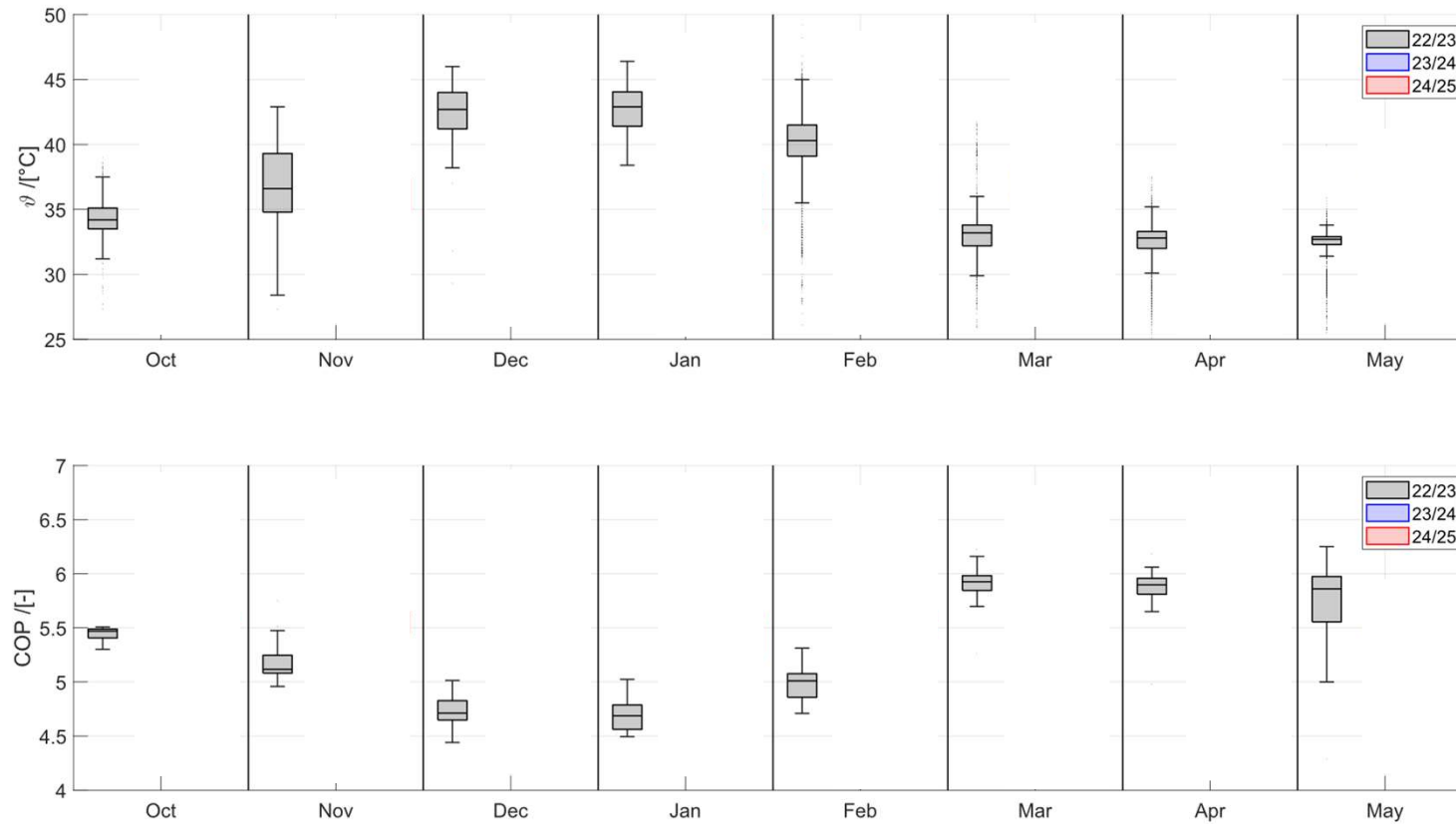
# Monitoring Konzept



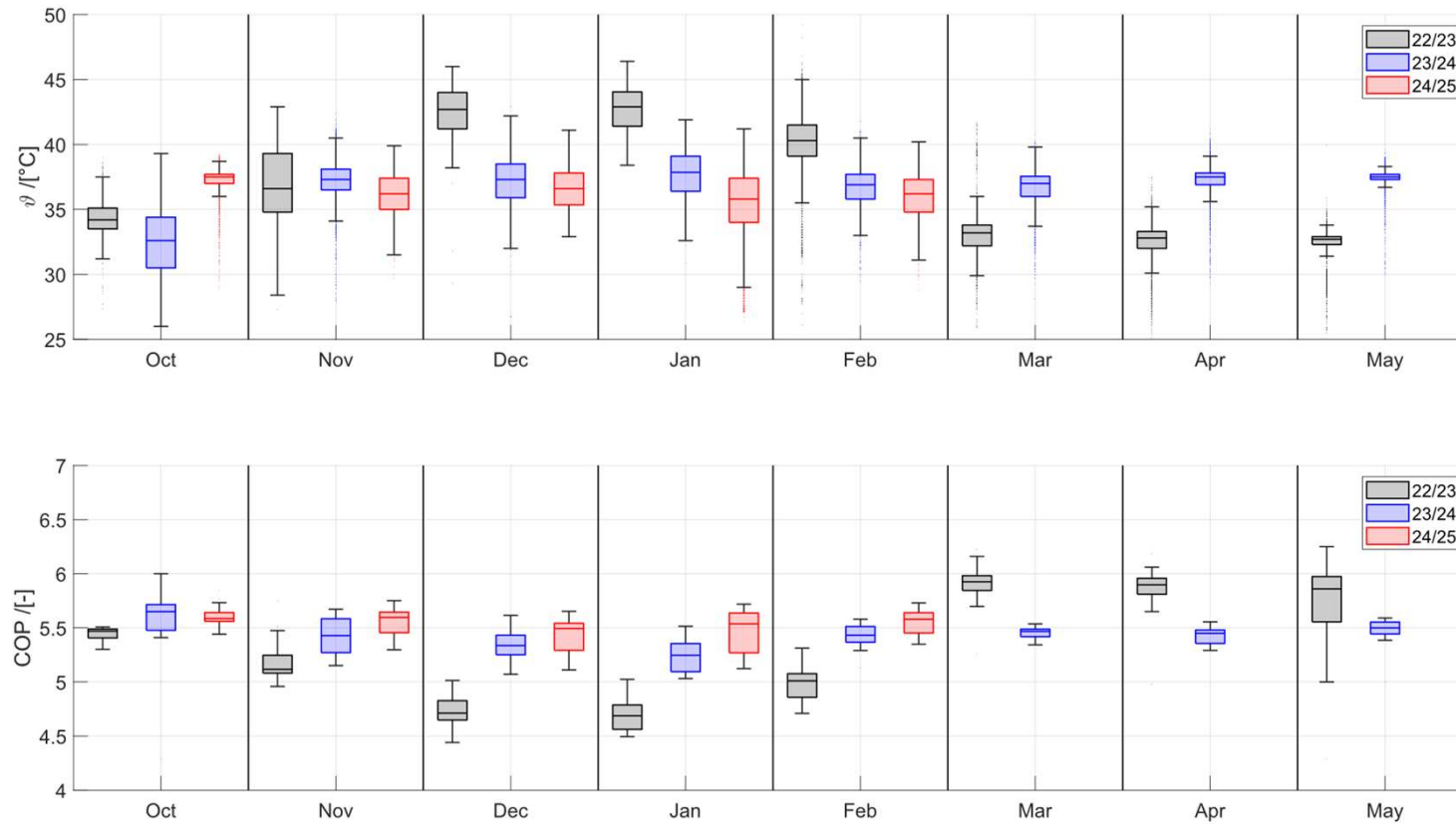
$$COP_{WP} = \frac{\dot{Q}_{thWP}}{P_{elWP}}$$

$$COP_{sys} = \frac{\dot{Q}_{thWP}}{\sum P_{el,i}}$$

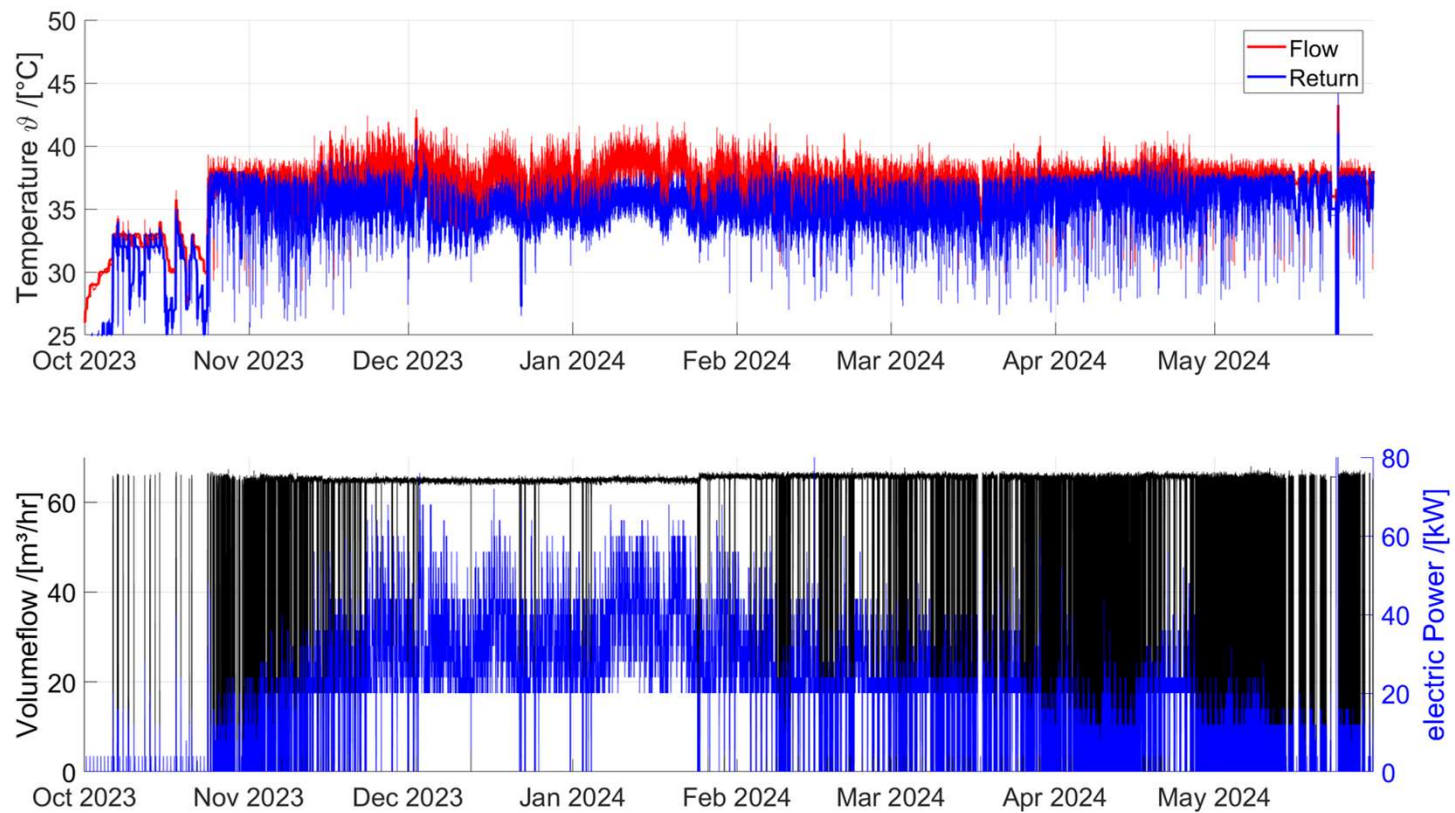
# COP und Senktemperatur



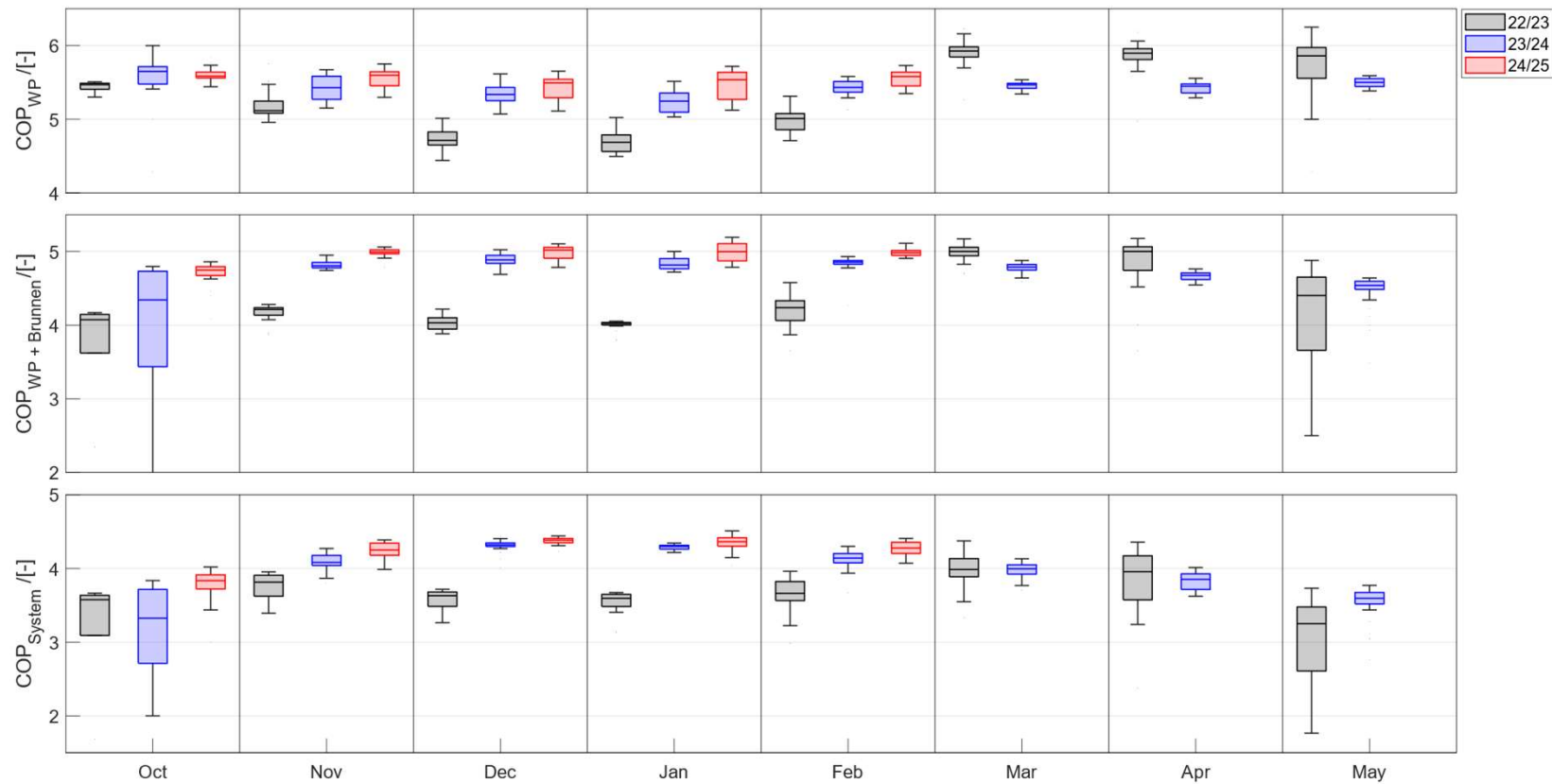
# COP und Senktemperatur



# Wärmepumpe

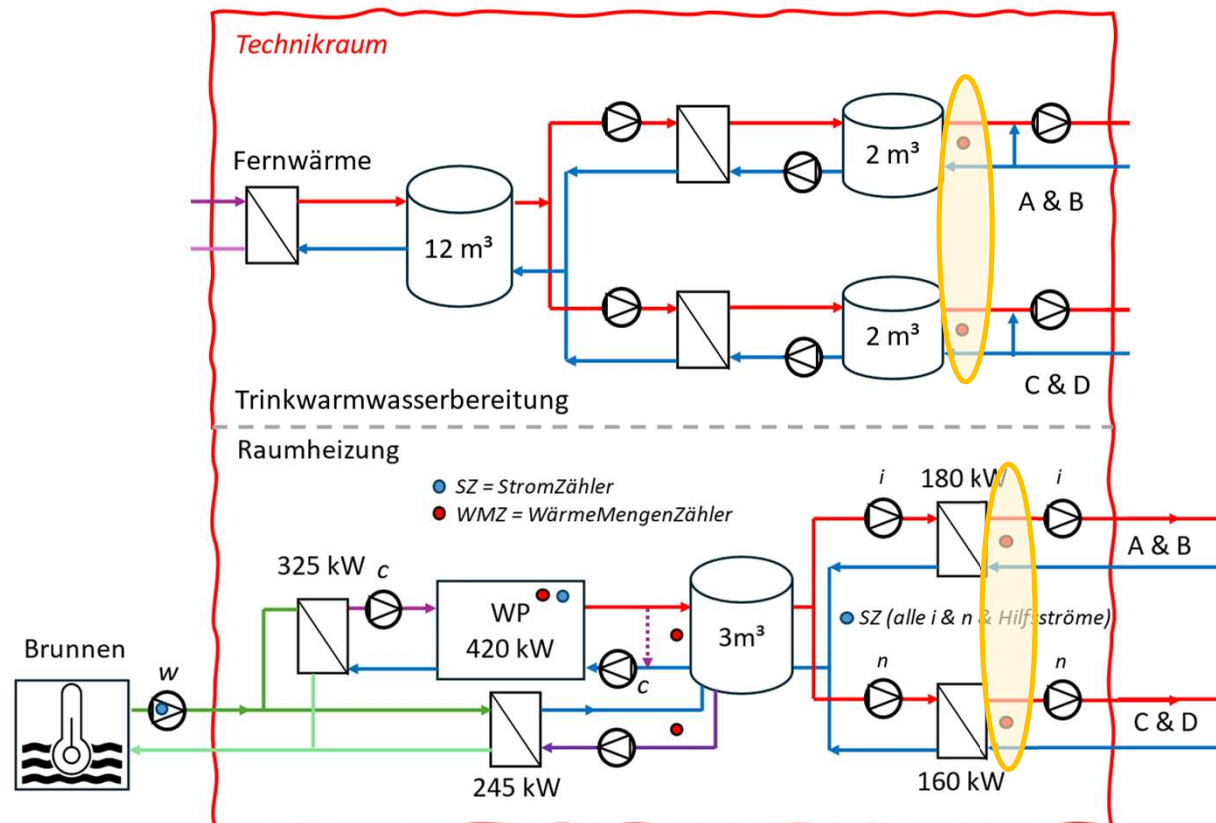


# COP je Systemgrenze





# Vor- und Rücklauftemperaturen der zentralen Wärmetauscher

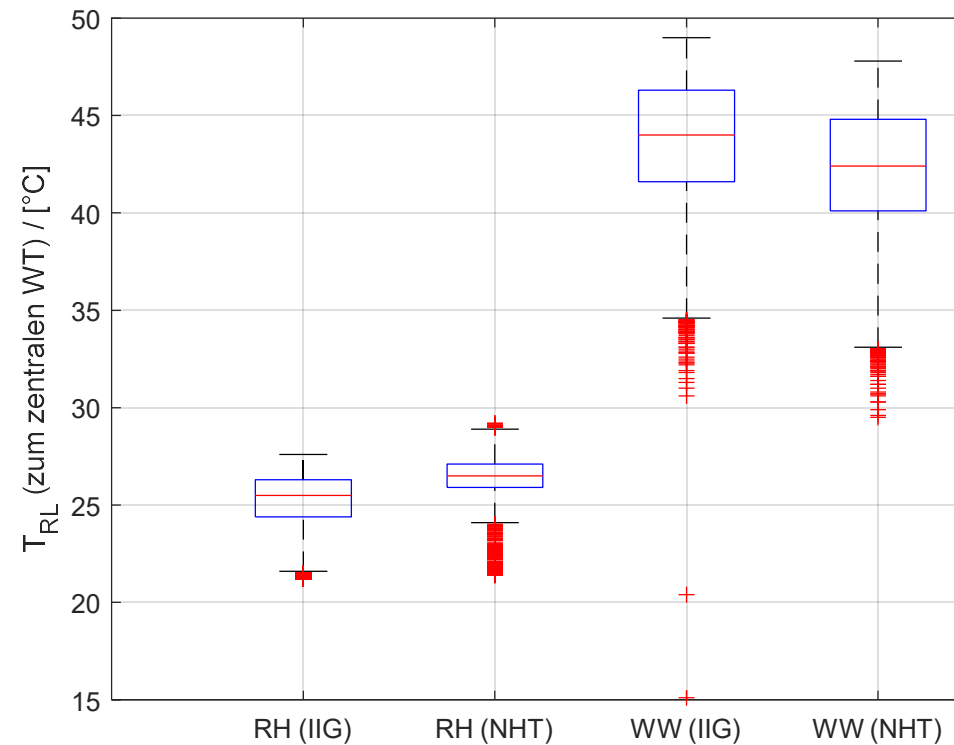


Position  
der  
Sensoren

# Temperaturen

(Rücklauftemperatur zum zentralen Wärmetauscher)

Gesamte Messperiode:  
Mai 2022 – Apr 2025



RH = Raumheizung  
WW = Warmwasser

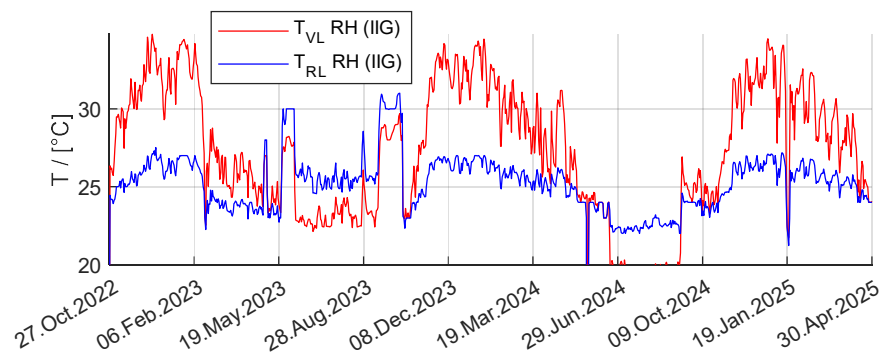
# Temperaturen

## Vor- und Rücklauftemperaturen von zentralen Wärmetauschern

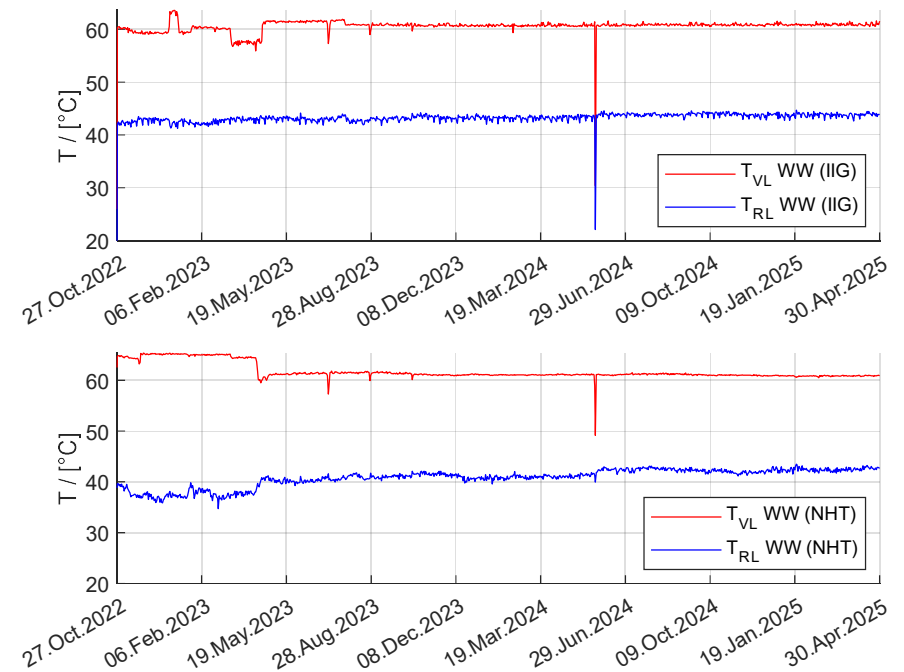
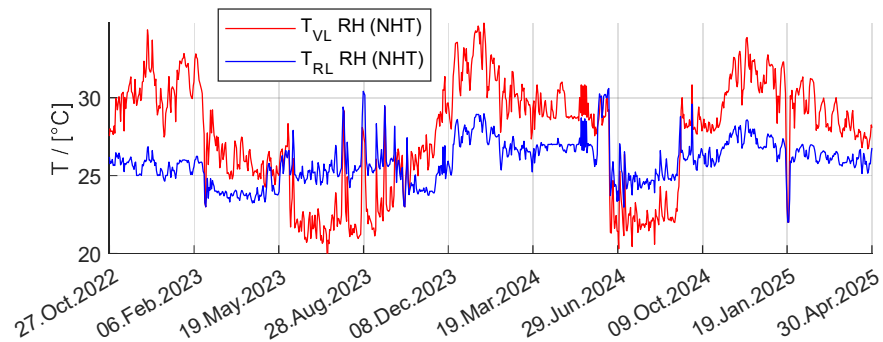
Raumheizung:

Warmwasser:

IIG



NHT



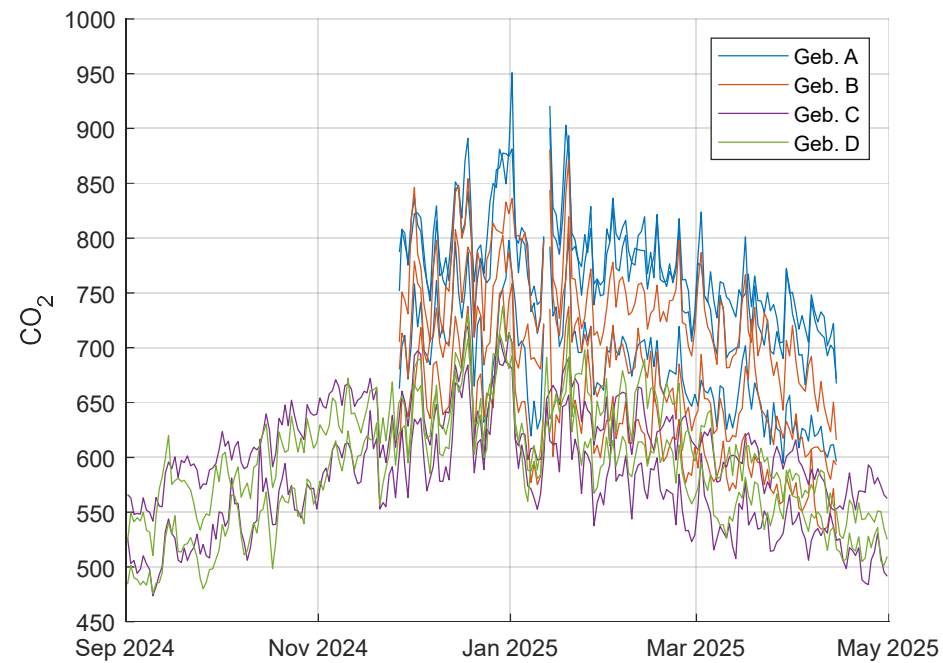
# Komfort und Raumlufthtqualität

(Gebäudeweise CO<sub>2</sub>, Wohnungsweise T, rF Gebäude C)



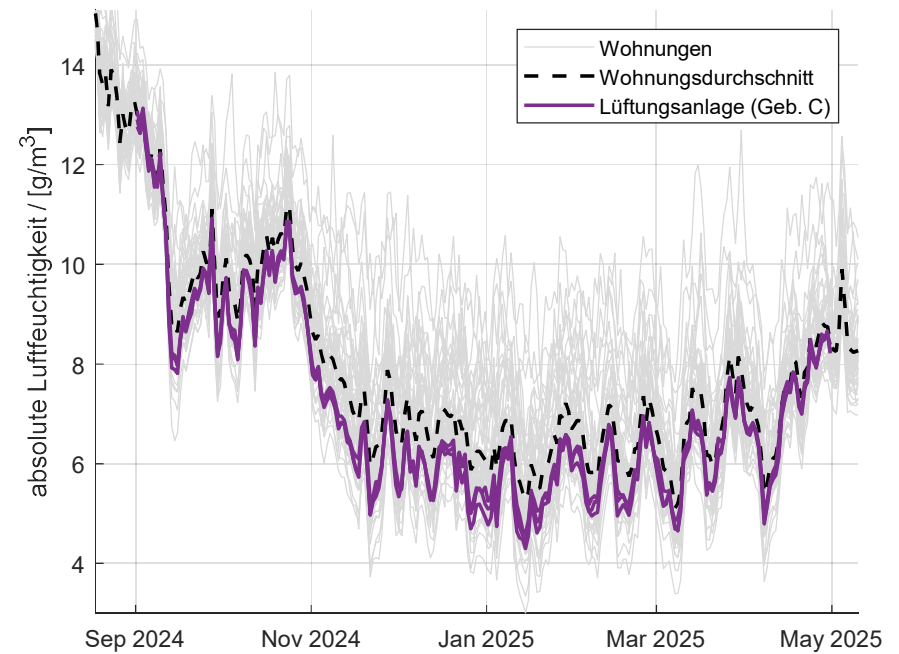
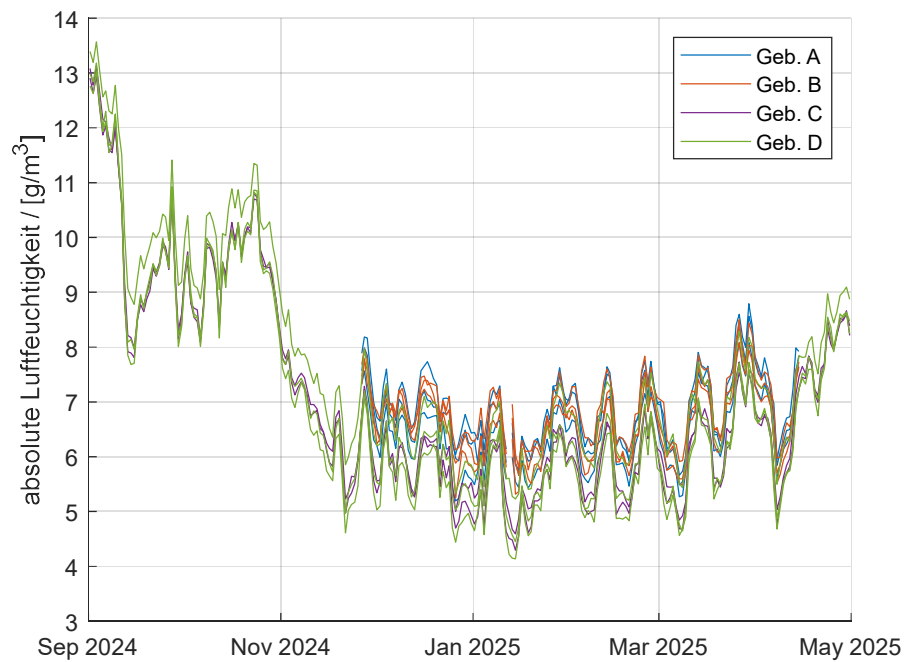
# Gebäudeweise CO<sub>2</sub>

Tagesmittelwerte CO<sub>2</sub>



# Gebäudeweise absolute Luftfeuchtigkeit

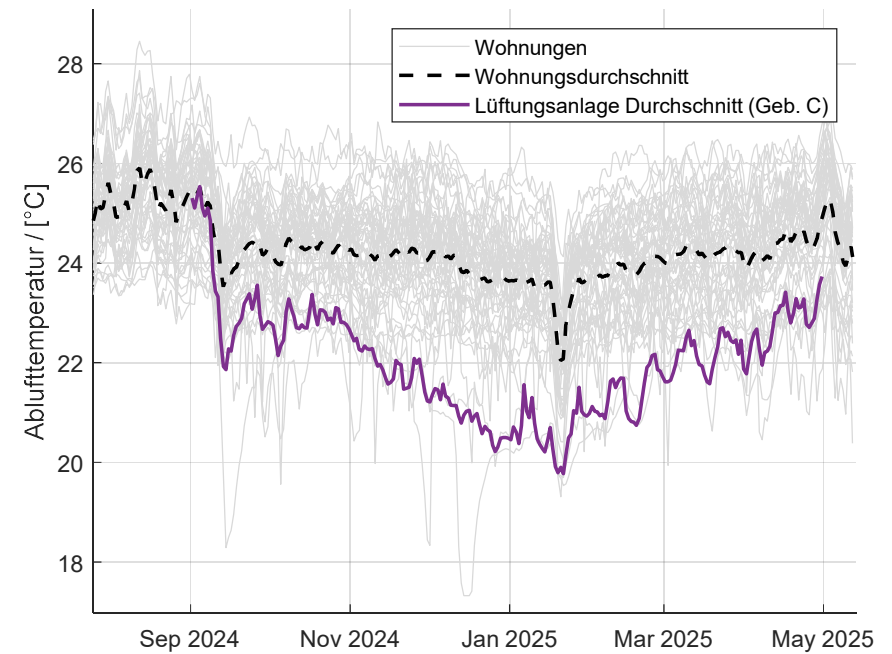
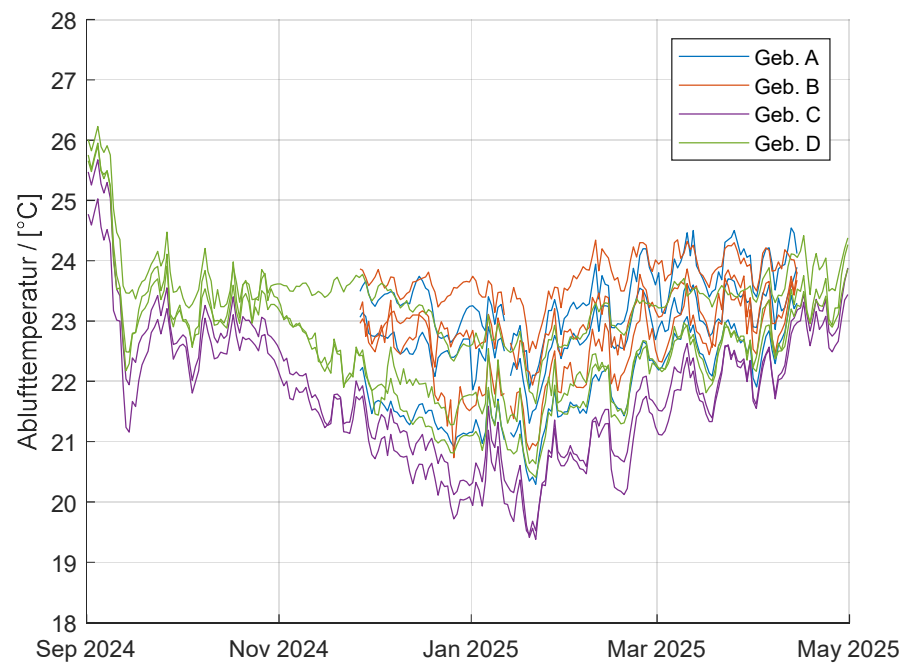
Tagesmittelwerte absolute Luftfeuchtigkeit





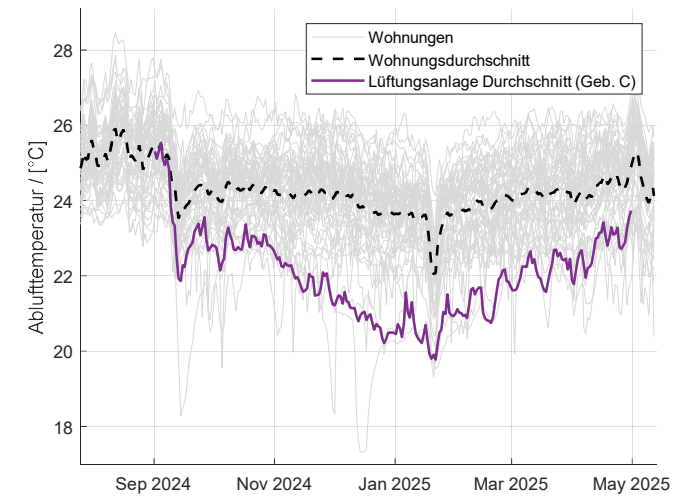
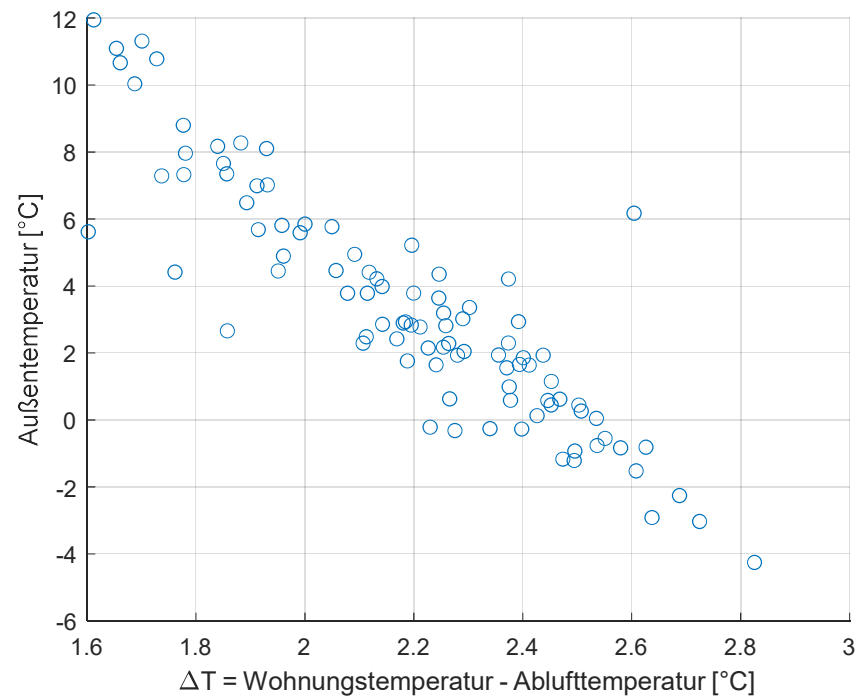
# Gebäudeweise Ablufttemperatur

Tagesmittelwerte Temperatur



# Gebäudeweise Ablufttemperatur

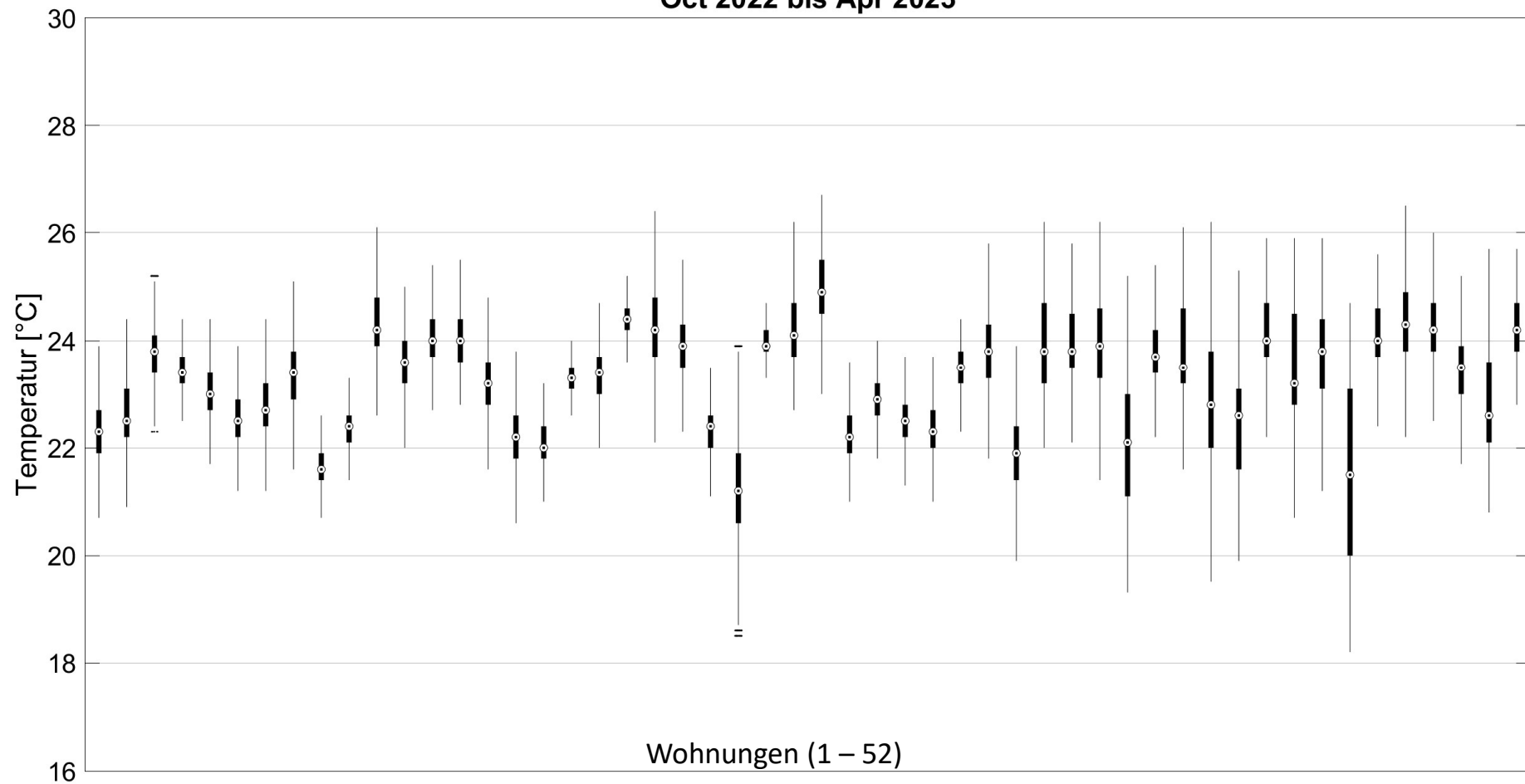
Tagesmittelwerte T





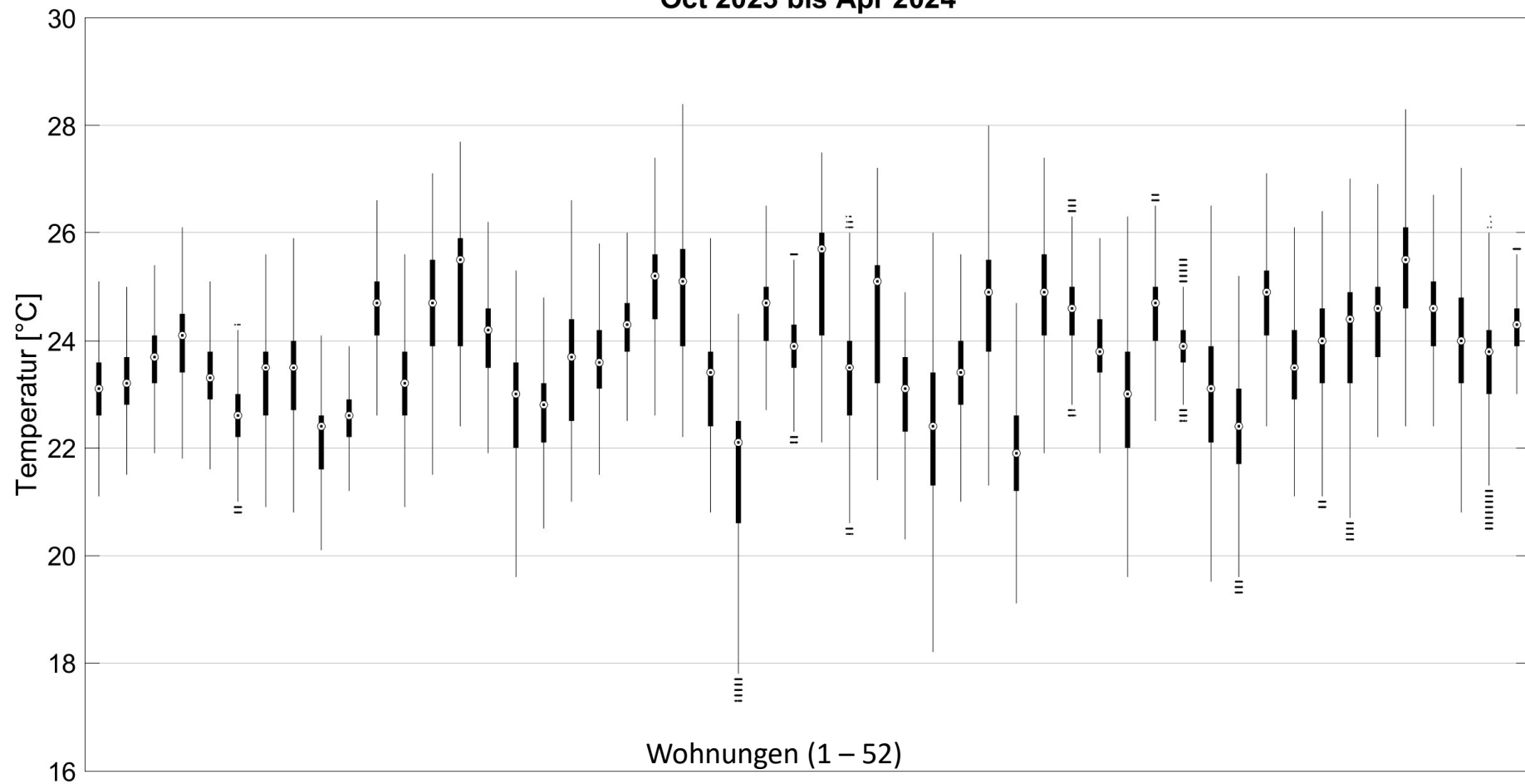
# Temperatur in den Wohnungen

Oct 2022 bis Apr 2023

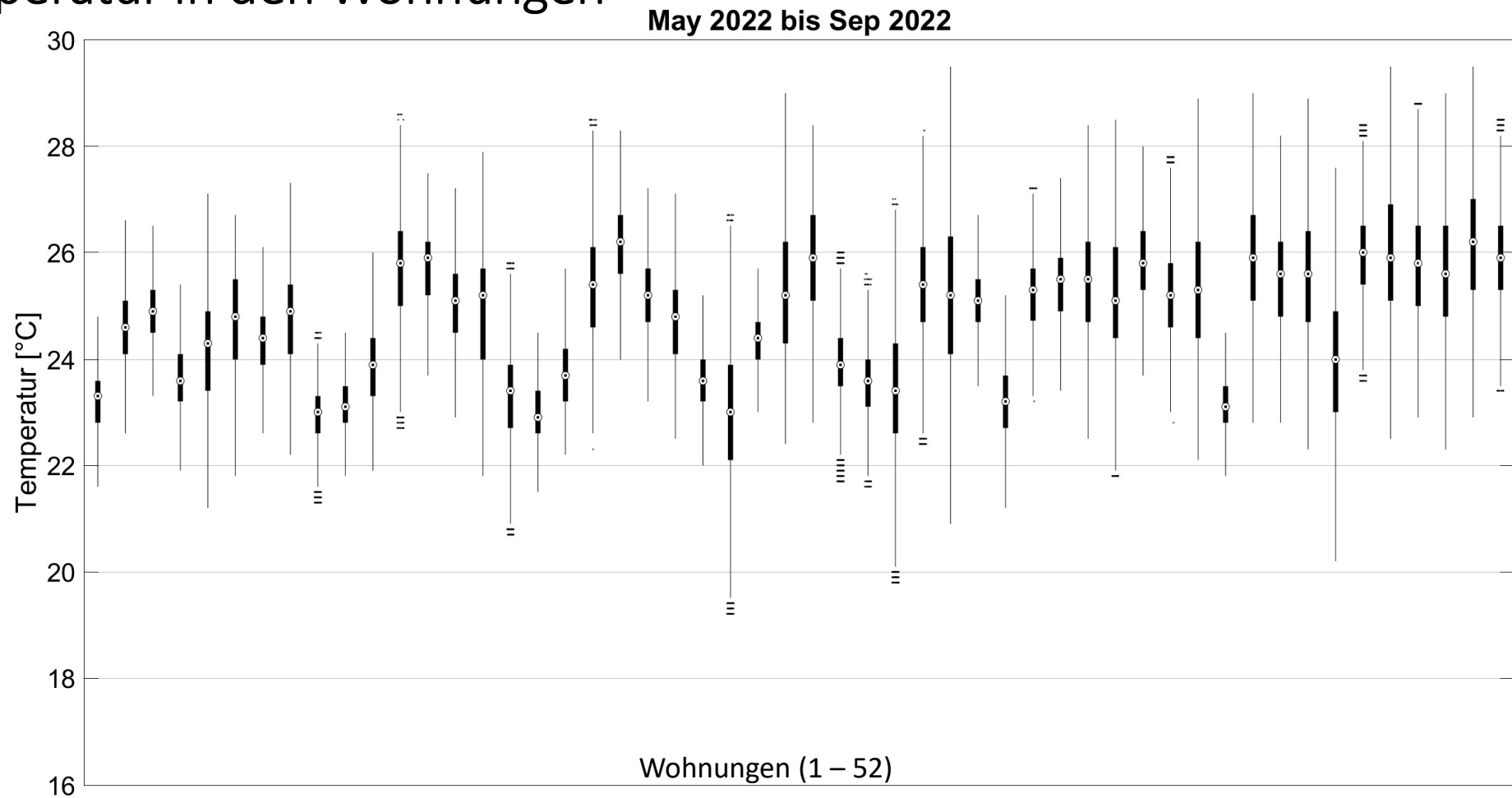


# Temperatur in den Wohnungen

Oct 2023 bis Apr 2024

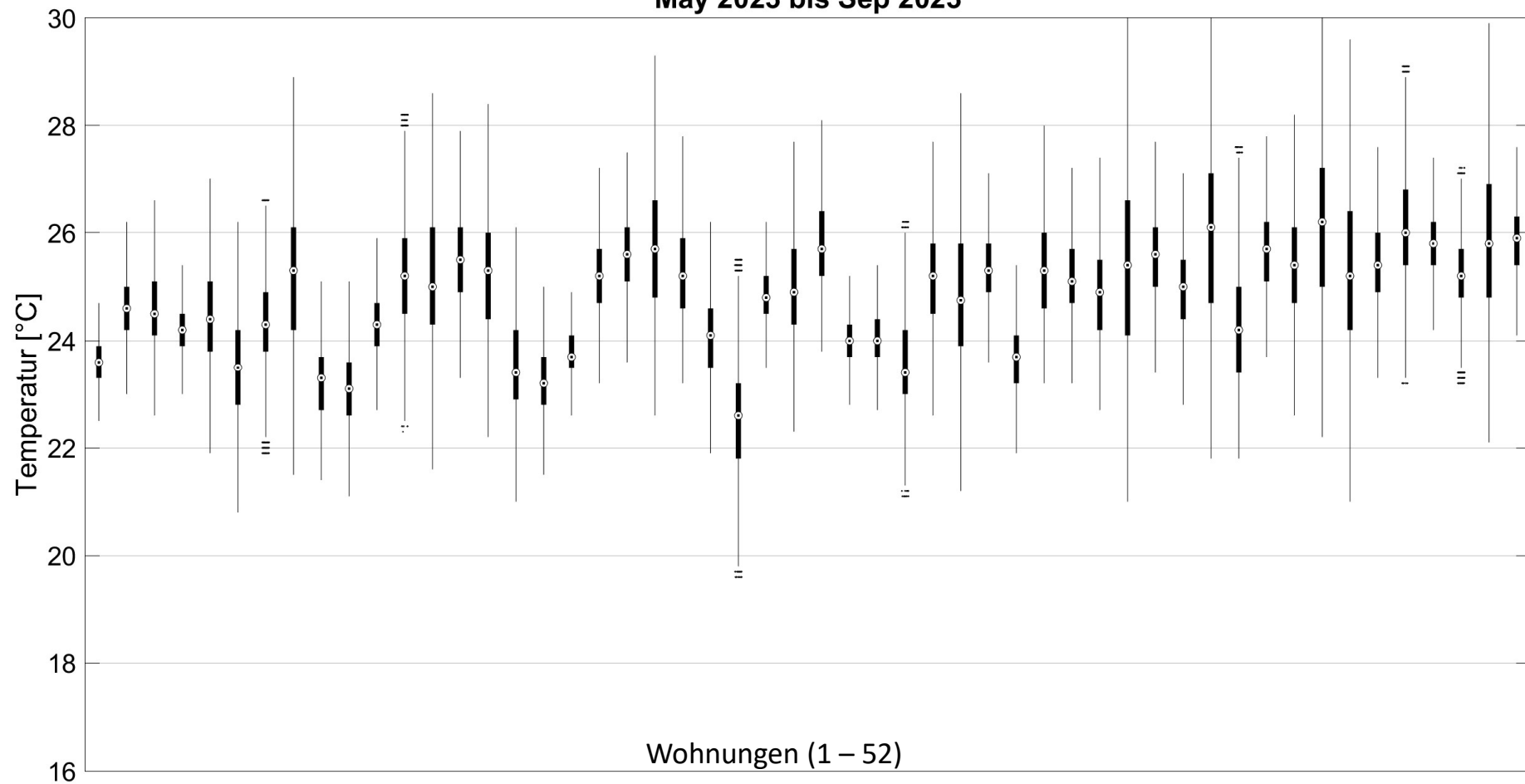


# Temperatur in den Wohnungen

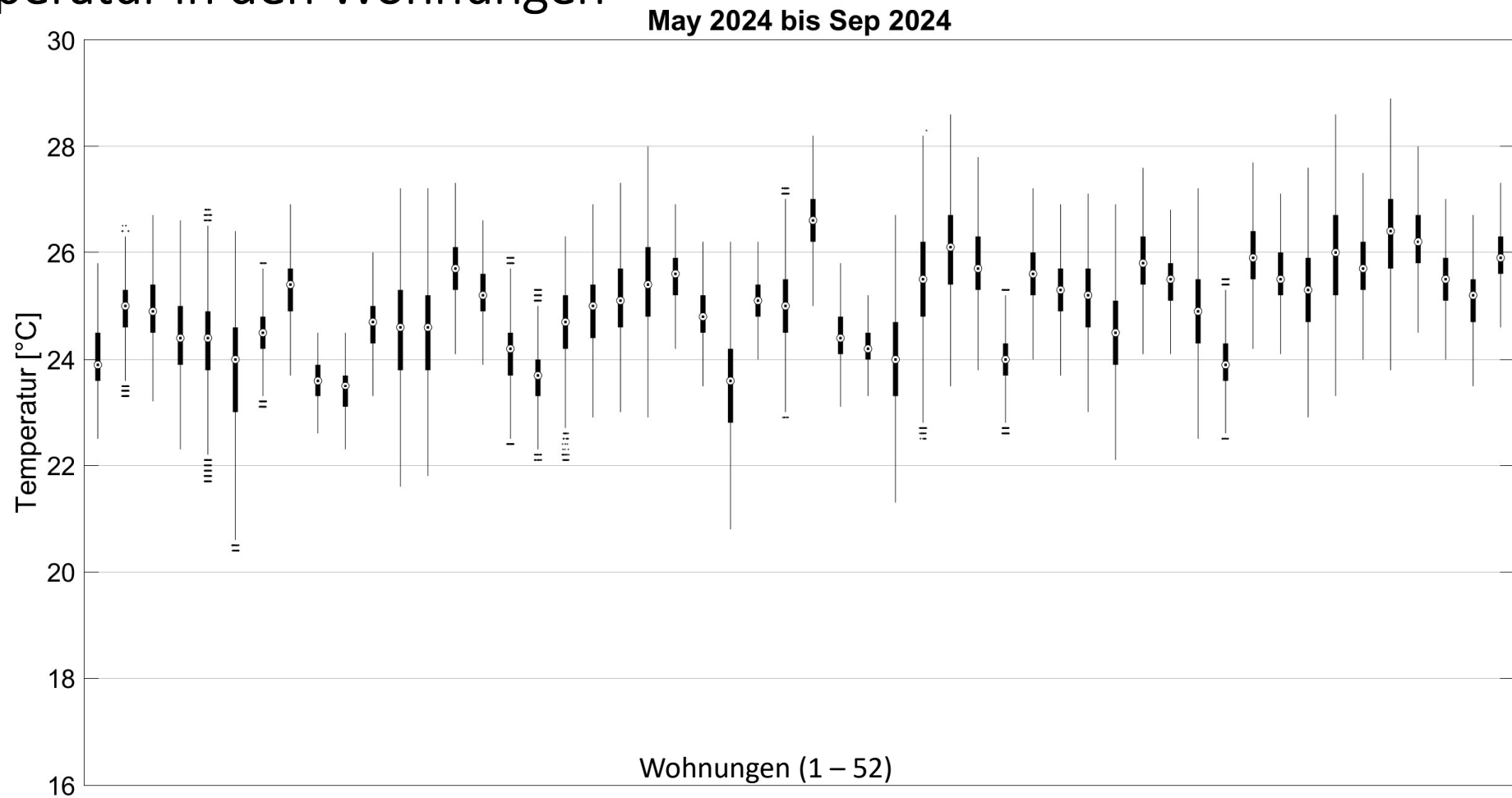


# Temperatur in den Wohnungen

May 2023 bis Sep 2023

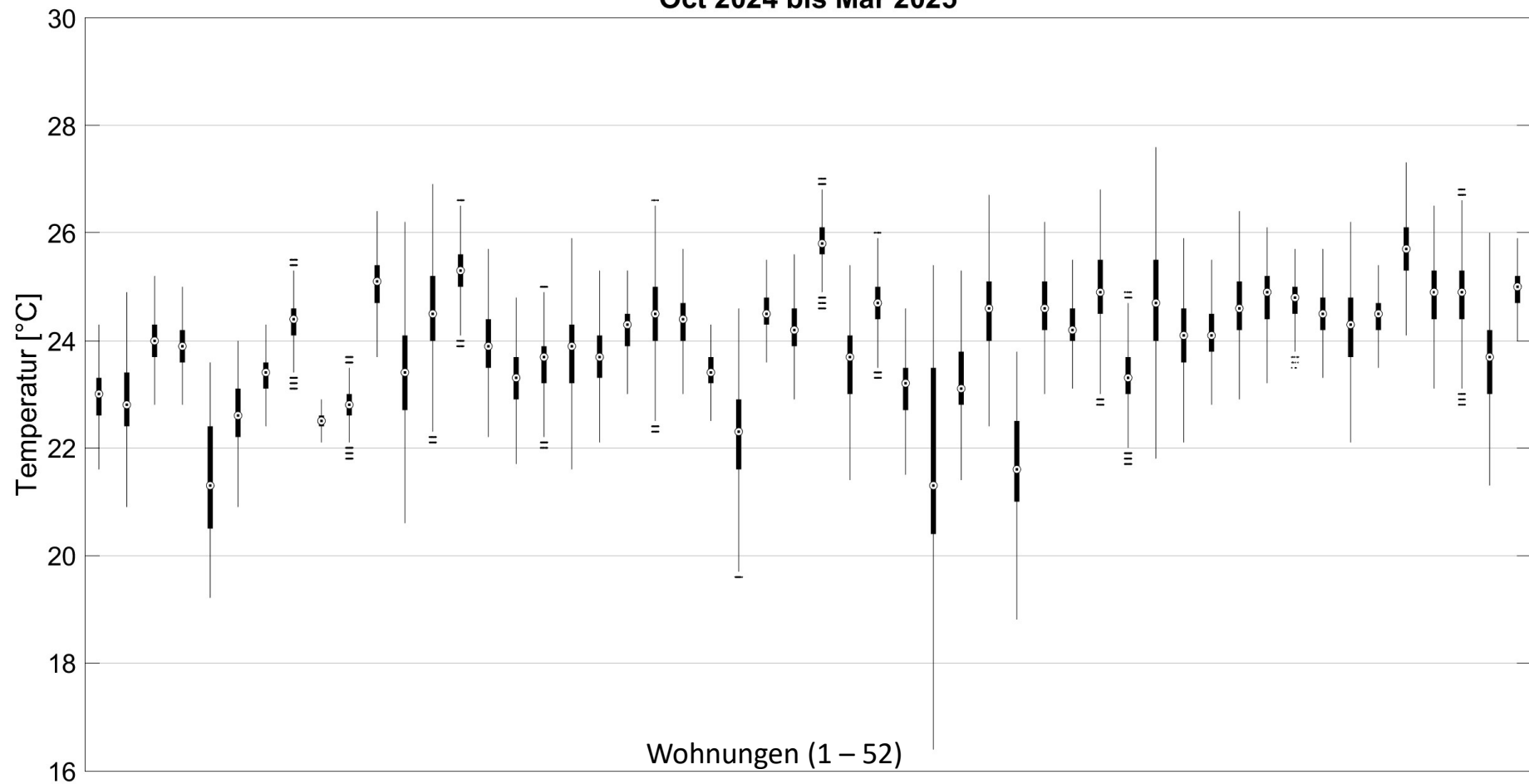


# Temperatur in den Wohnungen

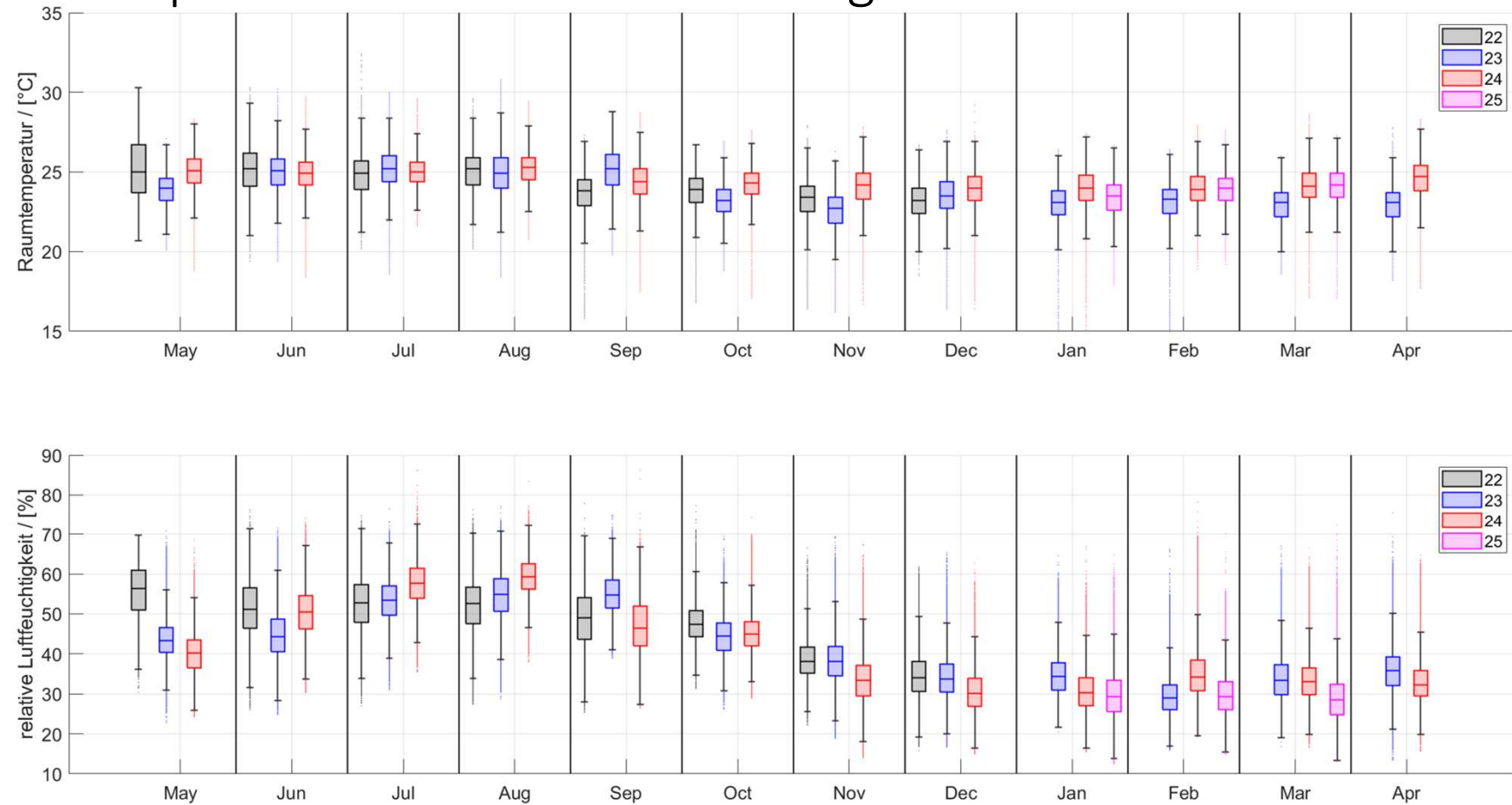


# Temperatur in den Wohnungen

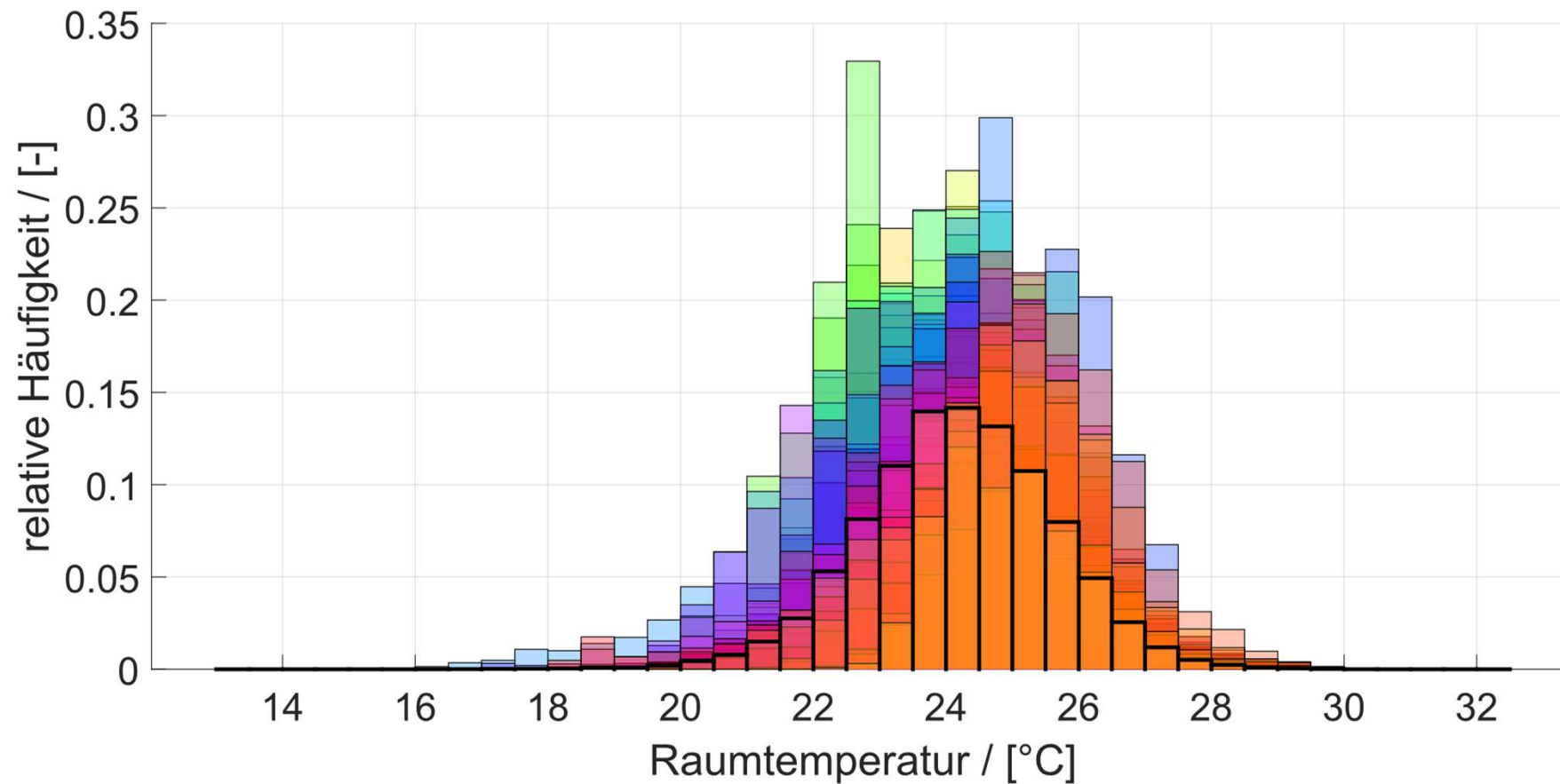
Oct 2024 bis Mar 2025



# Raumtemperatur und relative Feuchtigkeit

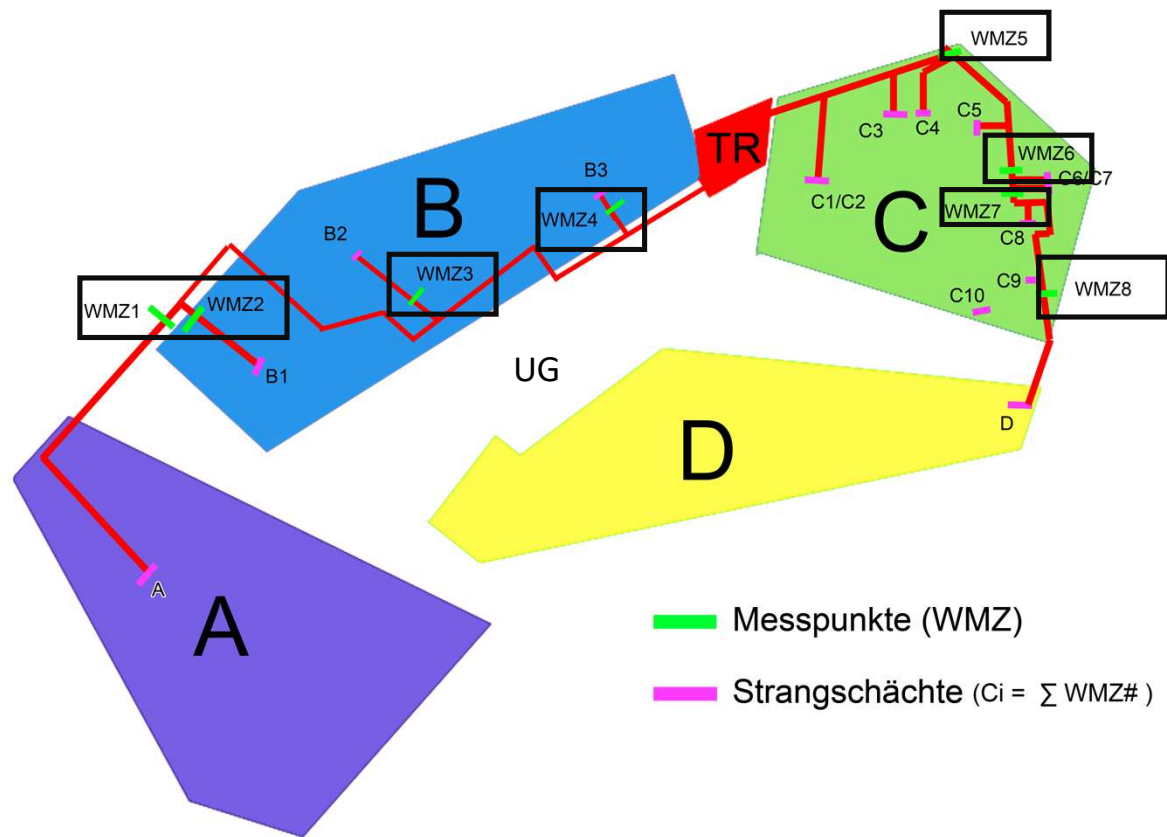


# Raumtemperaturverteilung





# Messung und Auswertung der TWW -Verteilverluste

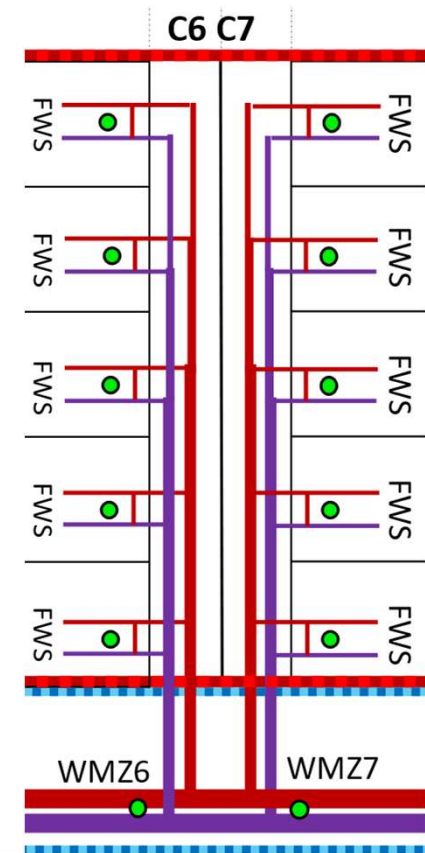
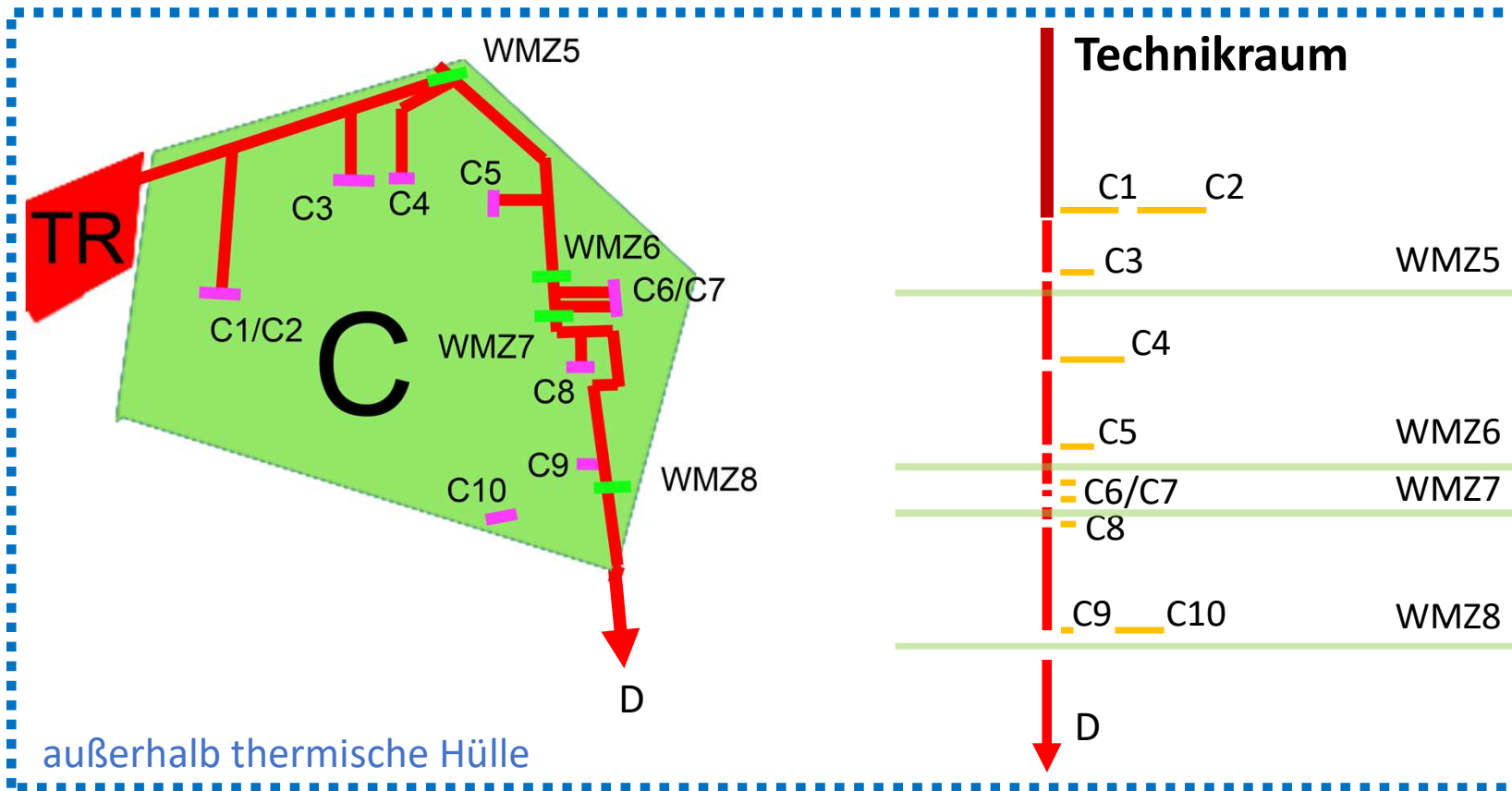


WMZ 1-8 im TWW-Verteilsystem

WMZ 1/2/3/4/8 auch im RH-Verteilsys.

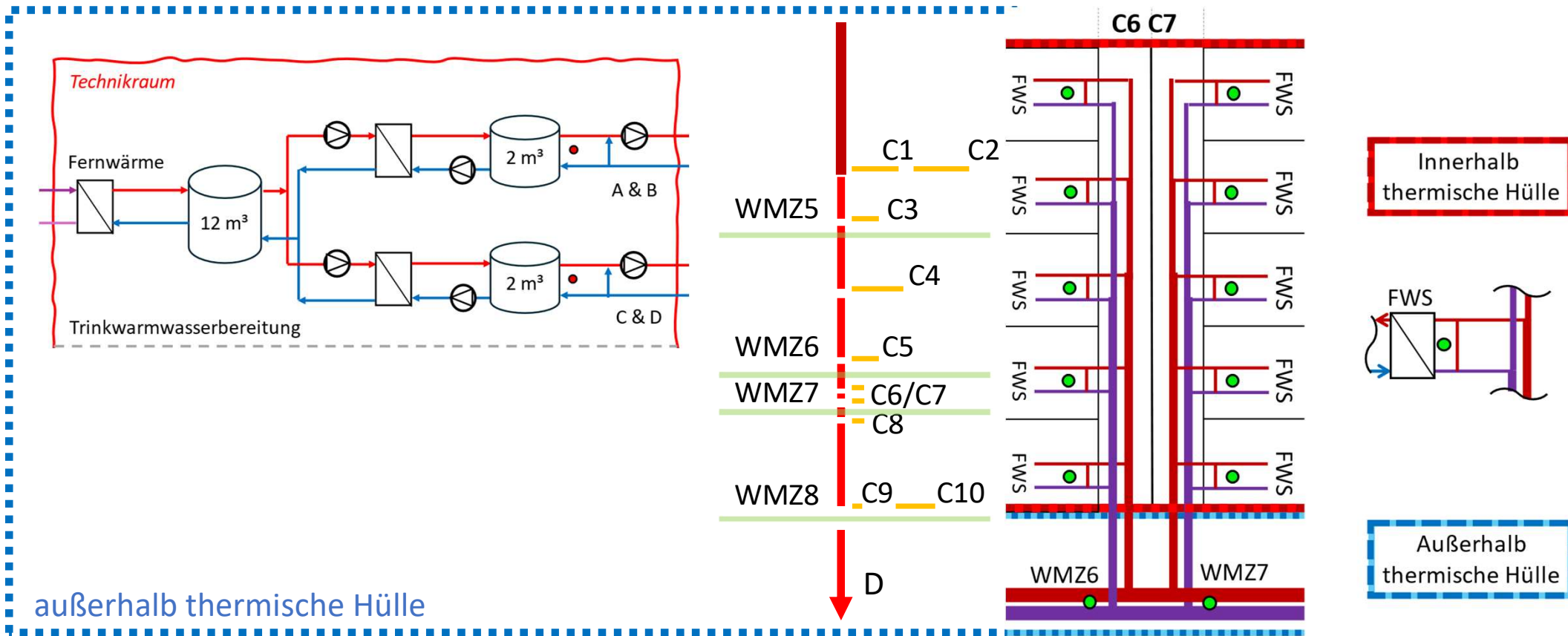
# Messung und Auswertung der TWW - Verteilverluste

● Wärmemengenzähler



# Messung und Auswertung der TWW - Verteilverluste

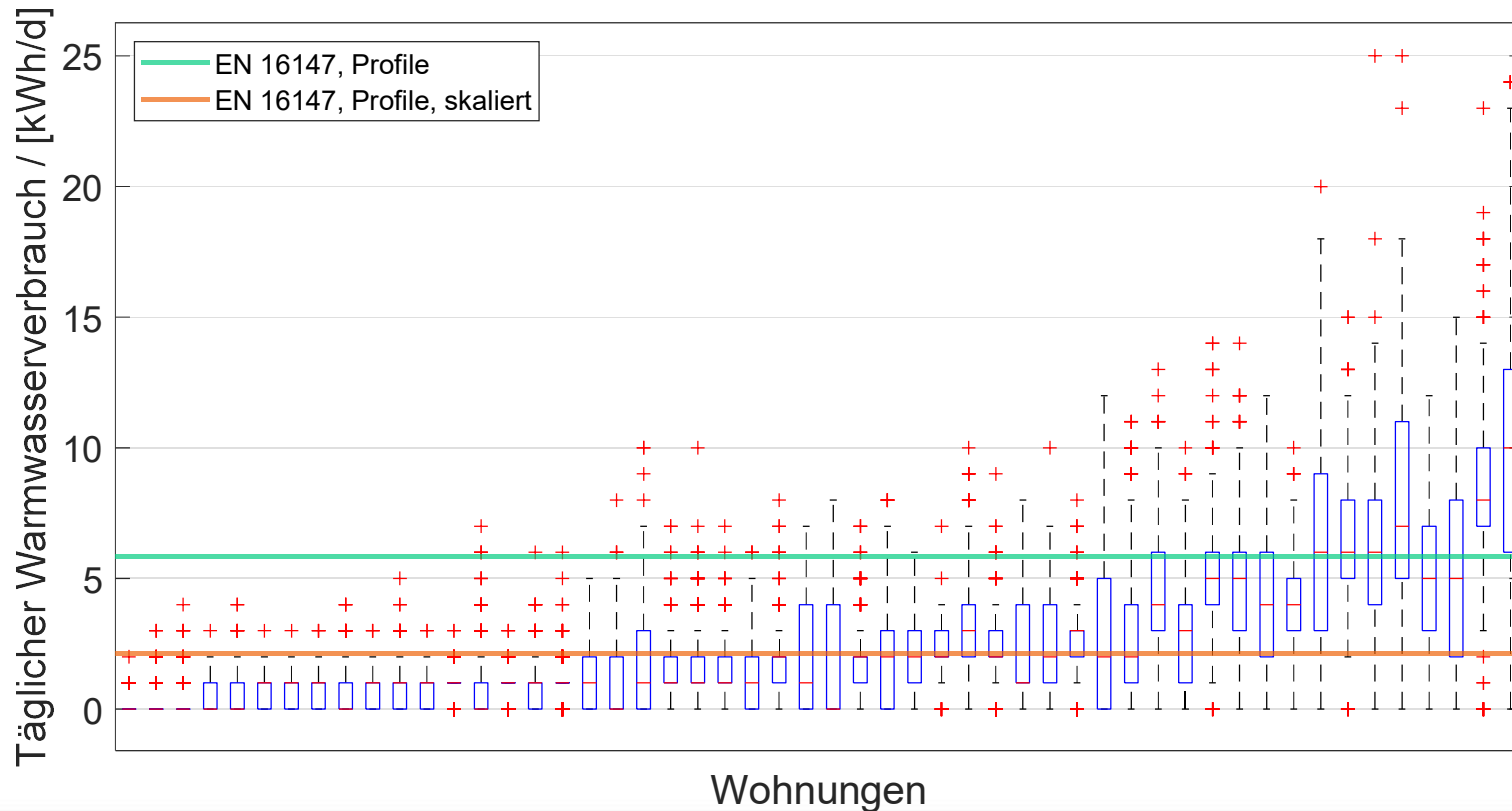
● Wärmemengenzähler



# Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise)

Messdaten aus einem Jahr (2024)

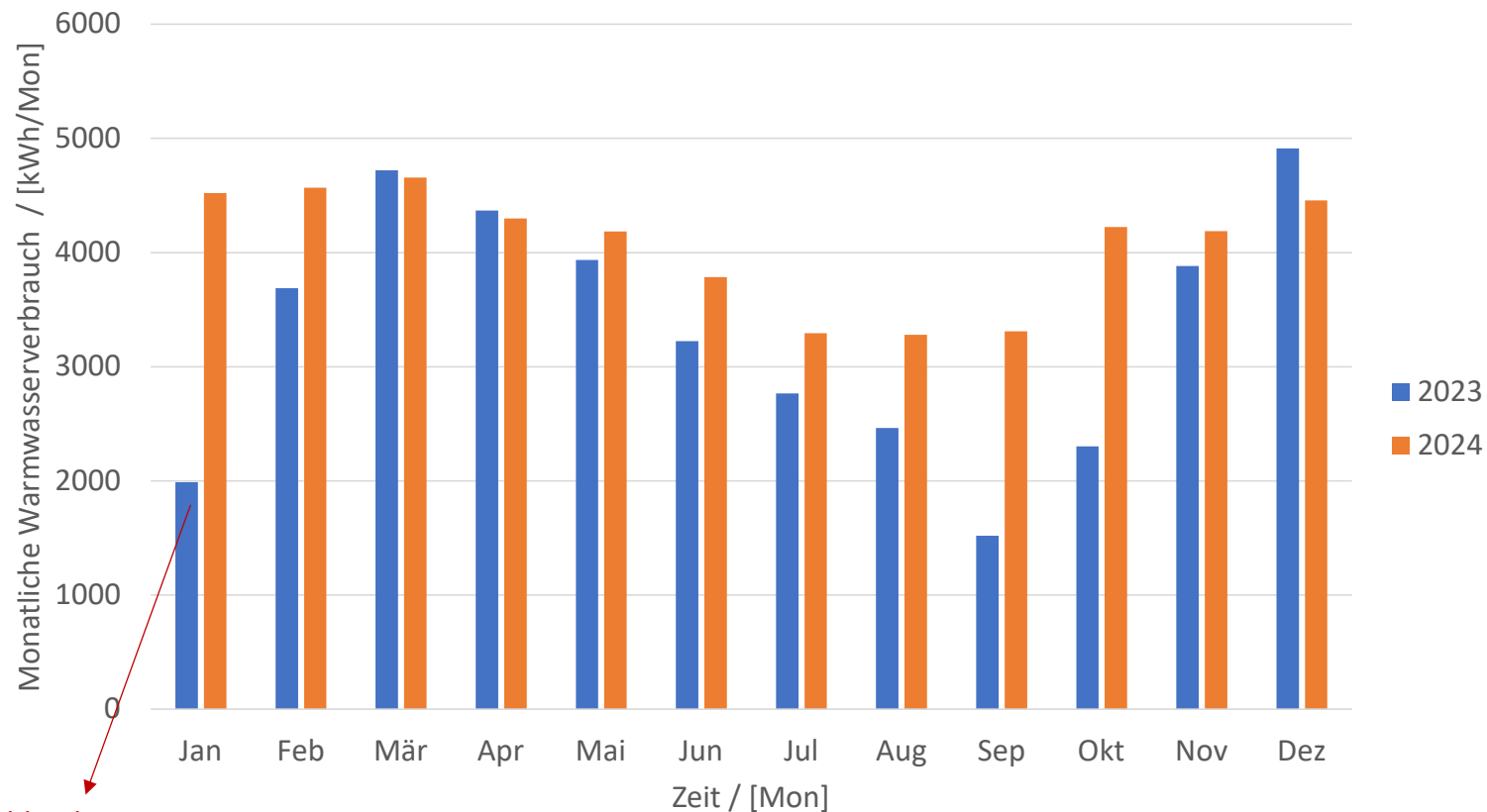
Wohnungen sortiert nach steigendem jährlichen spezifischen Warmwasserverbrauch im Jahr 2024



*Skaliert:*  
1,46 Personen (laut PHPP),  
statt 4 Personen (EN 16147)

Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

# Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise)

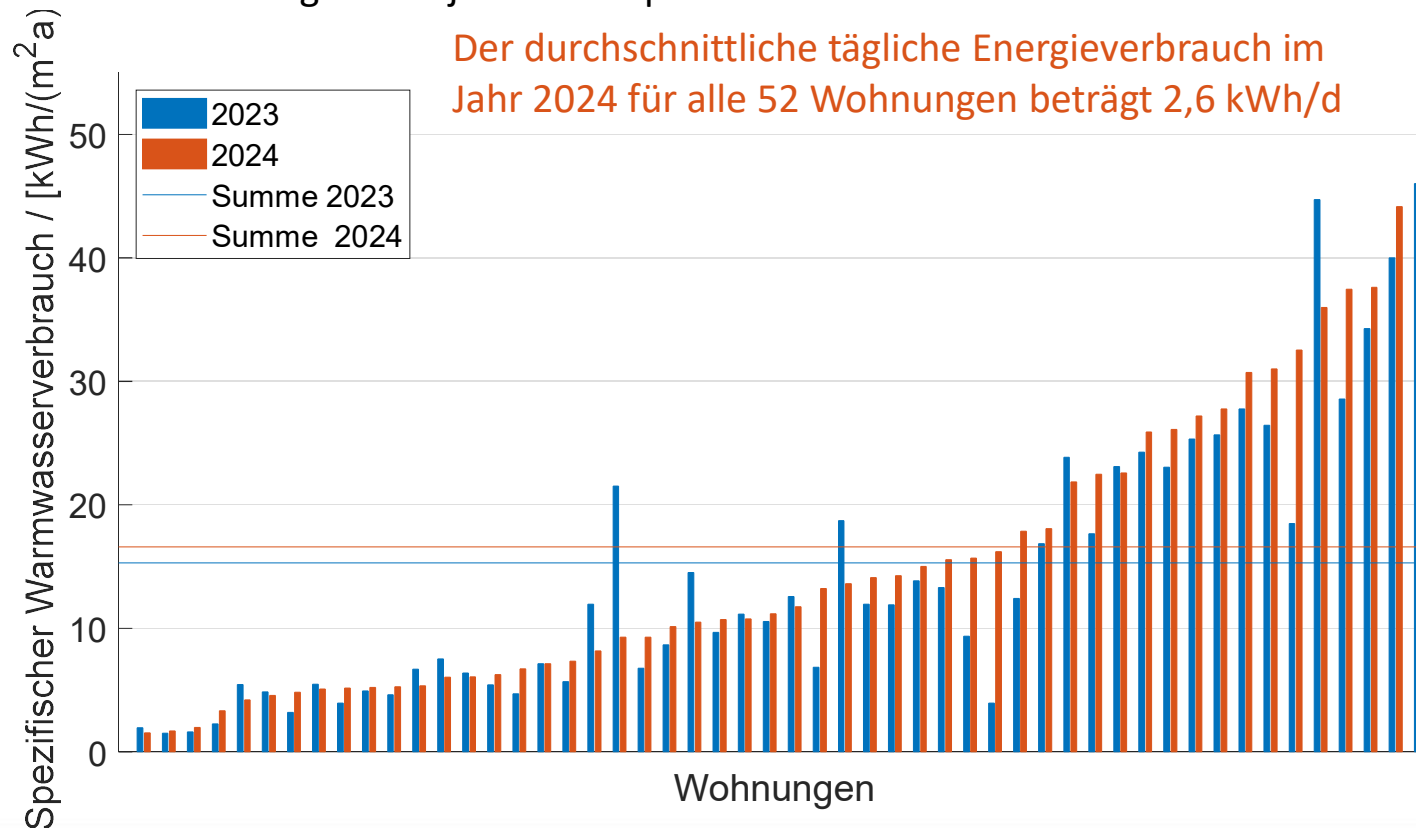


Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

# Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise)

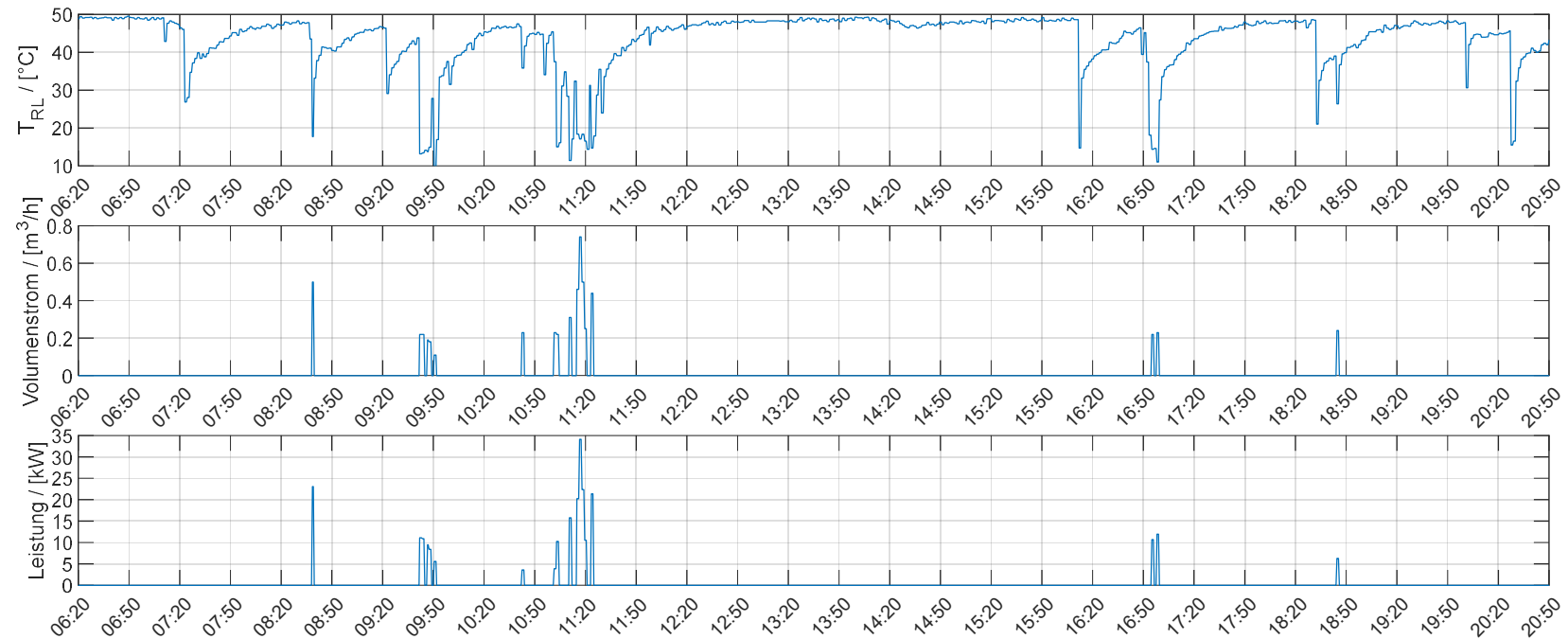
Messdaten aus einem Jahr (**2024**)

Wohnungen sortiert nach steigendem jährlichen spezifischen Warmwasserverbrauch im Jahr 2024



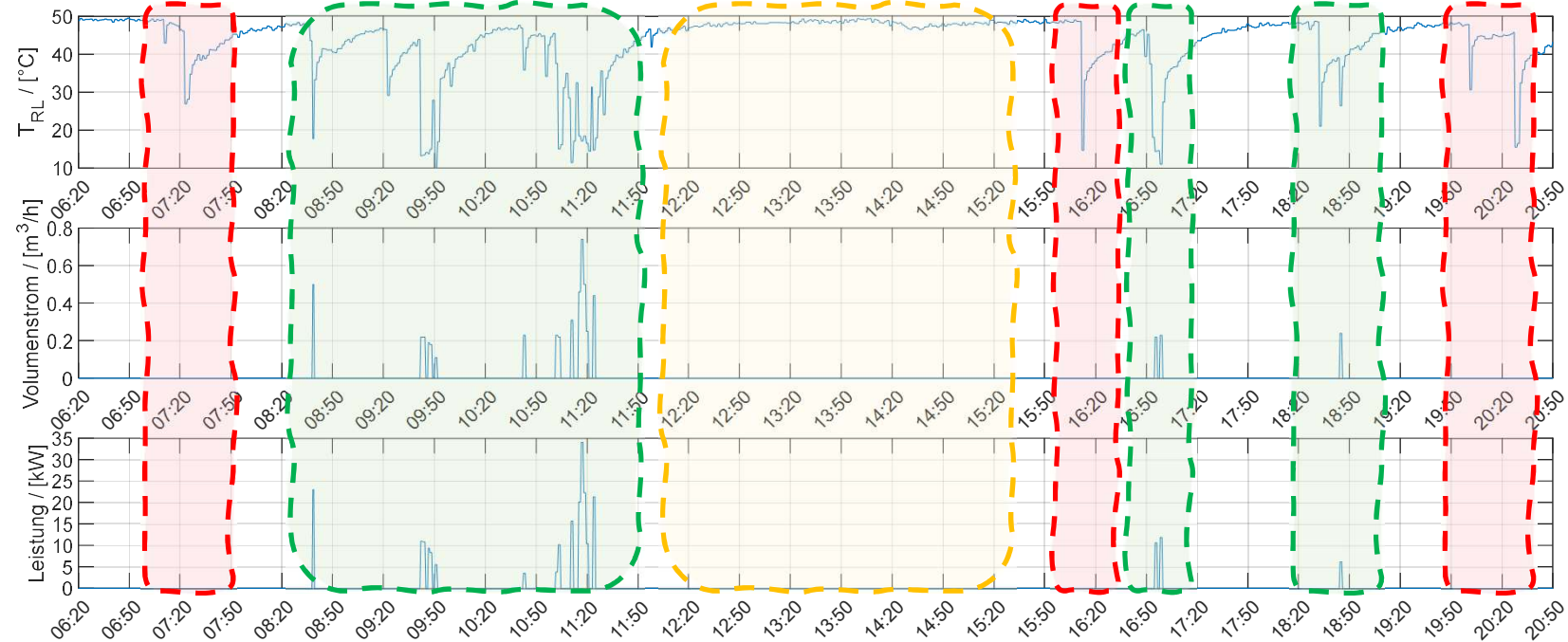
Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

# Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise)



Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

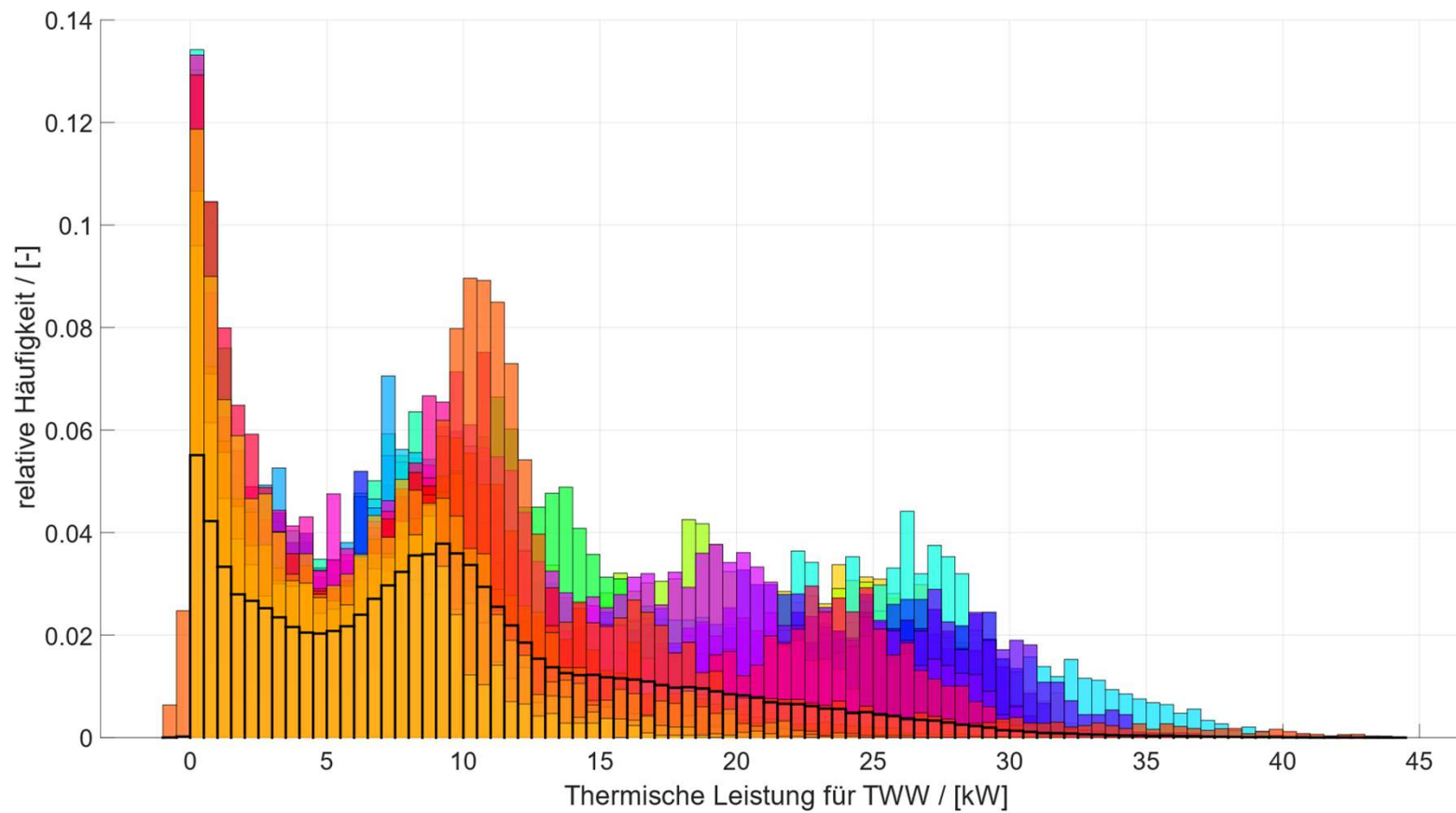
# Detailanalyse Trinkwarmwasser Gebäude C (Wohnungsweise)



→ im Durchschnitt: 54% der Anzapfungen werden nicht erkannt  
(min: 24%, max: 72% je nach Wohnung)



# Zapfprofile



# Zapfprofile

Art der Zapfung (Dauer)	Beispiel	durchschnittliche Anzahl pro Tag	durchschnittlicher Volumenstrom* [m <sup>3</sup> /h]	durchschnittliche Leistung* [kW]	Verhältnis der Jahresenergie [%]
< 2,5 min	Händewaschen	8,9	0,18	6,4	47%
≥ 2,5 min und < 4,5 min	Händewaschen	2,2	0,21	7,8	11%
≥ 4,5 min und < 8 min	Duschen	0,8	0,30	12,5	24%
≥ 8 min	Badewannen	0,2	0,35	15,5	18%

*\* auf der Primärseite der FWS*

Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

# Gleichzeitigkeitsfaktoren

$$\varphi = \frac{\max(\sum_{i=1}^N \dot{Q})}{\sum_{i=1}^N \max(\dot{Q})}$$

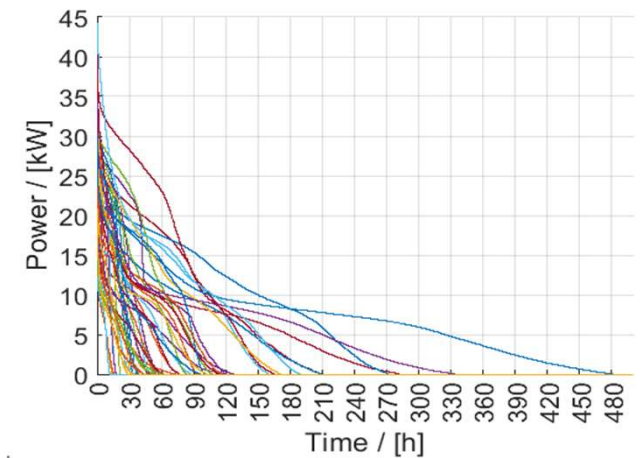
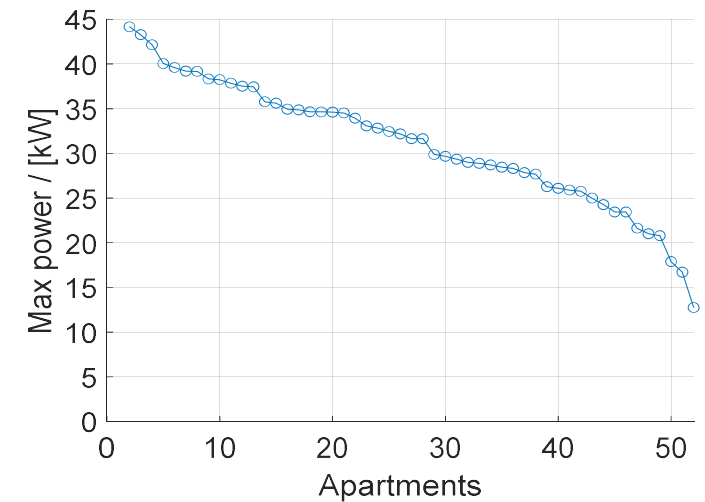
Gleichzeitigkeitsfaktoren

ohne unerkannte Zapfungen  
(unterschätzt)

0,08

mit unerkannte Zapfungen  
(überschätzt)

0,22

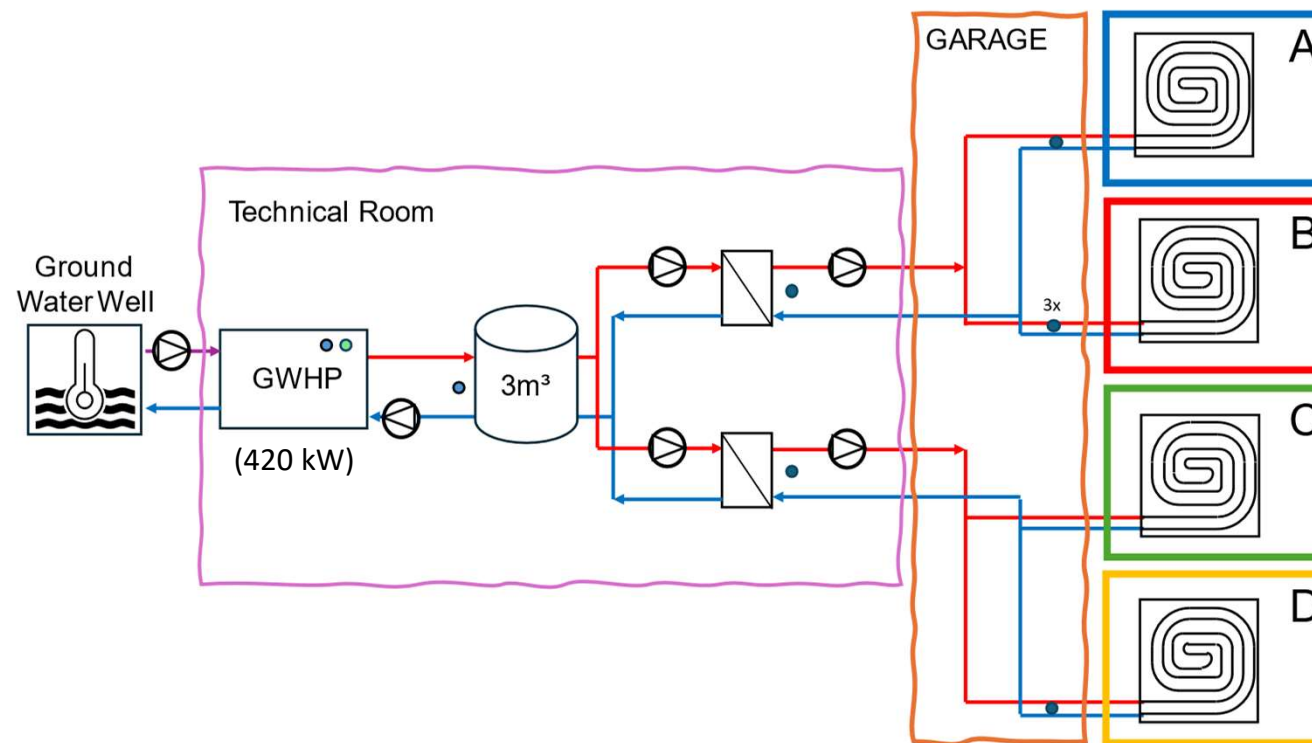


Venturi et. al., Monitoring-Based Analysis of Decentralized Domestic Hot Water Preparation in Large Multi-Family Buildings, CLIMA Conference 2025

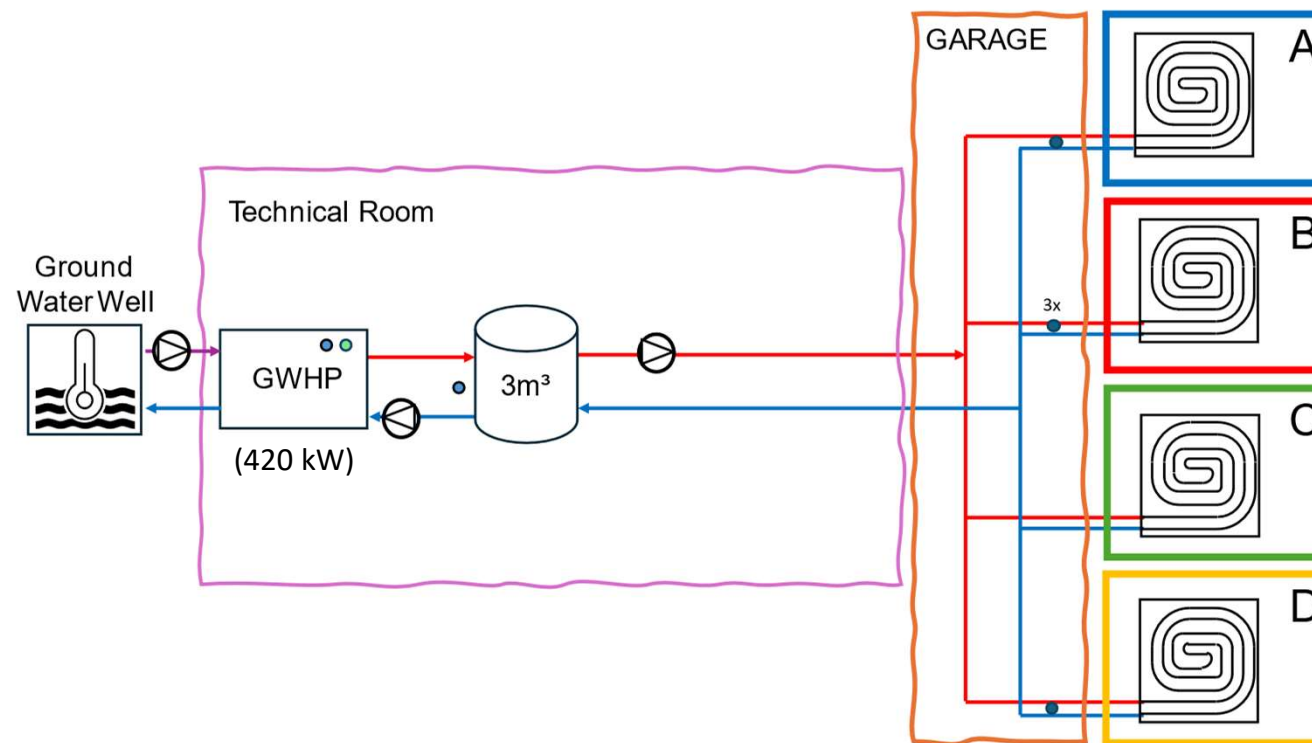
# Gebäude- und Anlagensimulation

- Einfluss Systemtrennung
- Zentrale vs. (Gebäudeweise) dezentrale WP
- Wärmepumpensystemvarianten

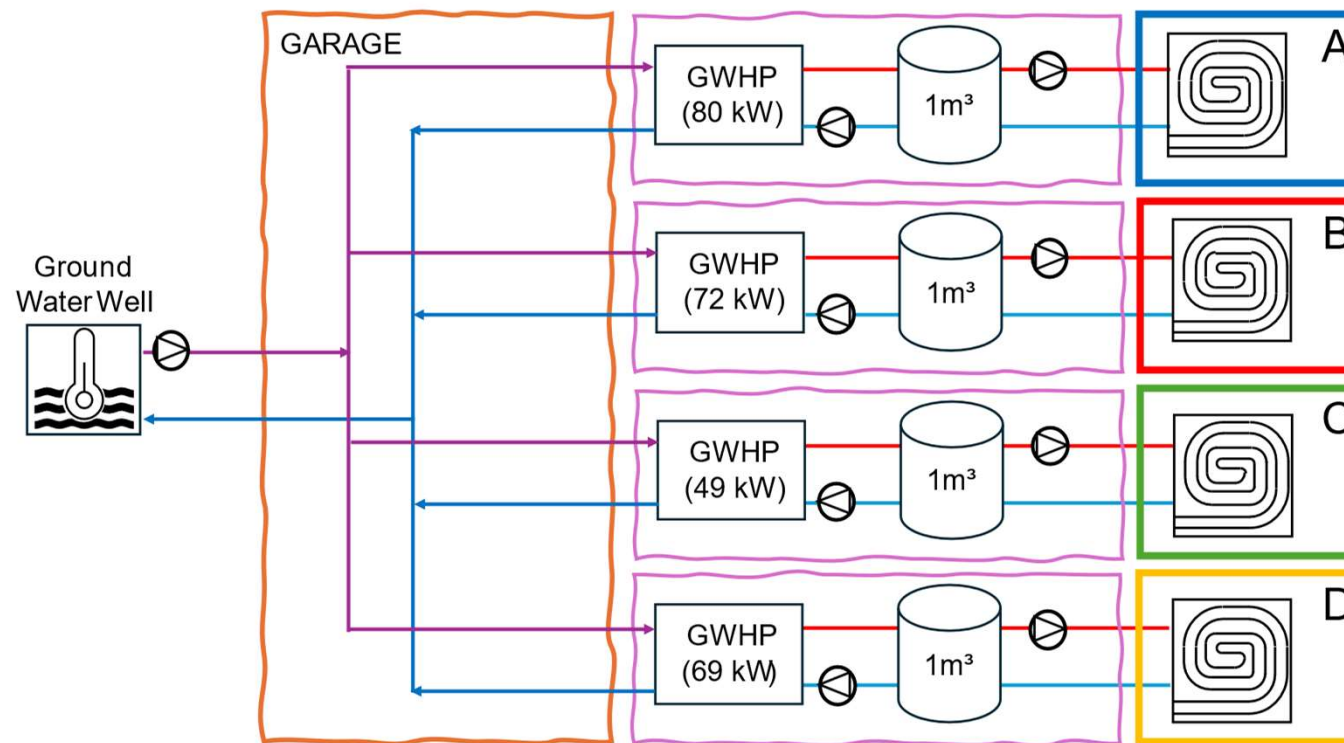
# Gebäude- und Anlagensimulation: originales System / Variante 1



## Gebäude- und Anlagensimulation: ohne Systemtrennung / Variante 2



## Gebäude- und Anlagensimulation: Gebäudeweise WP / Variante 3



# Variantenvergleich – Einfluss RH-Verteilverluste

	<i>Monitoring</i> (23.7°C)	Variant 1 (Original)	Variant 2 (ohne Trennung)	Variant 3 (Gebäudeweise)	Variant 3 limitierte $\dot{Q}_{WP}$
HWB [MWh/a]	551.5	461.2	461.7	457.4	455.4
$Q_{WP}$ [MWh/a]	564.2	479.9	479.4	461.7	460.3
$Q_{loss}$ [MWh/a]	12.7	18.7	17.7	4.3	4.9
$Q_{loss}/HWB$ [%]	2.3	4.1	3.8	0.9	1.1


$$Q_{loss} = Q_{WP} - SHD$$

➔ ~75 % Reduktion möglich



# Variantenvergleich – Effizienz der Wärmepumpe

	<i>Monitoring</i> (23.7°C)	Variant 1 (Original)	Variant 2 (ohne Trennung)	Variant 3 (Gebäudeweise)	Variant 3 limitierte $\dot{Q}_{WP}$
HWB [MWh/a]	551.5	461.2	461.7	457.4	455.4
$Q_{WP}$ [MWh/a]	564.2	479.9	479.4	461.7	460.3
$W_{WP}$ [MWh/a]	105.7	70.2	64.9	59.6	59.3
$W_{WP} / W_{WP\_v1}$ [%]	151	100	92	85	84


 ~ 8 % durch die Systemtrennung  
 ~ 15 % mit gebäudeweise WP

# Variantenvergleich - Systemeffizienz

	<i>Monitoring</i> (23.7°C)	Variant 1 (Original)	Variant 2 (ohne Trennung)	Variant 3 (Gebäudeweise)	Variant 3 limitierte $\dot{Q}_{WP}$
HWB [MWh/a]	551.5	461.2	461.7	457.4	455.4
$Q_{WP}$ [MWh/a]	564.2	479.9	479.4	461.7	460.3
$W_{WP}$ [MWh/a]	105.7	70.2	64.9	59.6	59.3
$W_{Sys}$ [MWh/a]	153.1	117.6	112.3	107.0	106.7
$SPF_{WP}$ [-]	5.3	6.8	7.4	7.7	7.8
$SPF_{Sys}$ [-]	3.7	4.1	4.3	4.3	4.3
$SPF_{Sys^*}$ [-]	-	-	4.6	4.7	4.7

$$SPF_{Sys} = \frac{Q_{HP}}{W_{Sys}}$$

$$SPF_{Sys^*} = \frac{Q_{HP}}{W_{Sys} - W_{ZP}}$$

Breuss et. al., Optimization of a multi-apartment HVAC system using simulation and monitoring data, CLIMA Conference 2025

# Variantenvergleich - Systemeffizienz

	<i>Monitoring</i> (23.7°C)	Variant 1 (Original)	Variant 2 (ohne Trennung)	Variant 3 (Gebäudeweise)	Variant 3 limitierte $\dot{Q}_{WP}$
HWB [MWh/a]	551.5	461.2	461.7	457.4	455.4
$Q_{WP}$ [MWh/a]	564.2	479.9	479.4	461.7	460.3
$W_{WP}$ [MWh/a]	105.7	70.2	64.9	59.6	59.3
$W_{Sys}$ [MWh/a]	153.1	117.6	112.3	107.0	106.7
$SPF_{WP}$ [-]	5.3	6.8	7.4	7.7	7.8
$SPF_{Sys}$ [-]	3.7	4.1	4.3	4.3	4.3
$SPF_{Sys^*}$ [-]	-	-	4.6	4.7	4.7

➔ ~ 0.5 bis 1.0 erhöhter SPF

# Zusammenfassung

- Heizwärmebedarf ist höher als erwartet  
(32,1 vs. 23,4 kWh/(m<sup>2</sup>a); Gebäude C: Messung vs. HGT ber. PHPP)
- Trinkwarmwasserbedarf in Gebäude C weniger als erwartet (12,3 vs. 21,2 kWh/(m<sup>2</sup>a)), Verteilverluste aber deutlich höher (19,0 vs. 1,9 kWh/(m<sup>2</sup>a))
- Fernwärme deckt ~20% der Heizwärme (in Gebäude C)
- Senkung der Senken-Soll-Temperatur verbesserte COP und SPF der WP deutlich  
(42,5°C zu 36°C → 4,6 zu 5,5 COP vergleich Jänner 2023 vs. 2025)
- Komfortbedingungen durchgehend gedeckt
- Kurze Zapfungen ~58% des TWW-B (< 4,5 min)
- Min. 8% des jährlichen Strombedarfs der WP zufolge Systemtrennung (min. + 0.5 SPF möglich)
- Min. 15% des jährlichen Strombedarfs der WP durch gebäudeweise Wärmepumpen reduzierbar



[www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at)