

# 3Smart Resultate auf den österreichischen Pilot-Gebäuden

Mario Vašak, Anita Martinčević, Nikola Hure, Danko Marušić,  
Hrvoje Novak, Ivan Bevanda, Petar Marić, Andrea Moser

Universität in Zagreb Fakultät für Elektrotechnik und  
Computerwissenschaft

Presentation des österreichischen 3Smart Pilotprojekts

Strem, 20 Dezember 2019

mario.vasak@fer.hr

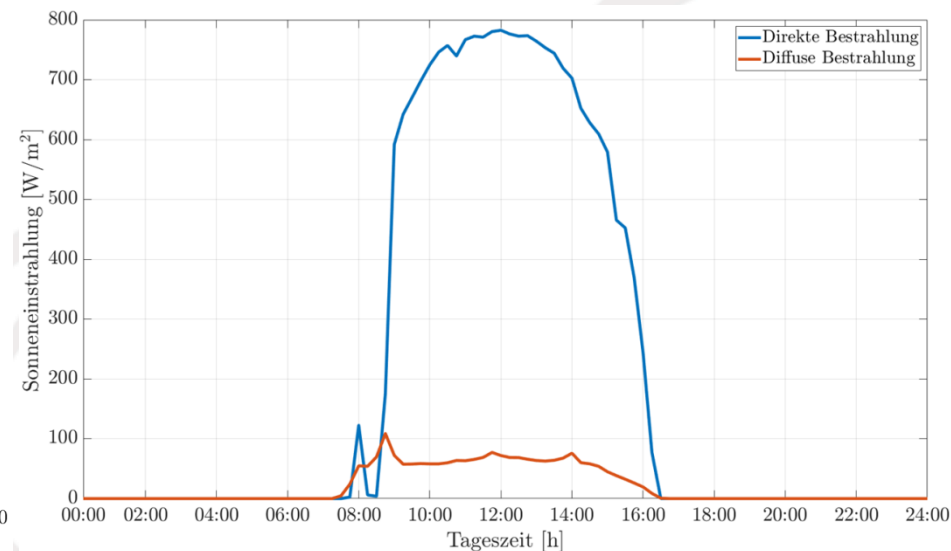
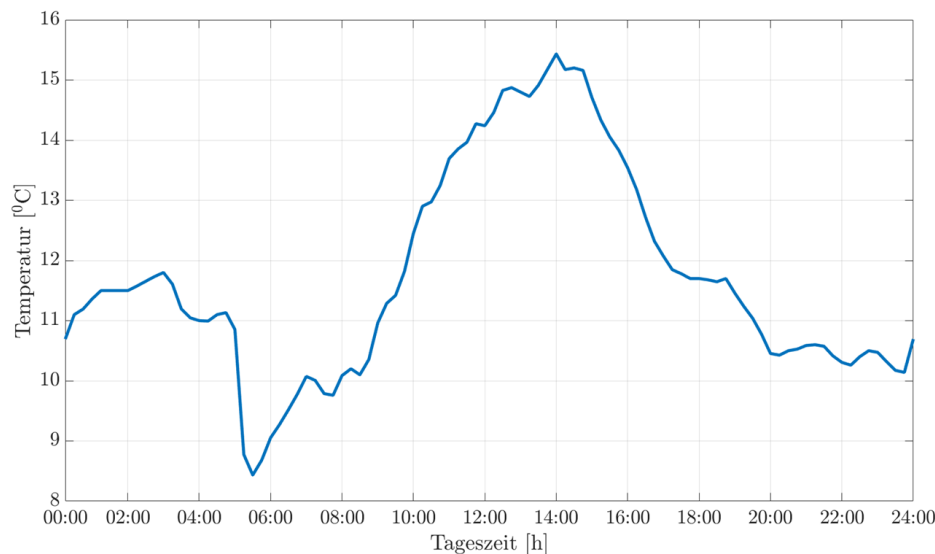


UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF  
ELECTRICAL  
ENGINEERING  
AND COMPUTING

Projekt kofinanziert von EU durch ERFE und IPA

# Wetterdaten

- Sonnenschein Arbeitstag in November
- Temperatur und Sonnenstrahlung (Direkt/Diffus)



# Konditionen für den Energieaustausch mit den Energienetzen

- Fernwärmenetz - Heizung
  - Preis: 0.1 EUR/kWh
- Strompreise
  - Arbeitspreis: 0.173 €/kWh
  - Monatliche Grundpreis: 7.77 €

# Konditionen für den Energieaustausch mit der Stromnetz

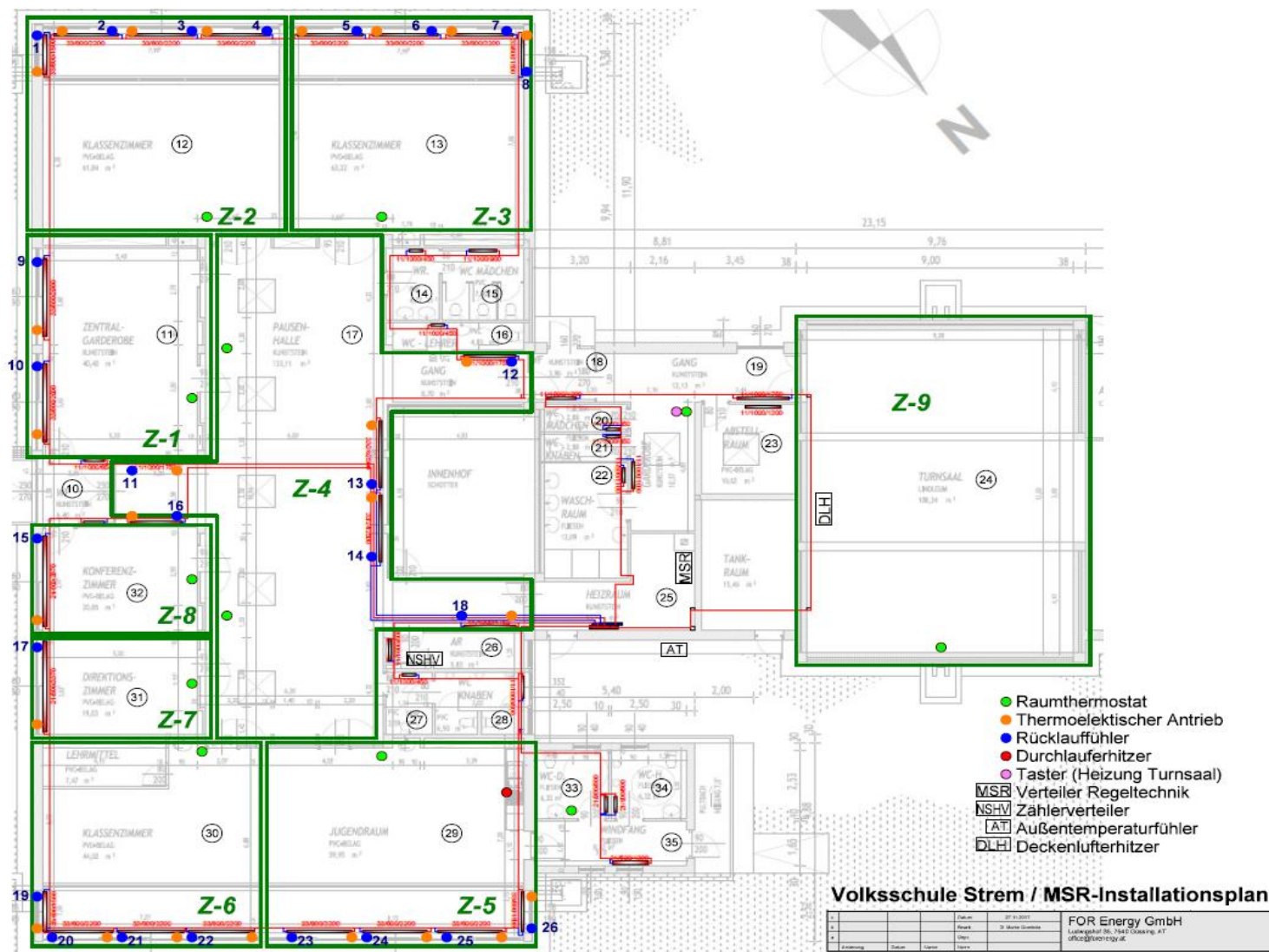
- Für Werktage im November, keine Flexibilitätsanfrage im LT Excel-Tabelle → neue Flexibilitätsreservation von 12:00 bis 13:00 hinzugefügt
- Toleranz für Flexibilitätslieferung: 10%
- Flexibilitätspreise:

Reservation part of Flexibility unit price	0,021	EUR/kW/15 min
Activation part of Flexibility unit price	0,086	EUR/kWh
Penalty	0,859	EUR/kWh

- Flexibilitätspreise gering → Flexibilität lohnt sich nicht → 3x höheren Preisen genutzt um die Effekte des bedarfsgerechten Lastmanagement zu zeigen

# Grundschule Strem

# Grundschule – Einblick

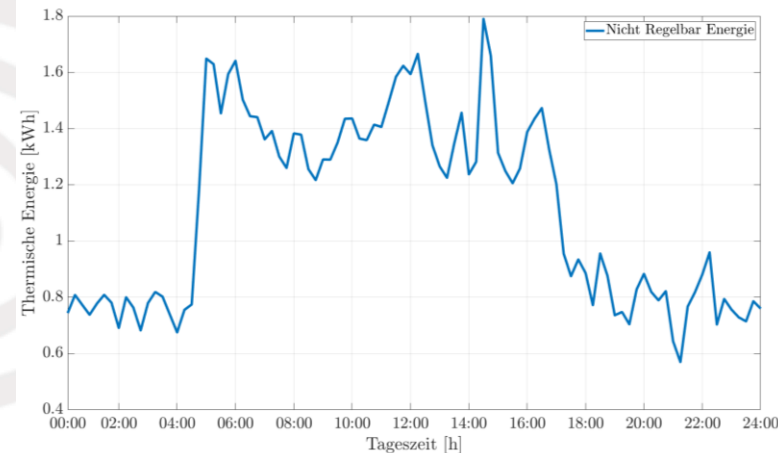


# Regelpunkte

- Zonen-Ebene
  - Radiatoren in Zonen Z-1 – Z-8
    - Öffnung des Ventils
  - Fan coil (Deckenluftherhitzer) in Z-9
    - Ventilator Geschwindigkeit
- Ebene für die zentrale Verteilung des Heizungsmediums
  - Heizungsstation
    - Vorlauftemperatur des Mediums für Heizen

# Heizungssystem - Struktur

- 4 Stränge
  - Strang Nord
    - Z-4 → Z5 → Z6 → Z7 → Z8 → Z4 in Serie
  - Strang Süd
    - Z-4 → Z-1 → Z-2 → Z-3 → Z-4 in Serie
  - Strang Sanitär
    - Nicht Regelbar von 3Smart
  - Strang Turnsaal
    - Deckenluftherhitzer





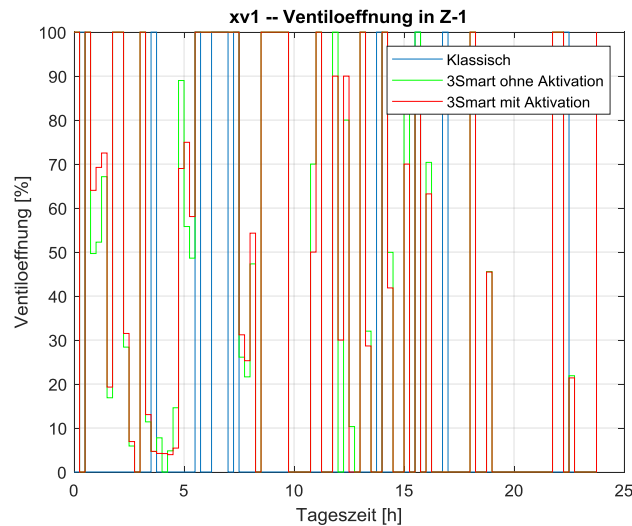
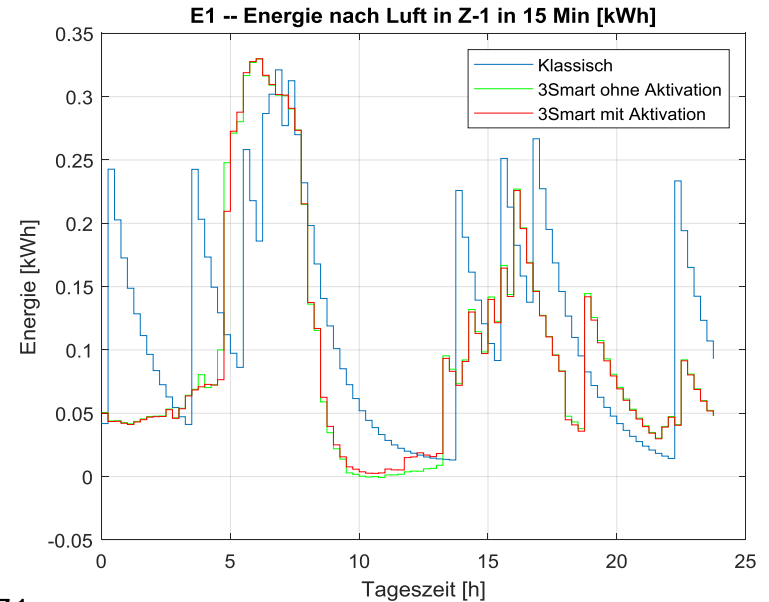
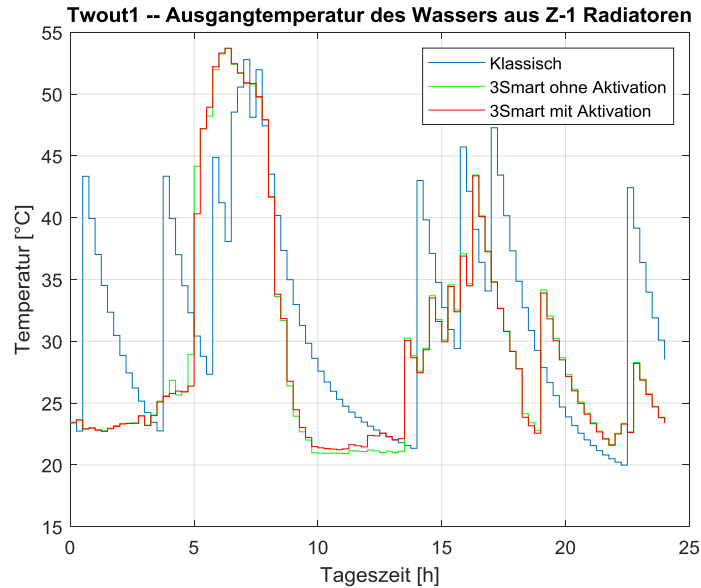
# 3Smart Regelung

- Die Planung für einen ganzen Tag (24 Stunden)
  - Die Temperatureinstellungen im System, müssen um Mitternacht bei der gleichen Temperatur enden, an der sie die Mitternacht vorher beginnen (die Starttemperaturen unterliegen ebenfalls der Optimierung) -- damit erreicht man ein nachhaltiges und wiederholbares Alltagsverhalten des Systems
  - die Ventilöffnungen für alle Zimmer und die Vorlauftemperatur werden in 15-minutigen Schritten optimiert

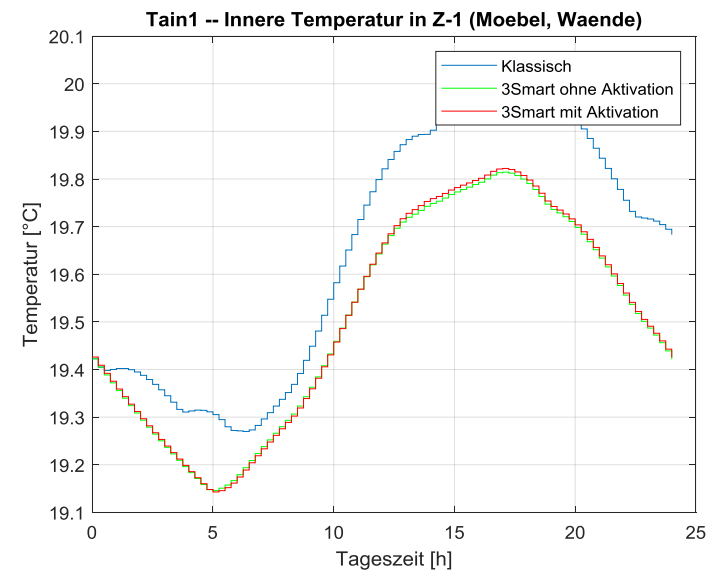
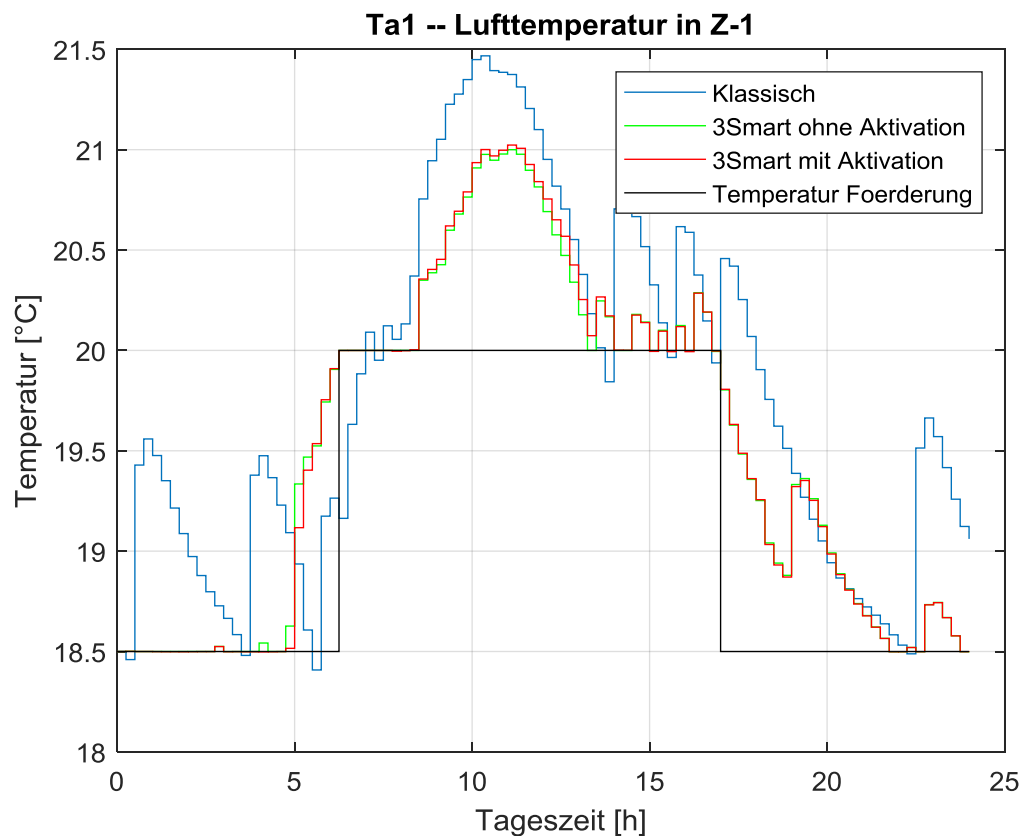
# Klassische Regelung

- Das Heizkörperventil ist geöffnet wenn die Lufttempertaur niedriger als der Sollwert ist, andernfalls ist es geschlossen
- Die Vorlauftemperatur ist auf 60°C eingestellt wenn ein oder mehr Ventile geöffnet sind, andernfalls gesetzt auf die Rücklauftemperatur (keine Heizung des Mediums)

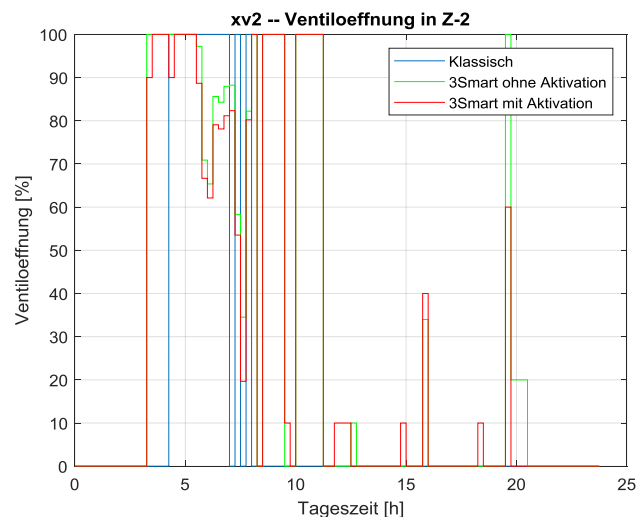
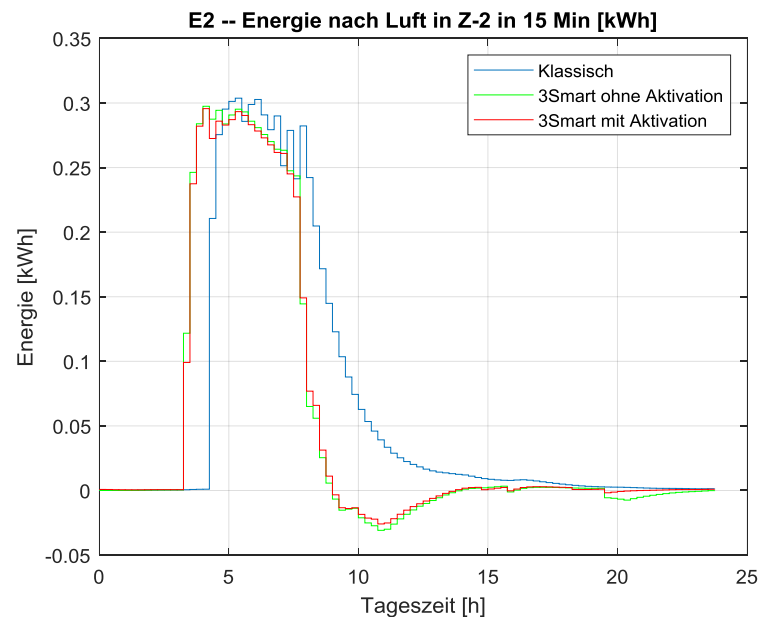
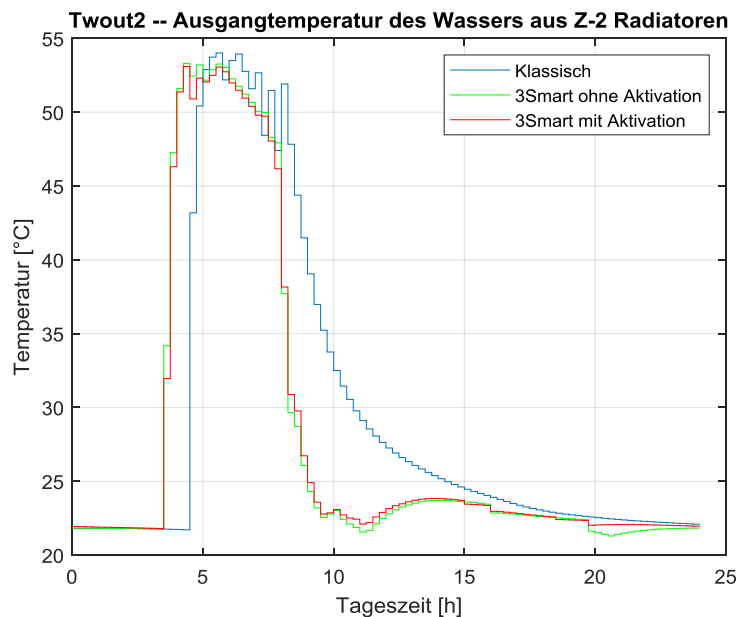
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-1)



# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-1)

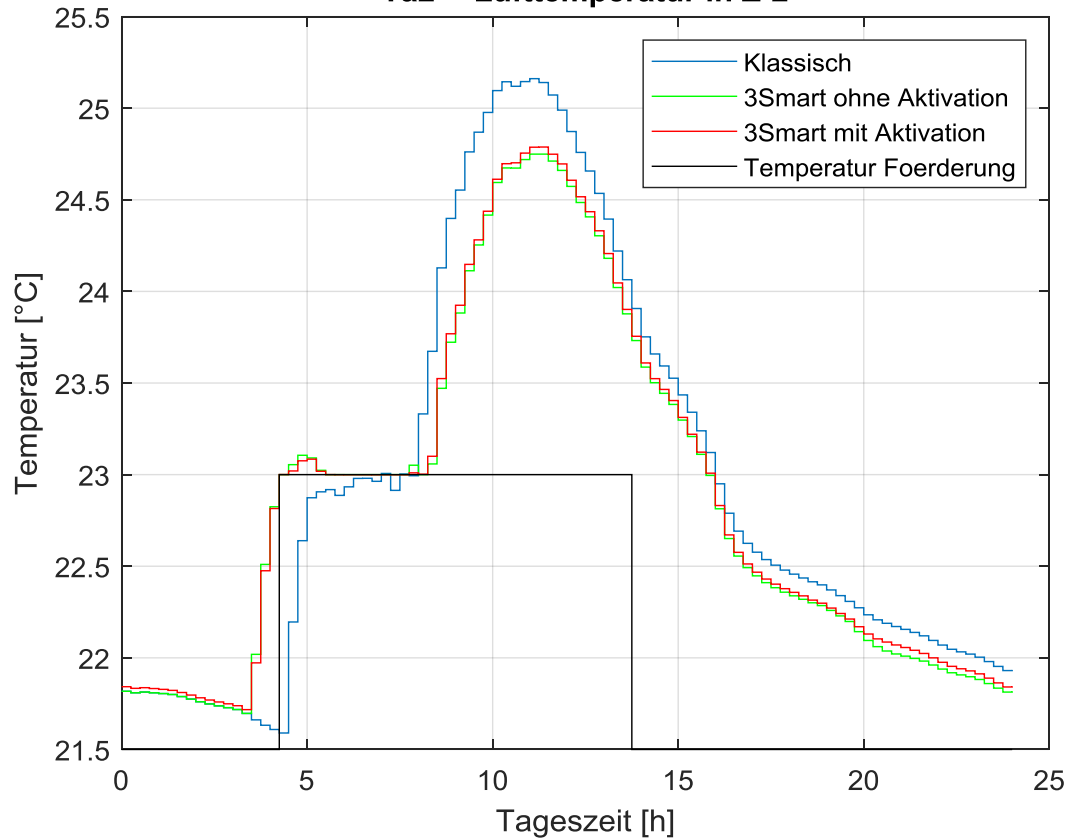


# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-2)

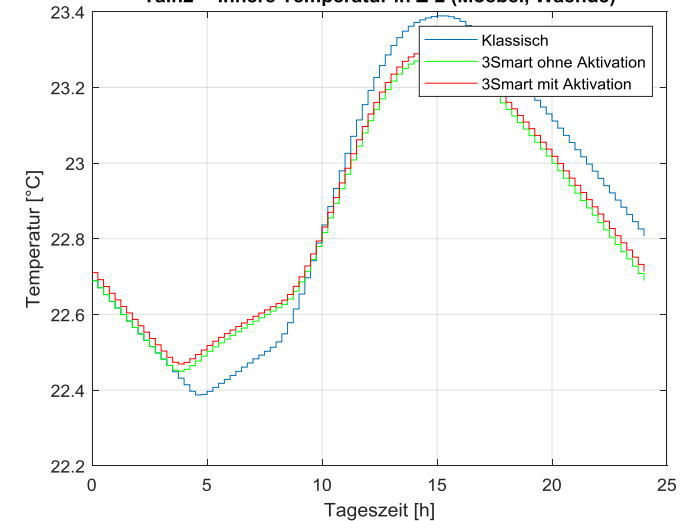


# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-2)

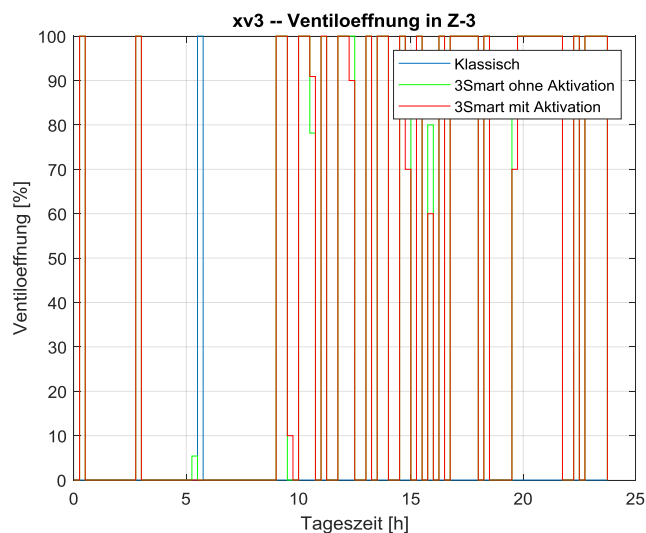
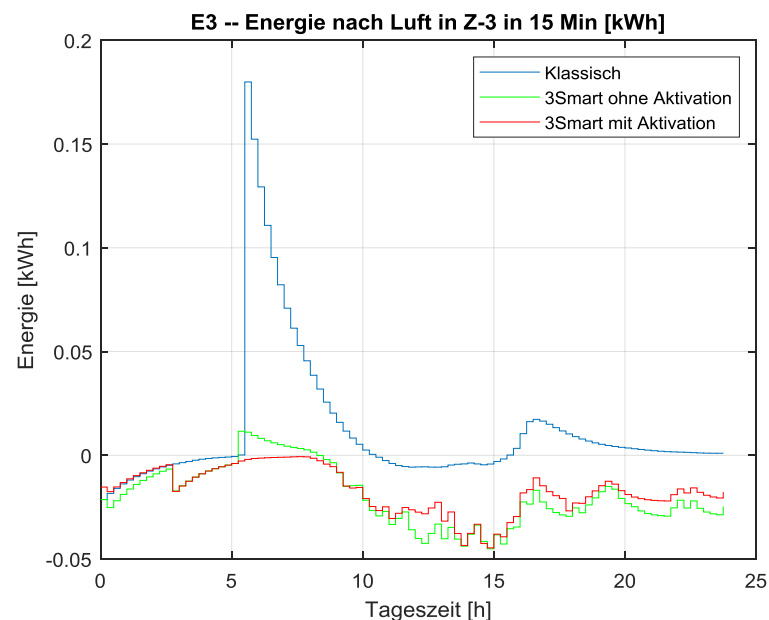
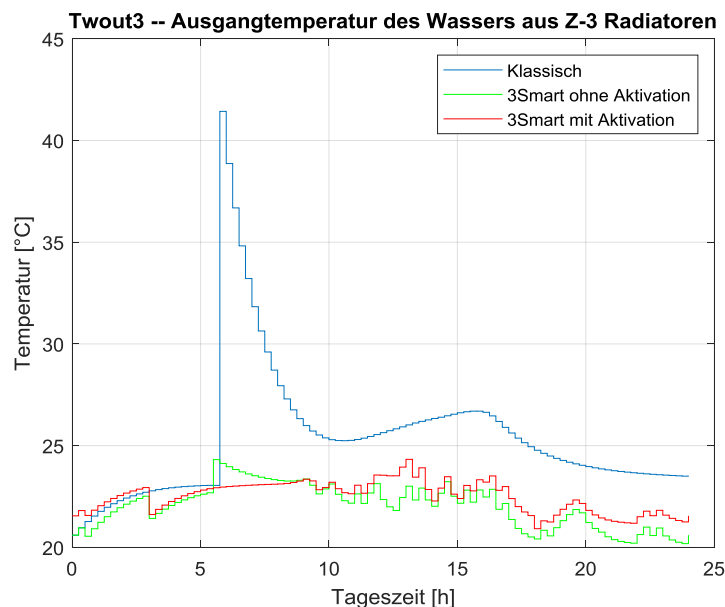
Ta2 -- Lufttemperatur in Z-2



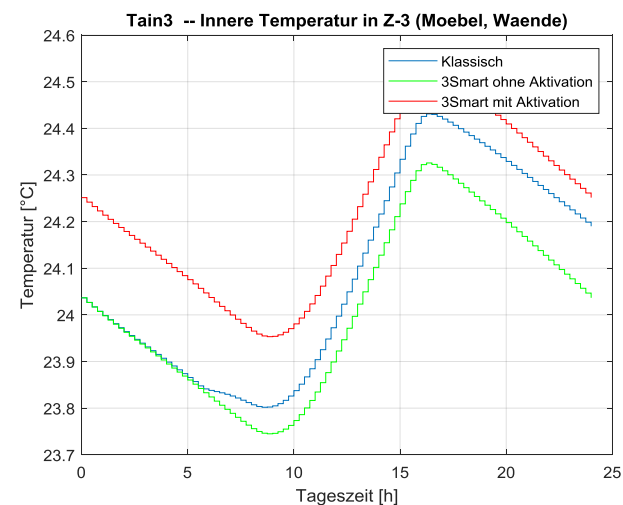
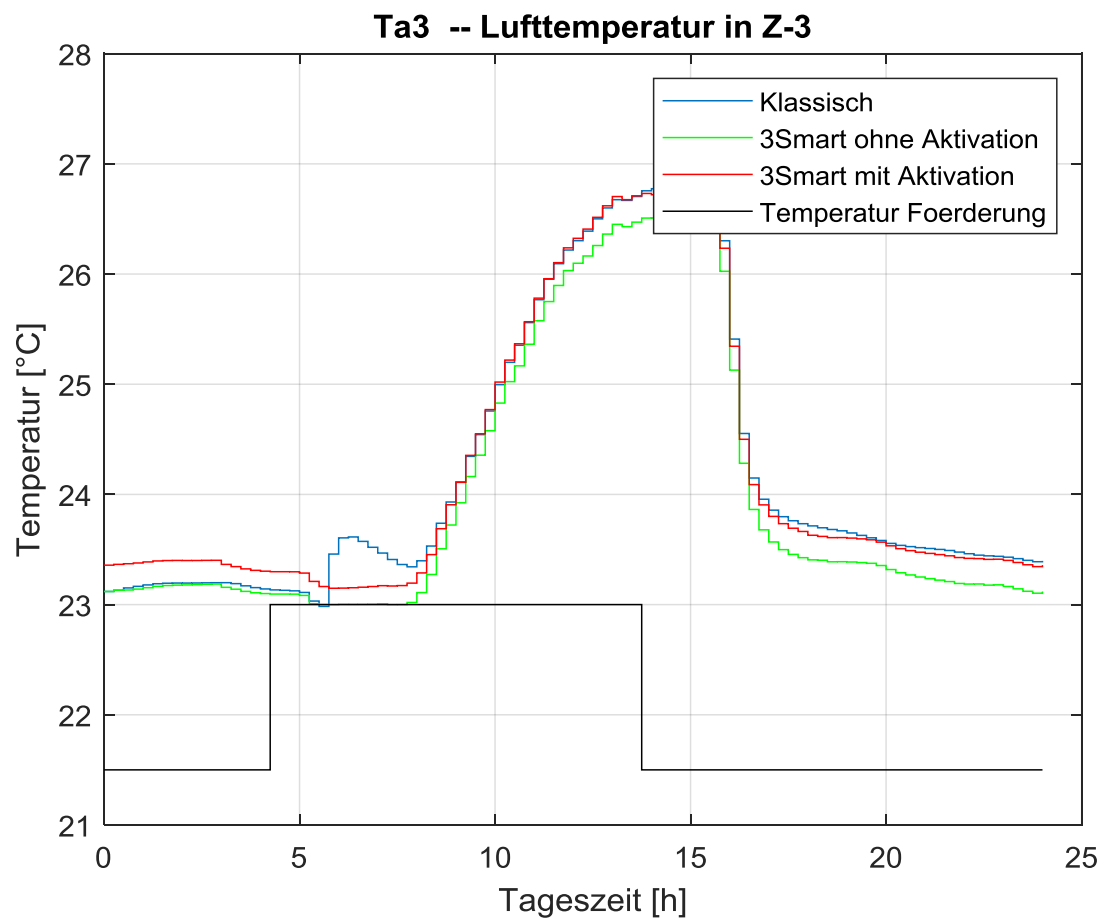
Tain2 -- Innere Temperatur in Z-2 (Moebel, Waende)



# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-3)



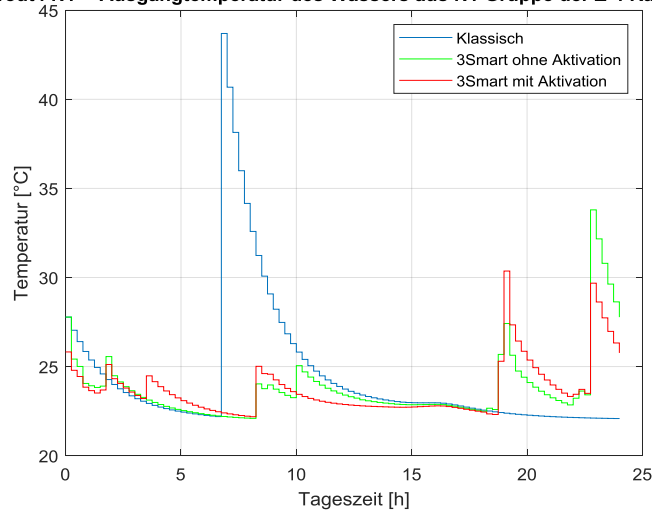
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-3)



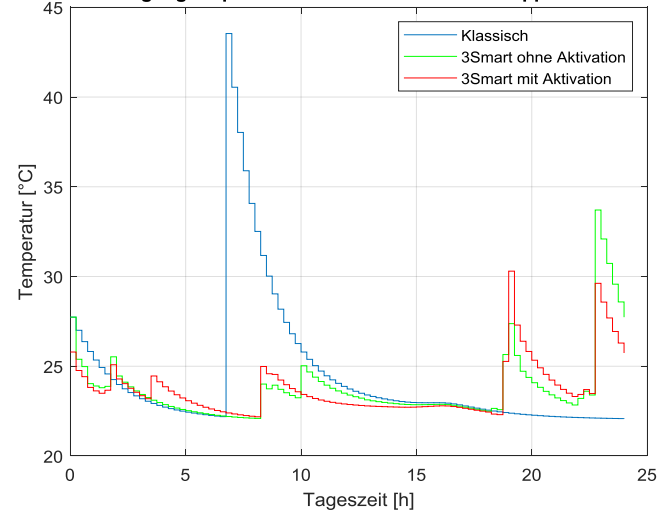


# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)

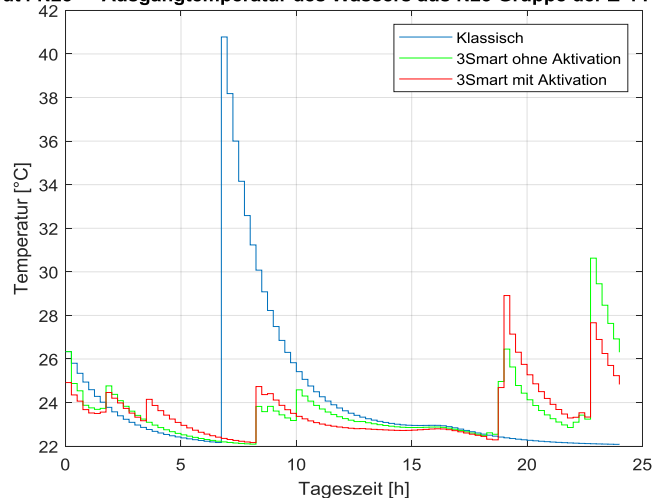
Twout4 N1 -- Ausgangstemperatur des Wassers aus N1 Gruppe der Z-4 Radiator



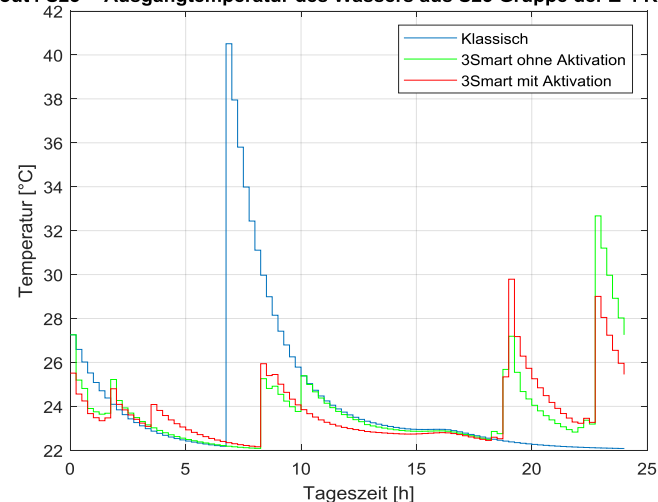
Twout4 S1 -- Ausgangstemperatur des Wassers aus S1 Gruppe der Z-4 Radiator



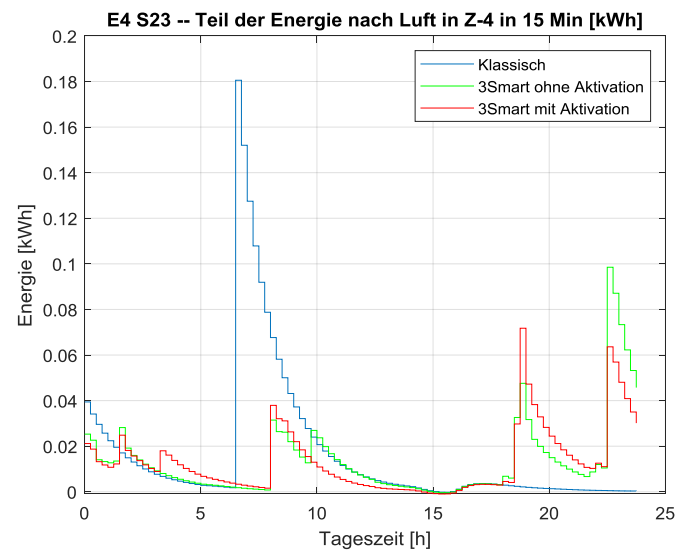
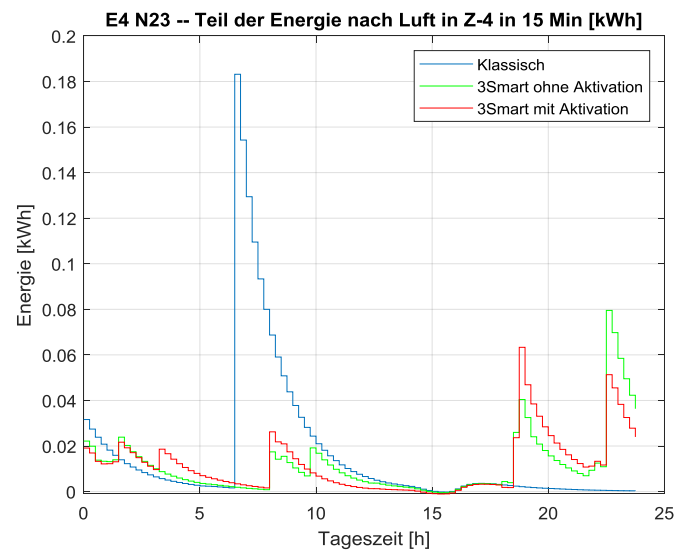
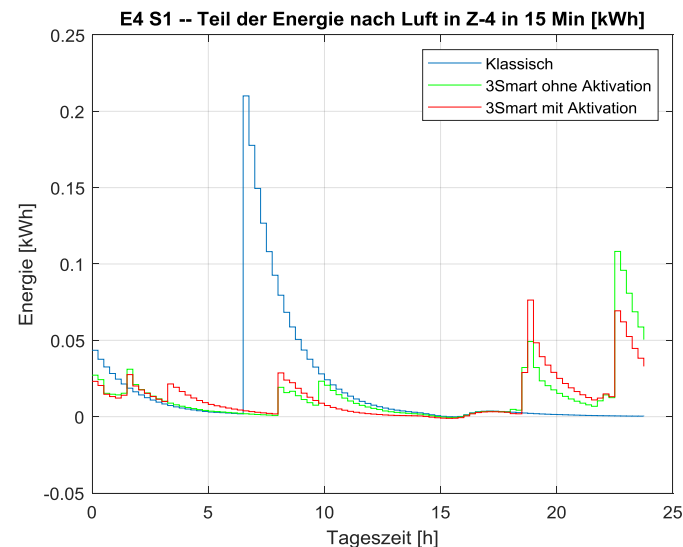
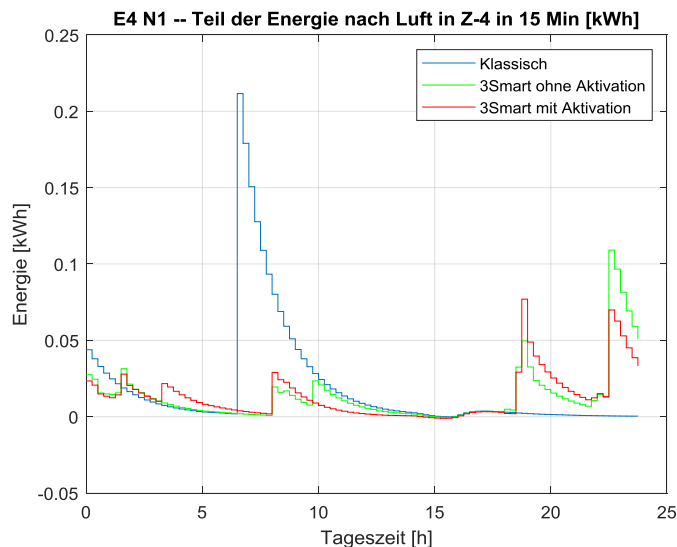
Twout4 N23 -- Ausgangstemperatur des Wassers aus N23 Gruppe der Z-4 Radiator



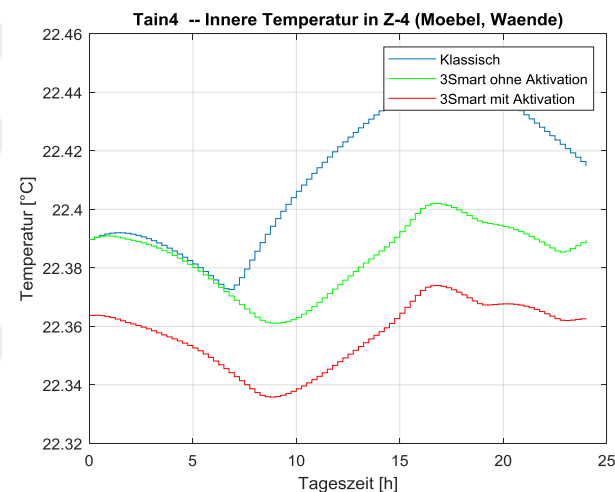
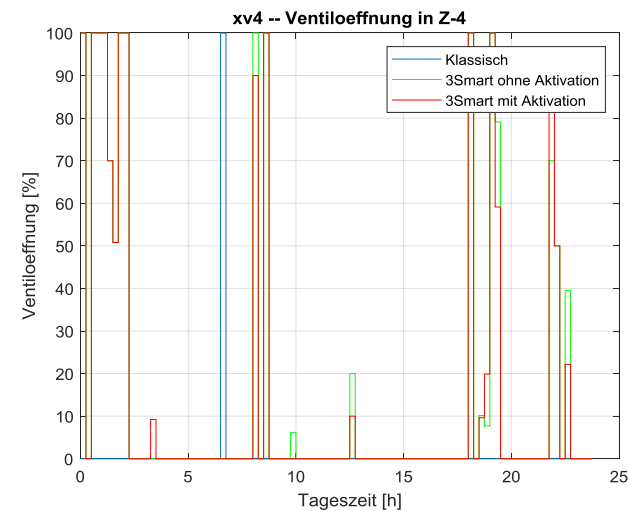
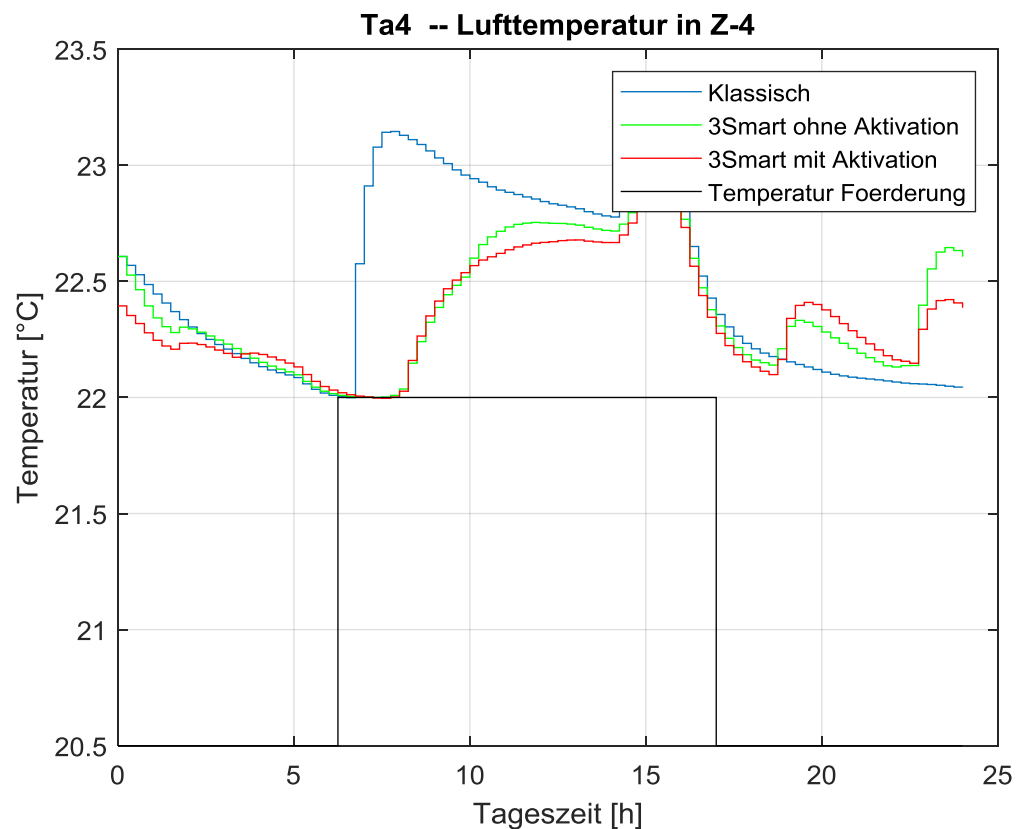
Twout4 S23 -- Ausgangstemperatur des Wassers aus S23 Gruppe der Z-4 Radiator



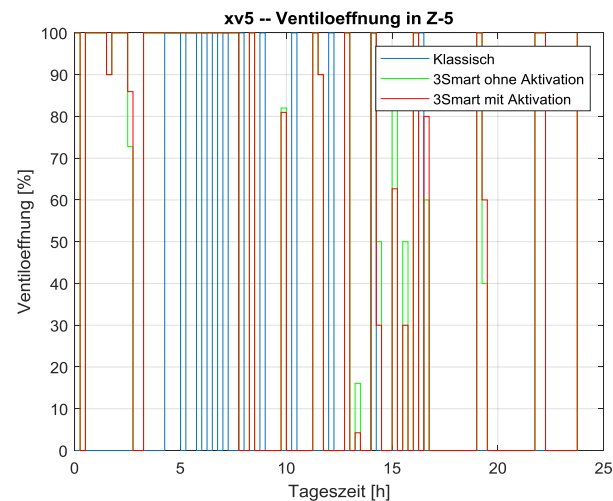
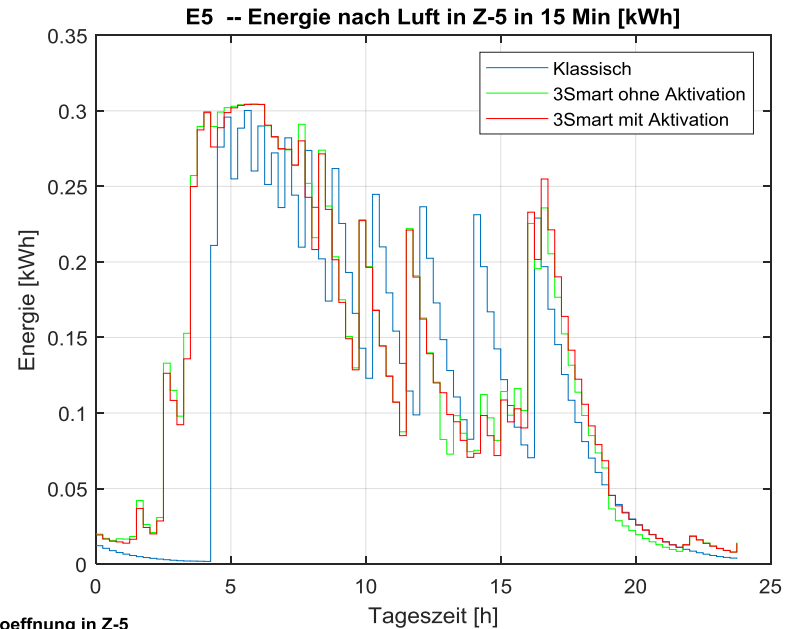
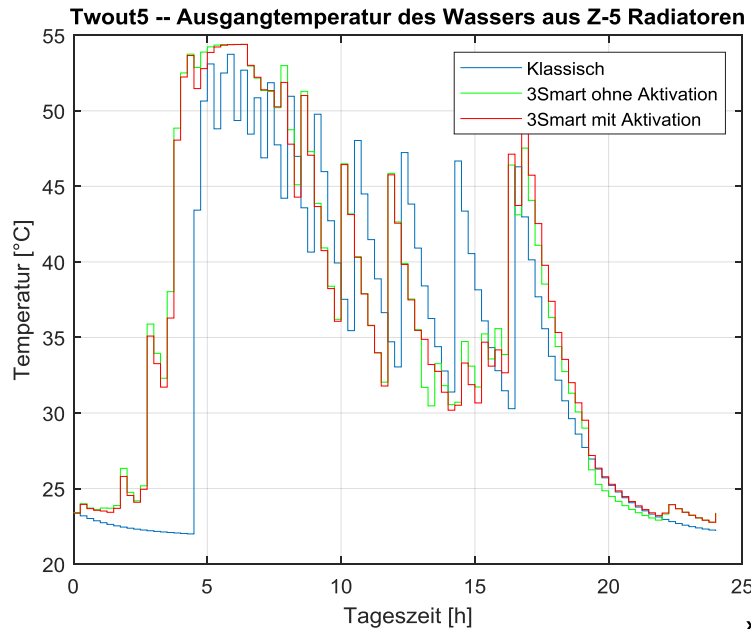
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)



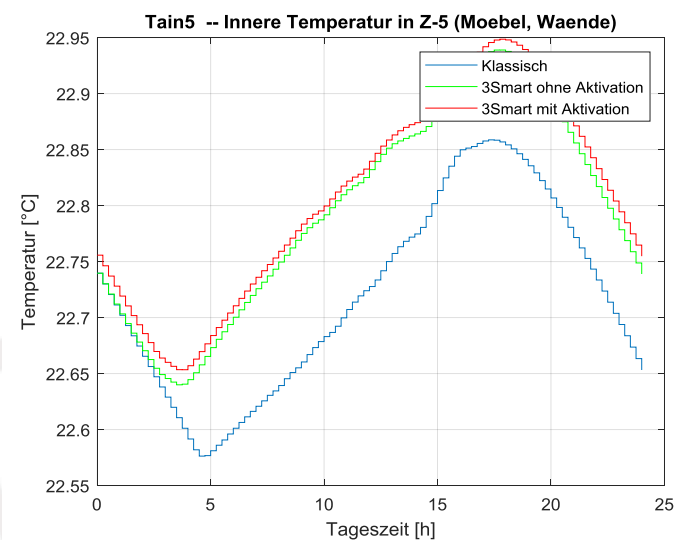
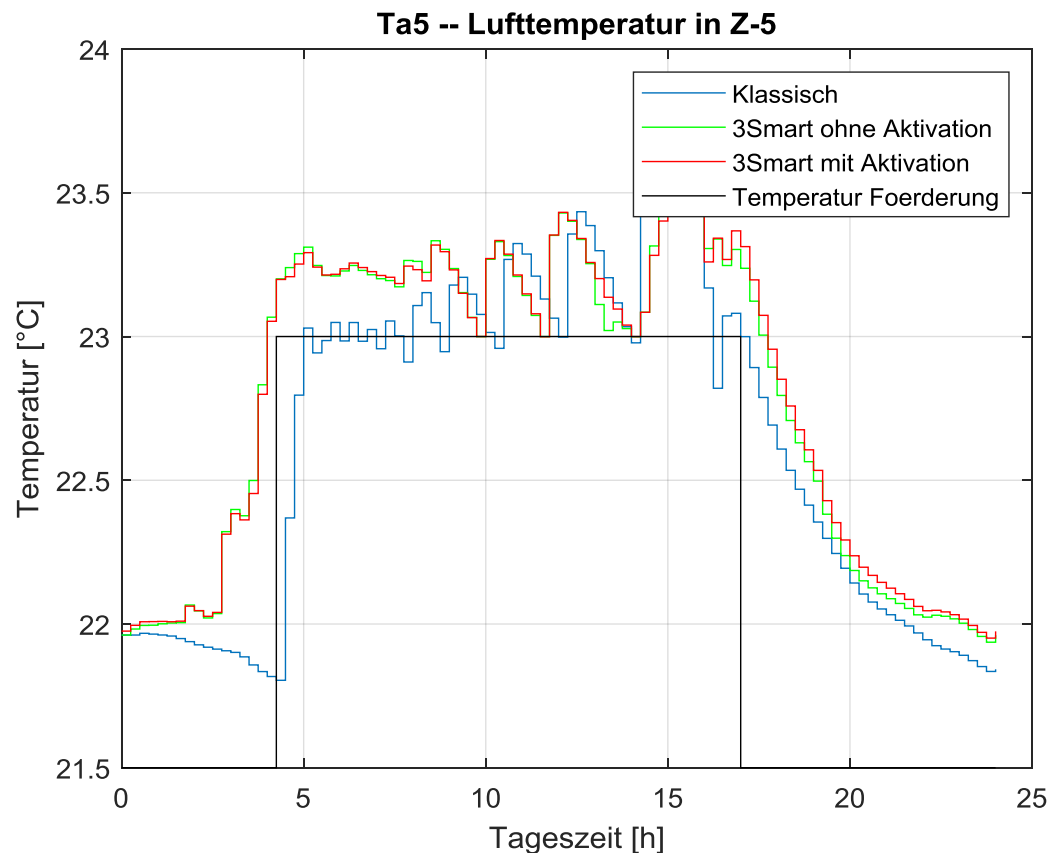
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)



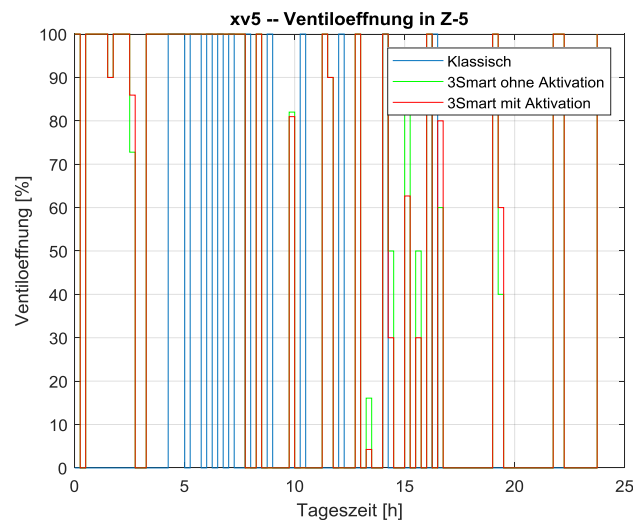
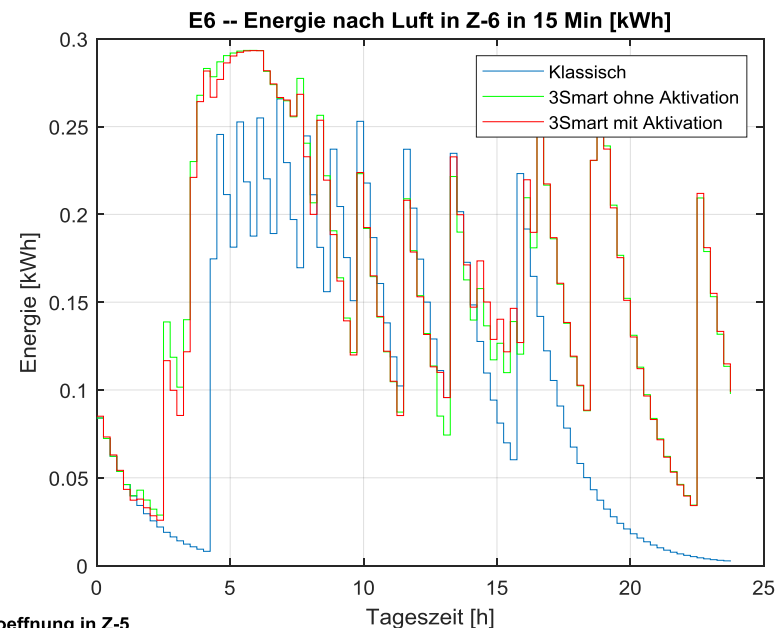
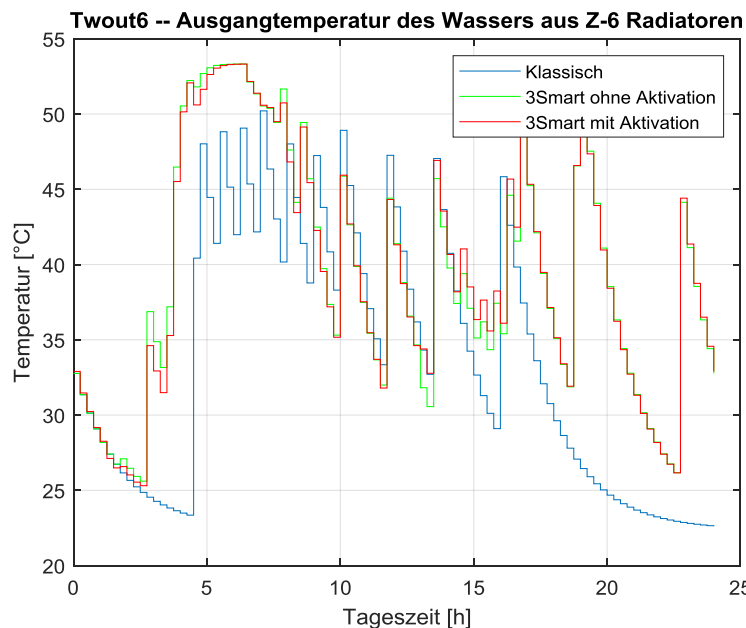
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-5)



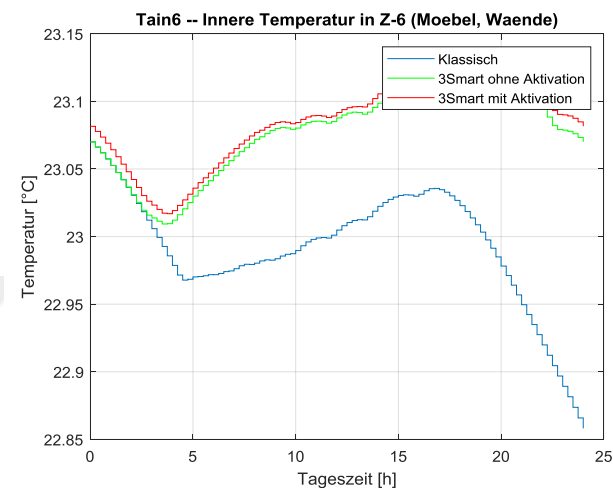
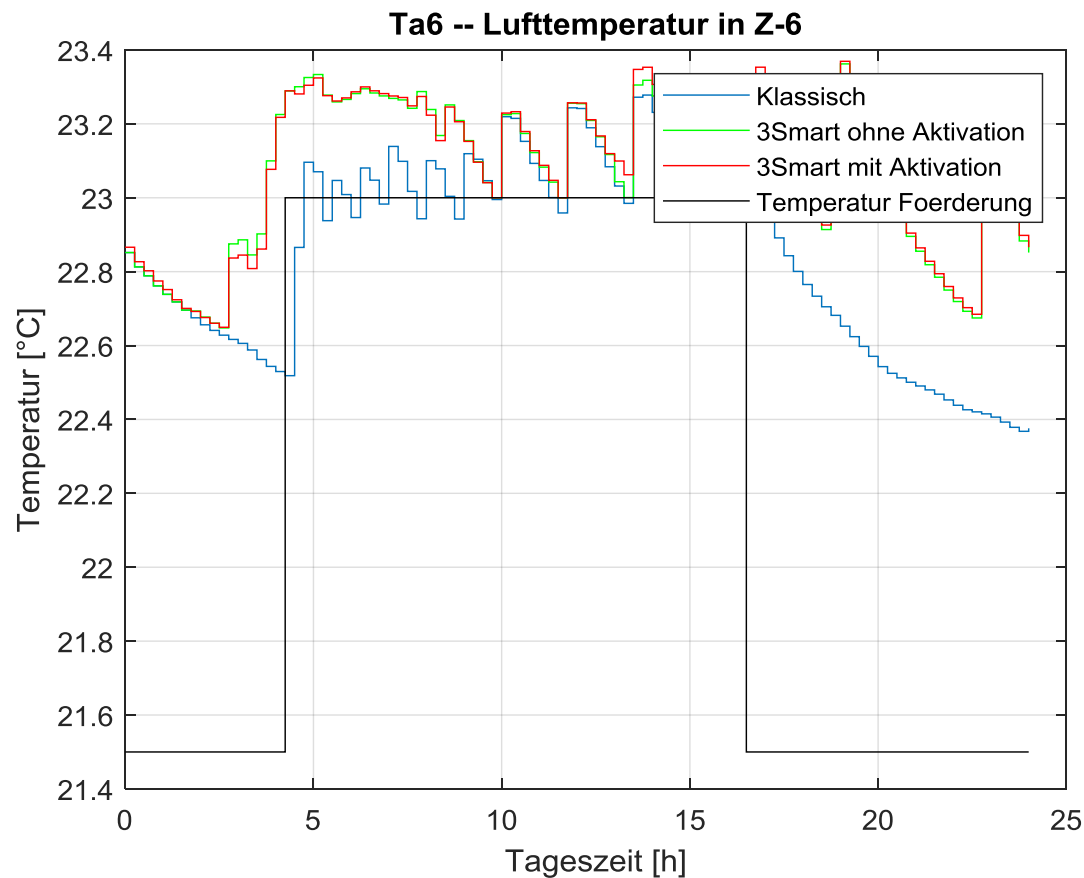
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-5)



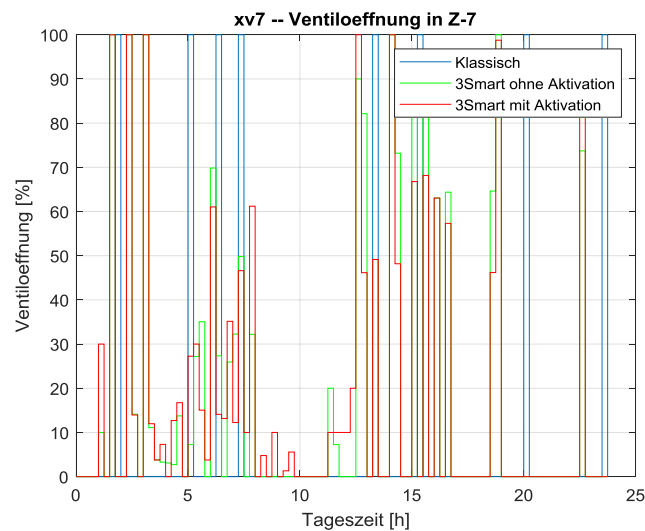
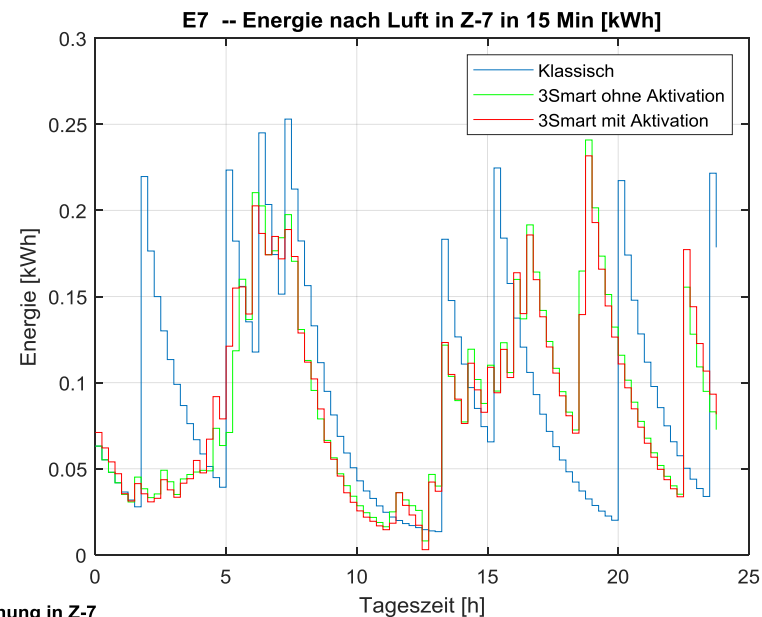
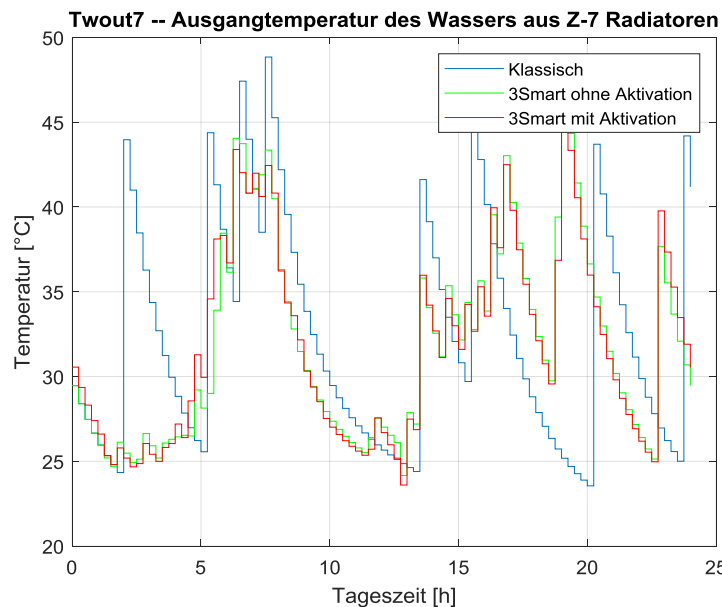
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-6)



# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-6)

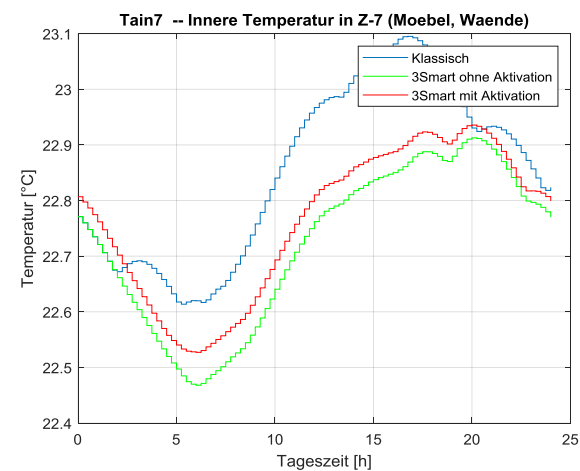
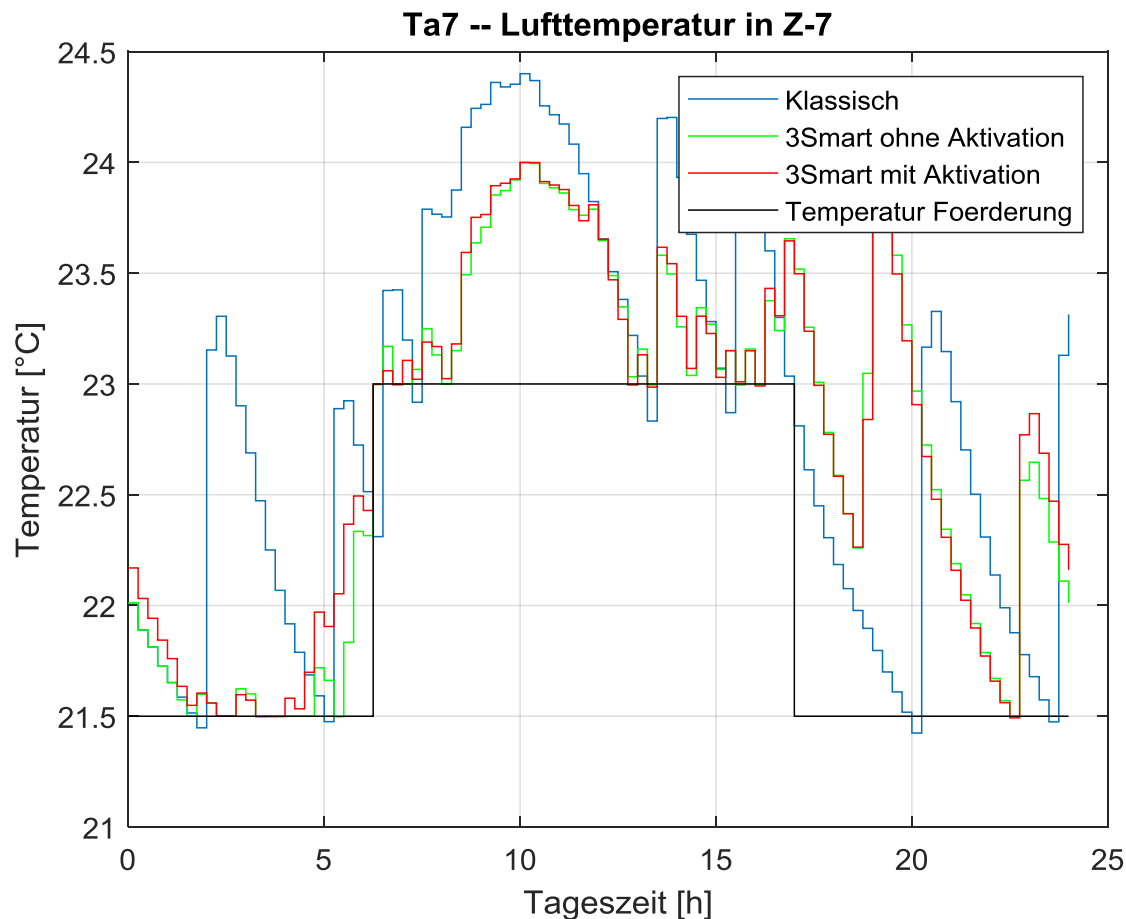


# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-7)

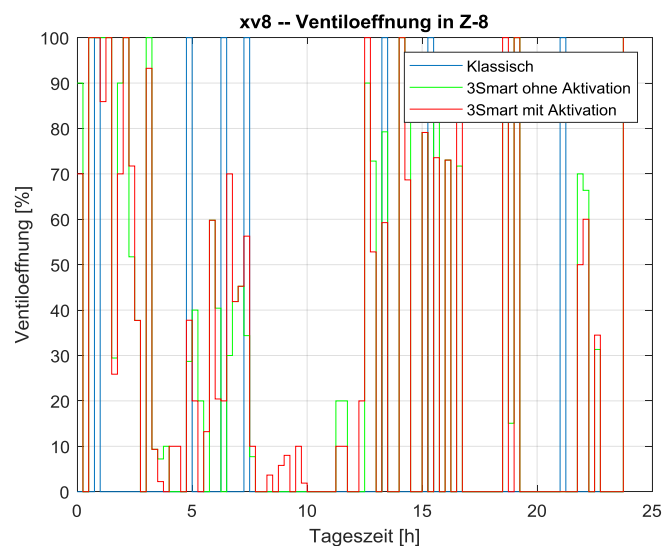
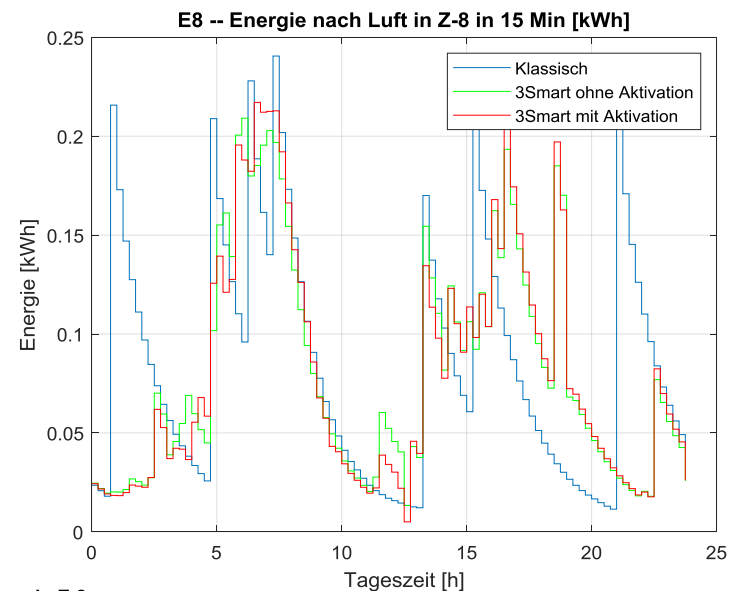
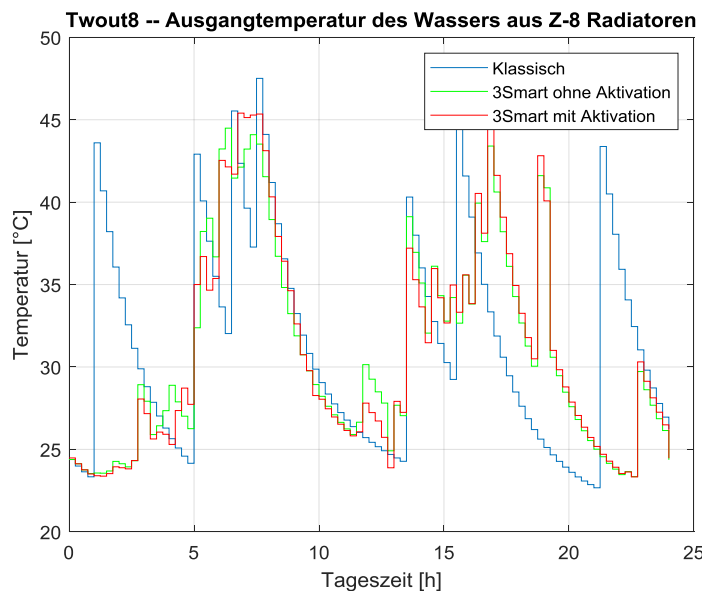




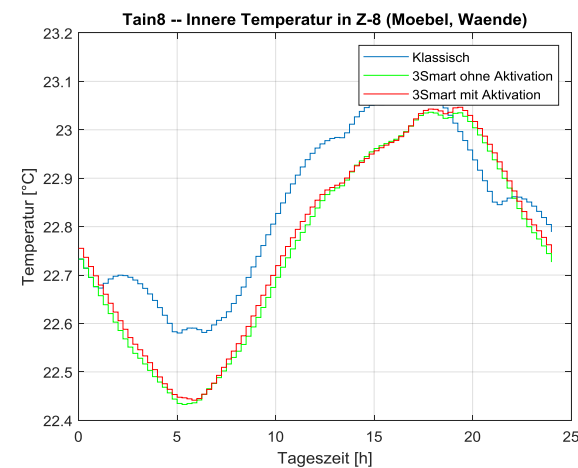
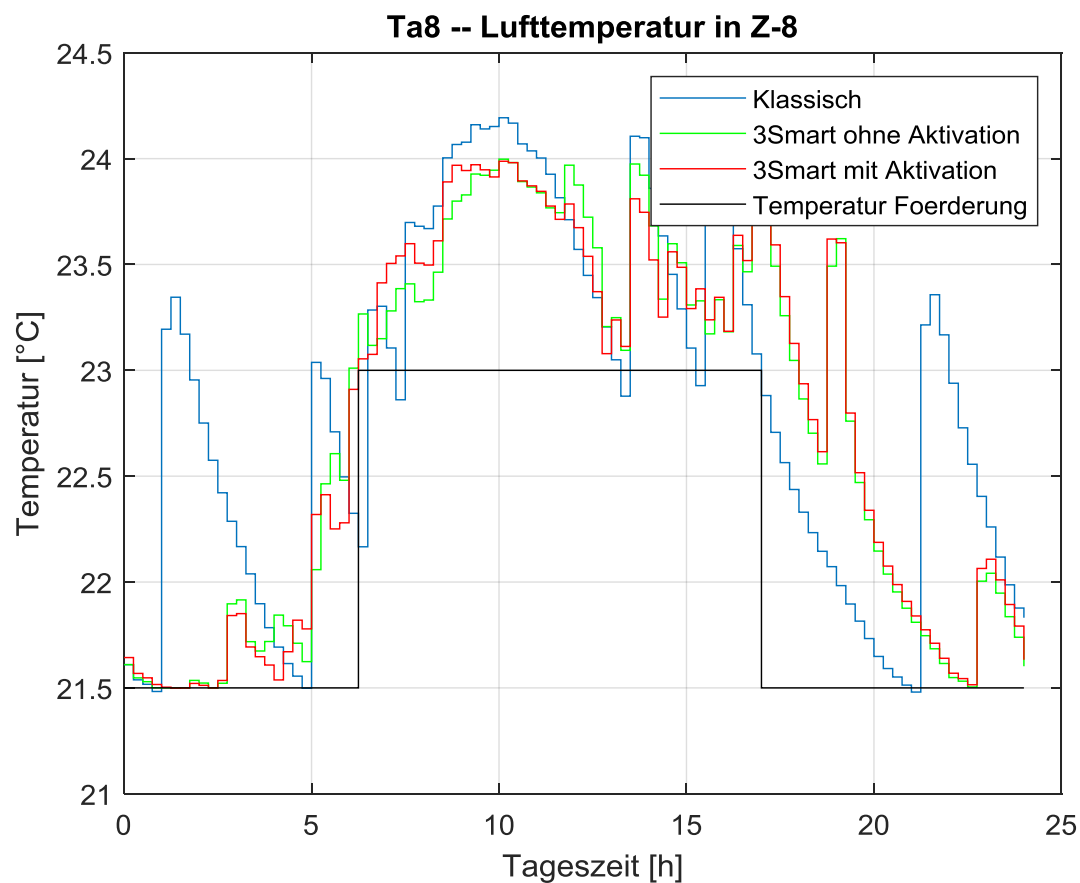
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-7)



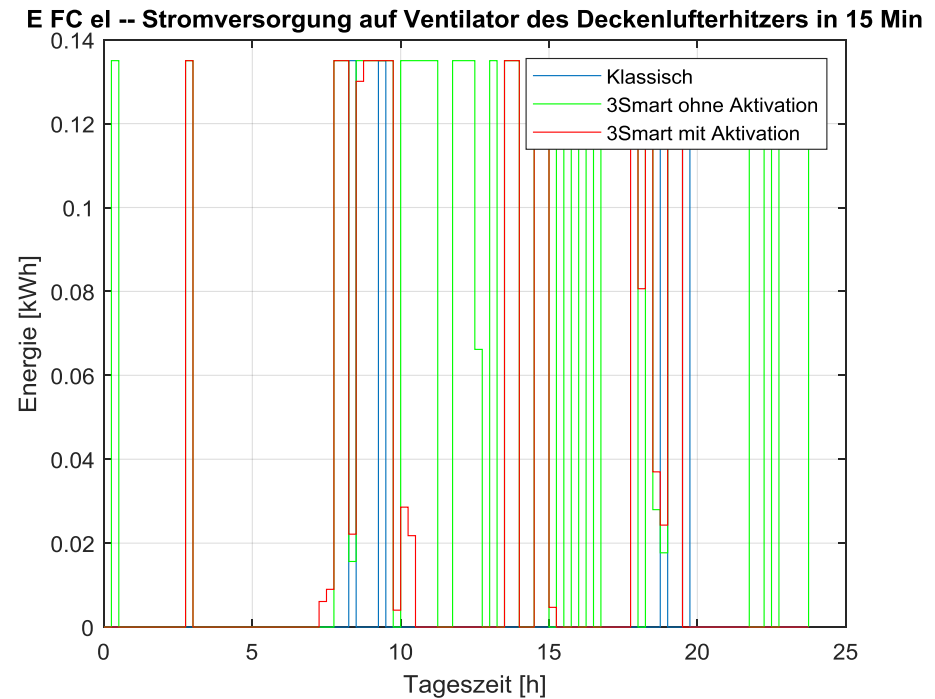
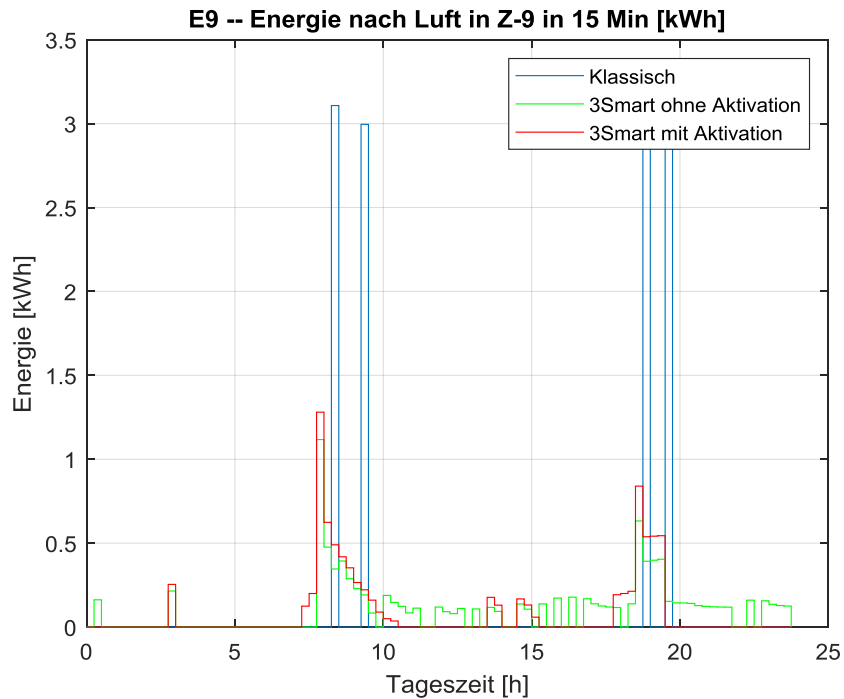
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-8)



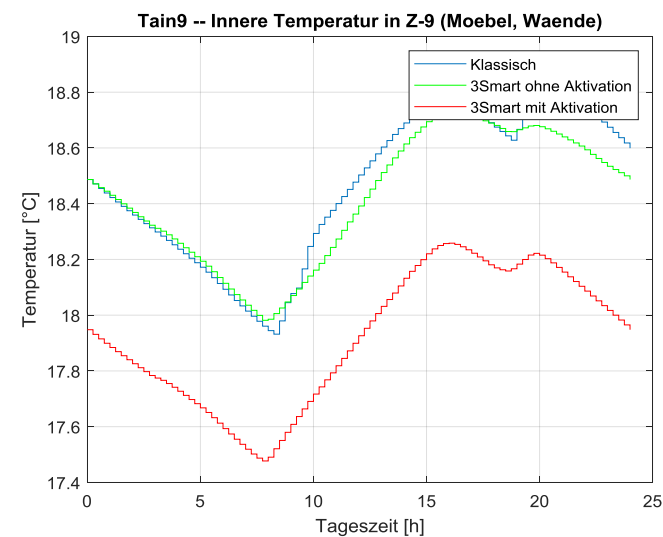
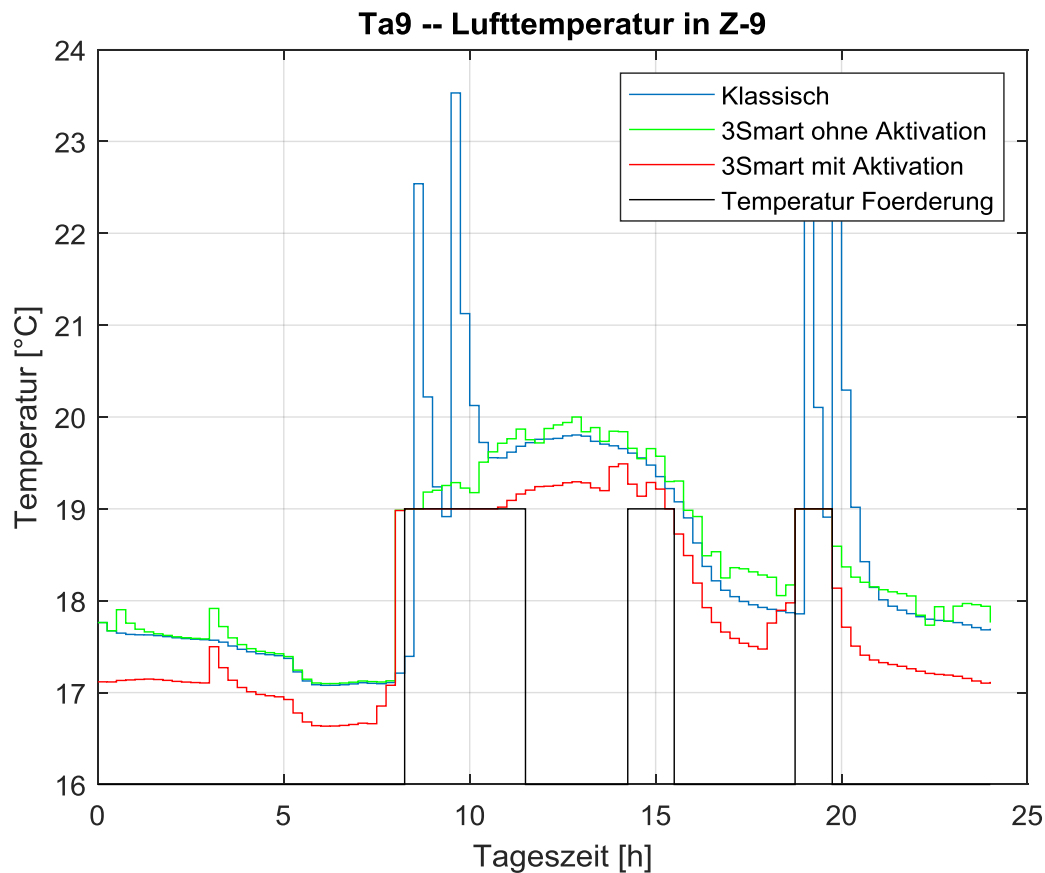
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-8)



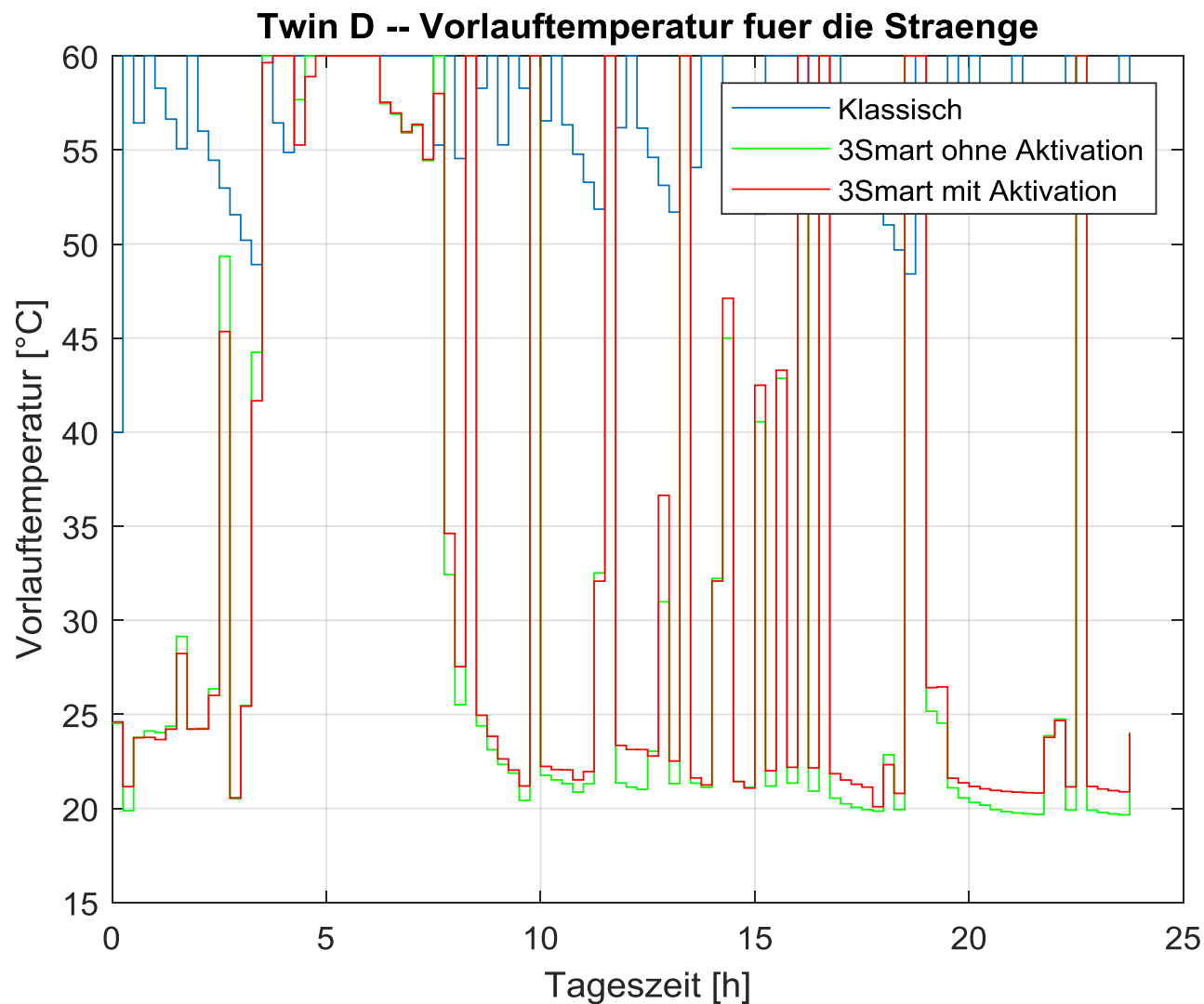
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-9)



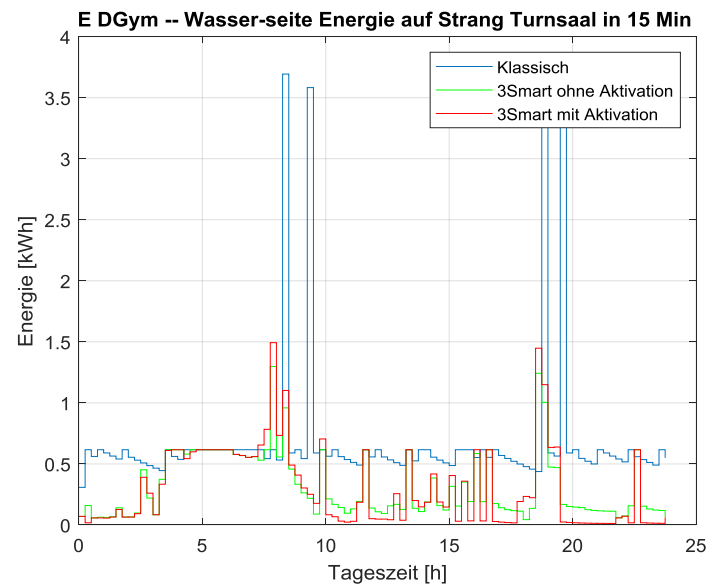
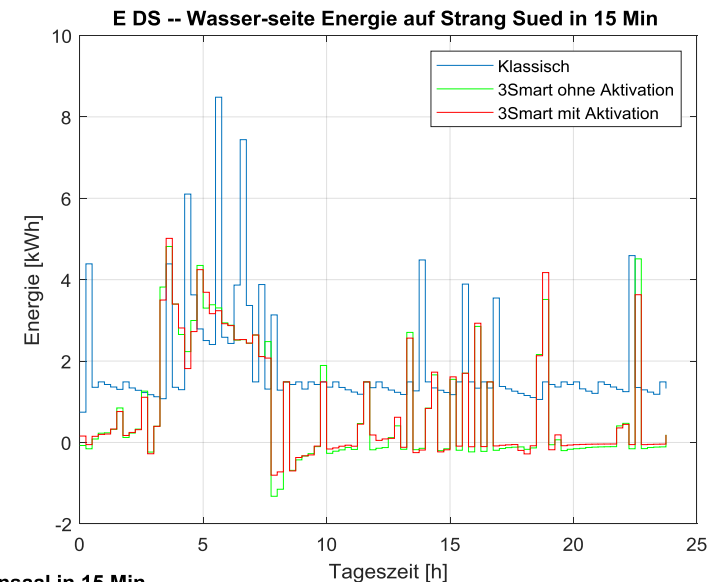
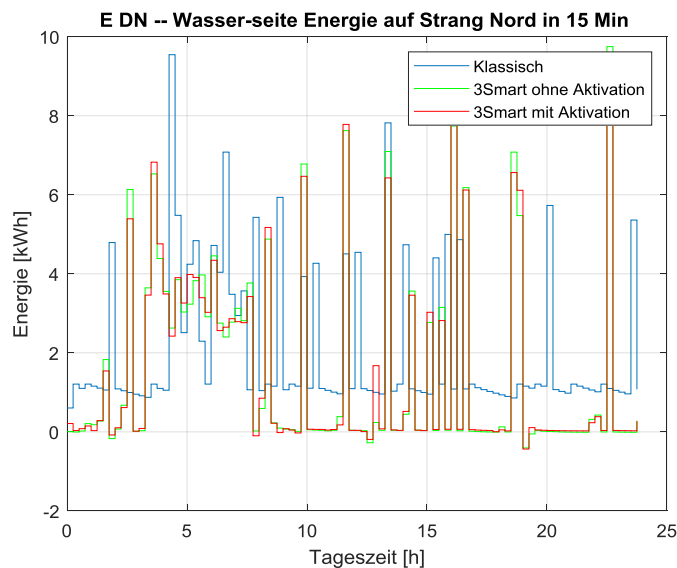
# Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-9)



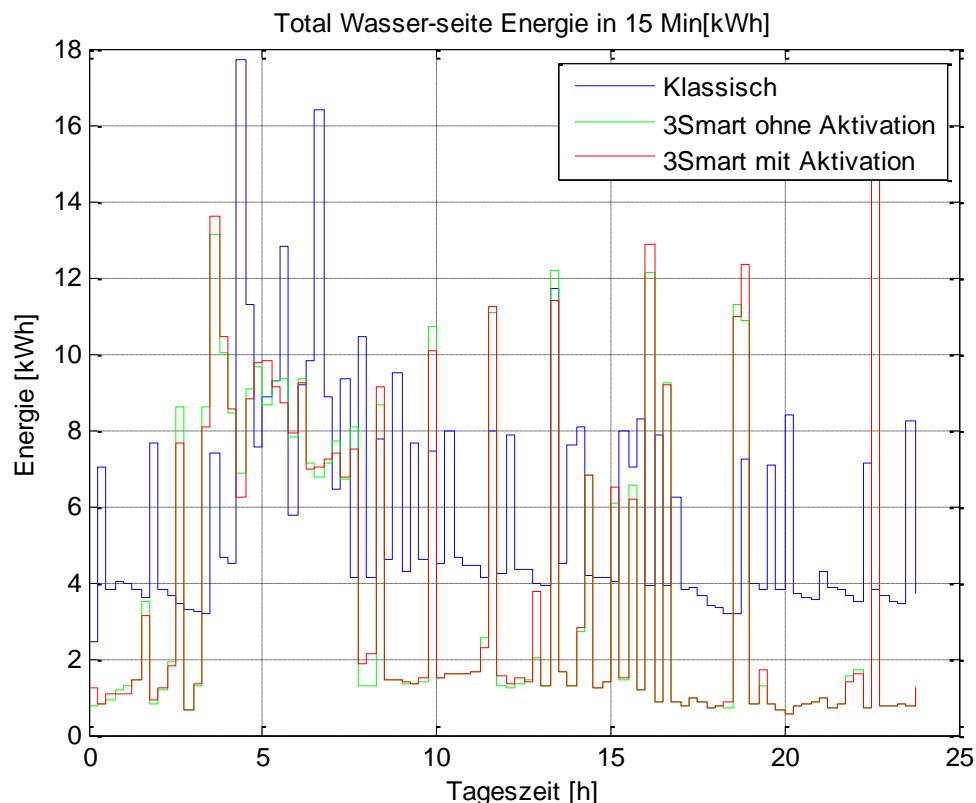
# Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



# Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



# Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



Gesamte tägliche Wärmeversorgung:

Klassische Regelung: 554 kWh

3Smart ohne Aktivation: 363 kWh (34,5% niedriger)

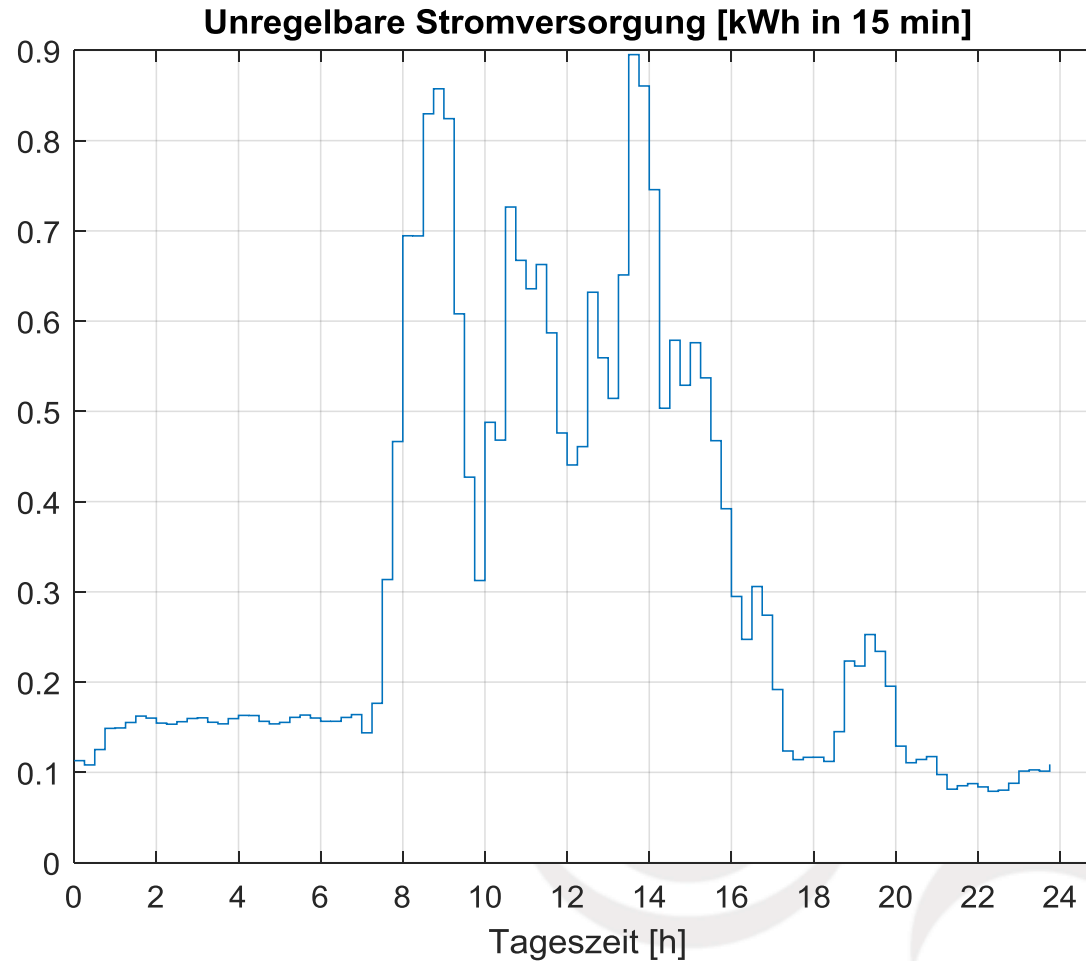
3Smart mit Aktivation: 366 kWh (34,0% niedriger)



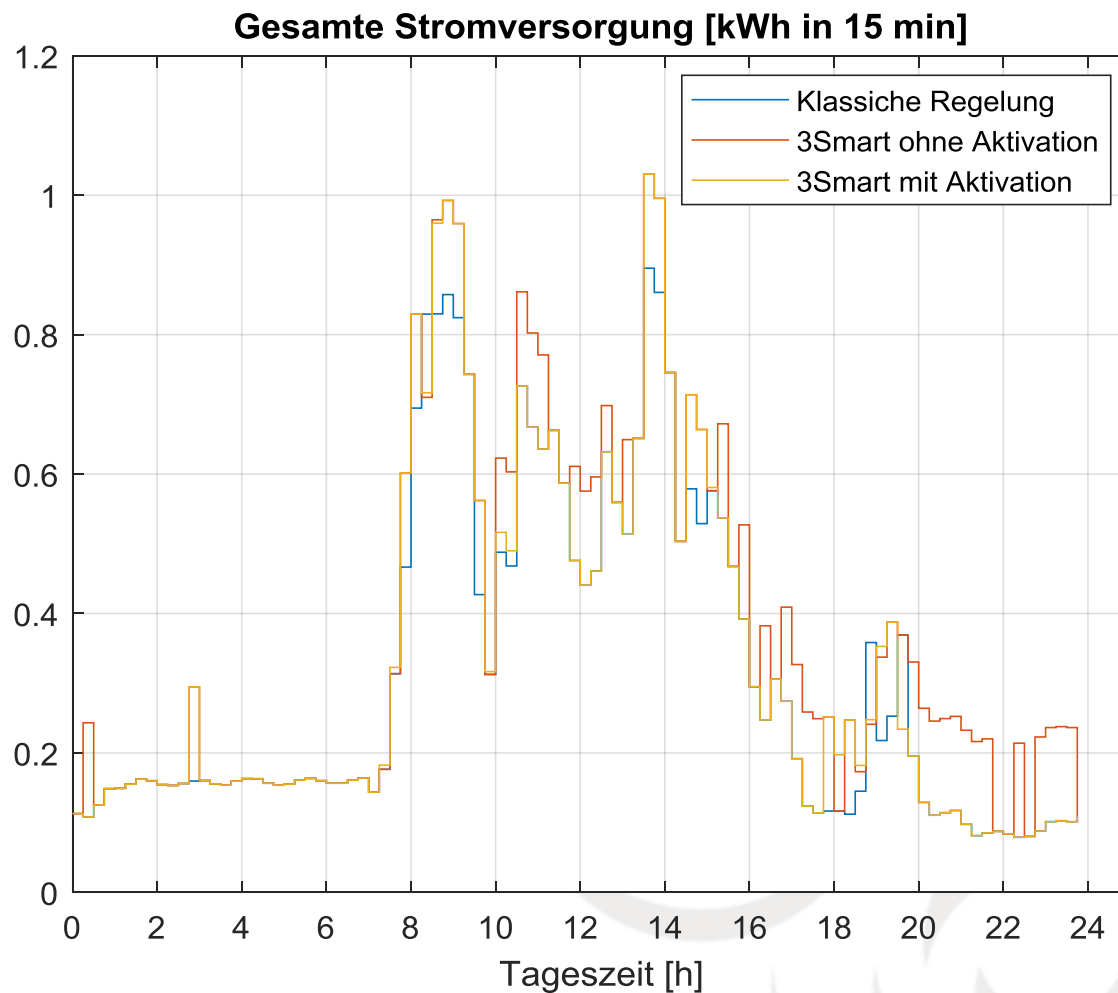
# Die Microgrid Ebene in der Schule

- Keine regelbare Elemente
- MPC für das Microgrid dient nur als Schnittstelle zum Stromnetz
- Koordination mit dem HVAC MPC: der einzige regelbar Stromverbraucher ist der Deckenlufthitzer im Turnsaal (540 W max)

# Die Resultate – das Microgrid



# Die Resultate – das Microgrid



## Die Resultate – 3Smart

- Flexibilitätsangebot: 0.24 kW
- Tagesstromkosten:
  - Klassische Regelung: 5.19 €
  - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 6.20 €
  - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 5.58 €
- Tageswärmekosten:
  - Klassische Regelung: 55.51 €
  - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 36.31 €
  - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 36.55 €

# Altenheim Zentrum

# Altenheim Zentrum – Einblick



# Regelpunkte

- Zonen-Ebene
  - Fußbodenheizung in Zonen Z-1 – Z-40
    - Öffnung des Ventils
- Ebene für die zentrale Verteilung des Heizungsmediums
  - Mischventil
    - Vorlauftemperatur des Mediums für Heizen
- Microgrid Ebene
  - Batteriespeichersystem füllen/leeren Lastung

# Heizungssystem - Struktur

- Stränge
  - Strang Süd – Regelbar von 3Smart  
Z1-Z40 in **Parallele**
  - Andere - Nicht Regelbar von 3Smart



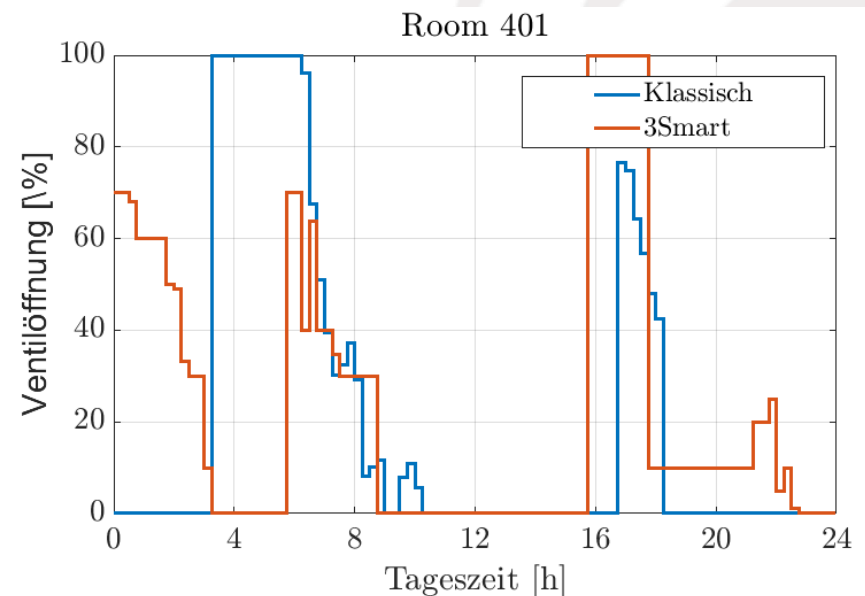
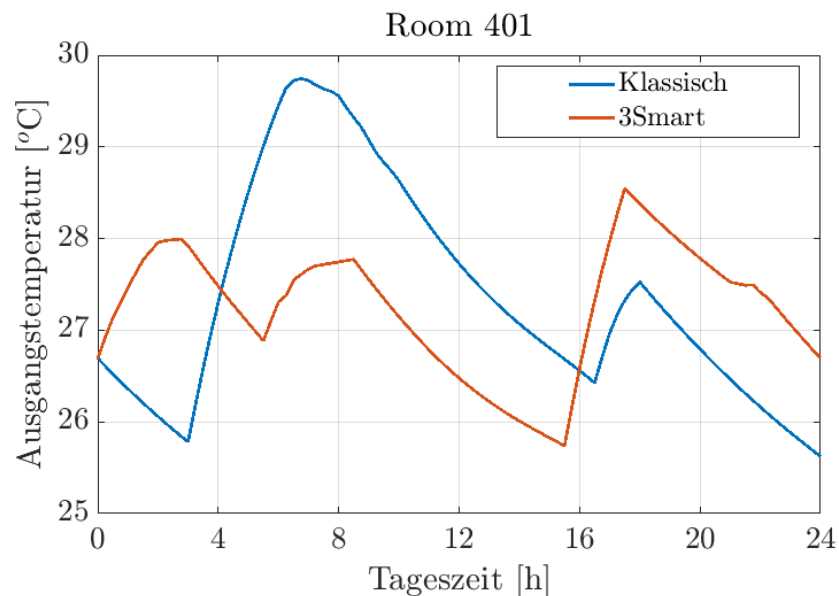
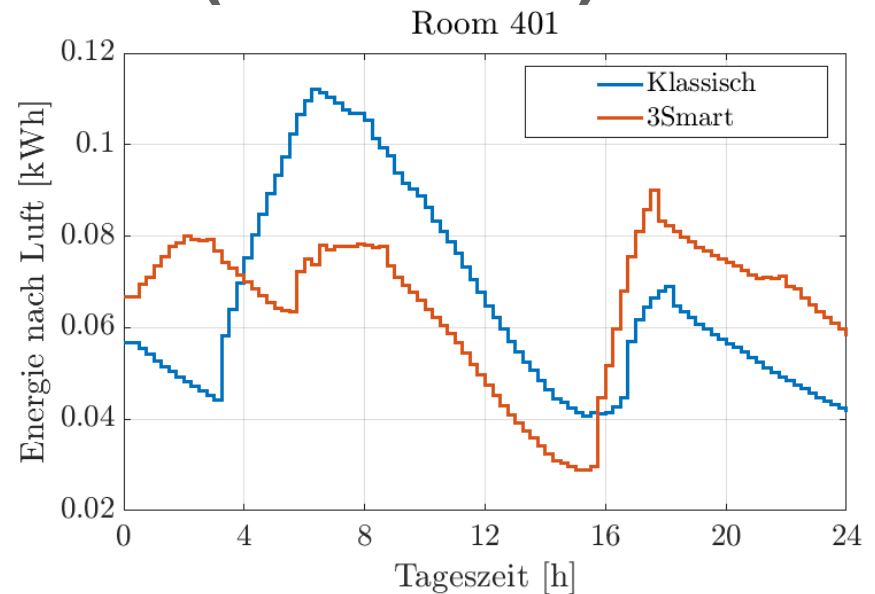
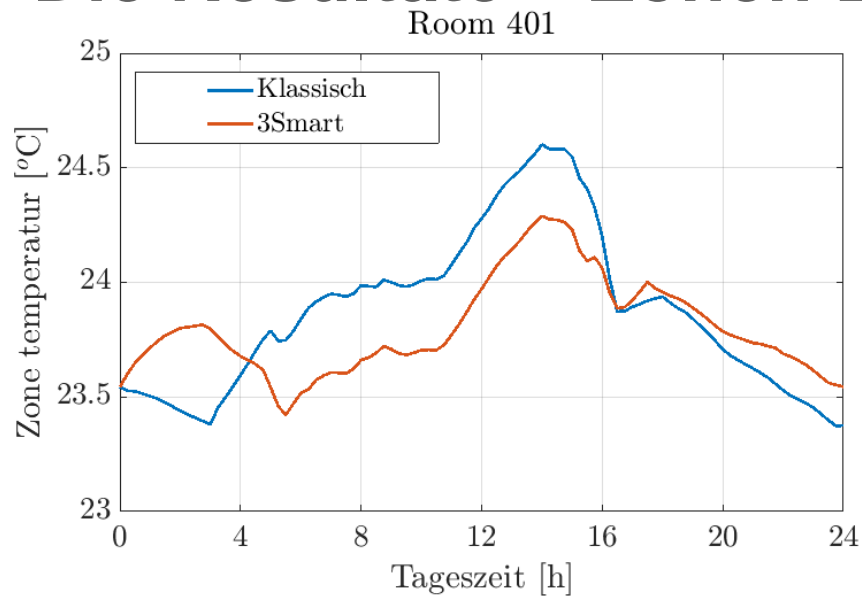
# 3Smart Regelung

- Die Planung für einen ganzen Tag (24 Stunden)
  - Die Temperatureinstellungen im System müssen um Mitternacht bei der gleichen Temperatur enden, an der sie die Mitternacht vorher beginnen (die Starttemperaturen unterliegen ebenfalls der Optimierung) -- damit erreicht man ein nachhaltiges und wiederholbares Alltagsverhalten des Systems
  - die Ventilöffnungen für alle Zimmer und die Vorlauftemperatur werden in 15-minutigen Schritten optimiert

# Klassische Regelung

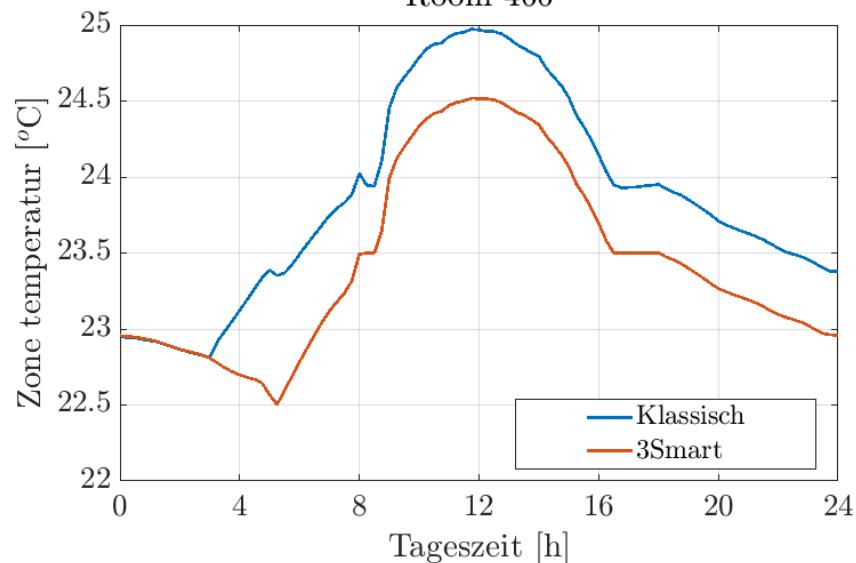
- Das Fußbodenheizungsventil ist geöffnet wenn die Lufttempertaur niedriger als der Sollwert ist, andernfalls ist es geschlossen
- Die Vorlauftemperatur ist auf 42°C eingestellt wenn ein oder mehr Ventile geöffnet sind, andernfalls gesetzt auf die Rücklauftemperatur (keine Heizung des Mediums)

# Die Resultate – Zonen Ebene (Raum 401)

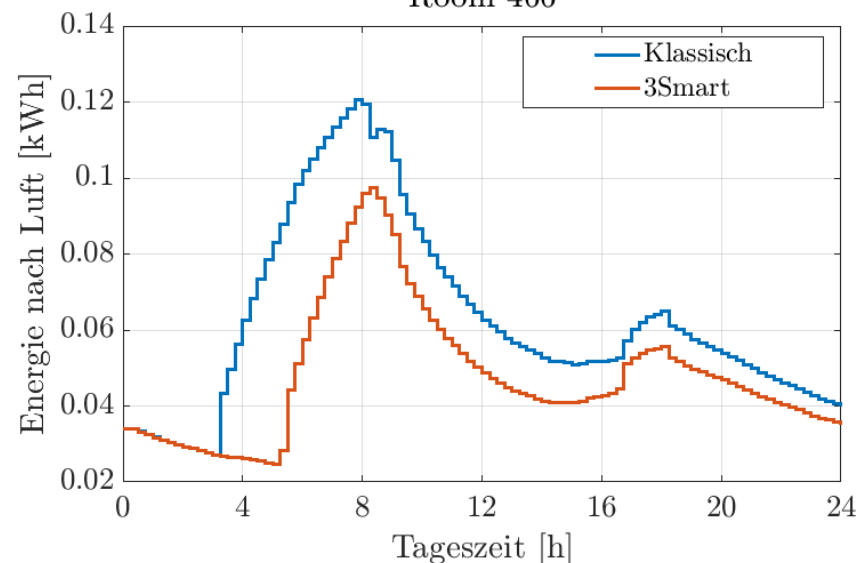


# Die Resultate – Zonen Ebene (Raum 466)

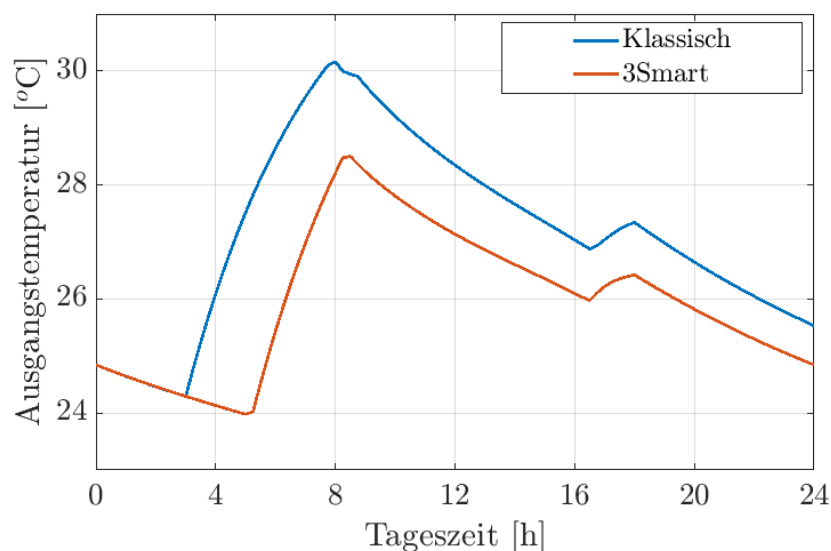
Room 466



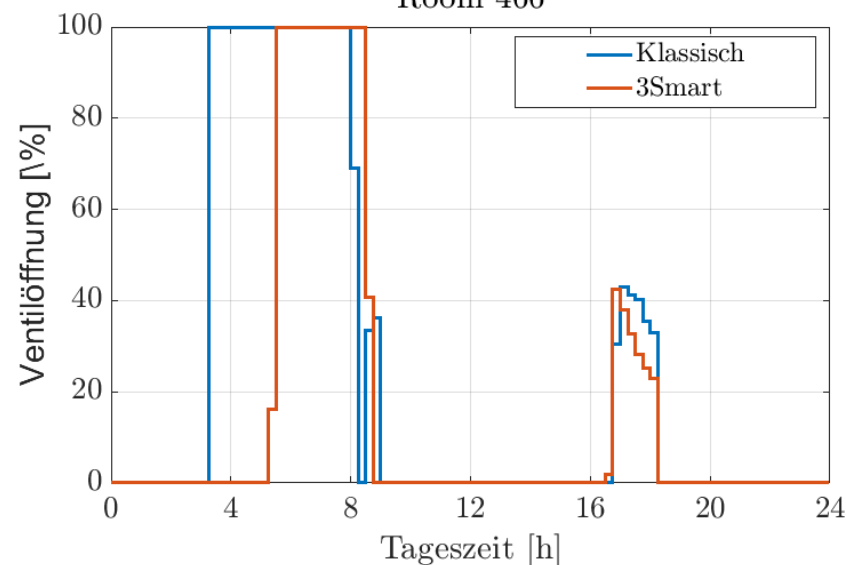
Room 466



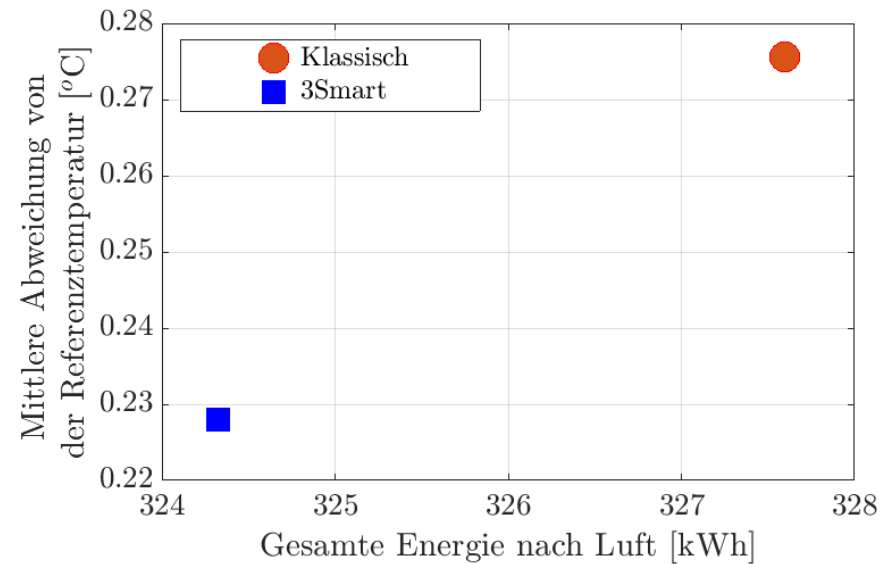
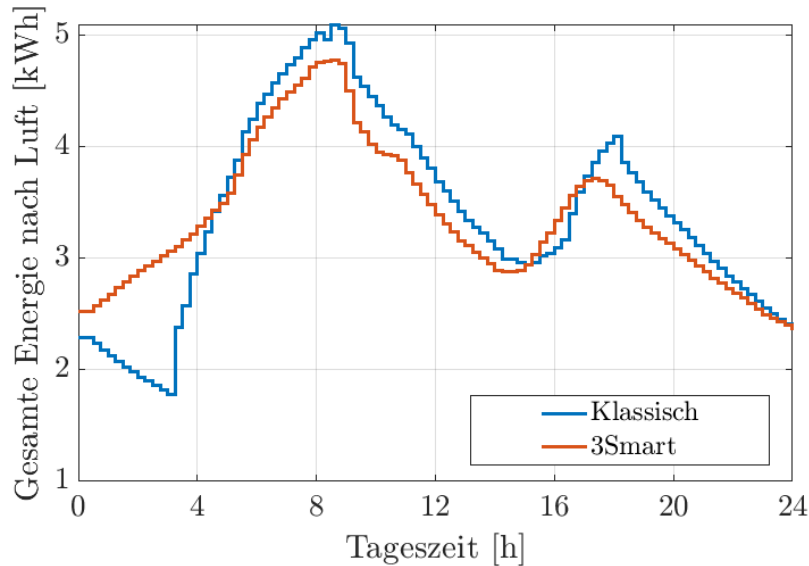
Room 466



Room 466



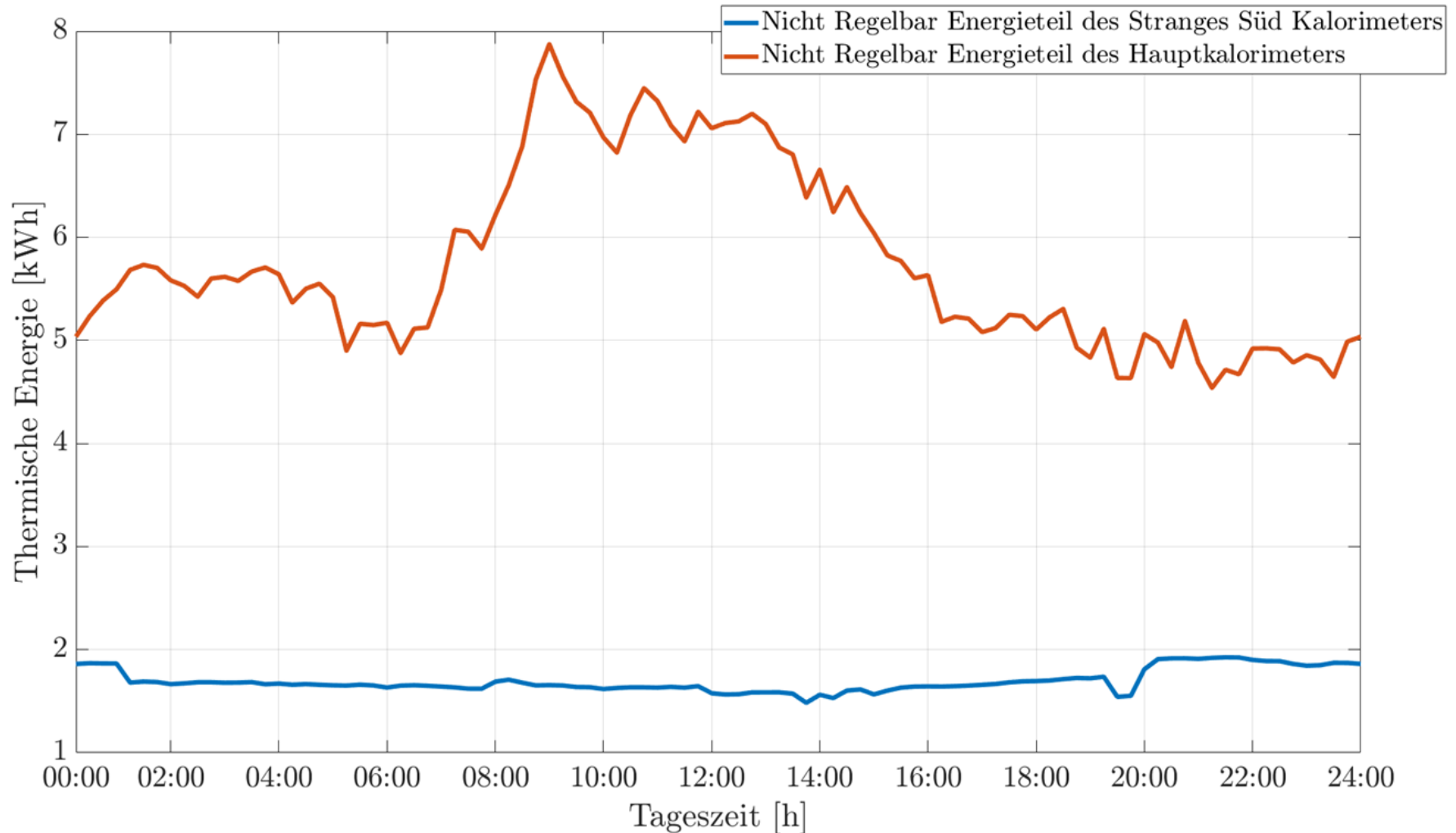
# Die Resultate – Zonen Ebene



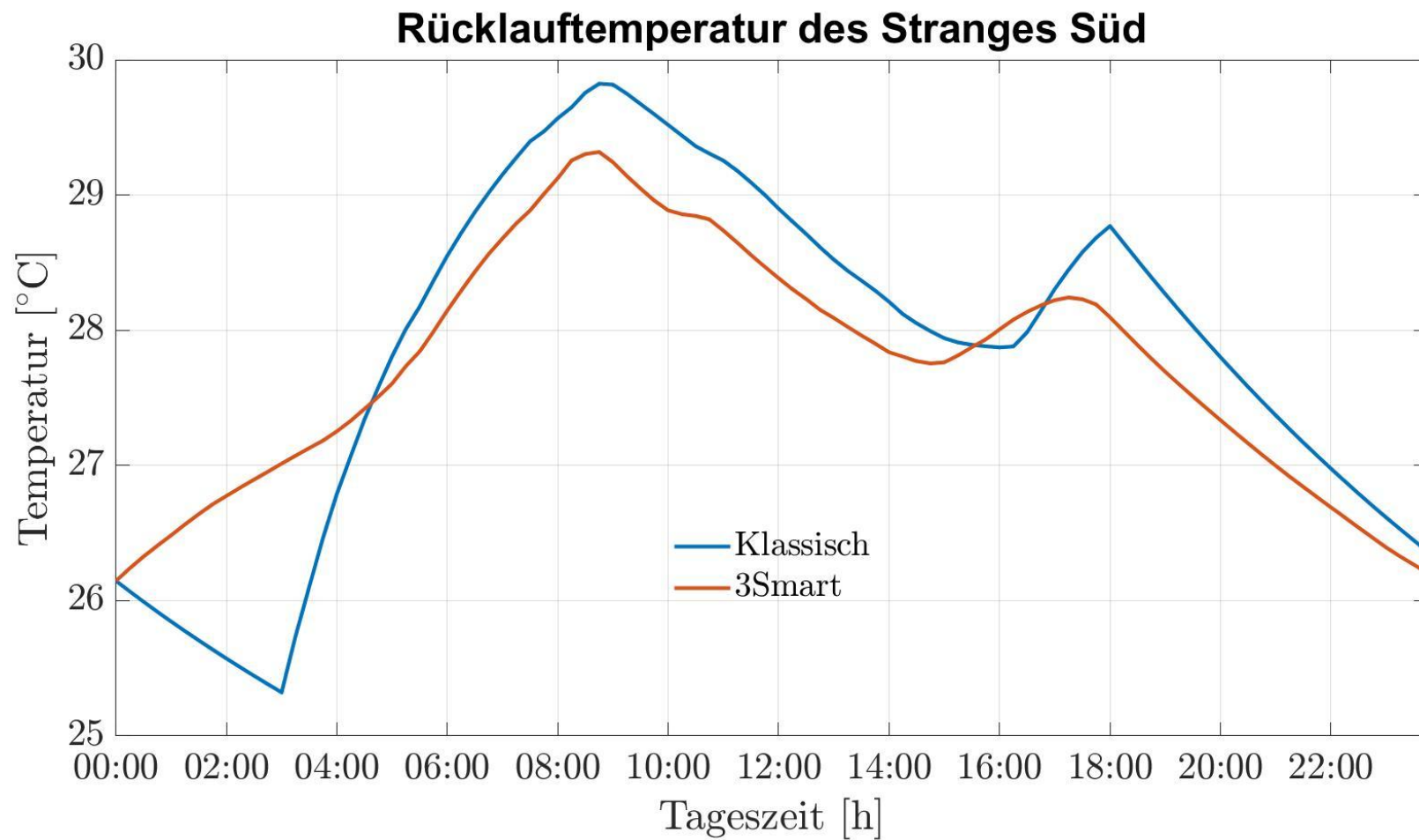
Thermal comfort  
increase of 21%



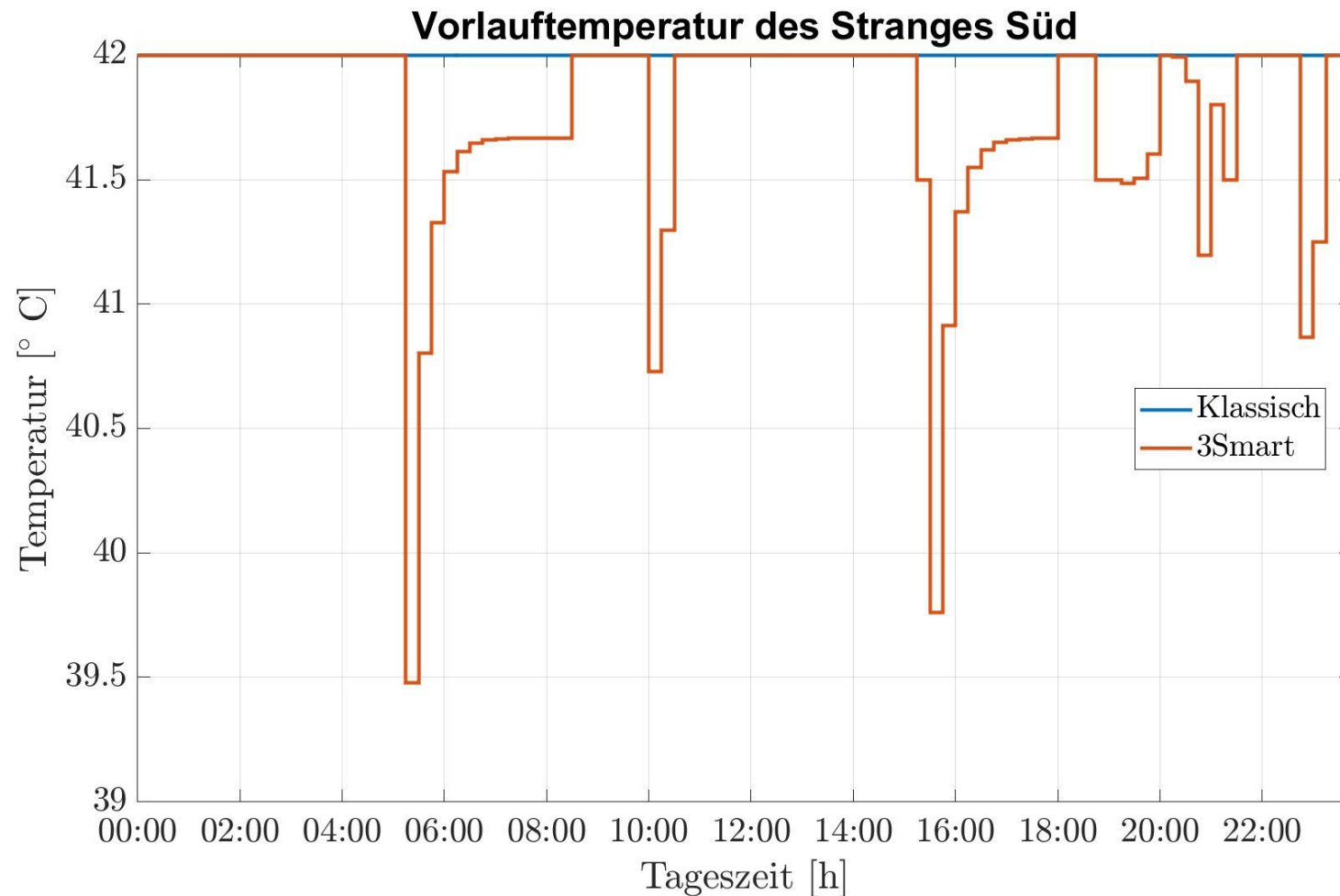
# Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums



# Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums



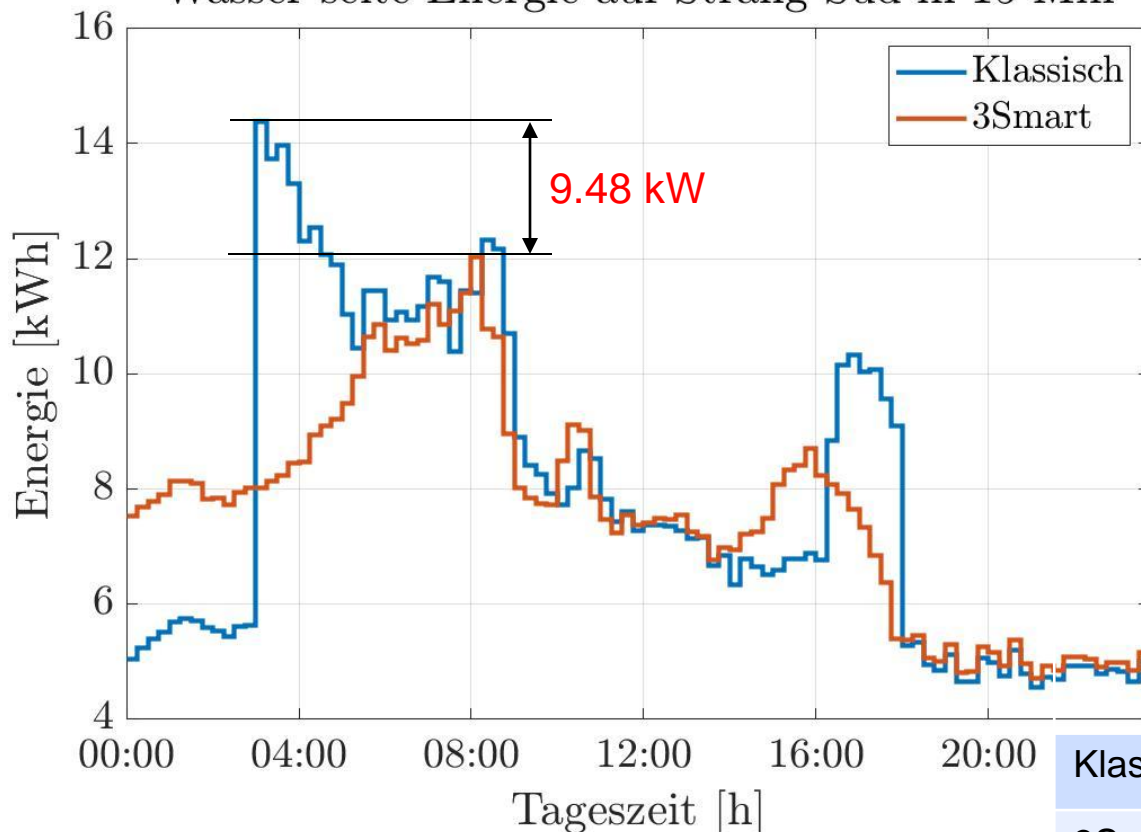
# Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums





# Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums

Wasser-seite Energie auf Strang Sud in 15 Min



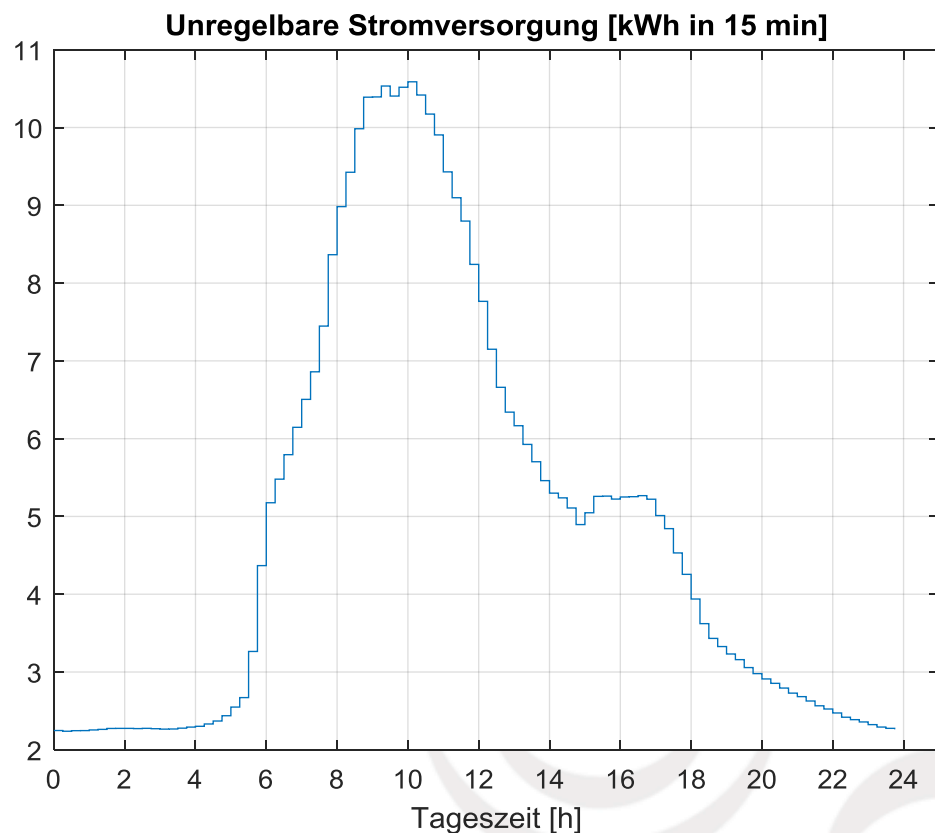
	Energie [kWh]	Sparung [%]
Klassisch	749.35	-
3Smart	727.63	2.9%

**Komfort!**

# Das Microgrid im Altenheim

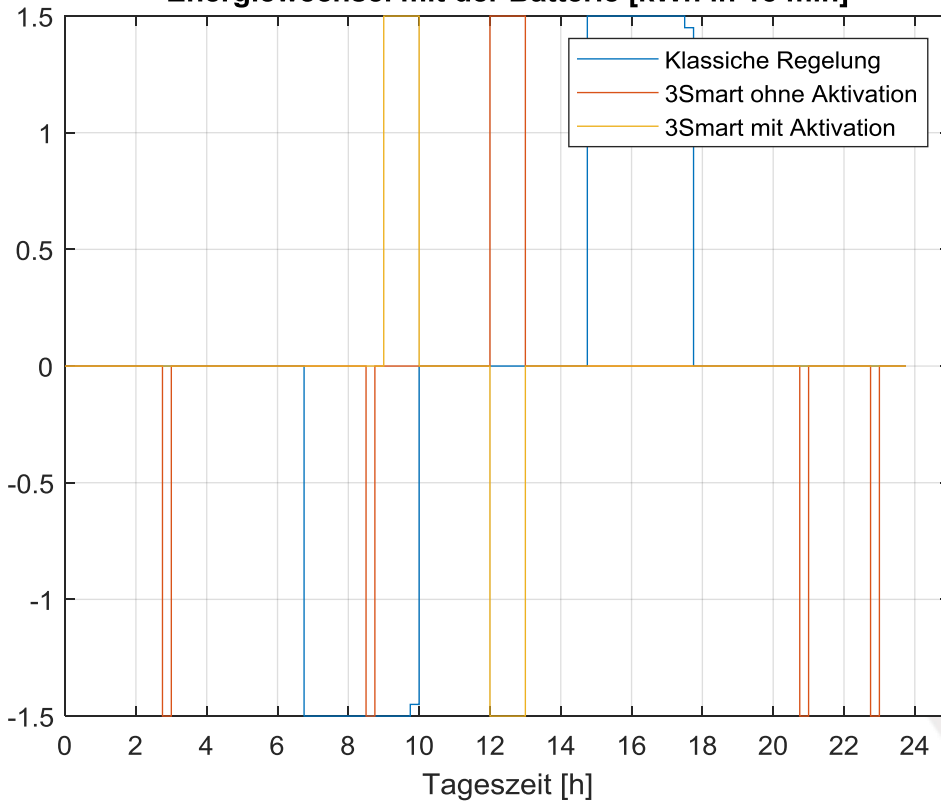
- Das Solarkraftwerk ist unter Einspeisetariff → nicht berücksichtigt
- Regelbare elektrische Belastung des HVAC-Systems ist geringfügig ( $<50\text{W}$ ) → keine Koordination zwischen der HVAC und der Microgrid Ebene
- Kosten der Batteriedegradation:  $0.148 \text{ €/kWh}$

# Die Resultate – das Microgrid

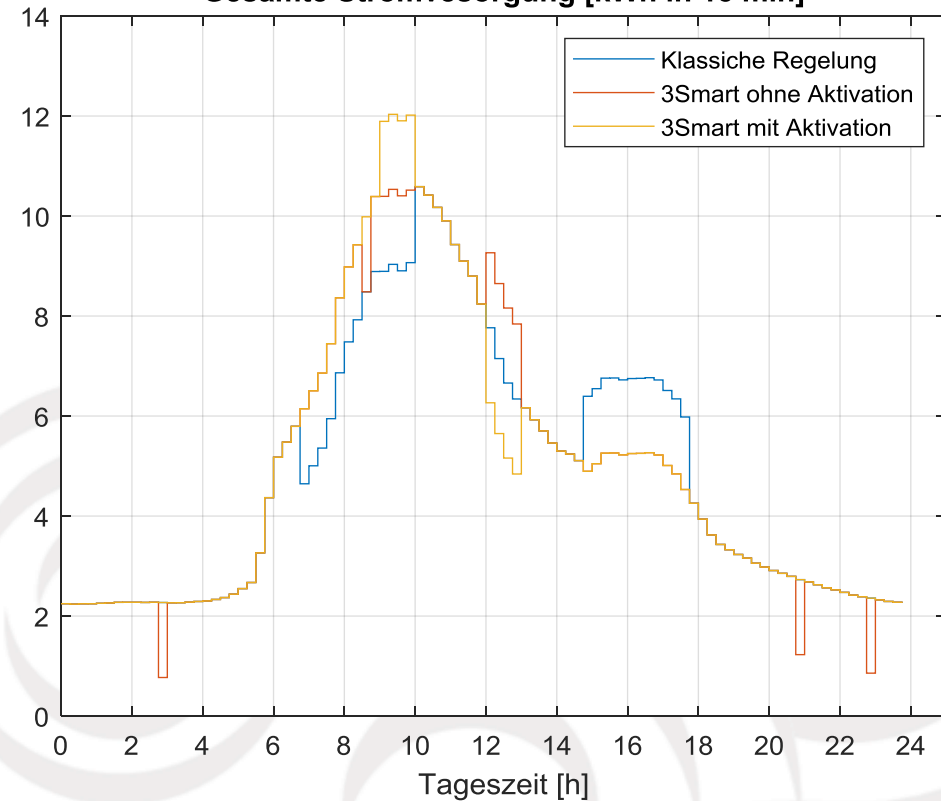


# Die Resultate – das Microgrid

## Energiewechsel mit der Batterie [kWh in 15 min]



## Gesamte Stromversorgung [kWh in 15 min]



# Die Resultate – das Microgrid

- Flexibilitätsangebot: 13.32 kW
- Tagesstromkosten:
  - Klassische Regelung: 25.70 €
  - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 20.82 €
  - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 17.39 €