

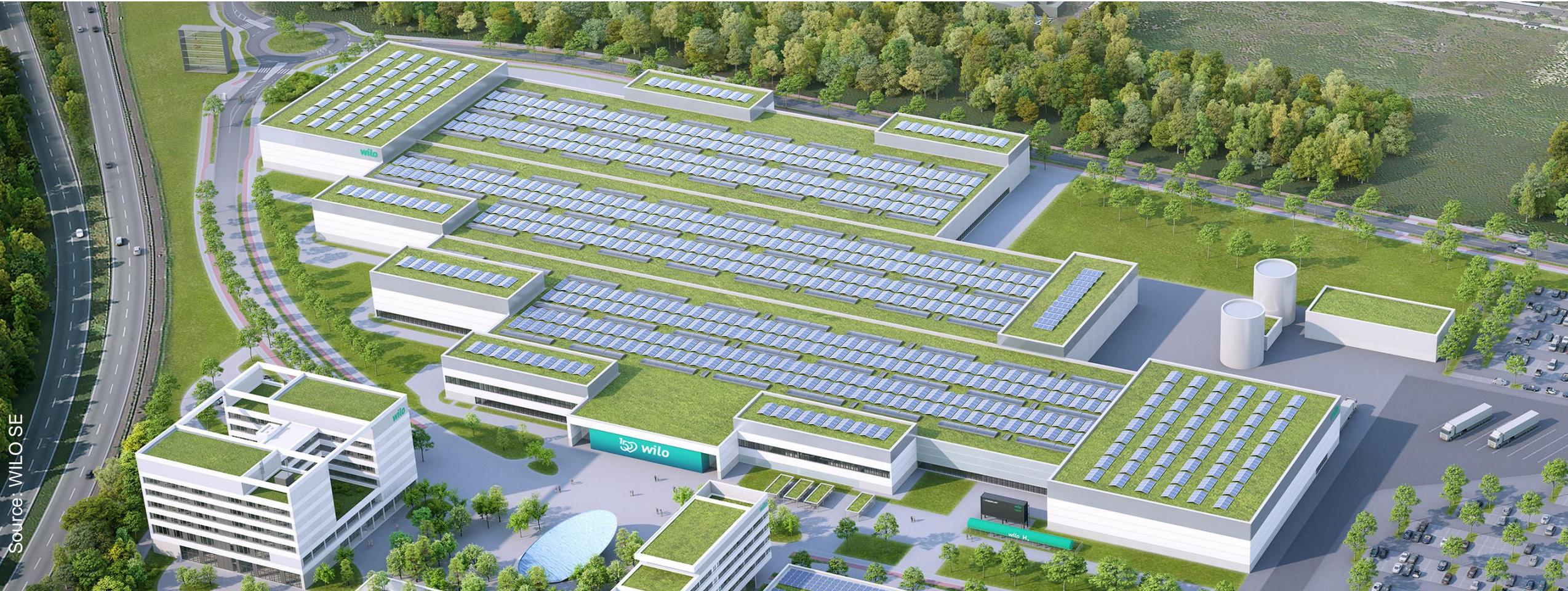
Gebäudebetrieb besser planen

Strategien und Beispiele für den Transfer von Regelungen für TGA-Systeme aus Gebäude- und Anlagensimulationen in die Gebäudeautomation

Supported by:



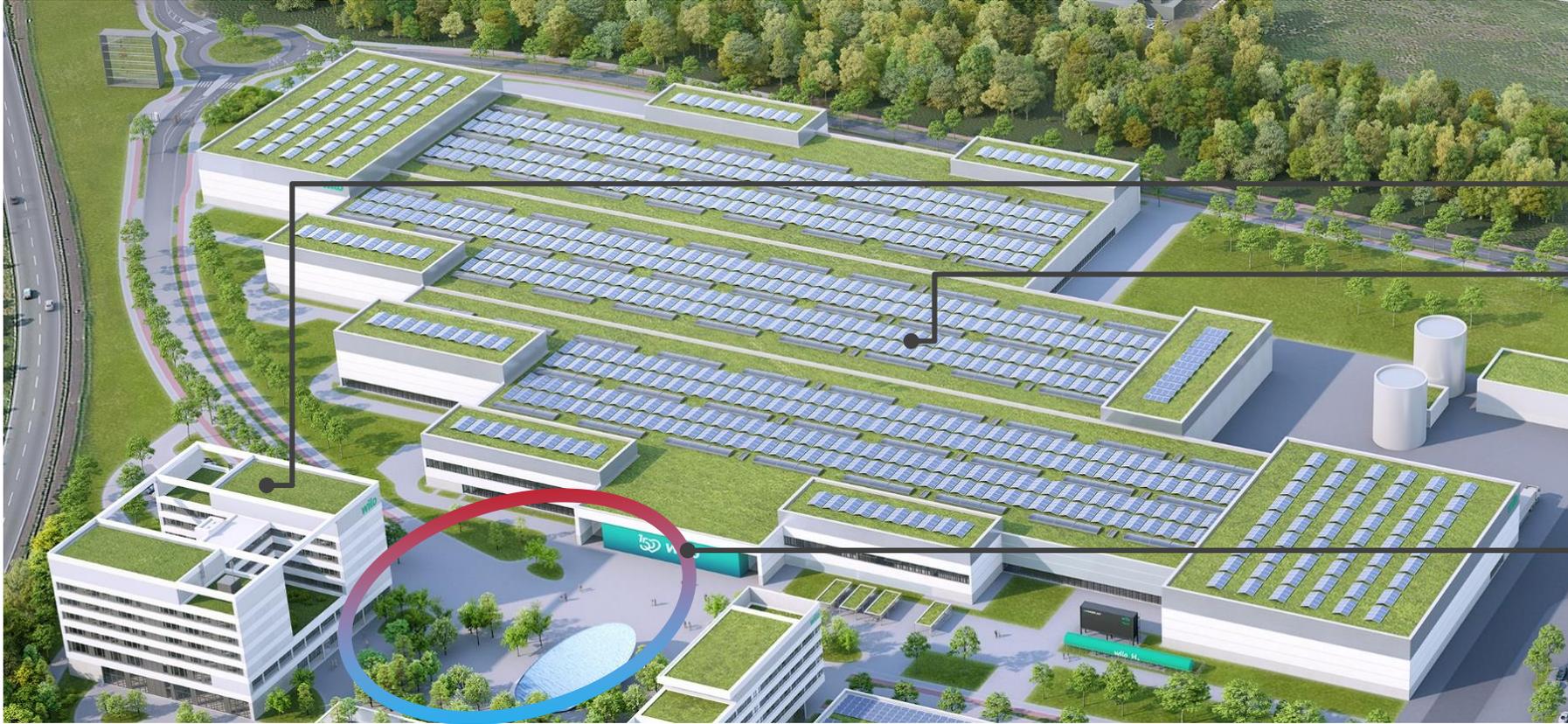
on the basis of a decision
by the German Bundestag



Source: WILO SE

VEProB – Vernetzte Energieströme von Produktions- und Bürogebäuden

Wilopark



Ziel Klimaneutraler Standort

180.000 m² Gelände
300 Mio. Investitionsvolumen
2000 Mitarbeiter*innen

Office

12.000 m²

Factory

40.000 m²

BHKW schaltbarer Wärmeerzeuger
+Absorptionskältemaschine (KWKK)
+Sprinklertank
1 MWp PV-Anlage
Nutzung von Produktionsabwärme

Ringleitung

Wärme- & Kältenetz

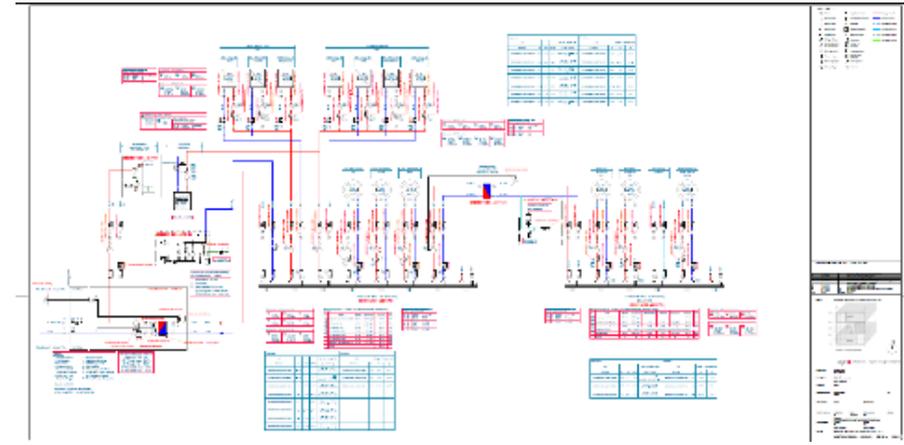
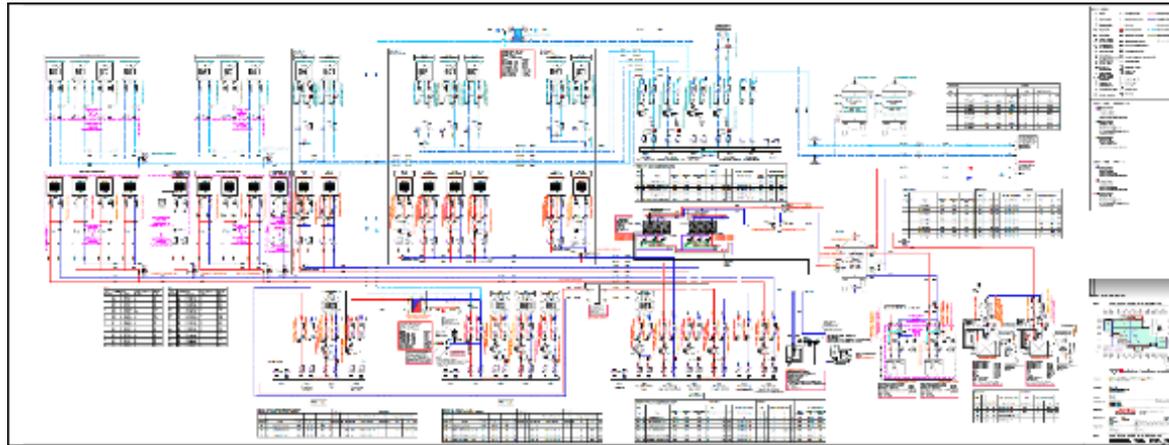
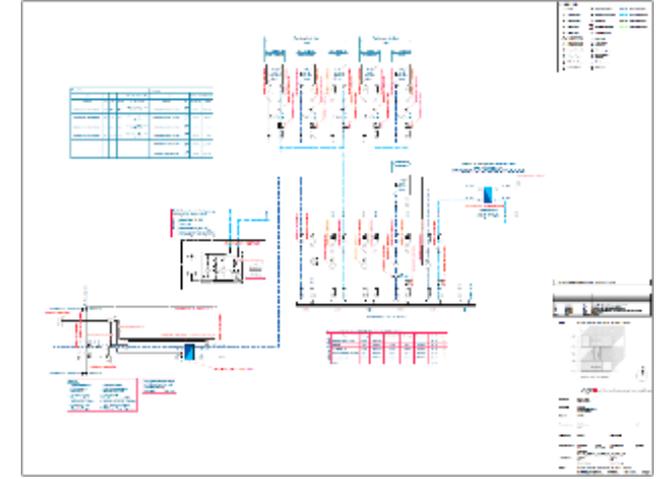
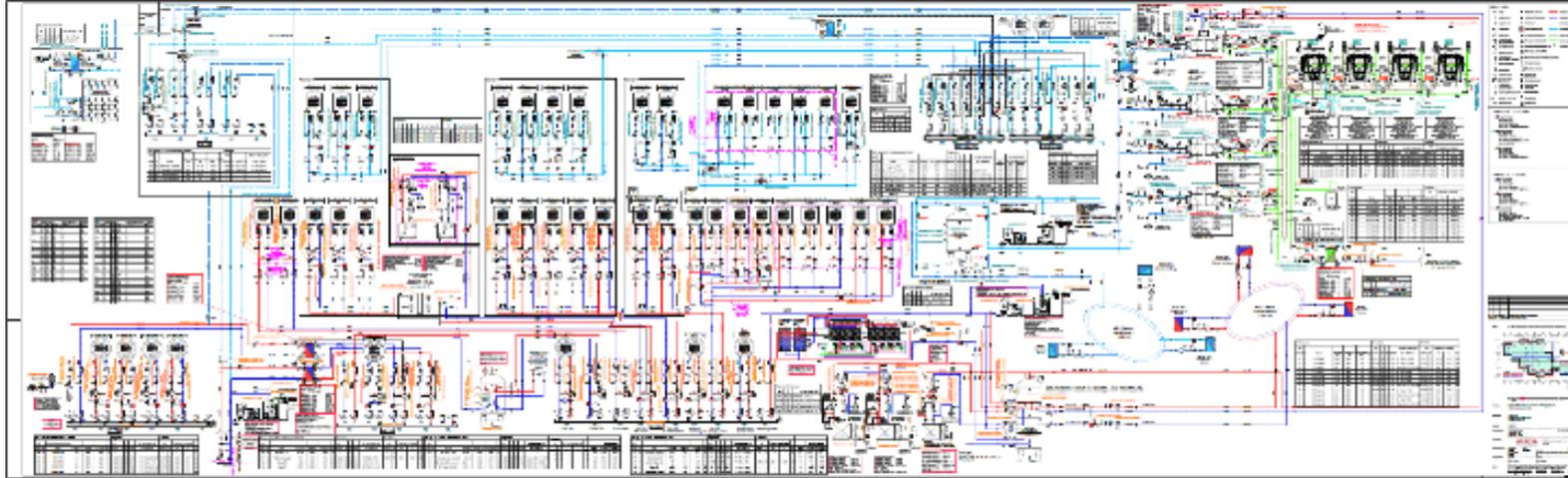
Monitoring

110 Wärmemengenzähler
140 Stromzähler

Generalplanung agn Niederberghaus & Partner GmbH

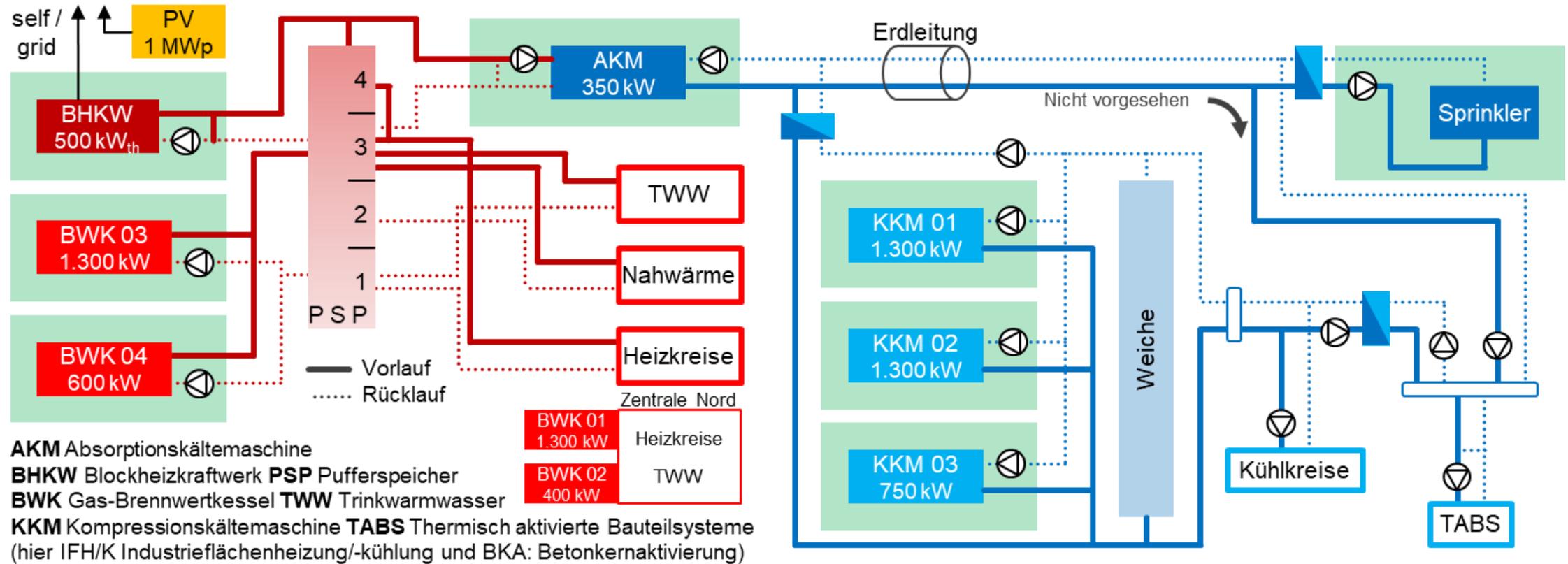
Komplexe Systeme

Beispiel Wärme-/Kälteversorgung



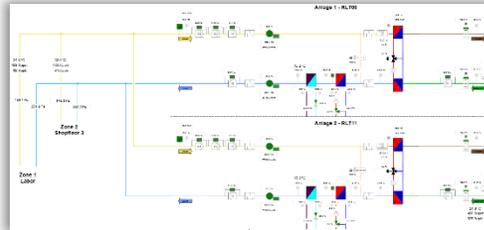
Komplexe Systeme

Beispiel Wärme-/Kälteversorgung



Gebäudeautomation

Managementebene



OPC UA

Automationsebene

SPS (IEC 61131)



Modbus

Feldebene

Sensoren, Pumpen,
Ventile, teilw. Systeme
mit proprietären Regler,
etc.



Datenanalyse

SQL DB

Data Lake

Python

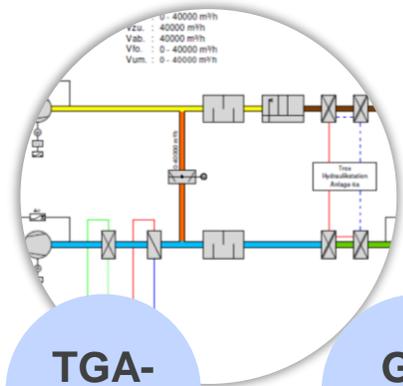
Planung und Implementierung heute

Planung

Bau, Inbetriebnahme

Betrieb

Betreiber



TGA-Planer

GA-Planer



TGA-Ausf.

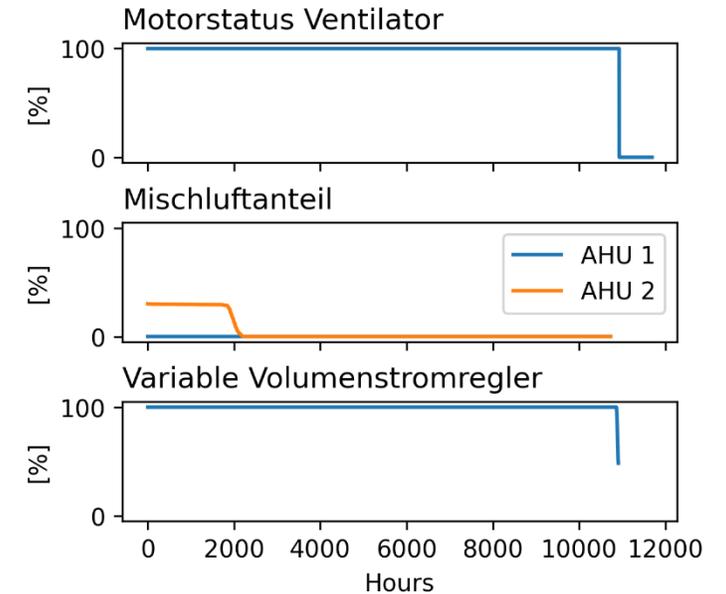
GA-Ausf.



Implementierung
Regelungslogik

```

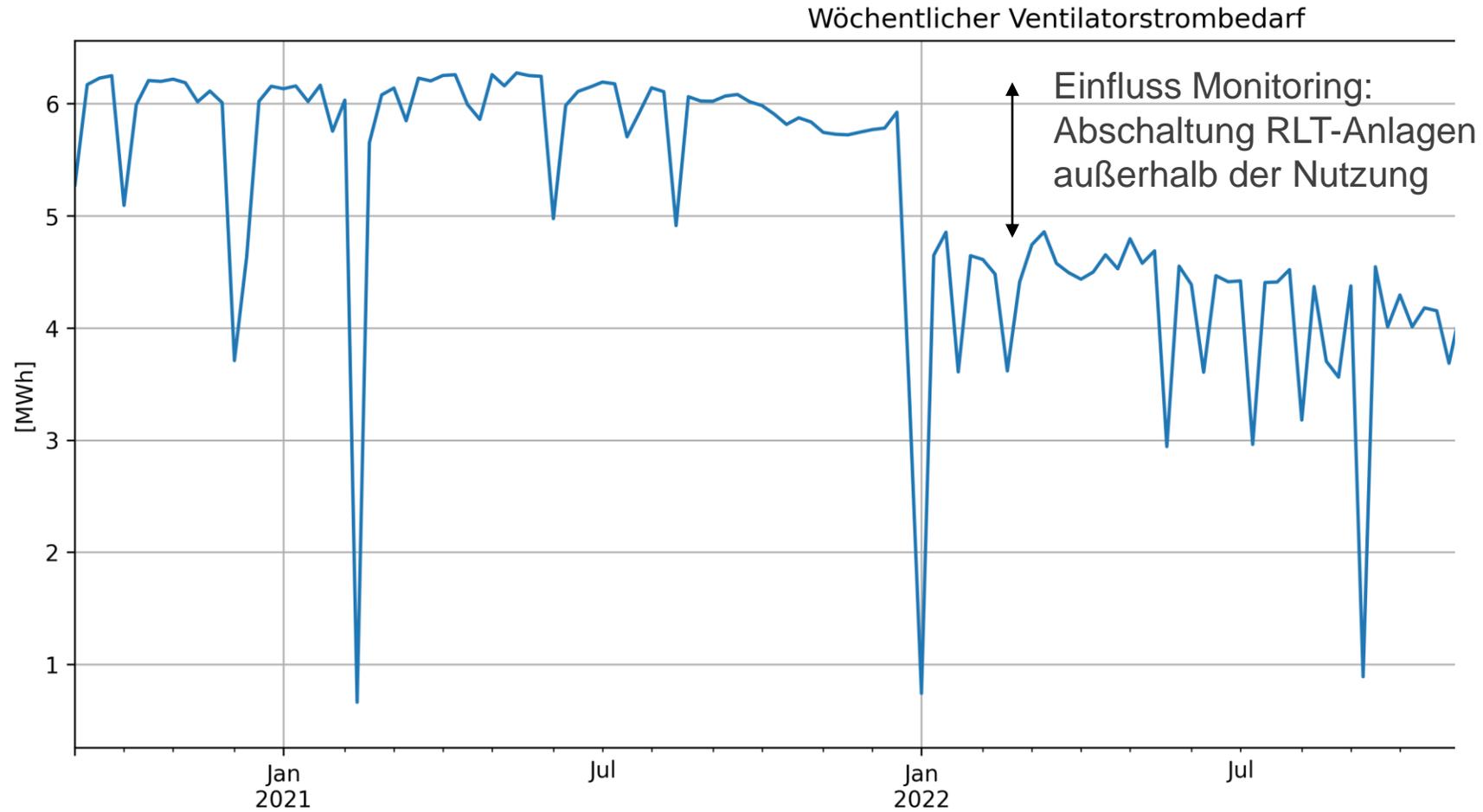
oldsignal;
High - inlow - dead
InHigh - inlow + de
... THEN
signal := maxOut + offs
bottom < 0.0 THEN
signal := -maxOut + offs
... := oldsignal;
    
```



Monitoring-Ansatz:
1. Erkennen 2. Visualisieren / Reporten 3. **Beheben?**

Ergebnisse

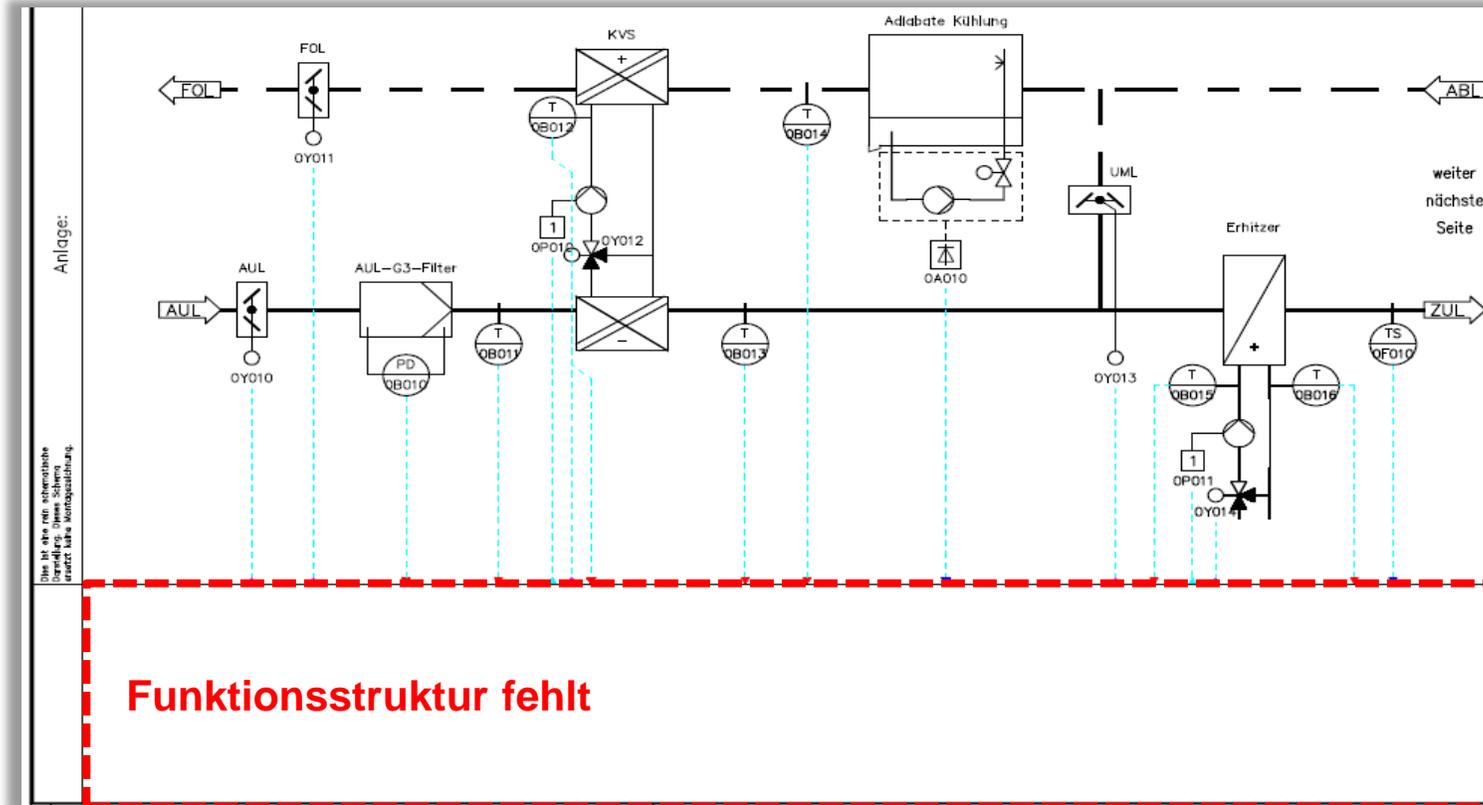
Monitoring



Problem

Planungswerkzeuge und -dokumentation

Die textliche Funktionsbeschreibung enthält keine Angaben zur Regelung der Mischluftklappen und der variablen Volumenstromregler



RLT- Anlage RLT06: Shopfloor 3

Gewerk: RLT

Standort: Raum A.08.02.020 (ISP05)

Komponenten: Temperaturfühler: AUL, ZUL, ABL
Rauchmelder: ZUL/ABL
Zuluft- und Abluftventilator / dp – Transmitter / FU
Klappen: FOL, AUL, UML
Filter: AUL, ZUL, ABL

Behandlungsfunktionen:

Technische Daten: Gesamtvolumenstrom: ZUL: 40.000 m³/h, ABL: 40.000 m³/h

Sollwerte: Zulufttemperaturregelung in Abhängigkeit der Raumtemperatur. (an MBE einstellbar)
Zulufttemperatur: max. 2 K unterhalb Raumtemperatur (an MBE einstellbar)
Min. Zulufttemperatur: (17°C / an MBE einstellbar)
Max. Zulufttemperatur: (26°C / an MBE einstellbar)

Allgemein: Raumtemperatur: 21°C (20-26°C gleitend / an MBE einstellbar)

Regelung: Ab oberhalb von +5°C Außentemperatur wird das Ventil vollständig geöffnet und die Pumpe drehzahl geregelt ZUL-temperaturgeführt gefahren.

Die Zulufttemperatur wird raumtemperaturabhängig geregelt. Der stetige Regler vergleicht die vom Fühler gemessene Raumtemperatur mit dem Sollwert. Bei einer Abweichung bewirkt der Regler das Verstellen des Heiz- oder Kühlventils. Je höher z.B. die Raumtemperatur infolge innerer Wärmequellen ansteigt, desto kühler wird die Zuluft eingeblasen, so dass die Raumtemperatur konstant auf ihrem gewählten Wert bleibt. Eine Zulufttemperatur-Minimalbegrenzung sorgt dafür, dass bei großem innerem Wärmeeinfall die Zuluft nicht so kalt eingeblasen werden kann, dass unbehagliche Zugerscheinungen auftreten. Die Zuluft darf mit maximal 2 K (frei parametrierbar) unterhalb der Raumtemperatur eingeblasen werden.

Die Raumbelüftung muss entsprechend der Feuchte im Raum geregelt werden. Wird dieser Wert überschritten, erfolgt eine Erhöhung des ZUL-Volumenstroms bis zum Max-Wert.

Betriebszeiten: frei programmierbar über MBE.

Ansatz

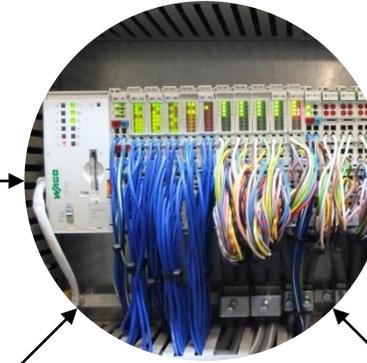
Planung

Betrieb

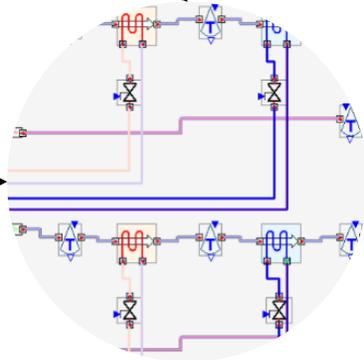
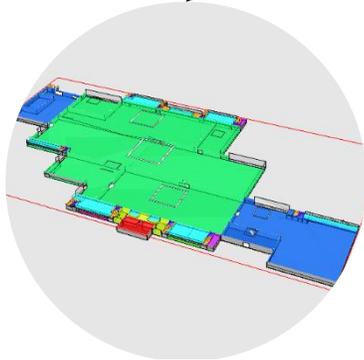
1. Entwicklung von Regelungen in gekoppelten Gebäude- und Anlagensimulationen



2. Übertragung Regelungslogik

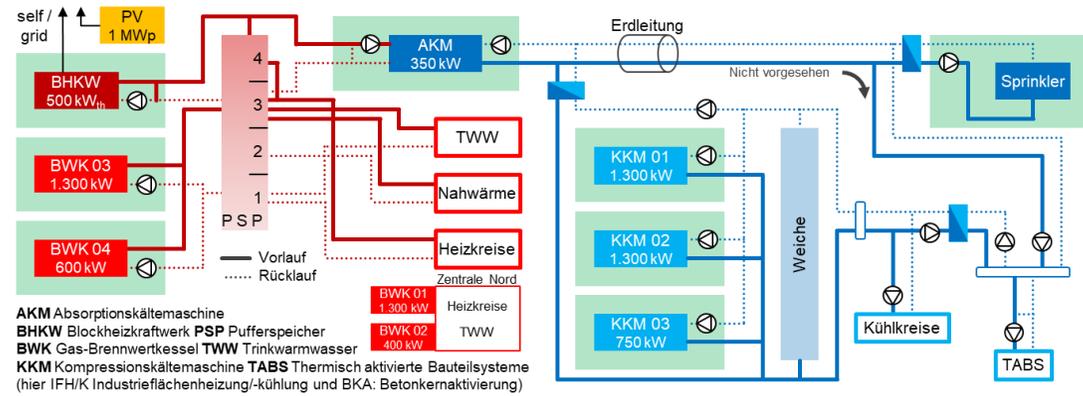


3. Implementierung

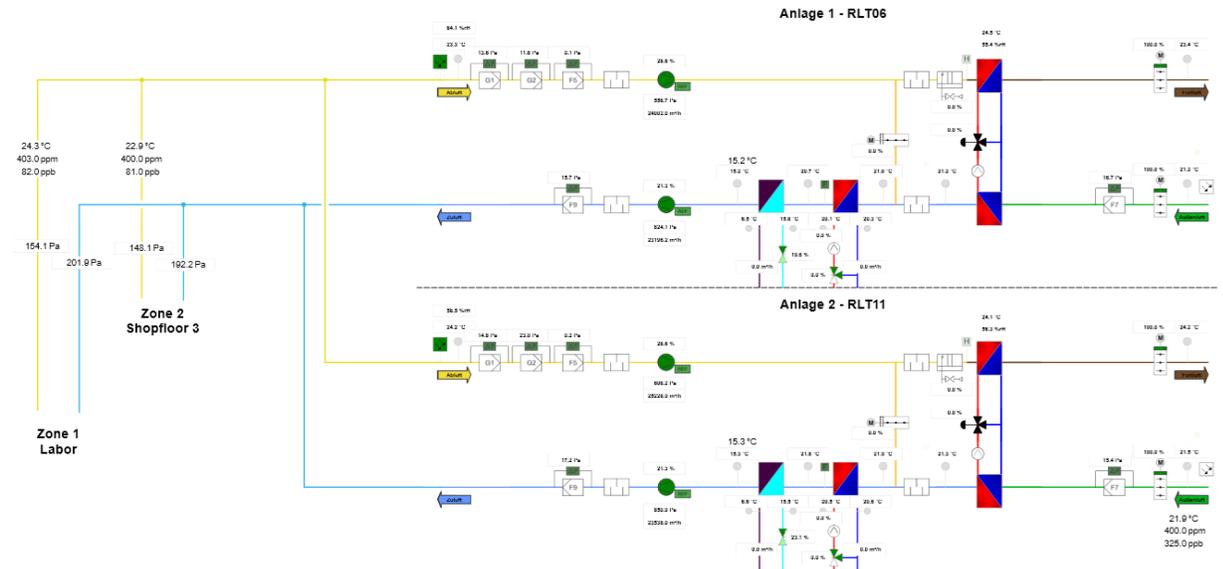


Ebenen von Regelungslogik

Allgemein
 Übergeordnete Regelung von TGA-Systemen



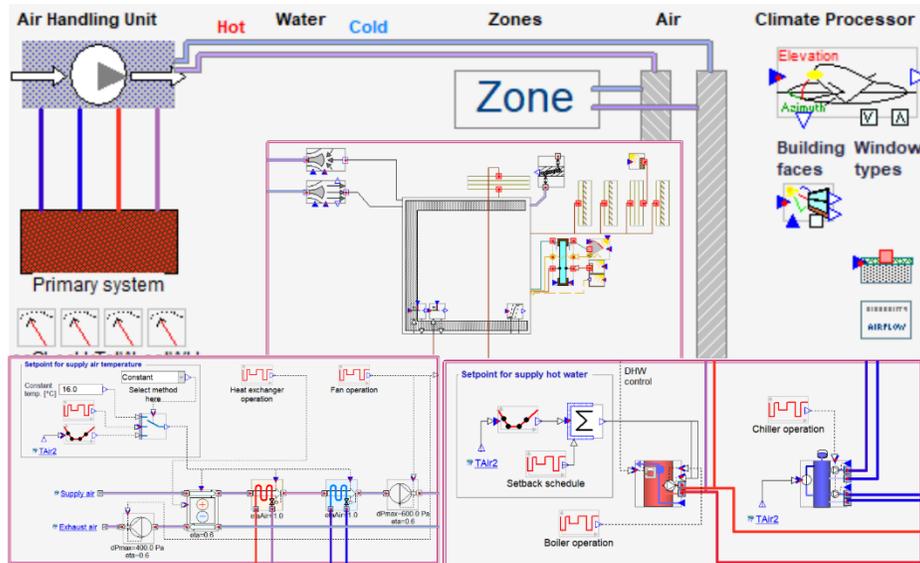
Hier
 RLT-Anlage als anspruchsvolles Subsystem



End-to-end Workflow

Simulation

IDA ICE: gekoppelte Simulation von thermischen Zonen, TGA-Systemen und Regelungen



Vereinfachungen in TGA-Systemen!

Automation

Speicherprogrammierbare Steuerung (Wago)
Programmierung nach IEC 61131-3 in e!cockpit

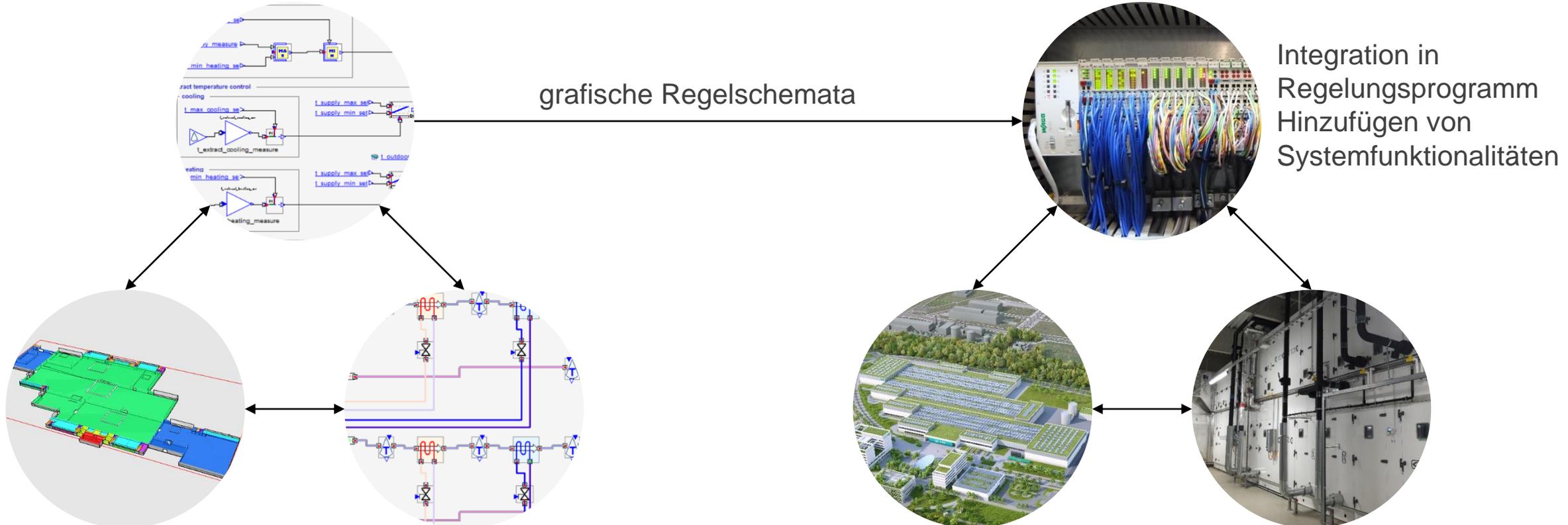


Übertragung von Regelungslogik

Option 1

Planung

Betrieb



Übertragung von Regelungslogik

Option 2

Planung

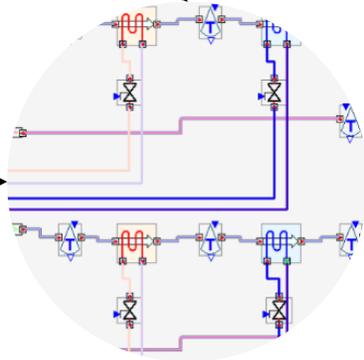
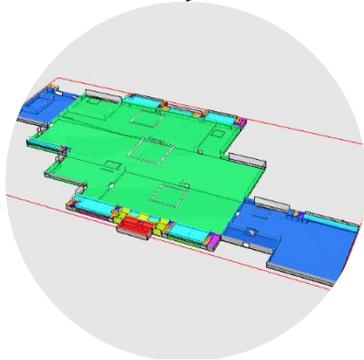
Betrieb

SPS Code
IEC 61131-3

```
oldsignal;  
InHigh - inlow - dead  
:= InHigh - inlow + de  
p > 0.0 THEN  
dsignal := maxOut + offs  
Bottom < 0.0 THEN  
dsignal := -maxOut + offs  
al := oldsignal;
```

IEC 61131-10 xml

Integration in
Regelungsprogramm
Hinzufügen von
Systemfunktionalitäten



Entwicklung Regelungslogik

#	Name	Class	Typ	Location	Initial Value	Option	Documentation
1	nodeHumanExternal	REAL					
2	nodeHumanExternal	REAL					
3	nodeHumanExternal	REAL					
4	nodeHumanExternal	REAL					
5	nodeHumanExternal	REAL					

```

1: temp1summe := (temp1summe + temp1summe) / 2.0;
2: temp2summe := (temp2summe + temp2summe) / 2.0;
3:
4: (1) normal operation
5:
6: if nodeHumanExternalReducedSet = 1.0 then
7:   tabHeatLogObject := tabHeatLogNormalSet;
8:   tabCoolLogObject := tabCoolLogNormalSet;
9:   applyFanFunctionToCooling := applyFanFunctionToCoolingNormalSet;
10:  applyFanFunctionToHeating := applyFanFunctionToHeatingNormalSet;
11: else if nodeHumanExternalReducedSet = 2.0 then
12:   tabHeatLogObject := tabHeatLogReducedSet;
13:   tabCoolLogObject := tabCoolLogReducedSet;
14:   applyFanFunctionToCooling := applyFanFunctionToCoolingReducedSet;
15:   applyFanFunctionToHeating := applyFanFunctionToHeatingReducedSet;
16: else
17:   tabHeatLogObject := tabHeatLogNormalSet;
18: end if

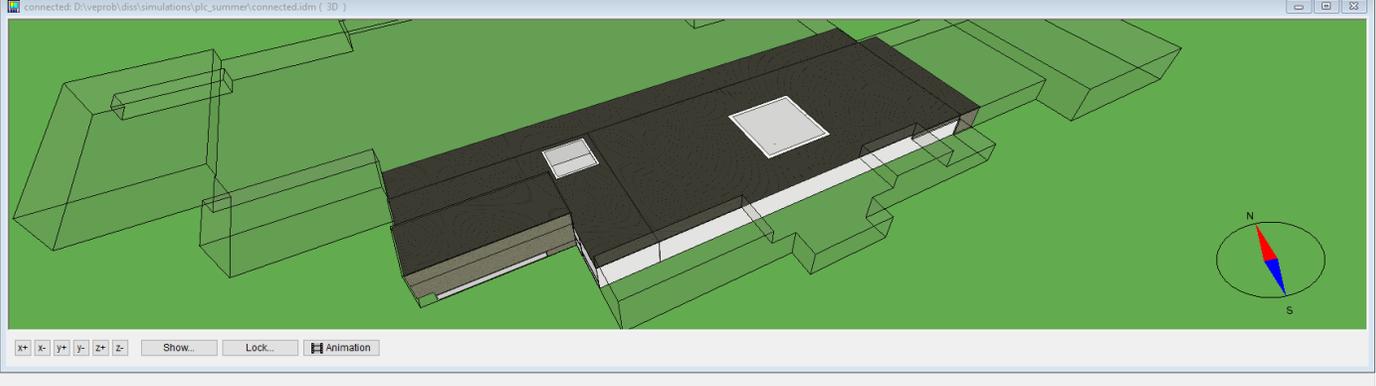
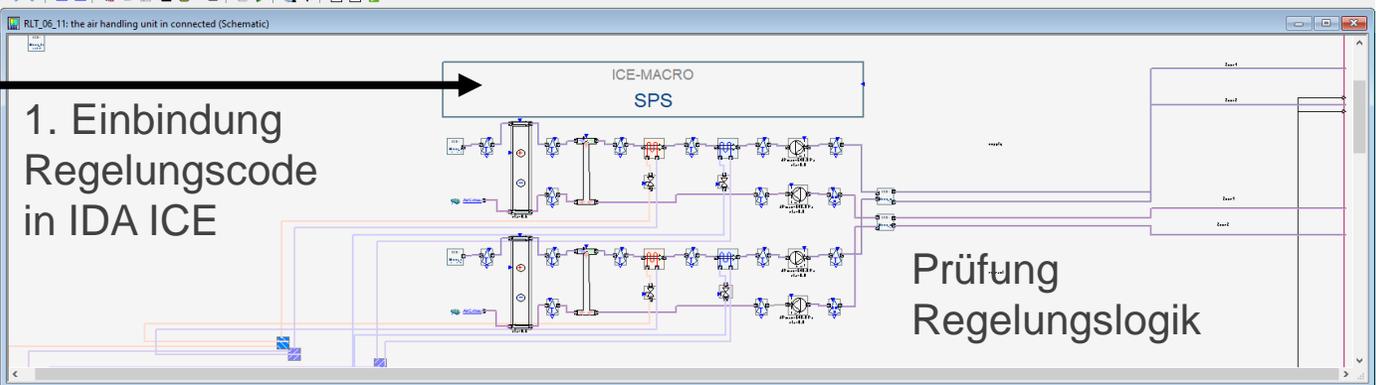
```

2. Transfer von Beremiz zu e!cockpit via IEC 61131-10 xml



Beremiz: Open-source SPS Entwicklungsumgebung

1. Einbindung Regelungscode in IDA ICE



Übertragung von Regelungslogik

Option 3

Planung

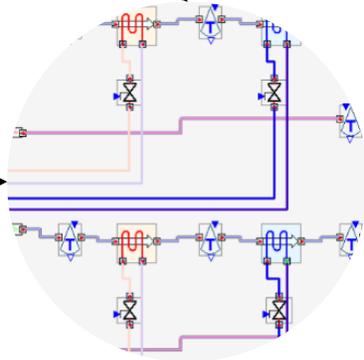
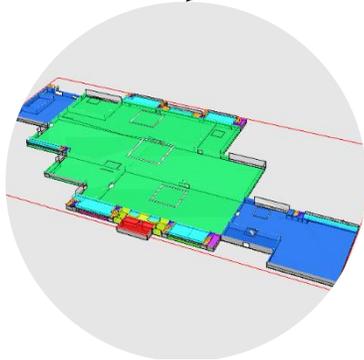
Betrieb

SPS Code
IEC 61131-3

```
oldsignal;  
InHigh - inlow - dead  
:= InHigh - inlow + de  
  
p > 0.0 THEN  
dsignal := maxOut + offs  
Bottom < 0.0 THEN  
dsignal := -maxOut + offs  
  
al := oldsignal;
```

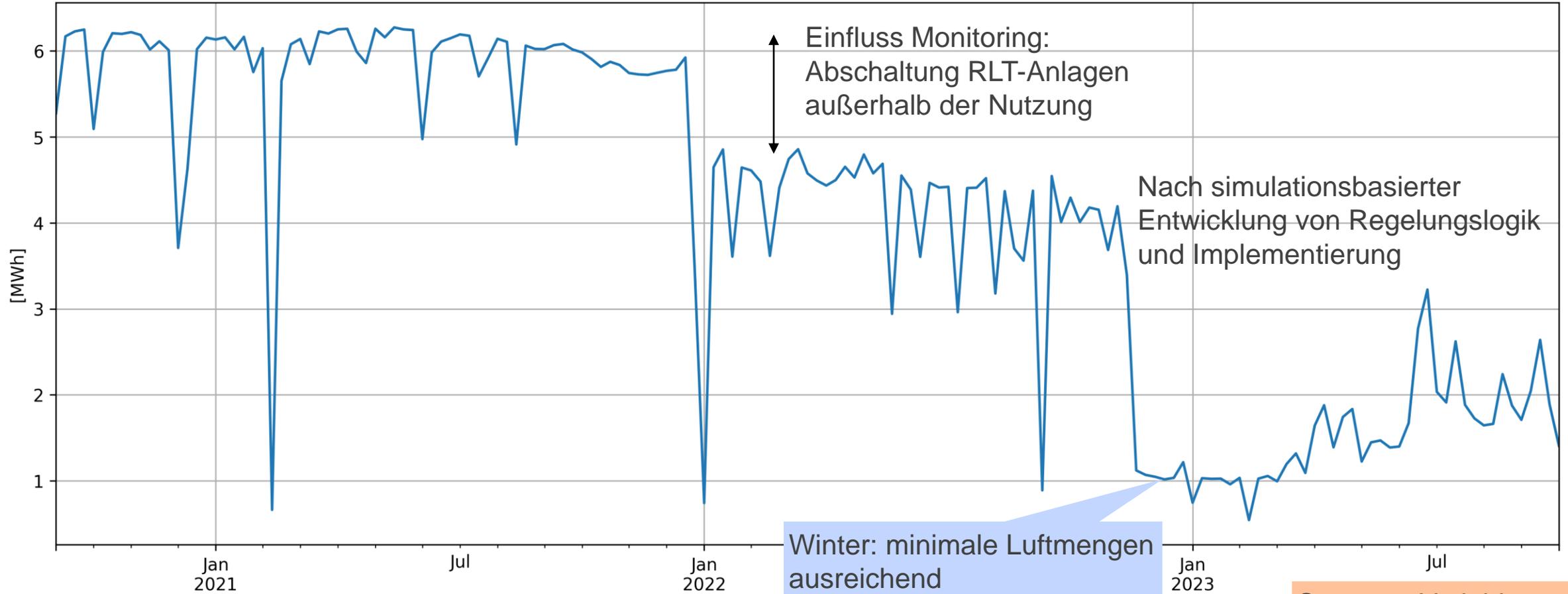
Kopplung z.B. via OPC UA

Durchleitung von
Stellgrößen
Hinzufügen von
Systemfunktionalitäten



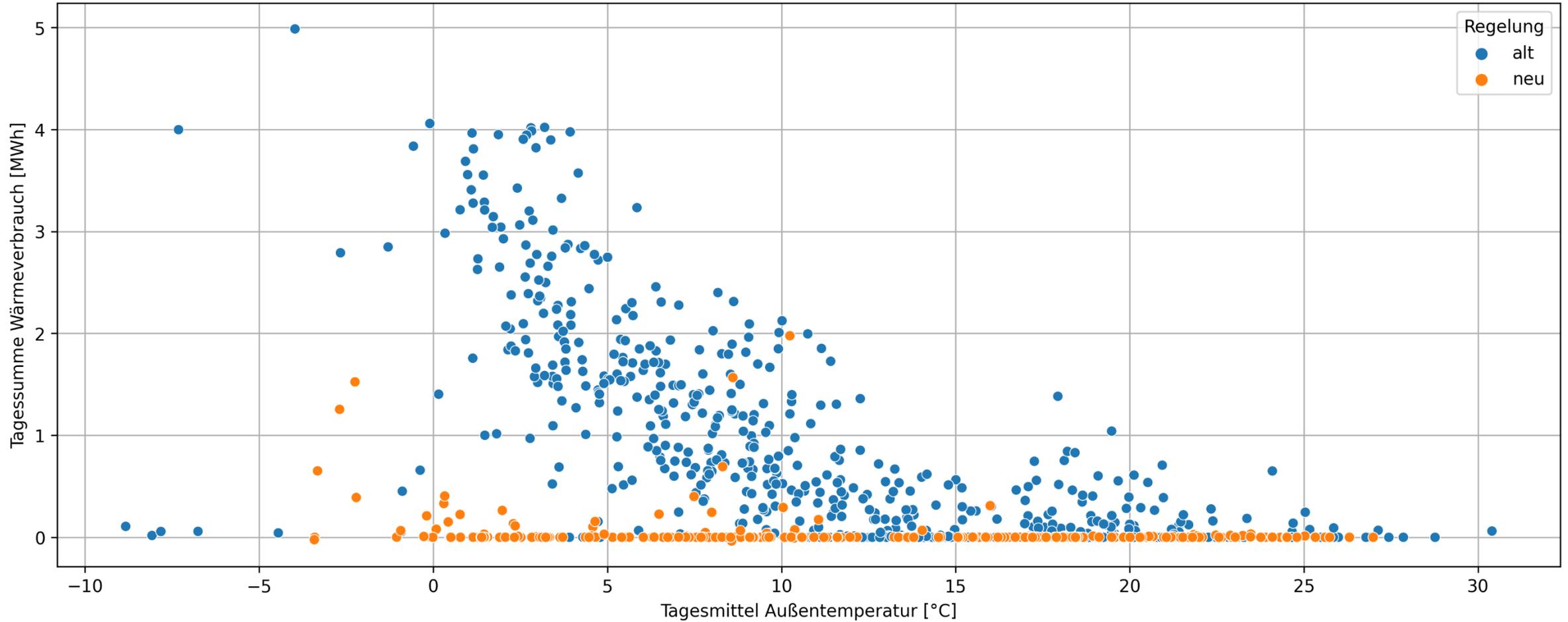
Ergebnisse

Wöchentlicher Ventilatorstrombedarf



Ergebnisse

Reduktion Wärmeverbrauch durch Umluft und Reduzierung Luftmengen



Fazit

Erkenntnisse

- Großes Potential für Entwicklung intelligenter Regelung auf Gebäude- und Anlagenebene
- Simulationssoftware, Schnittstellen / Kommunikationsprotokolle und leistungsfähige GA vorhanden
- Übertragung Regelungslogik auf verschiedenen Wegen möglich. Effiziente Abläufe.
- Türöffner für modellbasierte Anwendungen im Betrieb (z.B. Model Predictive Control)
- Verlagerung Engineering-Aufwand aus Inbetriebnahme in Planungsphase

Hemmnisse

- Etablierte Abläufe und Denkweisen
- Design von GEG / DIN V 18599, HOAI, VOB
- Geringe Durchdringung Gebäude- und vor allem Anlagensimulation
- Verfügbarkeit Simulationssoftware. Weitere Entwicklungen erforderlich
- Heterogenität Automationssysteme