

BIM und SIMulation

Dr. Sven Moosberger



BIM und SIMulation

Dr. Sven Moosberger, EQUA Solutions AG

sven.moosberger@equa.ch

1. Simulation
2. Dank BIM und SIM: Interoperabilität
 - a) im Planungsprozess
 - b) über den Planungsprozess hinaus



Zwei Bedeutungen von «simulieren»

- vortäuschen



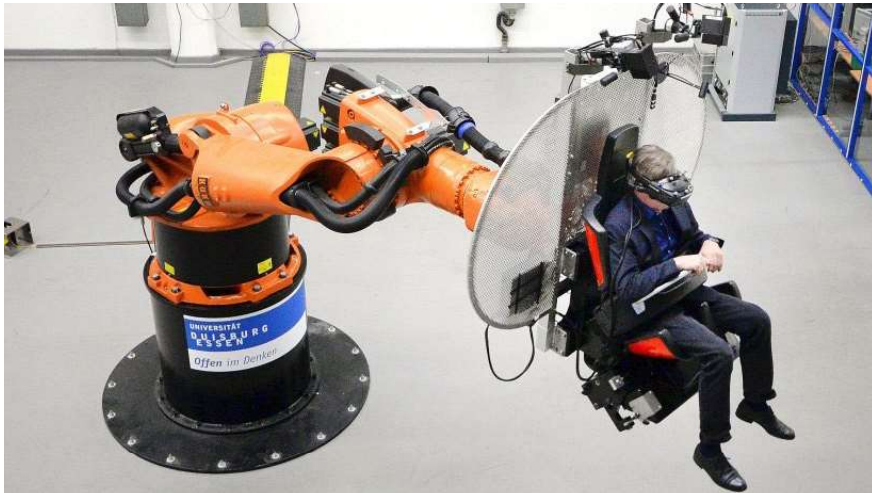
- wirklichkeitsgetreu nachahmen



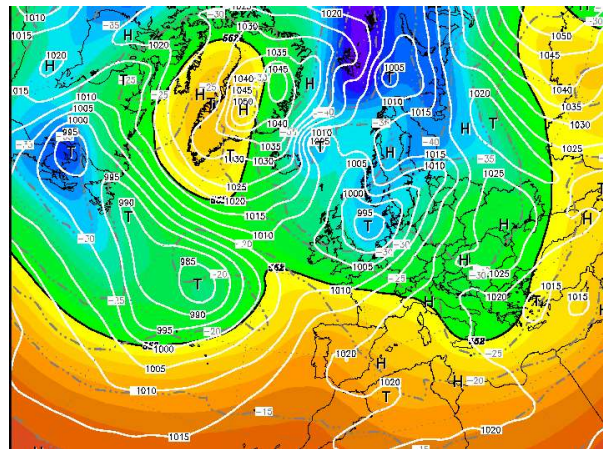
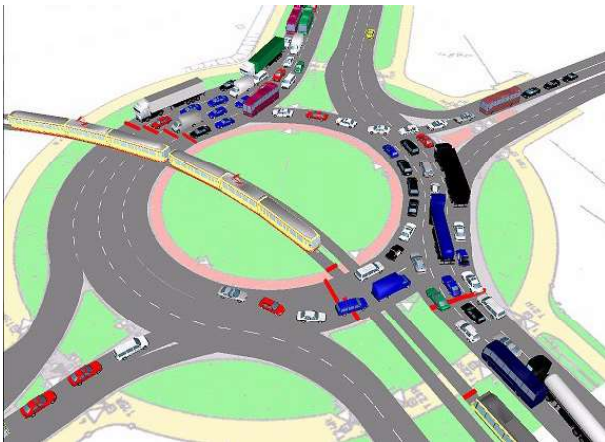
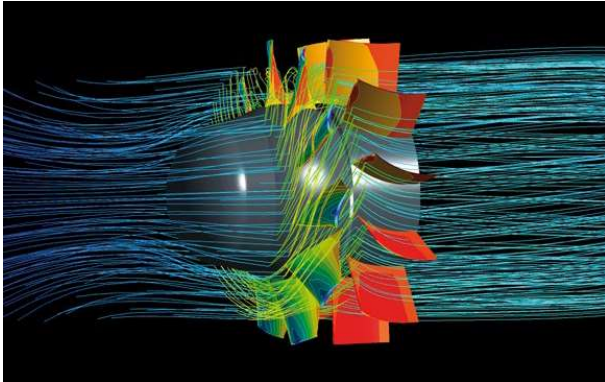
= «so tun als ob»

Was ist "Simulation"?

- Vorgehensweise zur Analyse von **komplexen Systemen**
- Komplexe Systeme sind in der Regel **dynamisch**
- Ein **Modell** abstrahiert das reale System
- Der **Simulator** wendet das Modell an
- Bei der **Simulation** wird mit dem Simulator das Modell mit konkreten Werten (**parametrisiert**) laufen gelassen
- Eine Simulation ist ein **Experiment** mit dem Ziel, Erkenntnisse über das reale System zu gewinnen.



Typische Simulationen



- Strömungssimulation
- Verkehrssimulation
- Fahrsimulation
- Wettersimulation
- Klimasimulation
- etc.
- Gebäudesimulation

Was ist Gebäudesimulation?



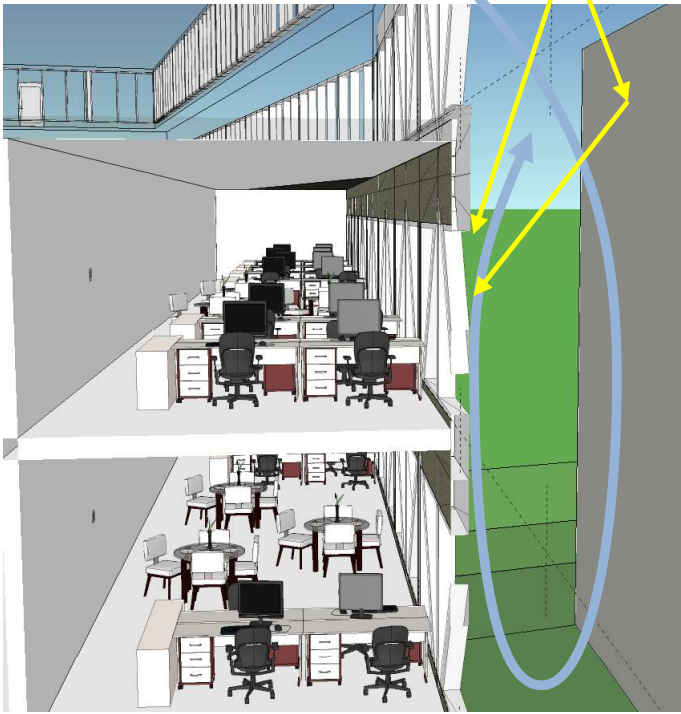
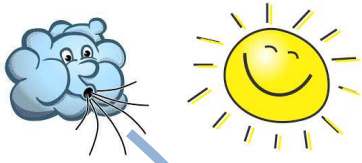
- Englisch «Building Performance Simulation» BPS
- Es geht um
 - Kosten (Energie, Investition, etc.)
 - Nutzen (Komfort, etc.)in Gebäuden
- Es geht um das System von
 - Gebäudehülle
 - Gebäudetechnik
 - Regelungstechnik
- Diese Systeme sind **komplex**
- Diese Systeme sind **dynamisch**

Gebäudehülle

- Beschreibung der physikalischen Phänomene:

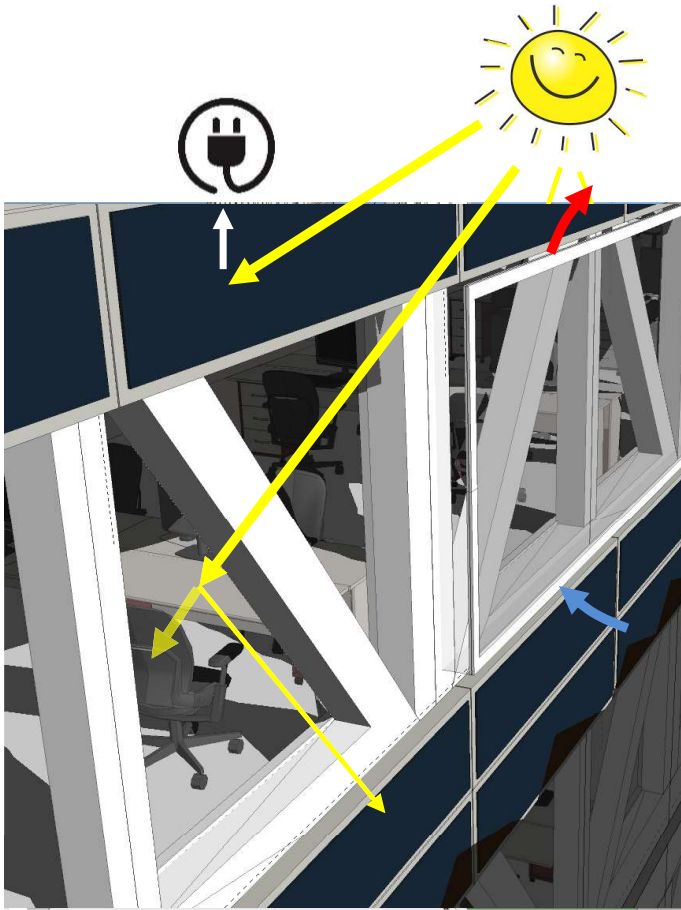


Gebäudehülle



- Beschreibung der physikalischen Phänomene:
 - außerhalb der Gebäudehülle

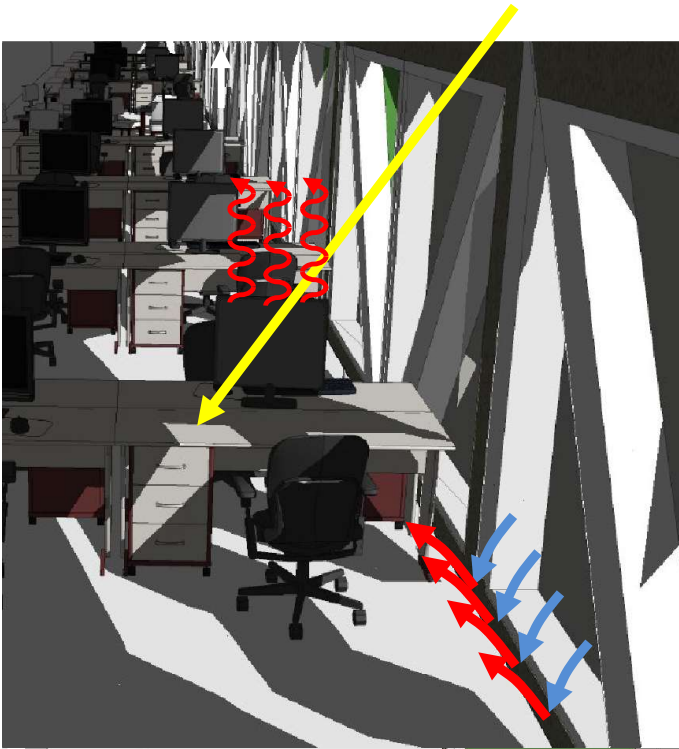
Gebäudehülle



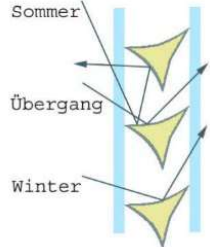
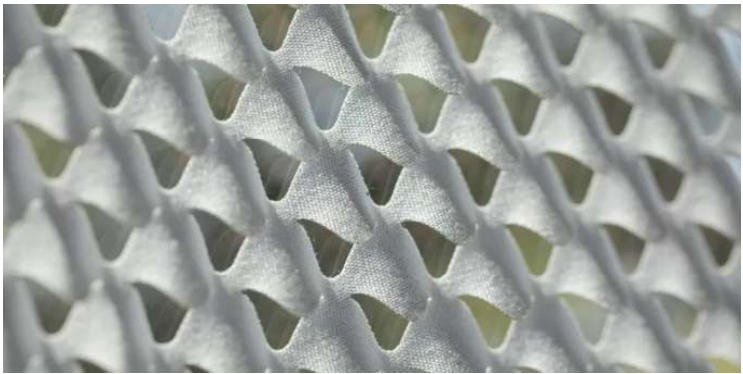
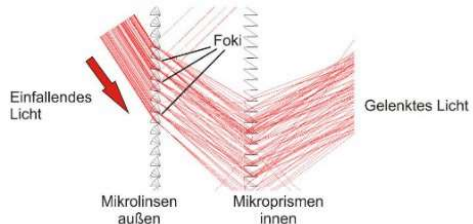
- Beschreibung der physikalischen Phänomene:
 - außerhalb der Gebäudehülle
 - an und in der Gebäudehülle

Gebäudehülle

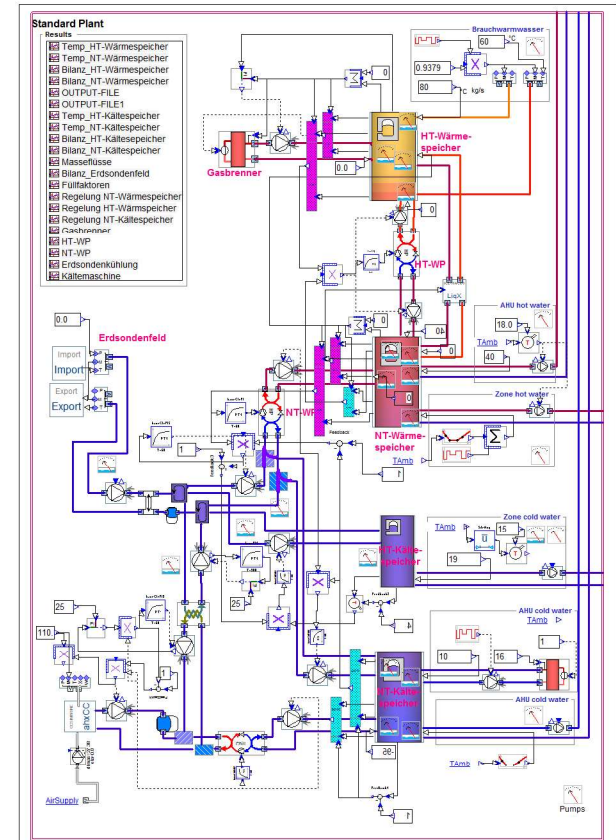
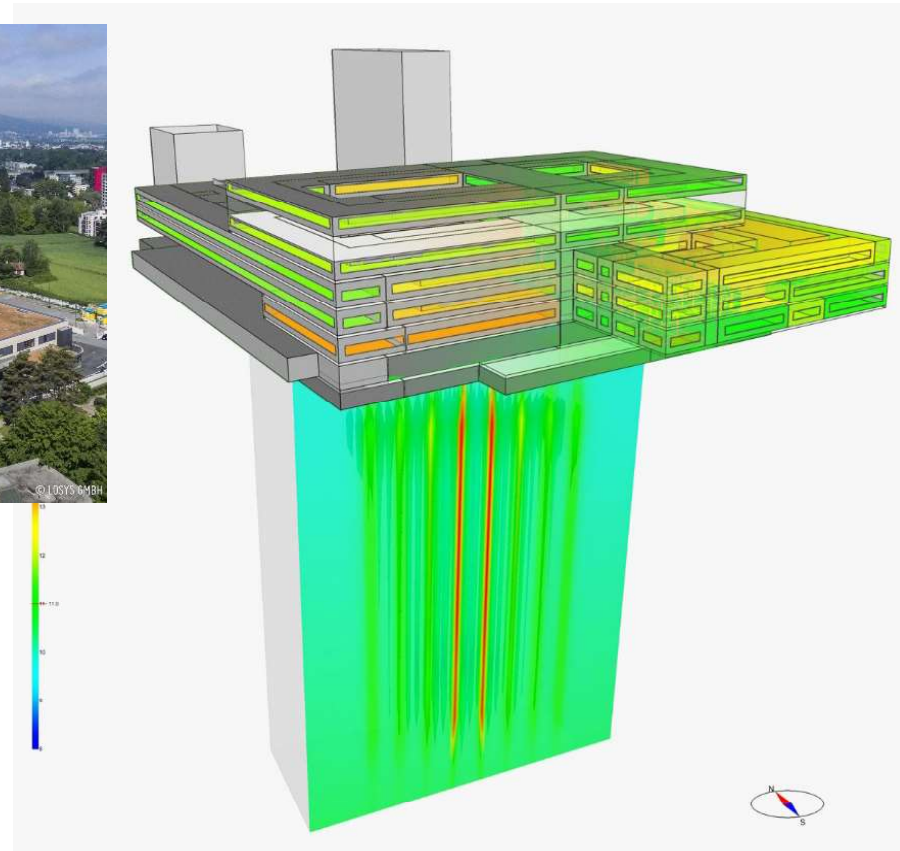
- Beschreibung der physikalischen Phänomene:
 - außerhalb der Gebäudehülle
 - an und in der Gebäudehülle
 - innerhalb der Gebäudehülle



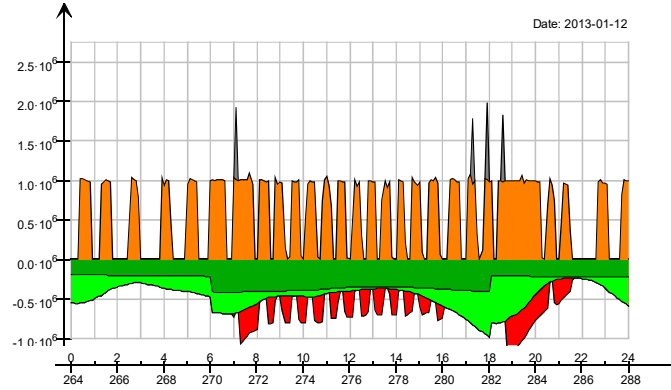
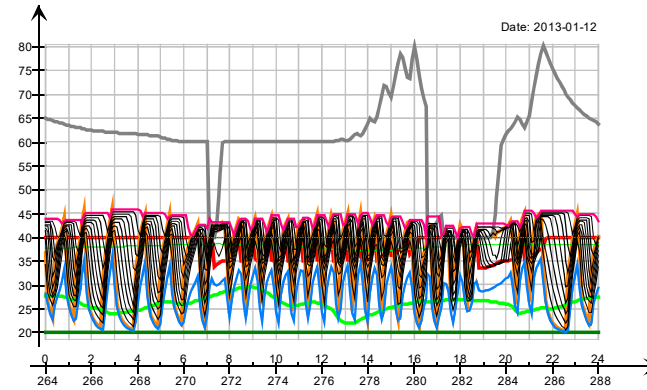
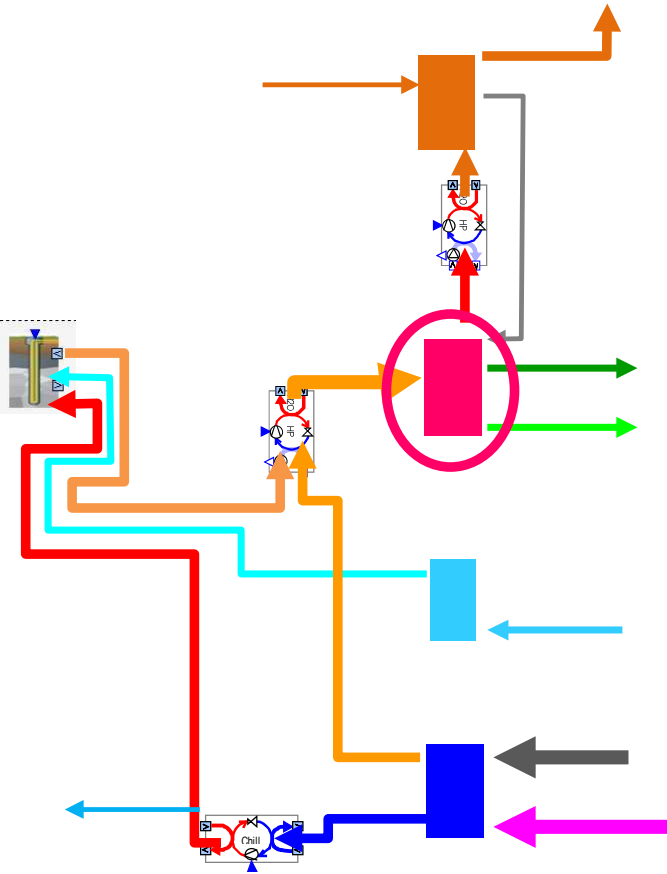
Gebäudehülle



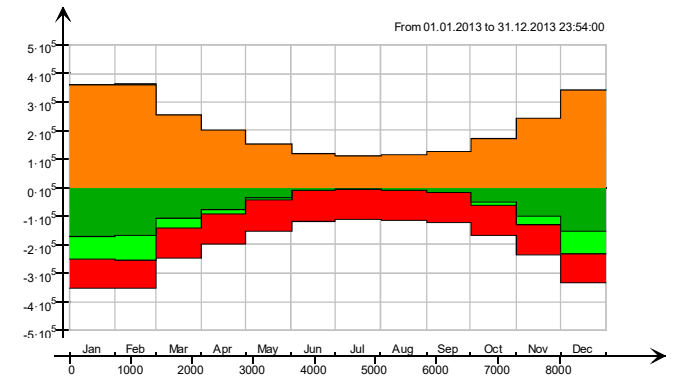
Gebäudetechnik



Niedertemp.-Wärmespeicher

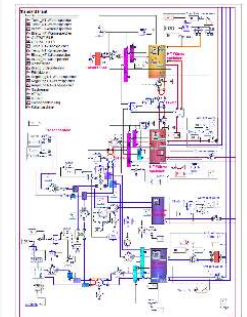
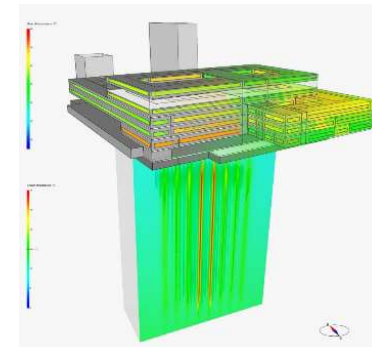
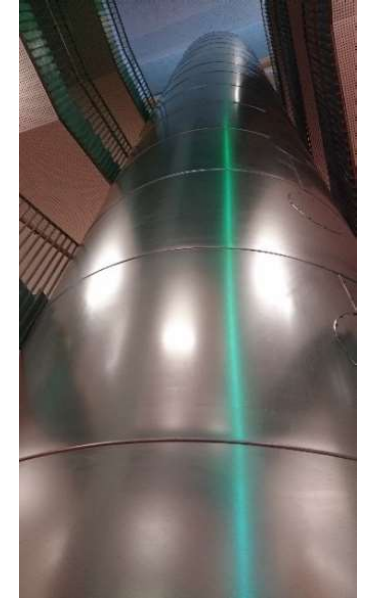


- Wärme an Lüftungsgerät, W
- Wärme an Zonen, W
- Wärme an HT-Wärmepumpe, W
- Wärme von NT-Wärmepumpe, W
- Wärme von HT-Wärmespeicher, W

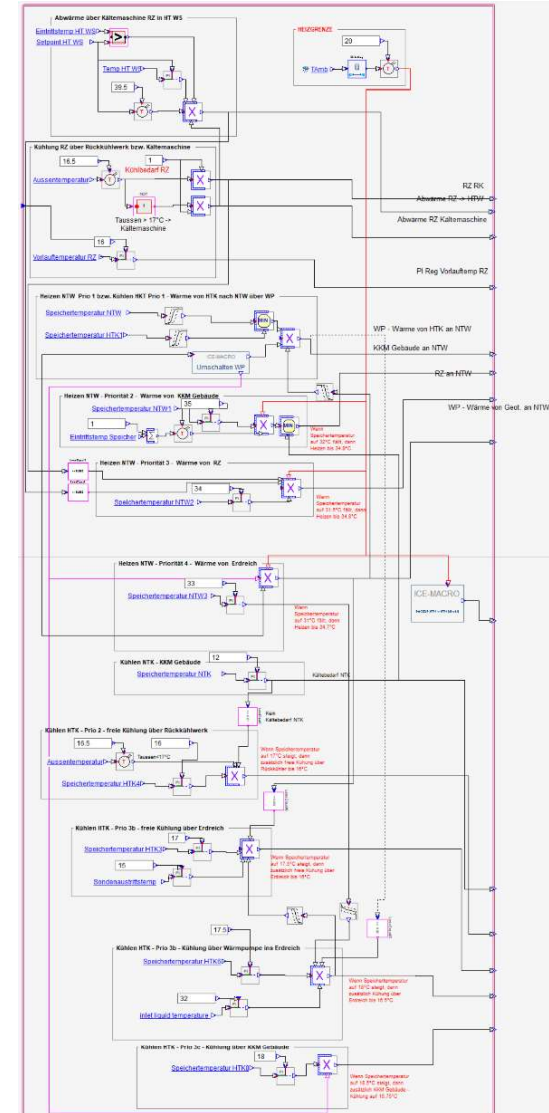


- Wärme an Lüftungsgerät, W
- Wärme an Zonen, W
- Wärme an HT-Wärmepumpe, W
- Wärme von NT-Wärmepumpe, W
- Wärme von HT-Wärmespeicher, W

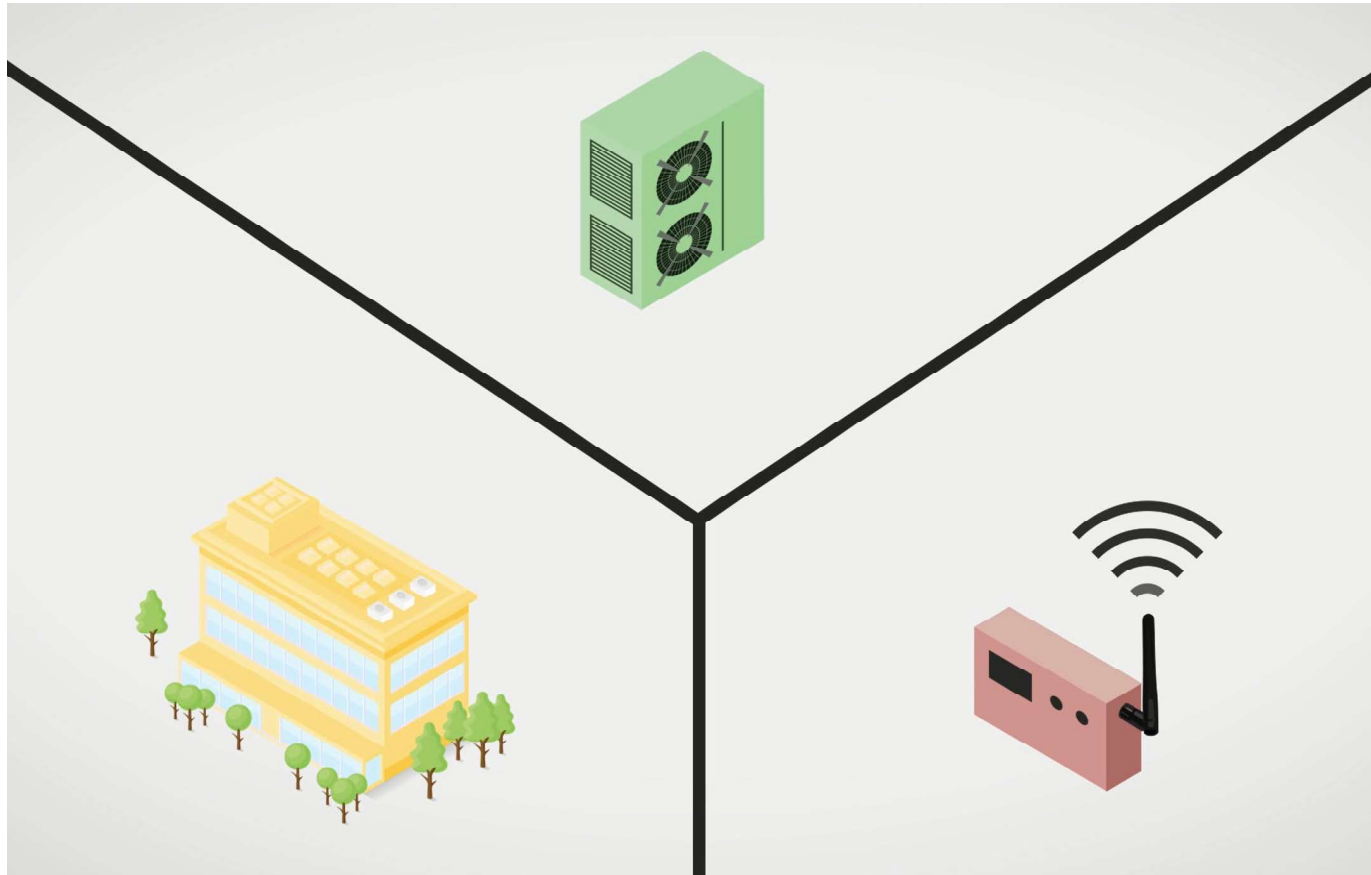
Gebäudetechnik



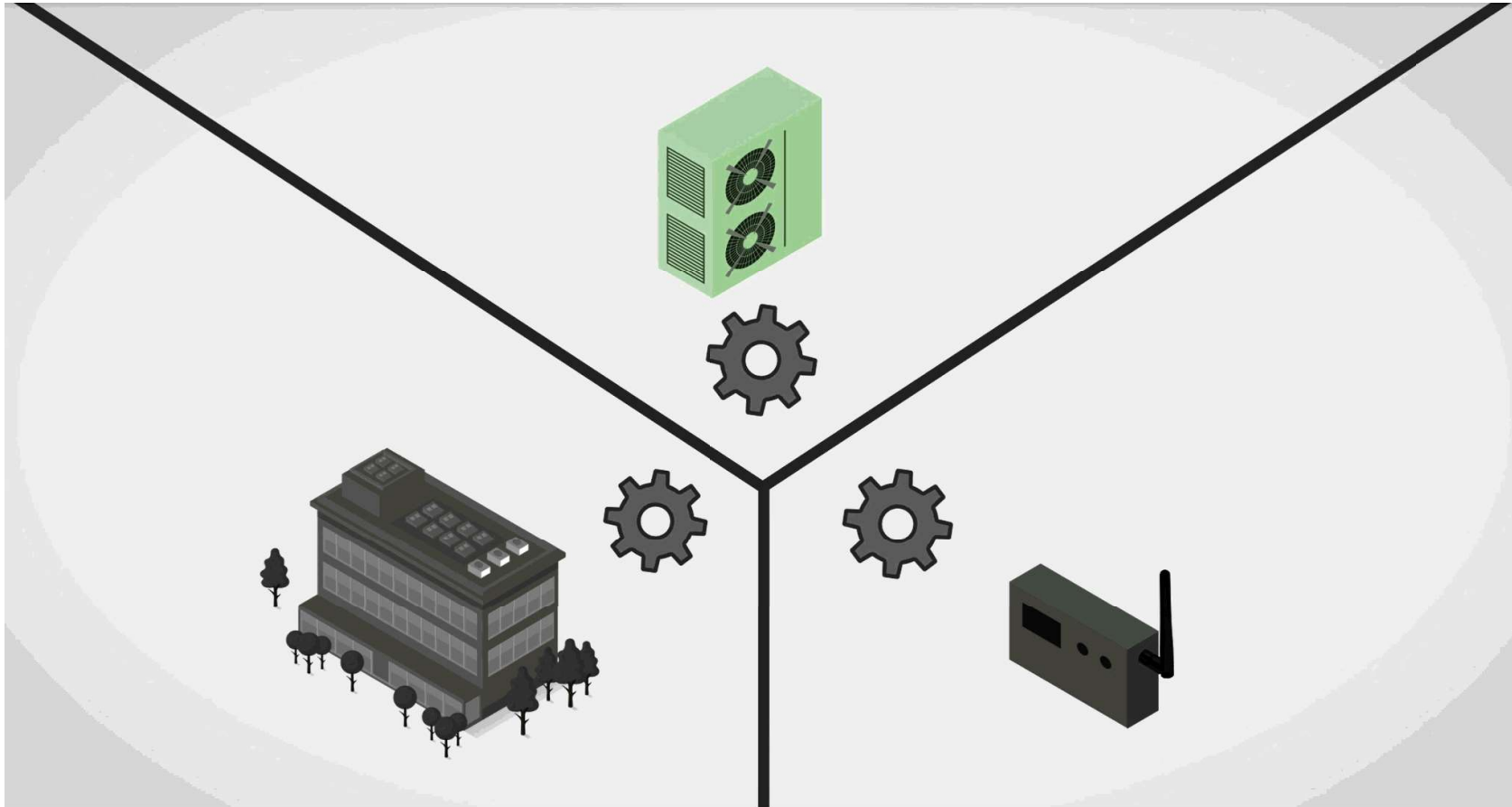
Regelungstechnik



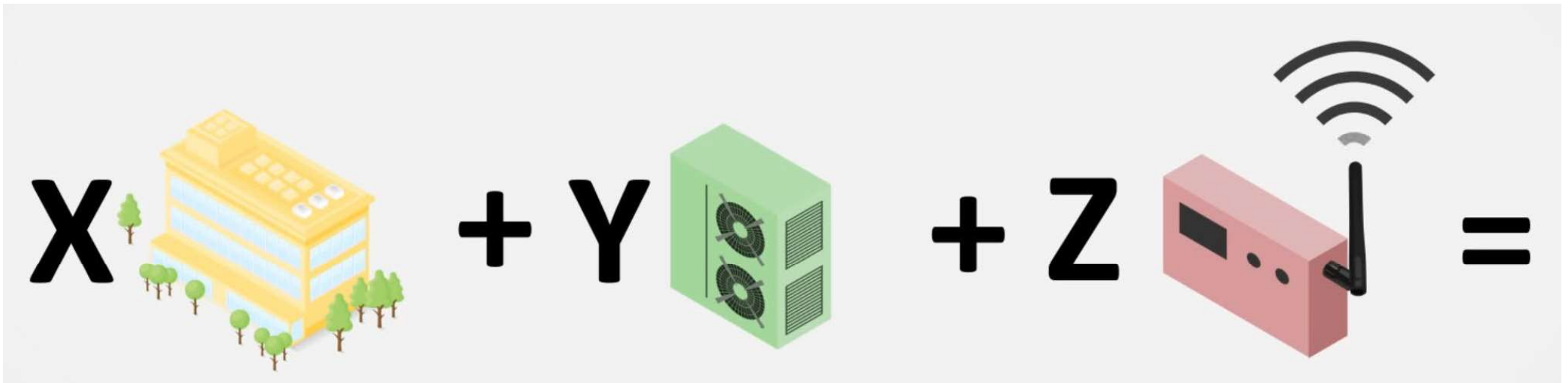
Teile des Gebäudesystems



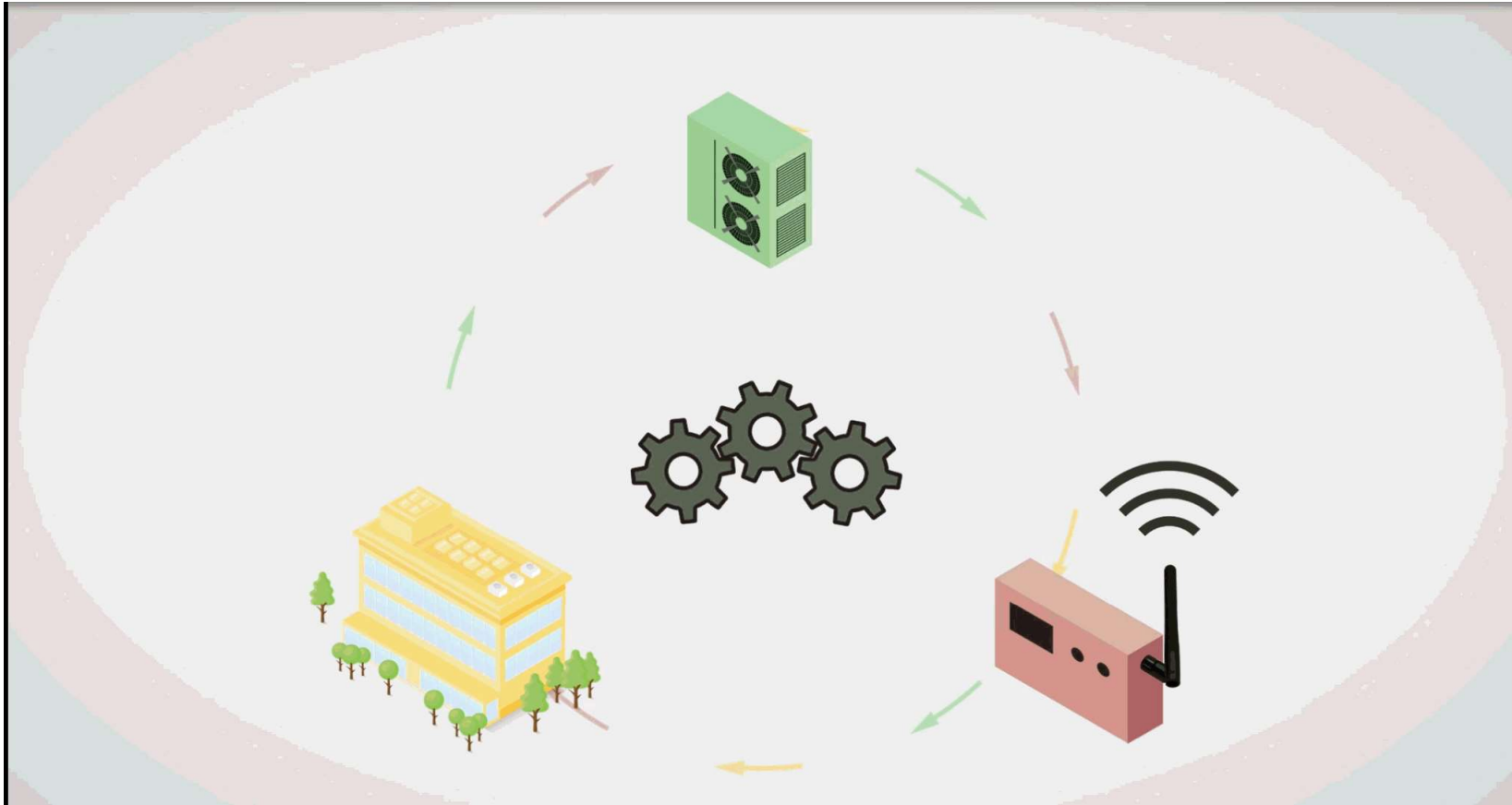
Eine Oberfläche, verschiedene Modelle

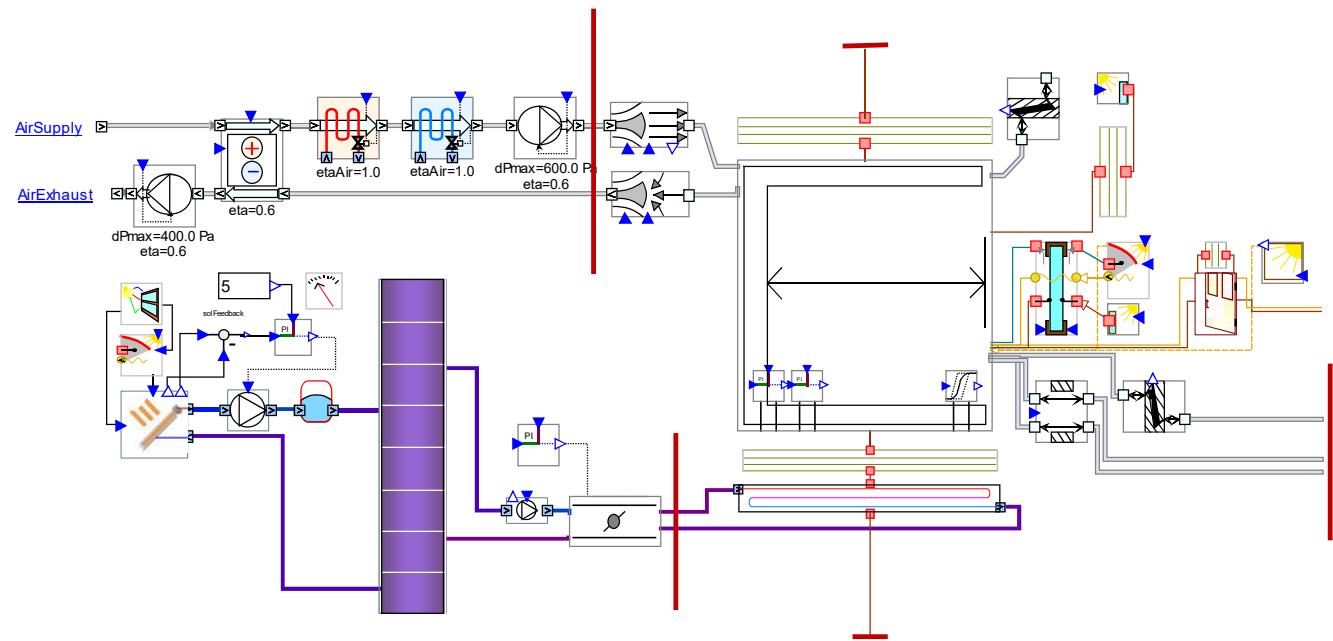


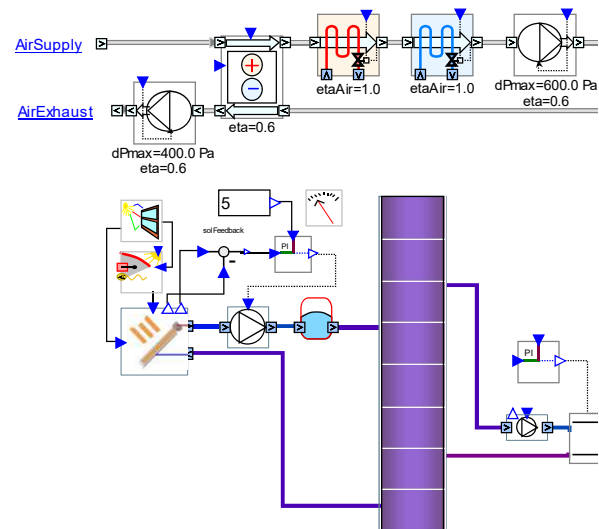
Von den Gleichungen ...

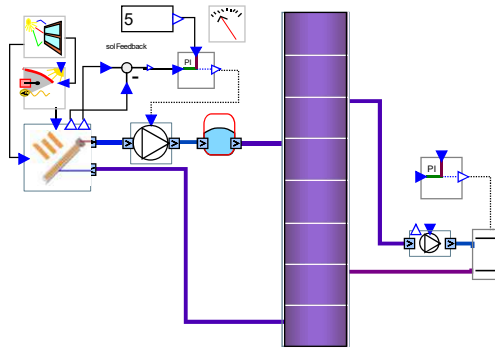
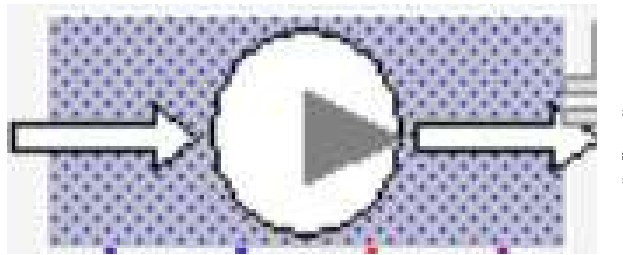


... zum Gleichungssystem!

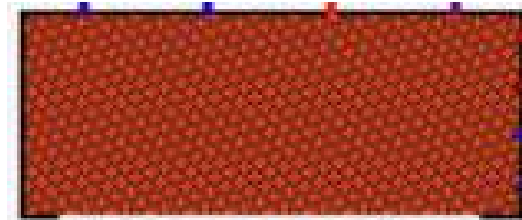
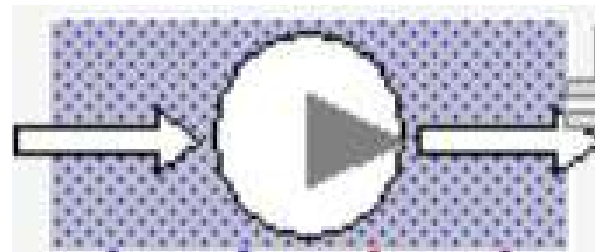




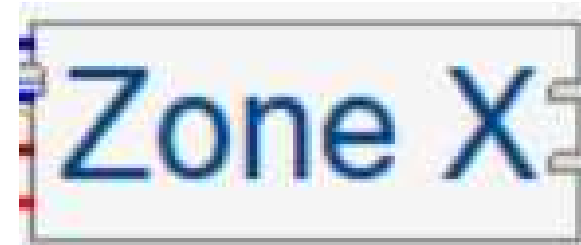




Zone X



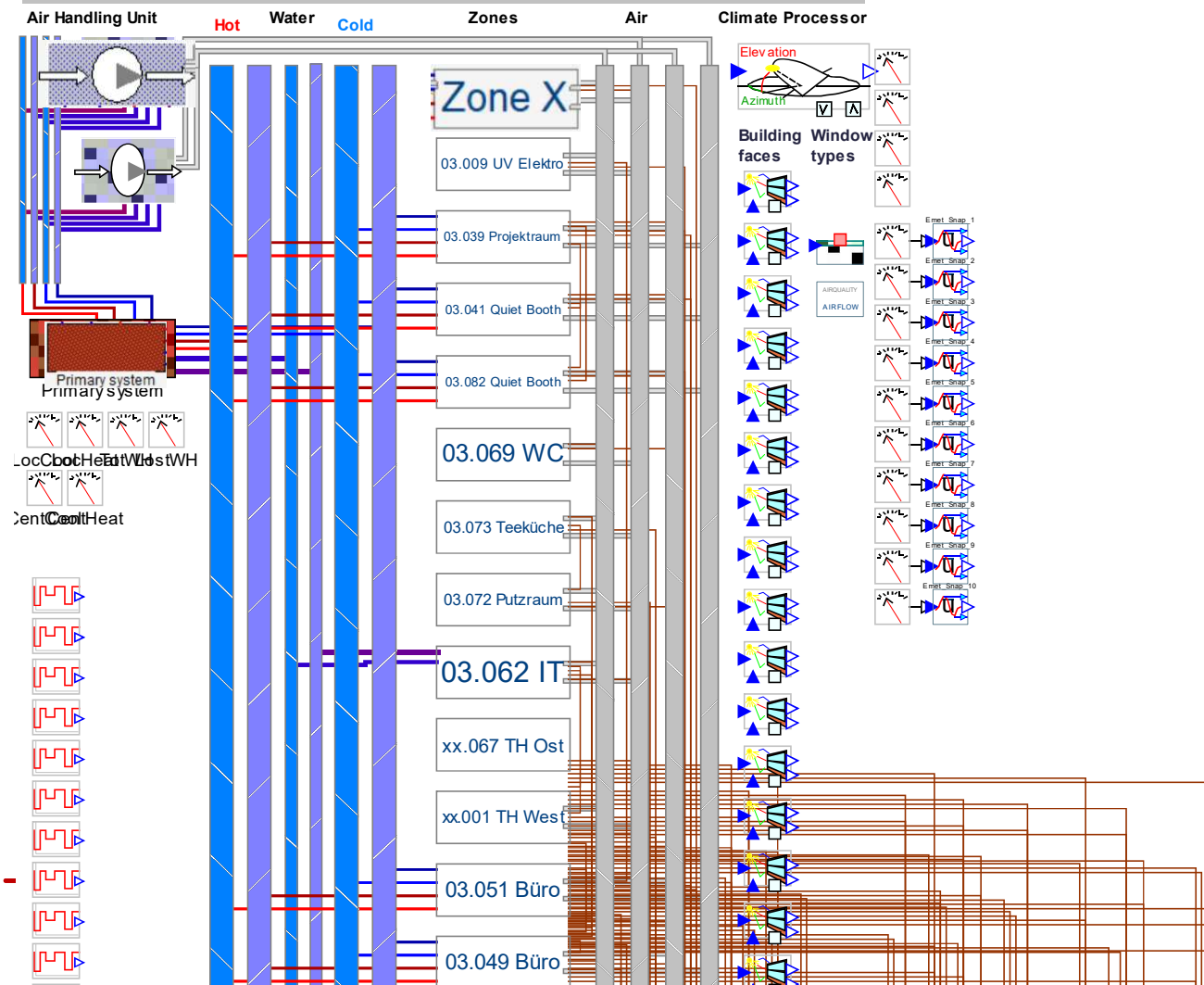
Primary system

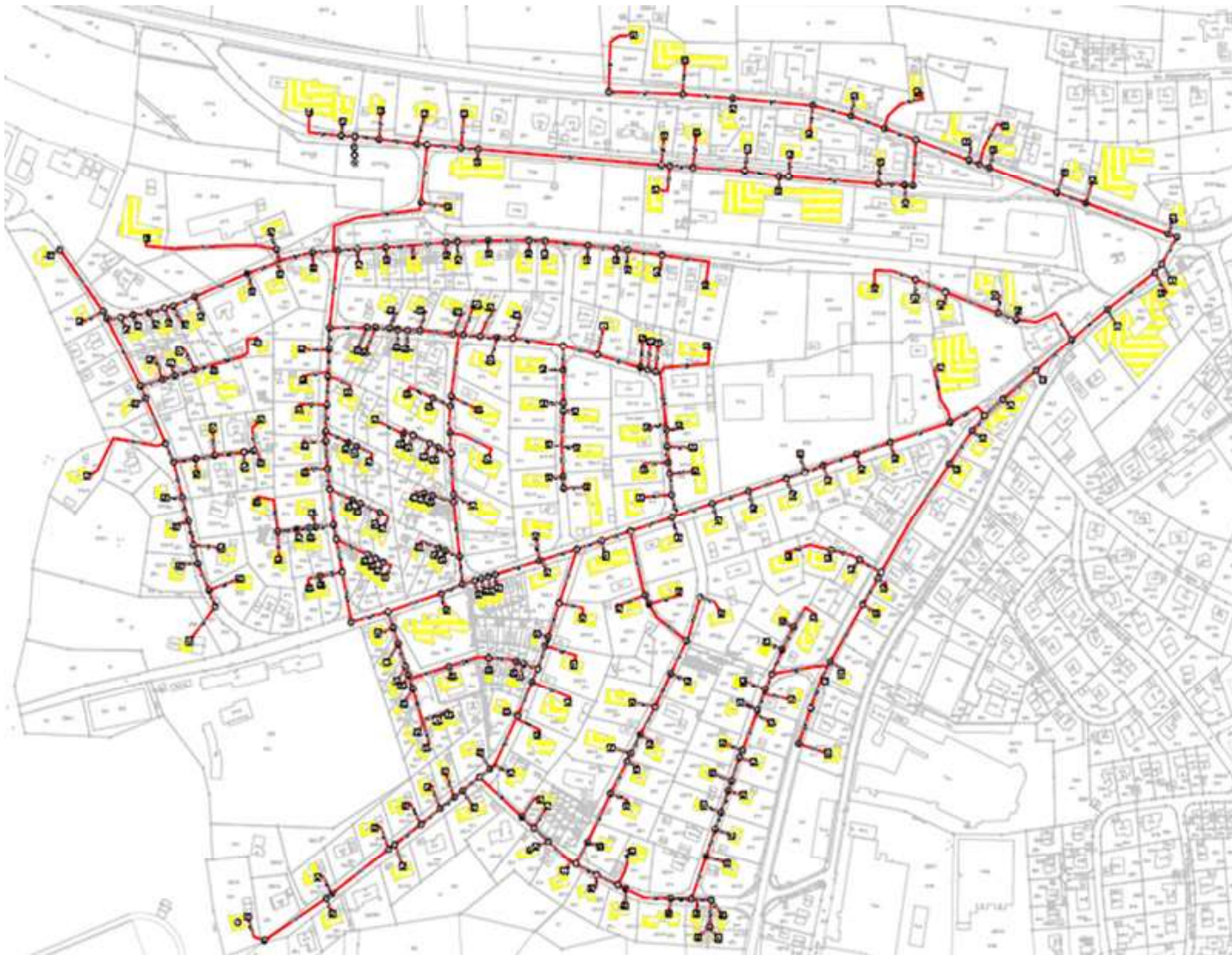


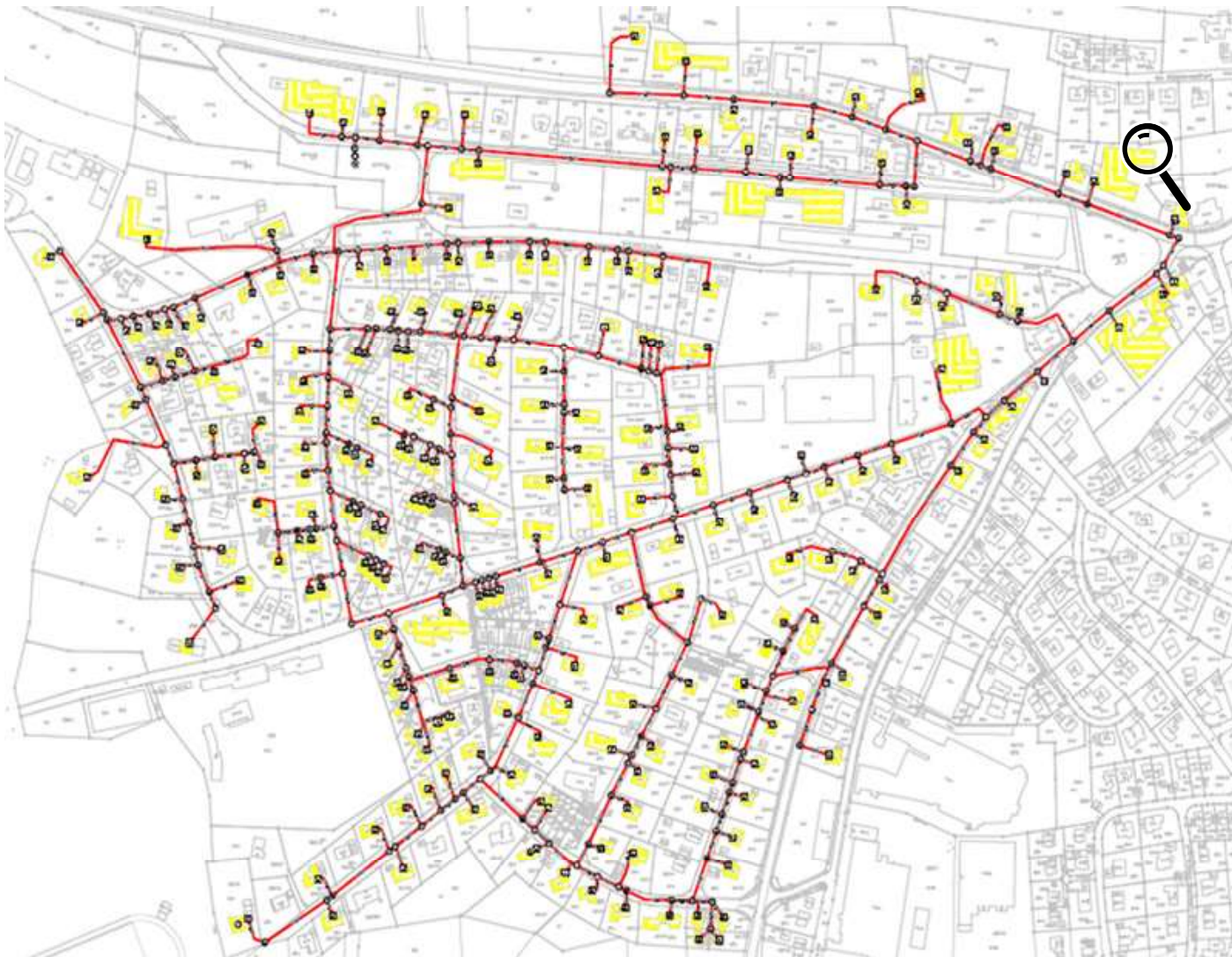
Indoor Climate and Energy

Object:

Climate File







Drop arm awning

Drop arm awning Generic drop-arm awning

Drop arm awning

Material
Generic awning material

Temperature limit

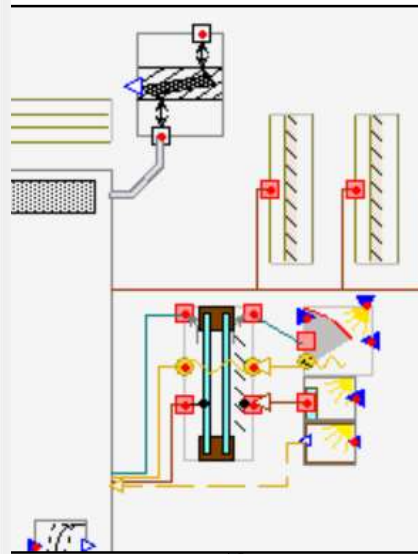
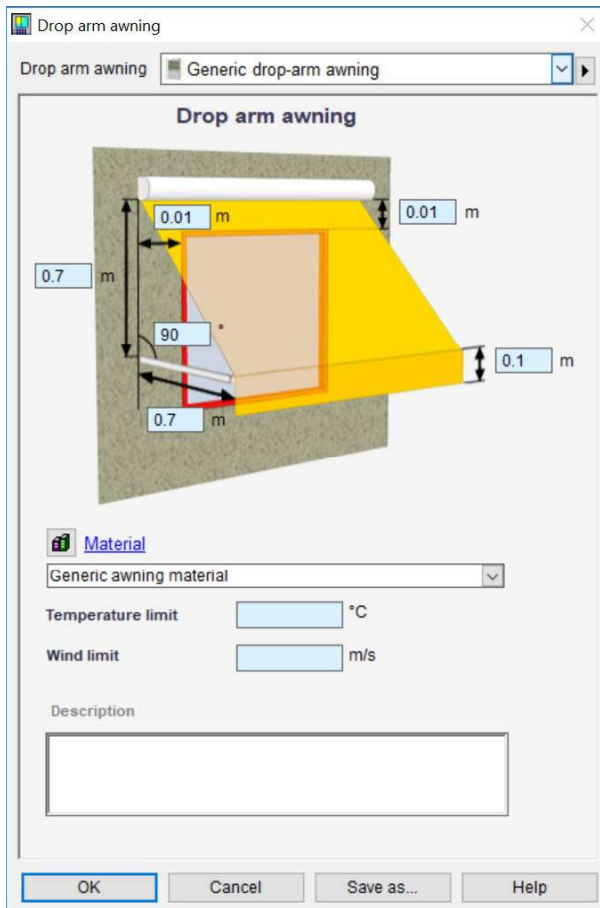
Wind limit

Description

OK Cancel

The image shows a software interface for configuring a drop arm awning. At the top, there's a window title 'Drop arm awning' and a dropdown menu set to 'Generic drop-arm awning'. Below this is a 3D perspective view of the awning, showing its dimensions: a height of 0.01 m, a depth of 0.01 m, a width of 0.7 m, and a 90-degree angle. A 0.1 m dimension is also shown at the bottom right. Below the 3D view is a 'Material' section with a dropdown set to 'Generic awning material'. There are two checkboxes for 'Temperature limit' and 'Wind limit', both currently unchecked. A 'Description' field is present but empty. At the bottom of this section are 'OK' and 'Cancel' buttons. To the right of these buttons is a large technical diagram showing the internal mechanical and electrical components of the awning, including a motor, gears, and wiring.

Detailierungsgrad von Gebäudesimulation



model in building1.Zone

Name	Value	Start	Unit
NCTRL	4		ite..
NTIME	13		ite..
NFIX	17		ite..
NELEV	5		ite..
NSPEC	1		ite..
DIFFUSEMO...	2.0		di..
AWIND	1.8		m2
SLOPEFACE	90.0		Deg
AZIMUTFACE	180.0		Deg
HEIGHTABOV...	0.0		m
TRANSTMIN	6.161		h
TRANSTMINFIX	4.214		h
TSTEP	0.9732		h
ELEVMIN	9.82		Deg
ELEVSTEP	11.72		Deg
WLIMIT	8000.0		m/s
TLIMIT	-273.2		°C
RLIMIT	100.0		W..
DIFSHSKY	0.4066		di..
DIFSHSKYFX	1.0		di..
SPLITDIR[1:1]	{1.0}		di..
SPLITDIFF[1:1]	{1.0}		di..
TRANSFIX[1:5...	{{0.0 0.0 ...		di..
TRANSTOT[1:...	{{0.0 0.0 ...		di..

EQUATIONS

```

TAmb_out := TAmb_in;

AzSun2Face := (Azimut_in+180) - AzimutFace;

CosIncFace := COS(Elev_in * deg2rad) * COS(AzSun2Face * deg2rad) * SIN(slopeFace * deg2rad)
+ SIN(Elev_in * deg2rad) * COS(slopeFace * deg2rad);

AngleIncFace := ACOS(CosIncFace) * rad2deg;

IDir_in:= IF AngleIncFace < 90 THEN
  IDirNorm * CosIncFace
ELSE
  0.0
END_IF;

IDifSkyIn := IF diffuseModel < 1.5 THEN
  /* ASHRAE/Kondratjev model */
  IDifHor * (1 + COS(slopeFace * deg2rad)) / 2
ELSE
  /* Perez model */
  Perez (HeightAboveSea, SlopeFace, Elev_in, AngleIncFace,
  IDifHor, IDirNorm)
END_IF;

IDifGrdIn := IDifRefl * (1 - COS(slopeFace * deg2rad)) / 2;
/* row number in transparency table (depends in sun elevation) */

iElev := IF nElev==1 THEN 0 ELSE (ElevMax_in - elevMin) / elevStep END_IF;

/* First calculate with controlled shades off (if exist) */
/* If nCtrl=0, the parameters describing "Fixed shades" are non-reliable (for backward

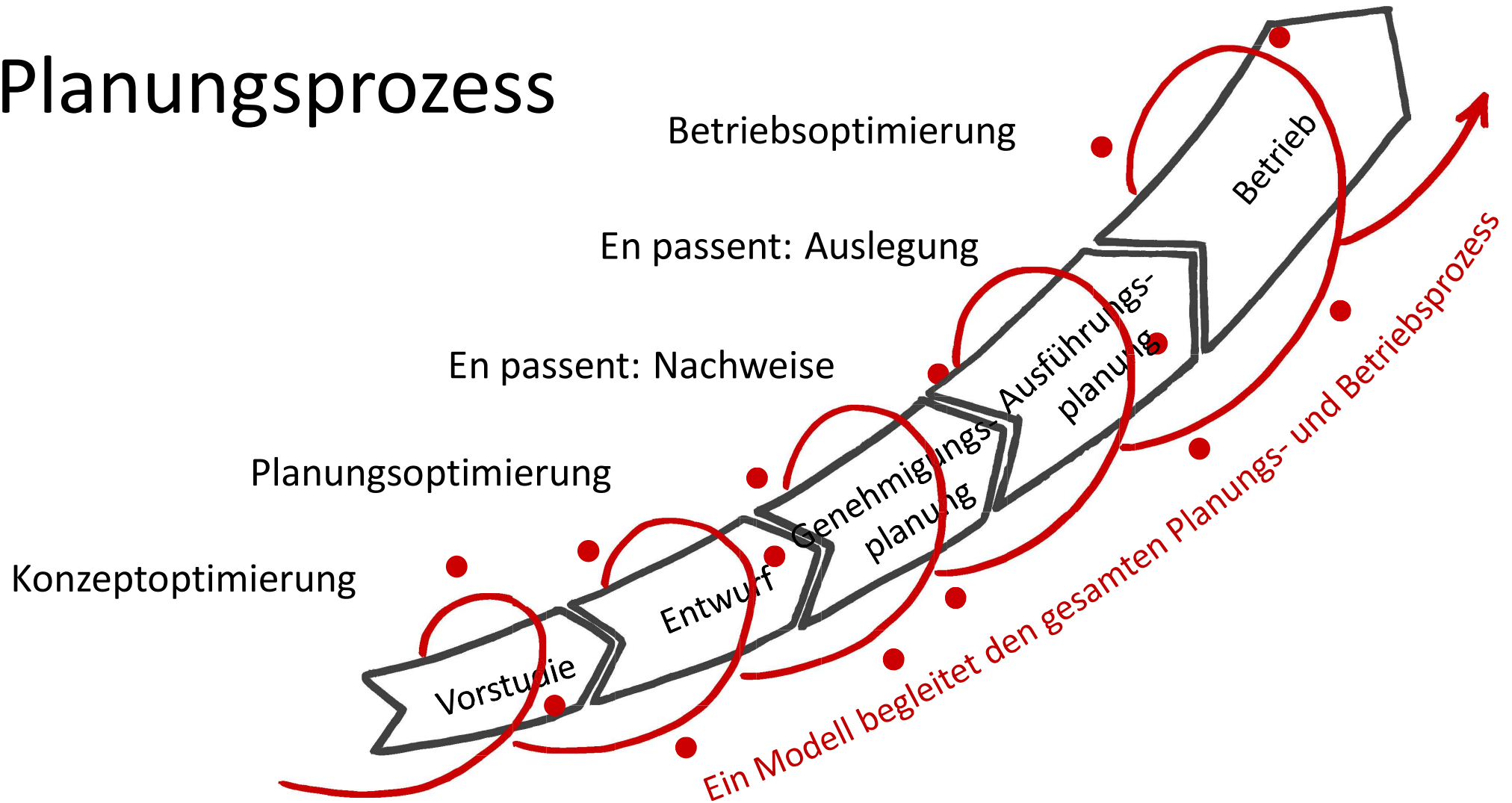
IF nCtrl > 0 THEN
  IF nFix>0 THEN
    iTime := (solTime - transTminFix) / tStep;
    DirectShad := InterpolateShad(transFix[1,1], nFix, nElev, iTime, iElev, 0.0, 0.0)
  ELSE
    DirectShad := 0.0;
  END_IF;

IFix := IDir_in * DirectShad + IDifSkyIn * DifShSkyFx + IDifGrdIn;

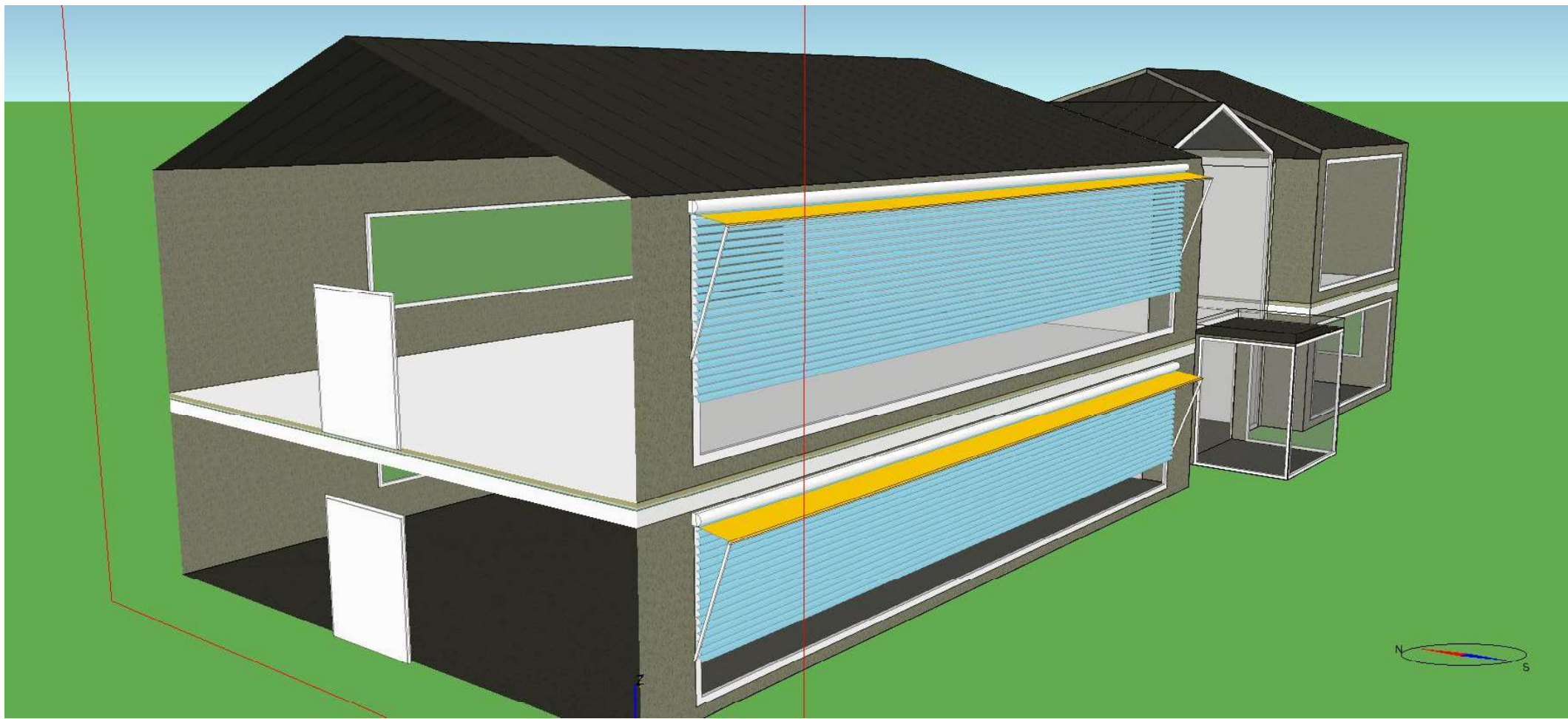
ctrl := IF windVel>=wLimit OR TAmb_in<=tLimit OR IFix <= rLimit THEN 0

```

Planungsprozess



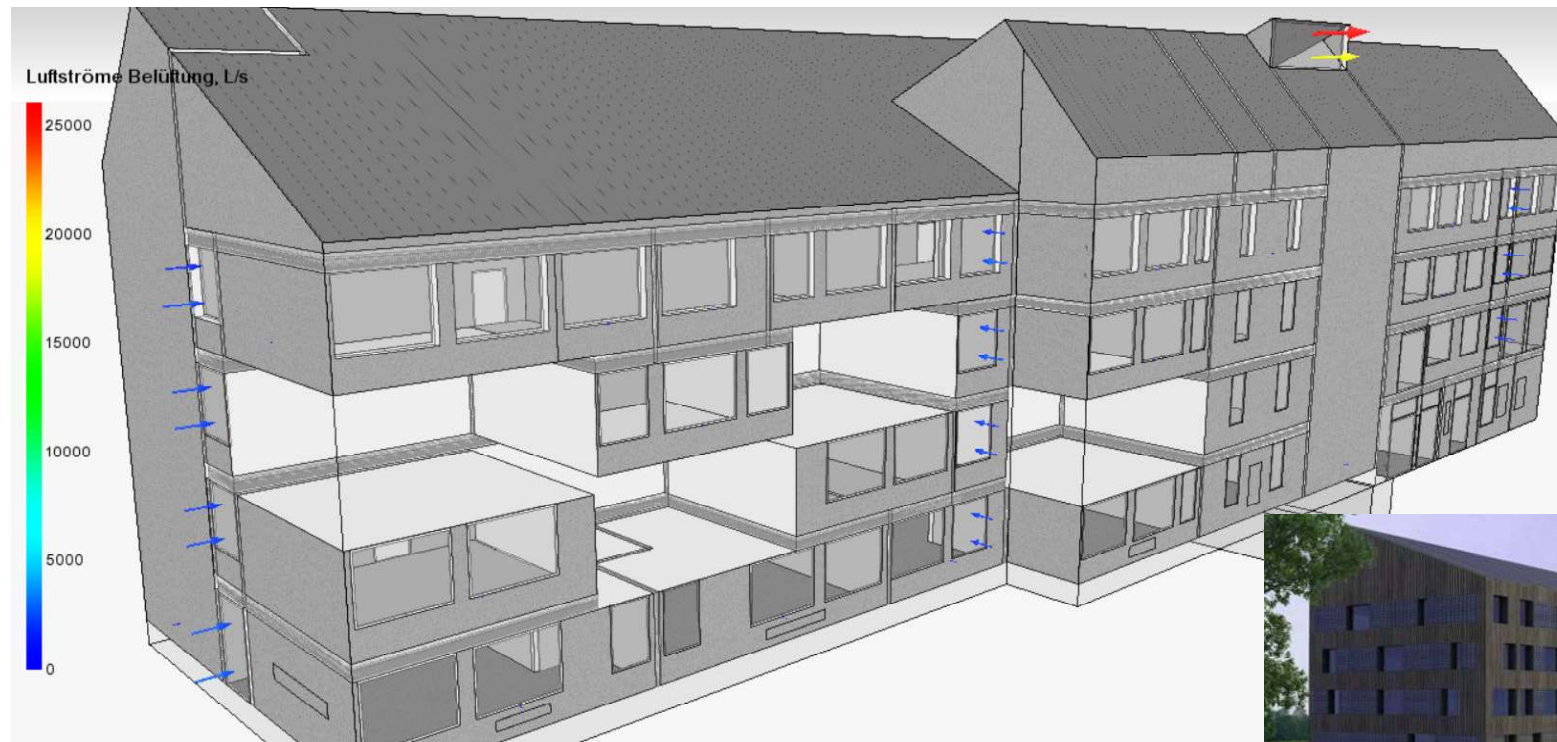
Konzeptoptimierung



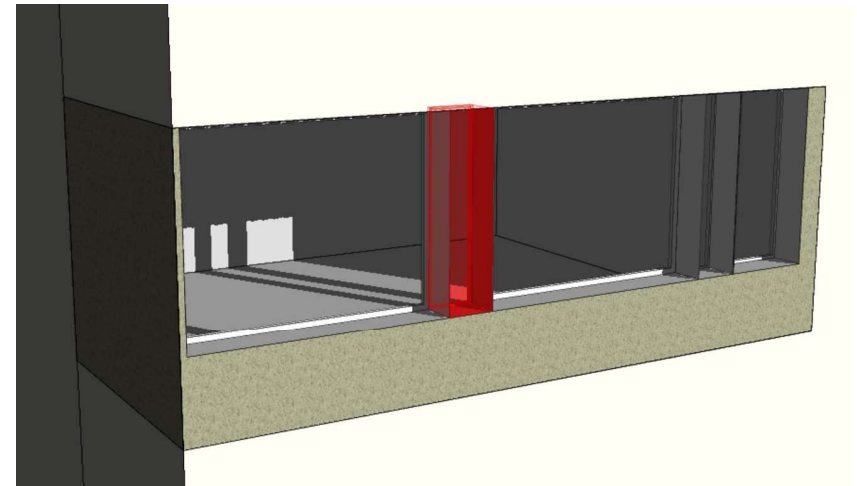
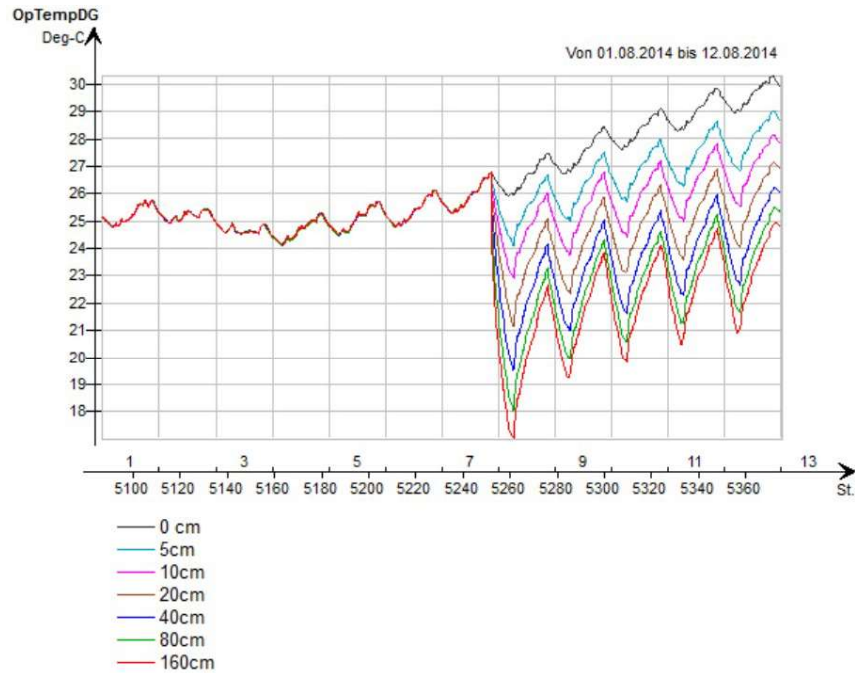
Planungsoptimierung



Planungsoptimierung



Spaltbreite Nachtlüftung?



Das Nebenprodukt «Nachweis»

Klimadaten

Station SIA 2028 Grenzwert Wind für Sonnenschutz m/s
Höhe Sensor m über dem Dach

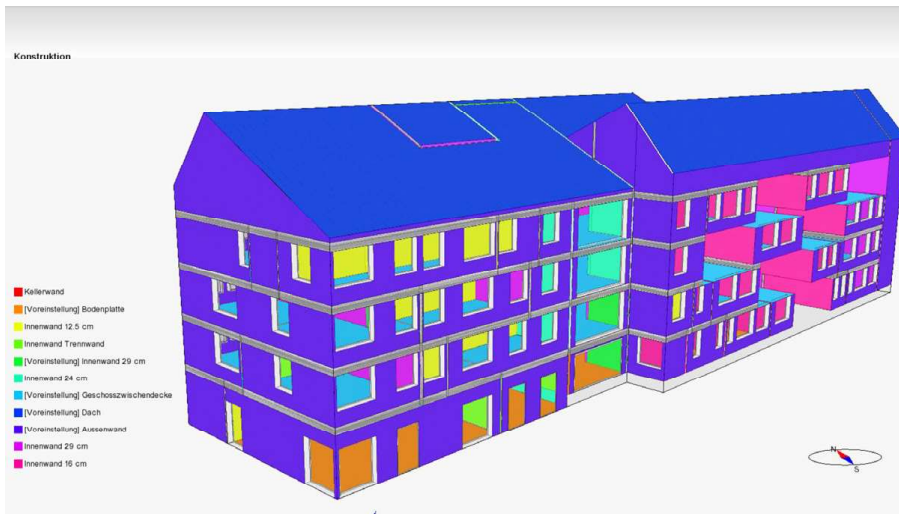
Sommerliche Überhitzung SIA 180 - C.1 Sollwert für Belüftungsregelung °C

Zusätzliche Eingaben für SIA 180 – C.1

Vorschriften für das Nachweismodell:

- Wetterdaten
- Lüftung
- Keine Heizung/Kühlung
- Regelung Lüftung und Sonnenschutz

Geometrie + Konstruktionen



Nachweismodell



Das Nebenprodukt «Nachweis»

The screenshot displays the SHLux software interface. On the left, a 3D model of a building is shown with a color scale for '4108-2 Übertemp gradstd, h.Deg-C' ranging from 0 to 500. A red horizontal bar highlights a specific area on the building's facade. On the right, a settings panel is open, showing various configuration options. A red arrow points from the 'Simuliere DIN4108-2 Modell' button in the settings panel to the red bar on the 3D model.

SHLux Mod04a: R:\10_Projekte\P18002_IBN-Ettelbrück\Simulationen\Modelle\SHLux_Mod04a.idm (Local-De)

Navigation: Allgemein SIA Schema Geschossplan 3D Simulation Tageslicht CFD Gliederung Zusammenfassung Details

Grundeinstellungen

Nutzungstyp: Nicht-Wohngebäude

Sommerklimaregion: Region B

Passive Kühlung

Type: In allen Zonen

Ideales Kühlelement: Anwenden

Kühlen Bauteil: Anwenden

Adiabates Kühlelement: Anwenden

Alle löschen: Anwenden

Modellerzeugung/Simulation

Simuliere DIN4108-2 Modell

Erzeuge DIN4108-2 Modell

Großansicht Karte

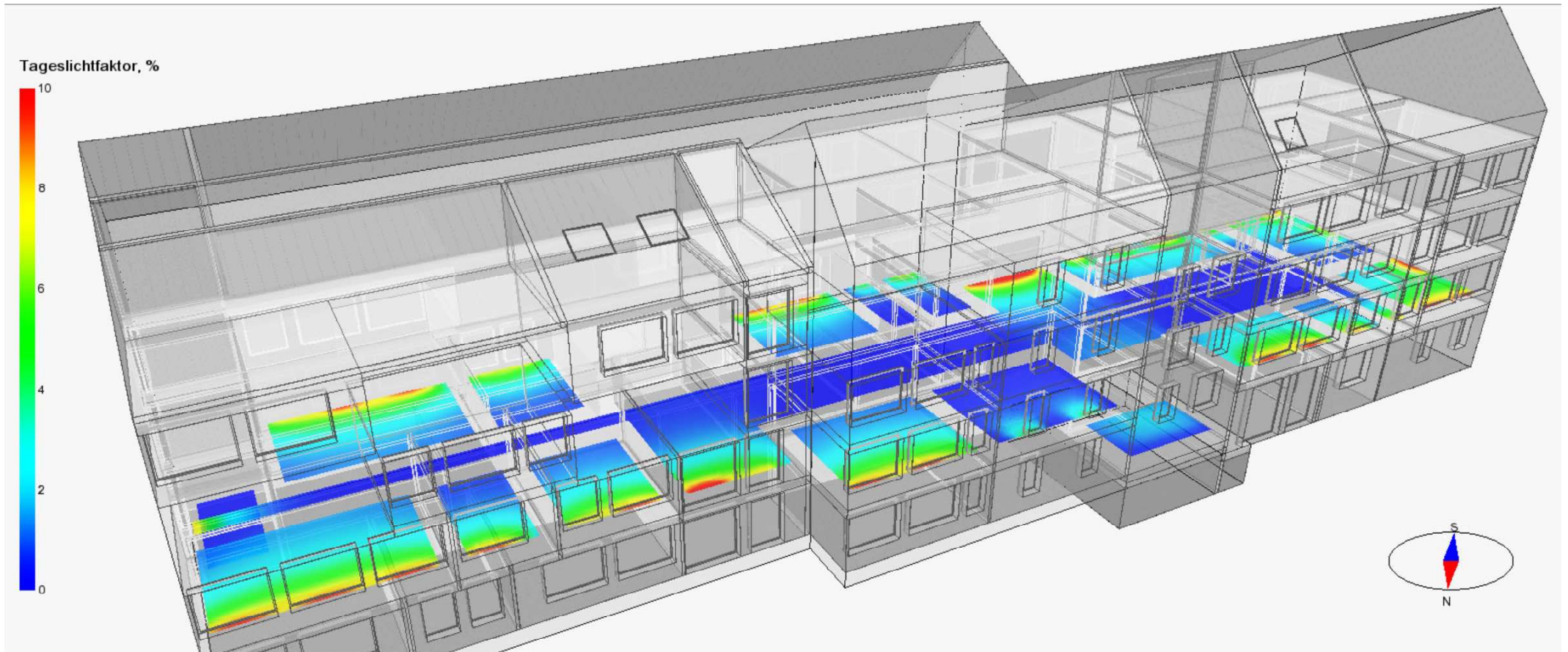
Großansicht Bericht

Name	Gruppe	Nutzungstyp	Nachtlüftung	Lüftungsrate für Nachtlüftung [1/h]	Regelung Sonnenschutz	Ideales Kühlelement	Kühlen Bauteil	Adiabates Kühlelement
03.402_Range...	Neben...	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.112-113_2xL...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Kein Sonnenschutz	Nein	Nein	N/A
03.121_Prepar...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.110_PetitGr...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Nicht-automatisch	Nein	Nein	N/A
03.120_Prepar...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.111_LaboSc...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Benutzerdefiniert	Nein	Nein	N/A
03.101_SalleD...	Schulb...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.30x_Sanitär	WC, S...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.00x_CouloirA	Verkeh...	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Nicht-automatisch	Nein	Nein	N/A
03.403_Range...	Neben...	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.201_Bureau...	Admini...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Automatisch	Nein	Nein	N/A
03.114_SalleD...	Neben...	Nicht-Wohngebäude	über Fenster geschossübergreifend	N/A	Benutzerdefiniert	Nein	Nein	N/A
03.404_Range...	Neben...	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Nicht-automatisch	Nein	Nein	N/A
03.203_Cabine	Schulh	Nicht-Wohngebäude	Keine	N/A	Nicht-automatisch	Nein	Nein	N/A

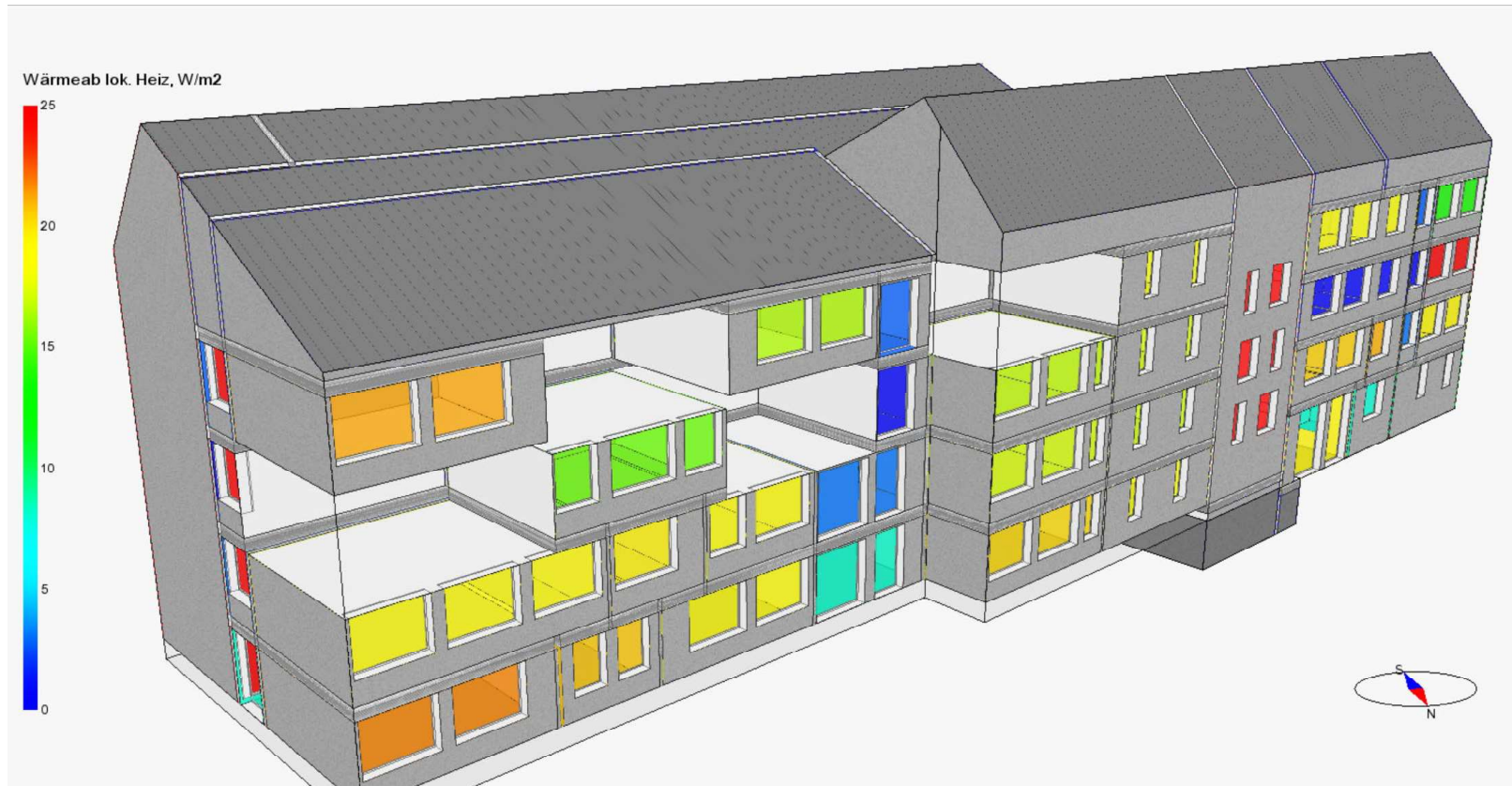
Visualisierung

Schließen

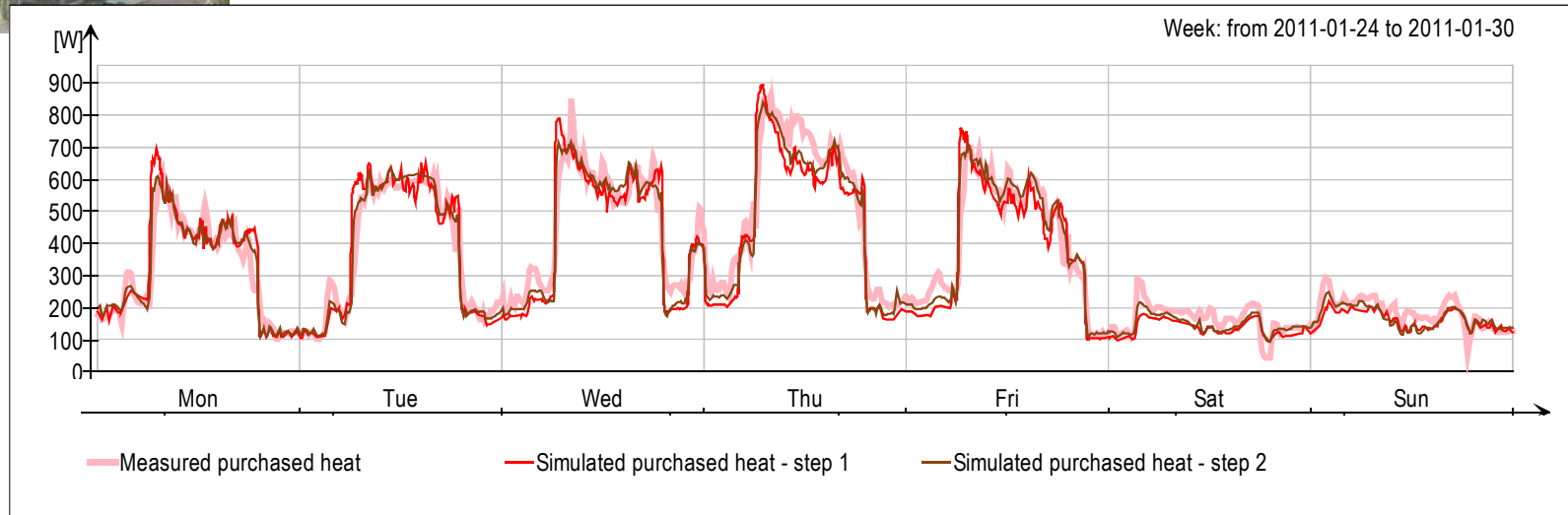
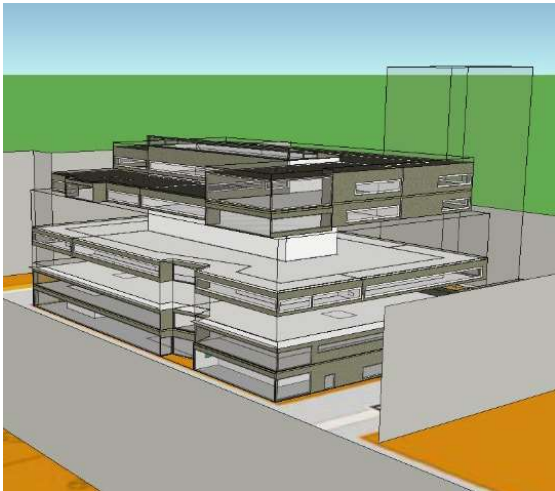
Tageslichtbewertungen



Das Nebenprodukt «Auslegung»



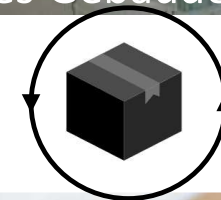
Betriebsoptimierung



Heute üblich:



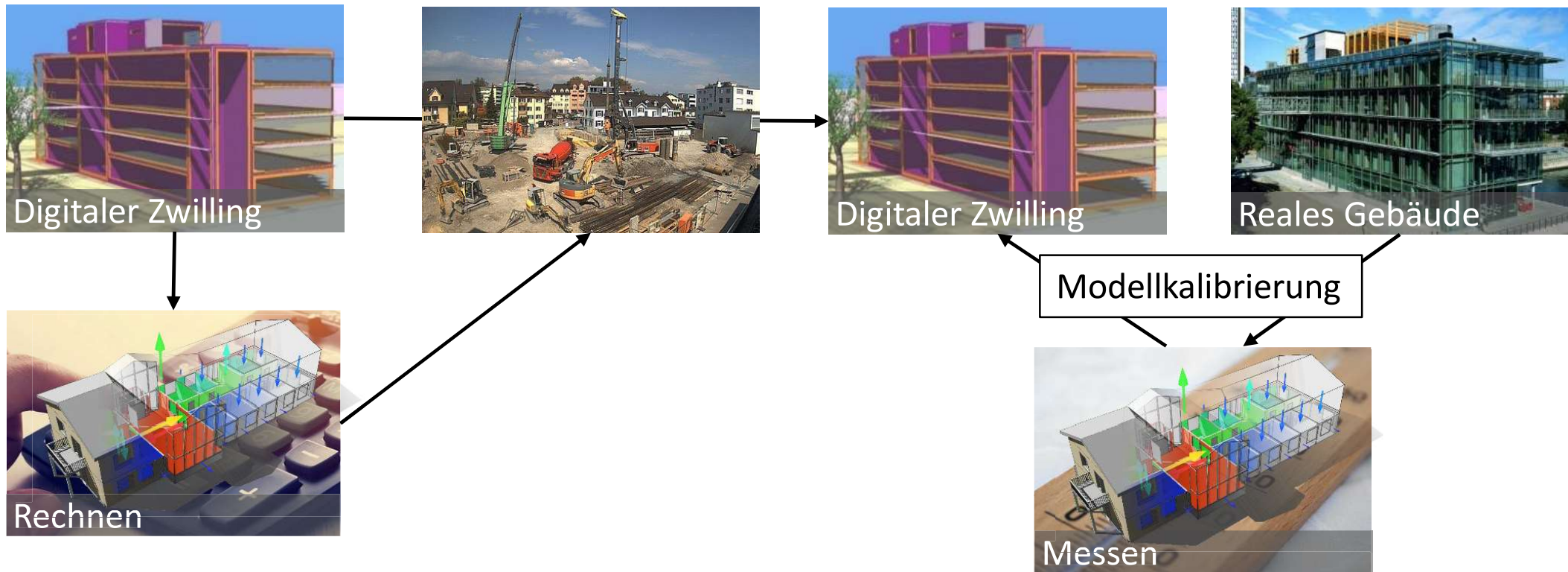
Heute möglich:



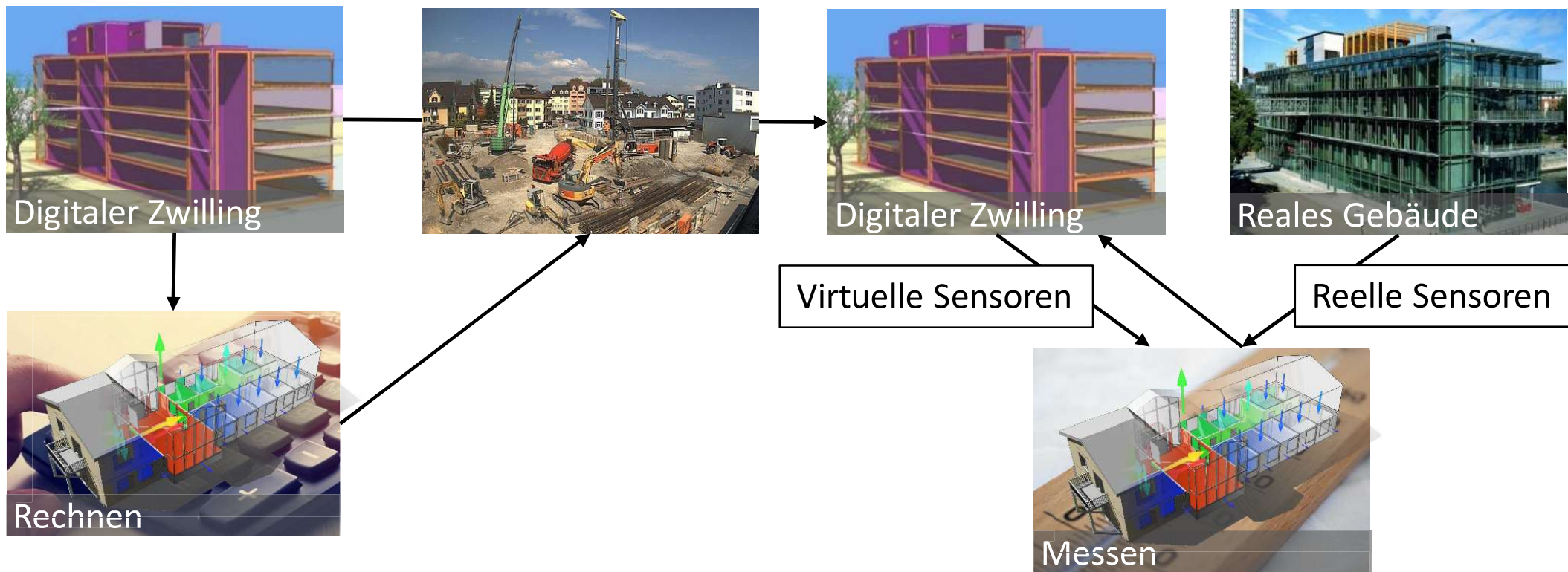
Gebäudemonitoring



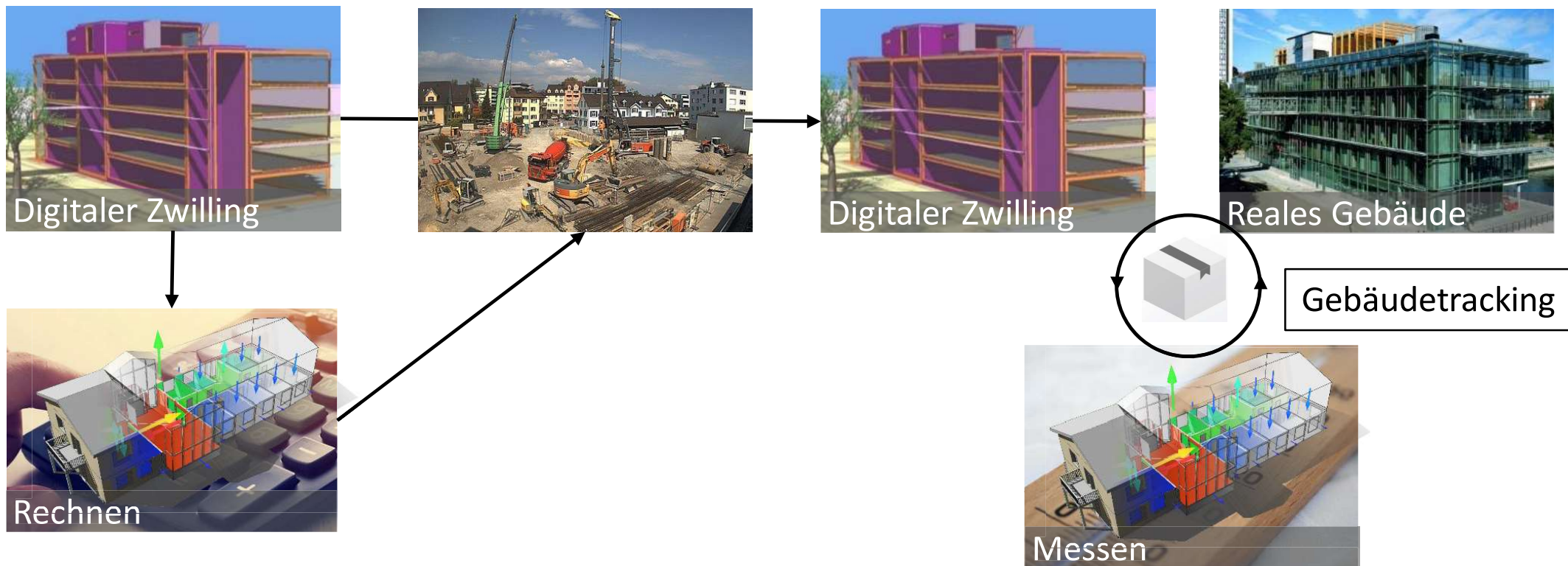
Morgen möglich (Step 1):

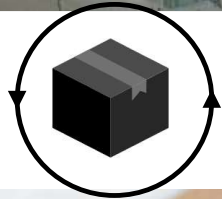


Morgen möglich (Step 2):

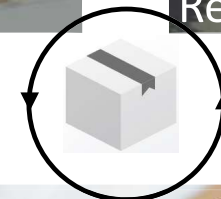


Morgen möglich (Step 3):



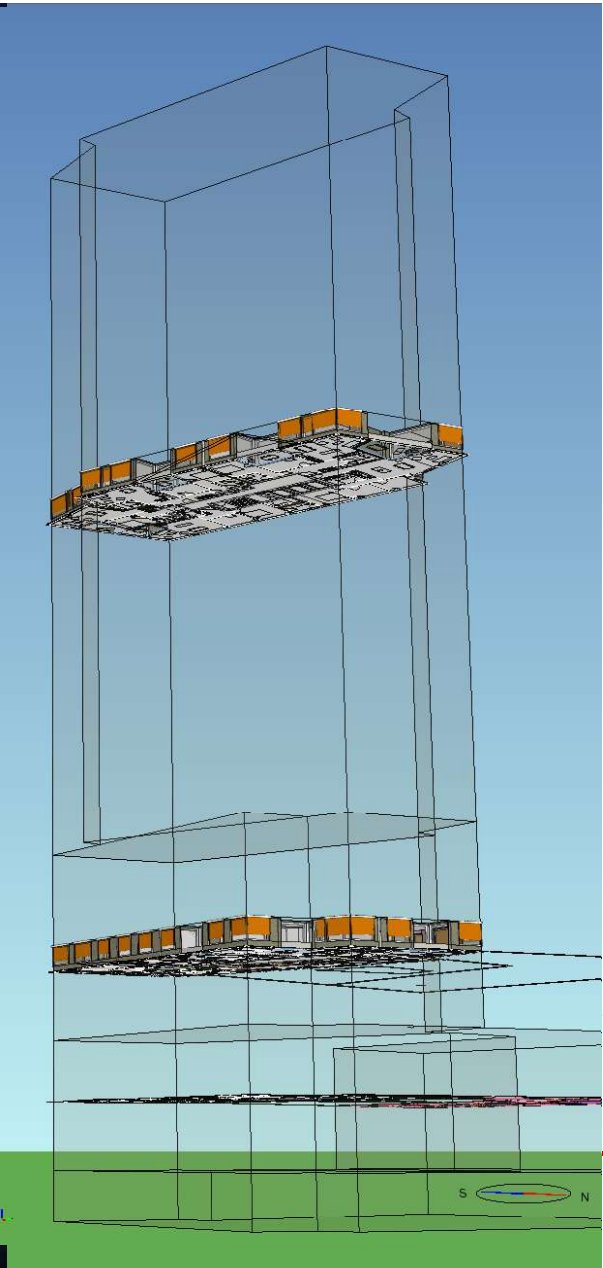


Gebäudemonitoring



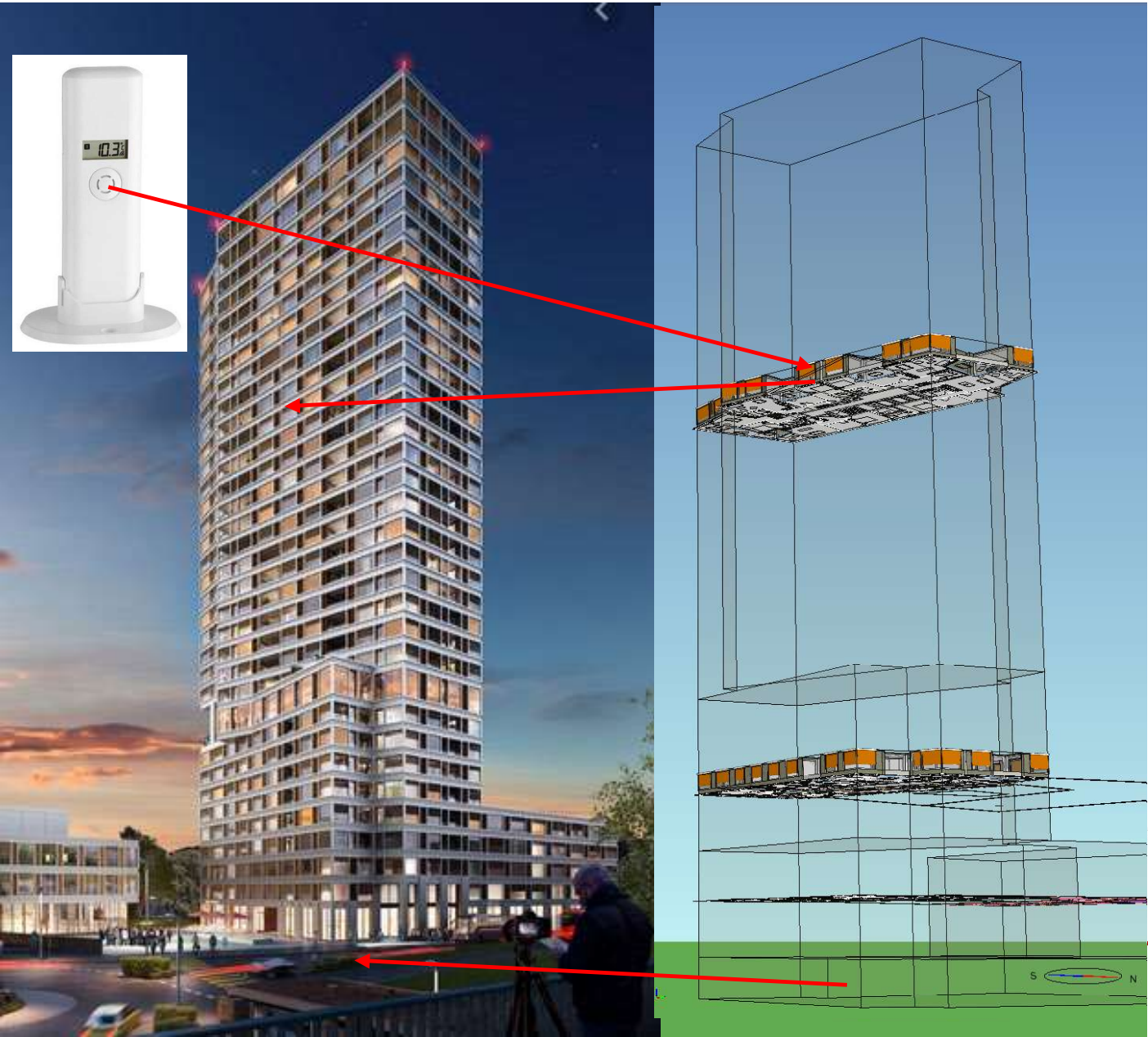
Gebäudetracking







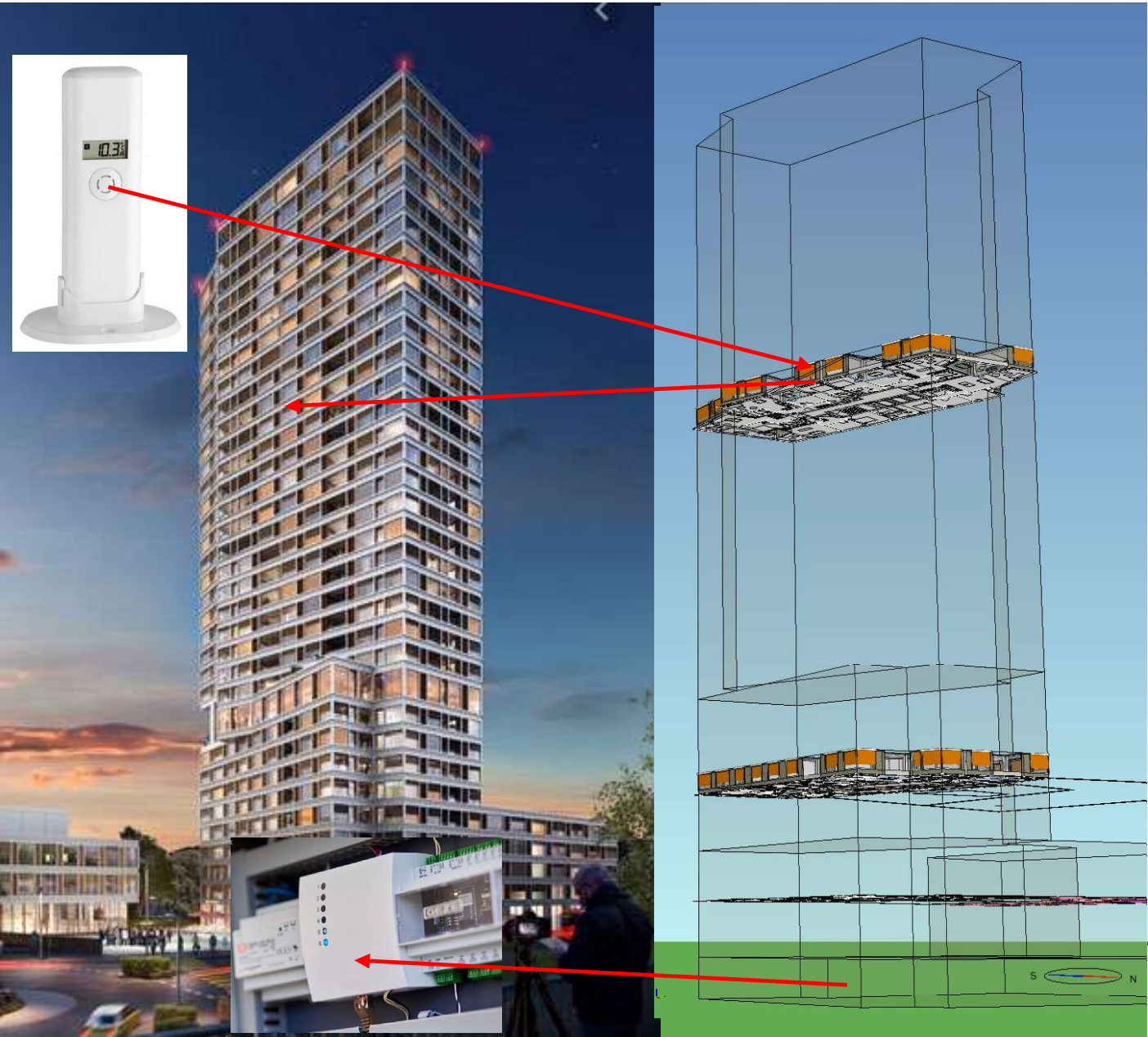
Reelle Sensoren
(z.B. Lufttemperatur)



Wohnung Nordost

Reelle Sensoren
(z.B. Lufttemperatur)

Virtuelle Sensoren
(z.B. Bodentemperatur)

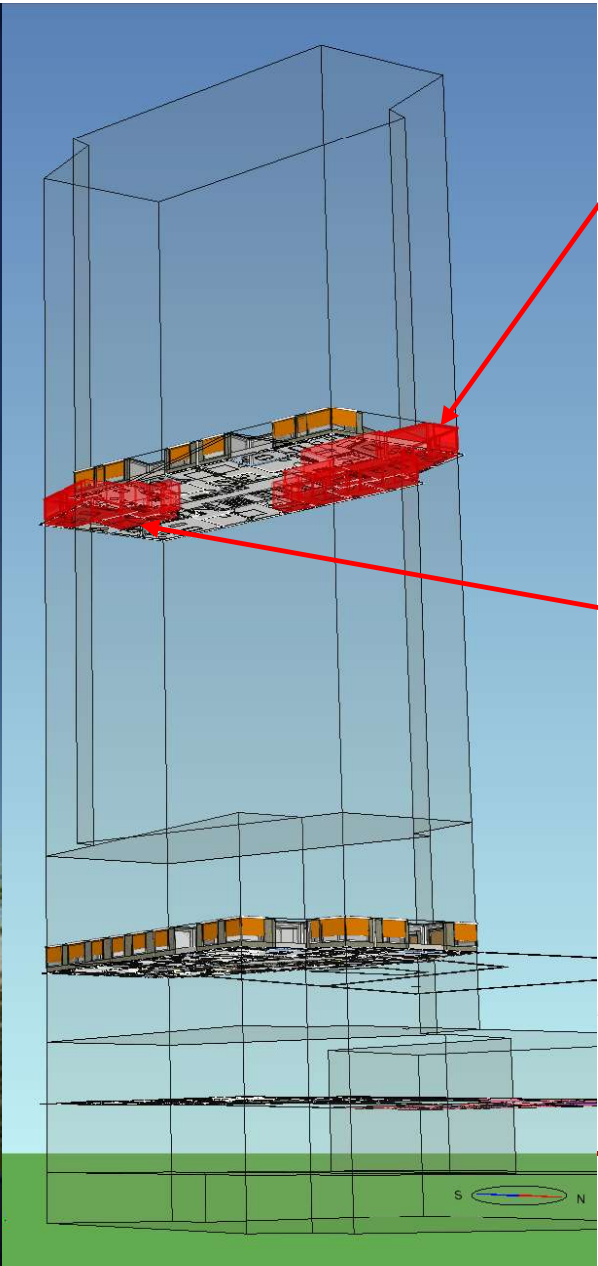


Wohnung Nordost

Reelle Sensoren
(z.B. Lufttemperatur)

Virtuelle Sensoren
(z.B. Bodentemperatur)

Optimierte Regelparameter
(z.B. Vorlauftemperatur)



Wohnung Nordost

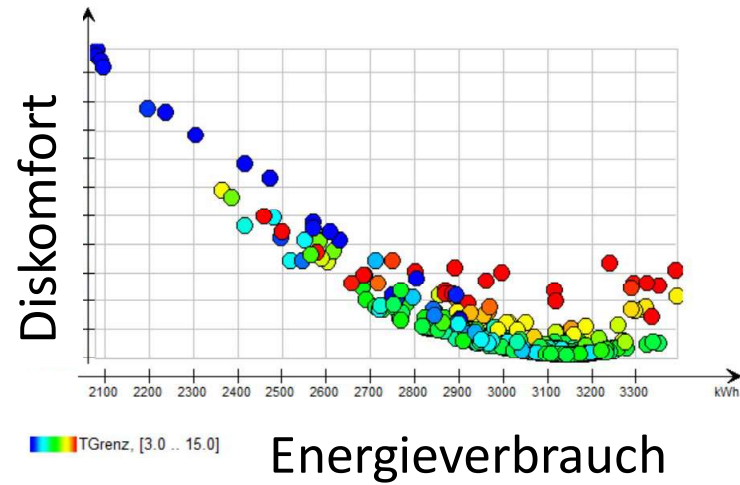


Wohnung Südwest

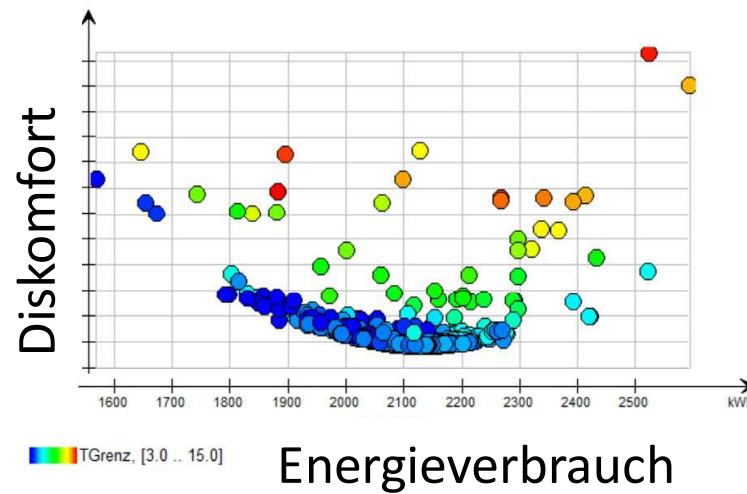


Heizgrenze:

- Nordost: 8.0 °C
- Südwest: 4.6 °C

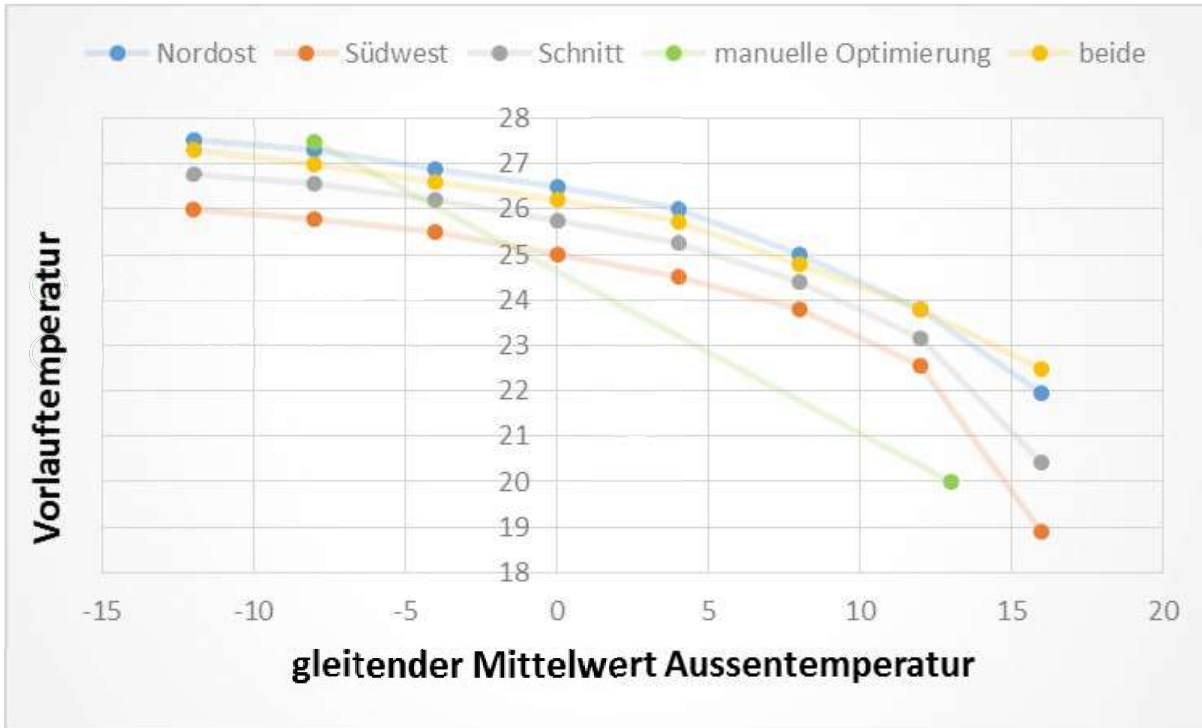


Wohnung Nordost



Wohnung Südwest





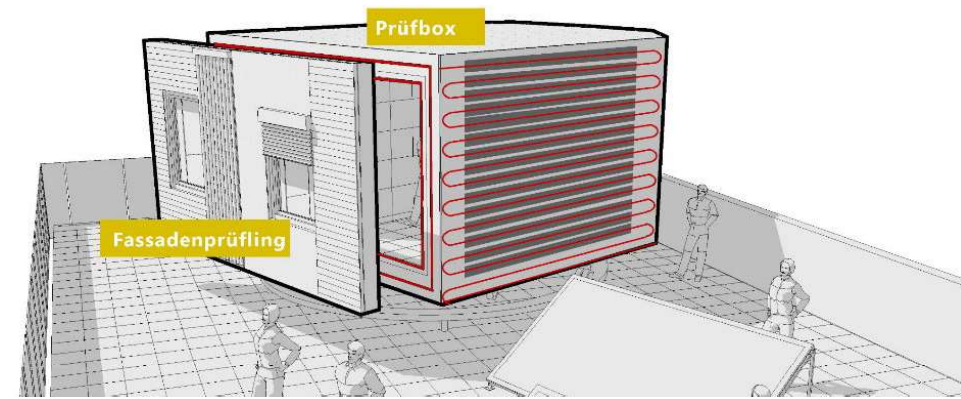
Wohnung Nordost



Wohnung Südwest

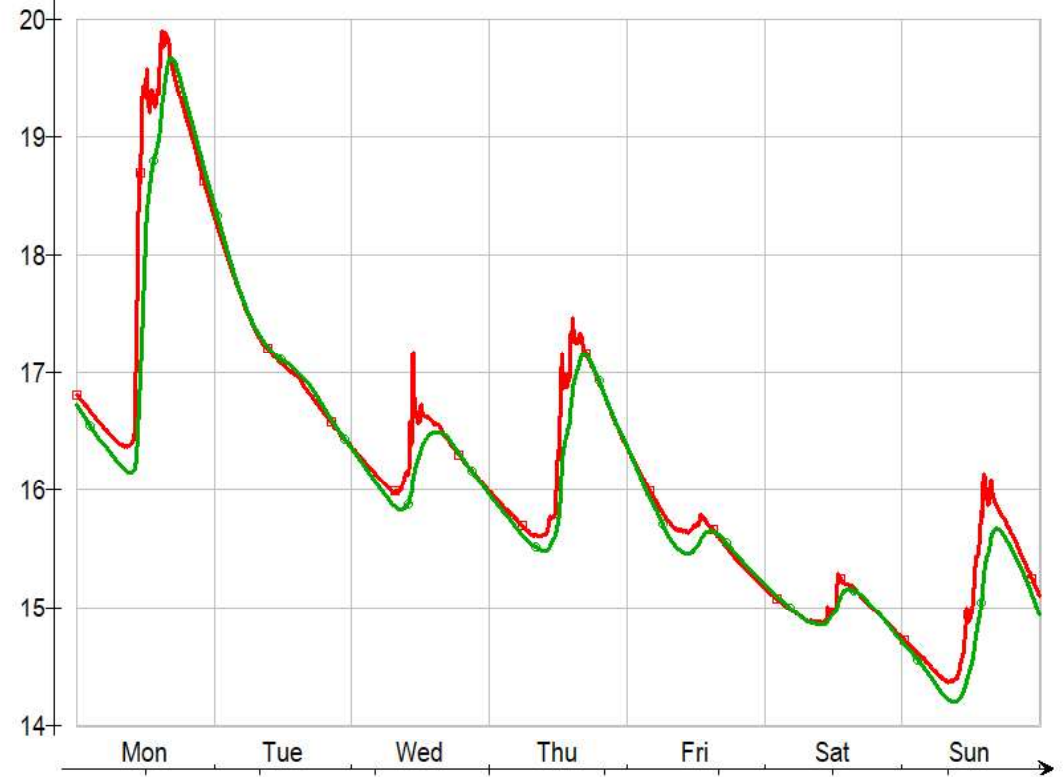


Massestromdichte
 Nordost $17 \text{ g}/(\text{s m}^2)$
 Südwest $2.5 \text{ g}/(\text{s m}^2)$
 Energieverbrauch



Mittlere
Raumluft-
temperatur
(°C)

Week: from 2019-11-04 to 2019-11-10



— Messung

— Simulation



Quelle: Projekt Arrowhead Tools

Live & Online.

Aktuelles Bauwissen aus erster Hand.