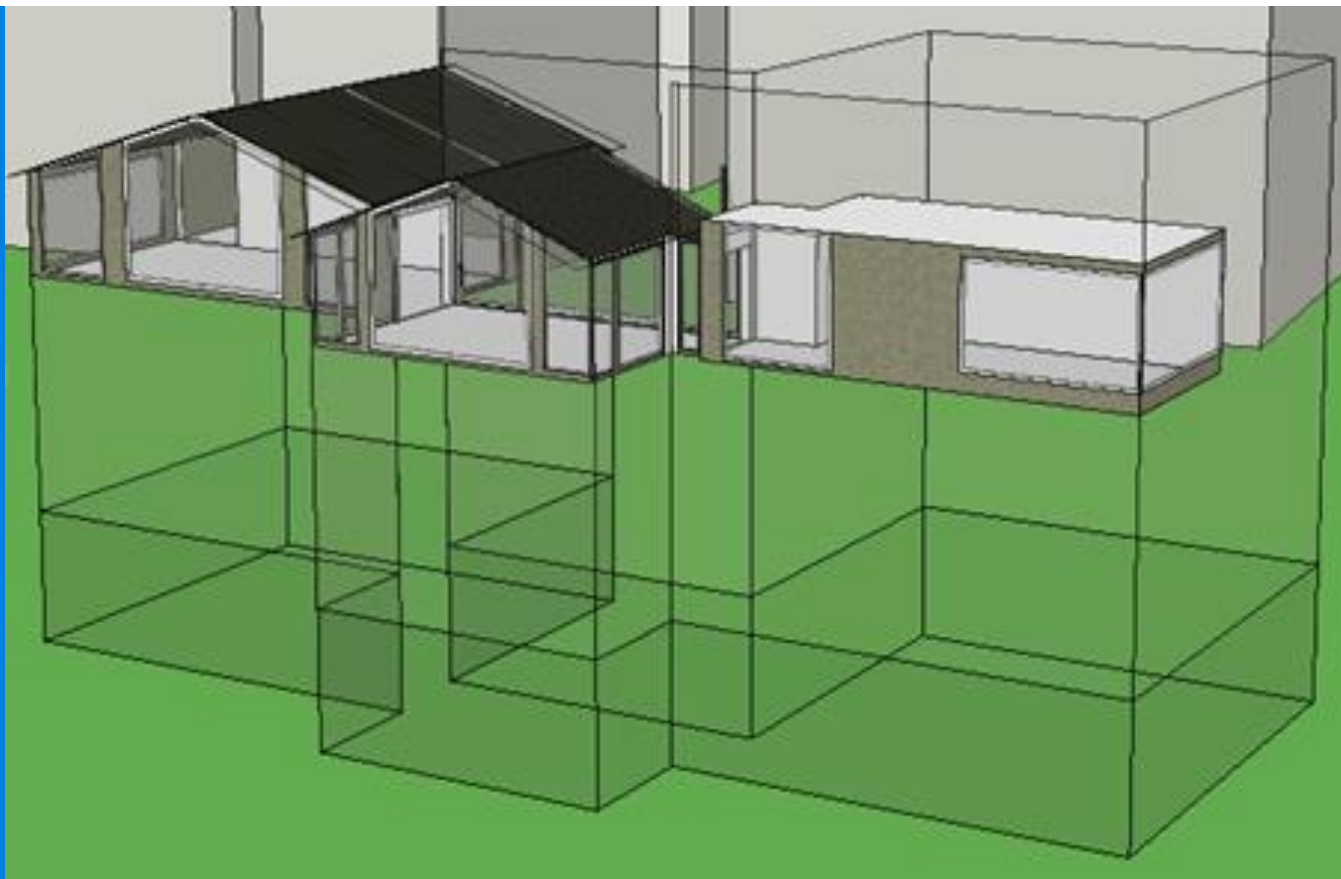


bauphysik*apéro*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ



Sven Moosberger
Dr.sc., dipl. Phys.

EQUA Solutions AG
6300 Zug

und

Marco Kuster
Dipl. Ing. ETH/SIA
Dipl. Akustiker SGA

Kuster + Partner AG
8005 Zürich



Sommerlicher Wärmeschutz

Grundlagen

Dr. Sven Moosberger

Möglichkeiten der Gebäudesimulation

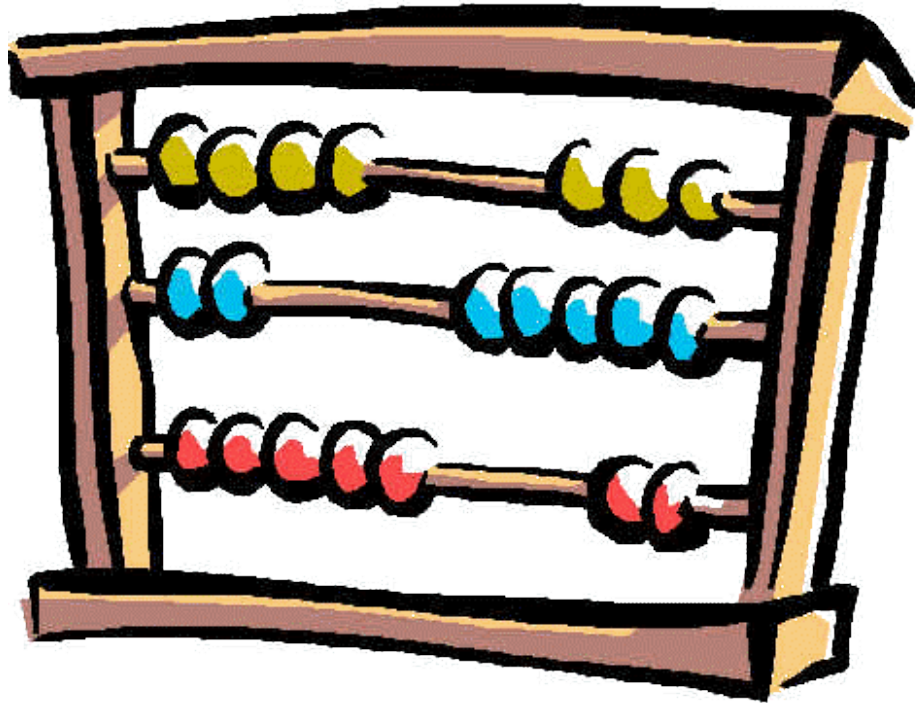
Dr. Sven Moosberger

Überlegungen des Bauphysikers

Marco Kuster, dipl. Ing. ETH

Beispiele

Marco Kuster, dipl. Ing. ETH



Vereinfachte Verfahren

Zur Berechnung von «Energie und Komfort» gibt es pro Land ...

- ... ein eigenes vereinfachtes Verfahren
- ... zu diesem nationalen Normenwerk rund 1 Werkzeug/Mio. Einwohner



Einfache Gebäudesimulation

Zur Berechnung von «Energie und Komfort» gibt es **pro Land** ...

- ... eigene Bestimmungen für die Minimalanforderungen an die thermische Gebäudesimulation
- ... rund 1 Simulationsprogramm pro 5 Mio. Einwohner, welche diese nationalen Minimalanforderungen erfüllen (SIA-TEC-Tool, Lesosai)



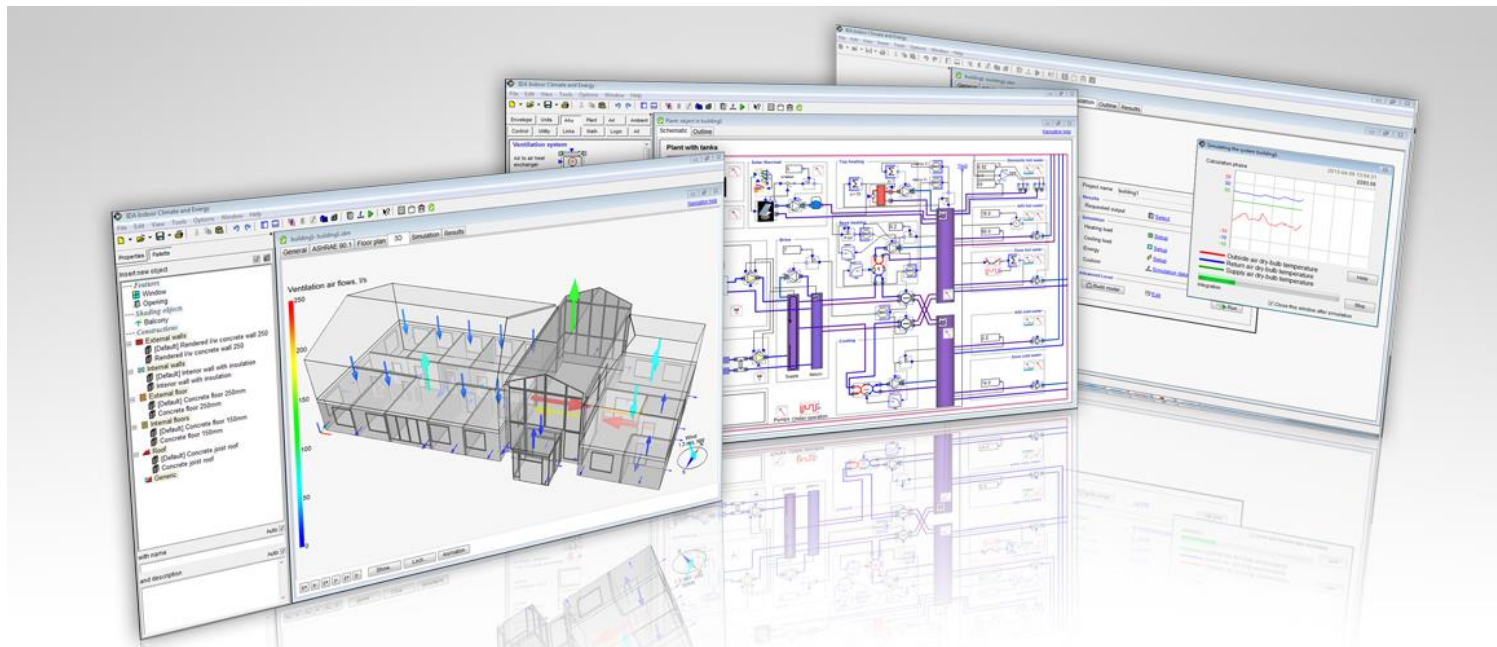
Detaillierte Gebäudesimulation

Es gibt weltweit 3 Programme, mit welchen detaillierte Anlagen- und Gebäudesimulation für die Praxis möglich ist:

- Energy+ mit Design Builder
- IES
- IDA Indoor Climate and Energy

Detaillierte Gebäudesimulation

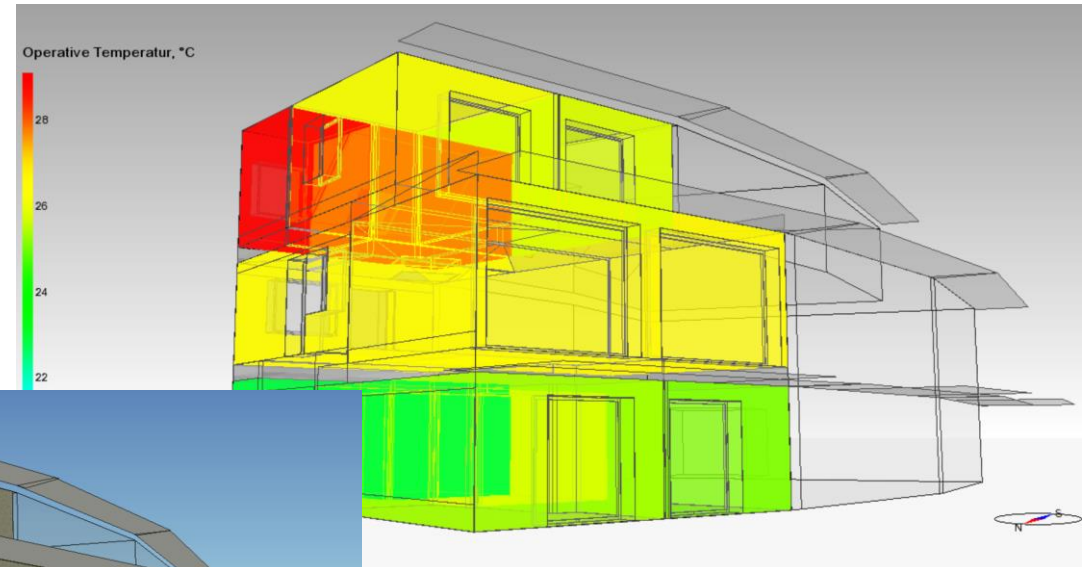
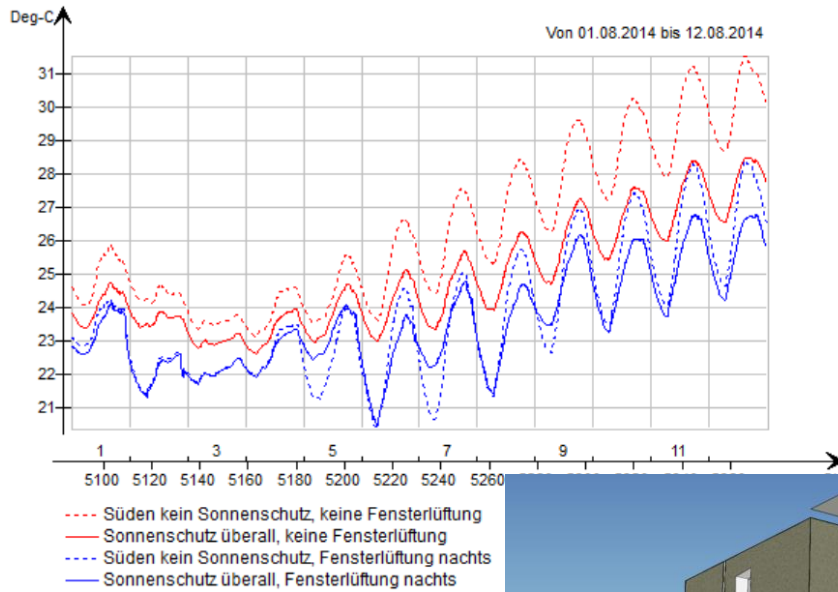
- orientiert sich an den besten, validierten, physikalischen Modellen in der Literatur
- bietet genügend Effizienz und Flexibilität für die Planungspraxis
- bietet im Idealfall auch Eingabehilfen für die Berücksichtigung nationaler Normen

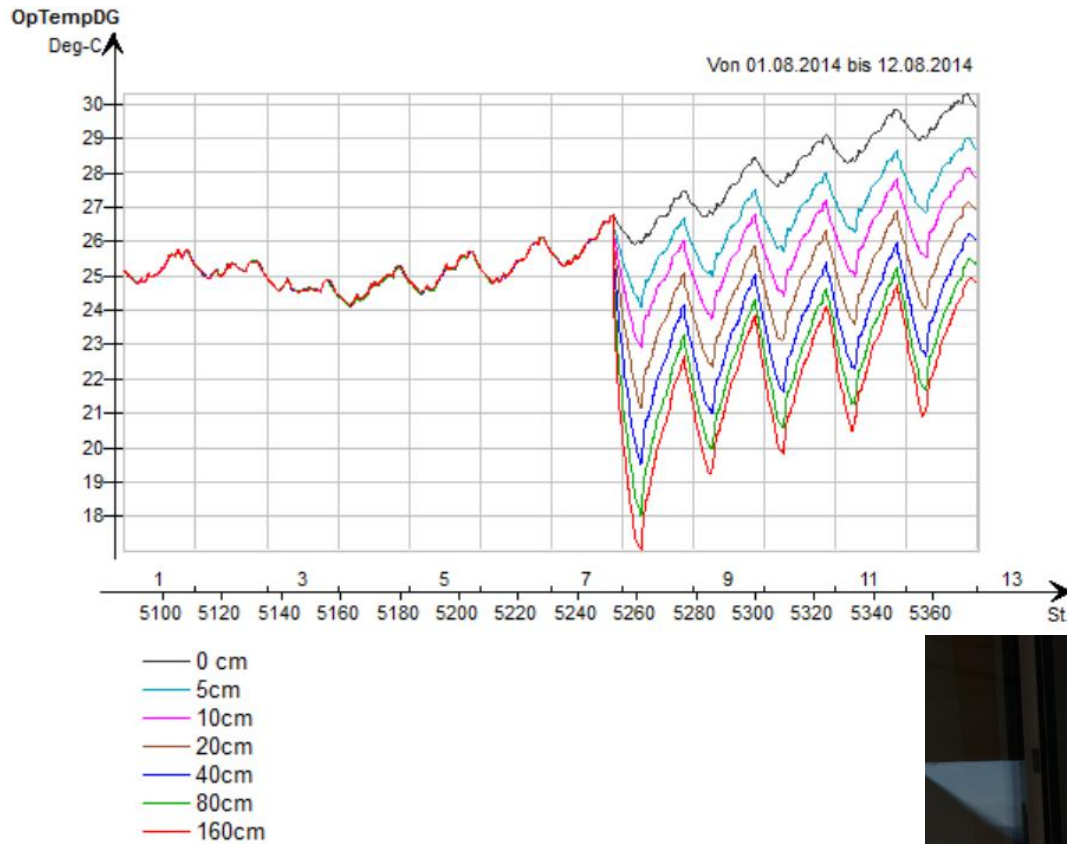


153
Bauphysikbüros
auf local.ch

ca. 20 (= 15 %)
davon IDA ICE
Anwender

Sonnenschutz? Fensterlüftung?

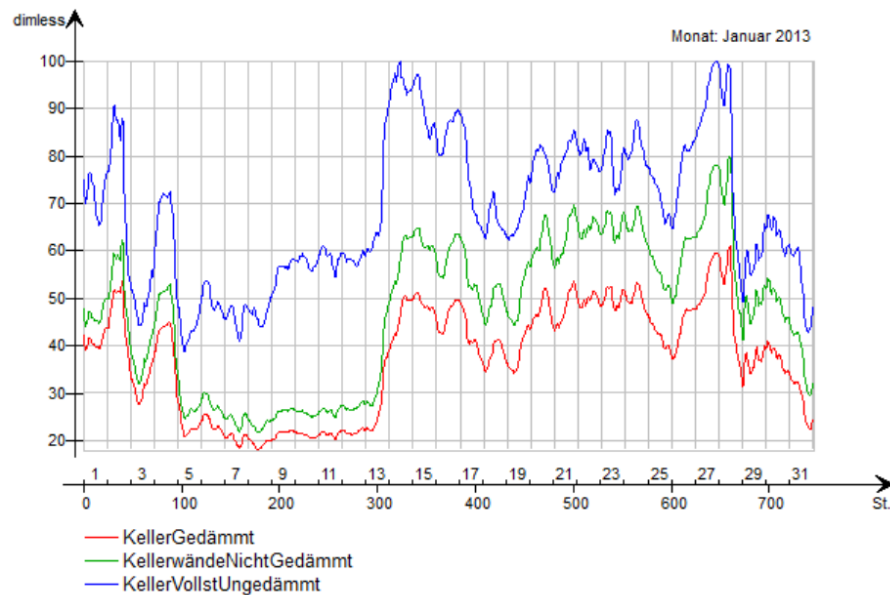


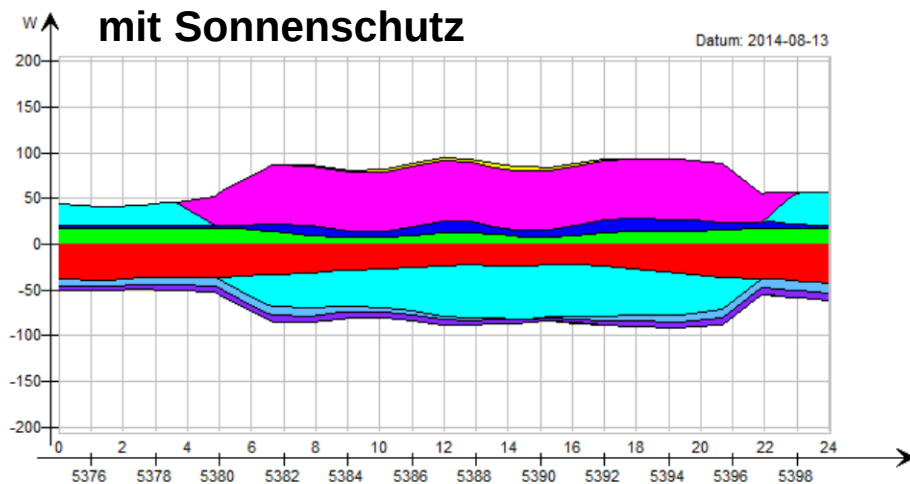
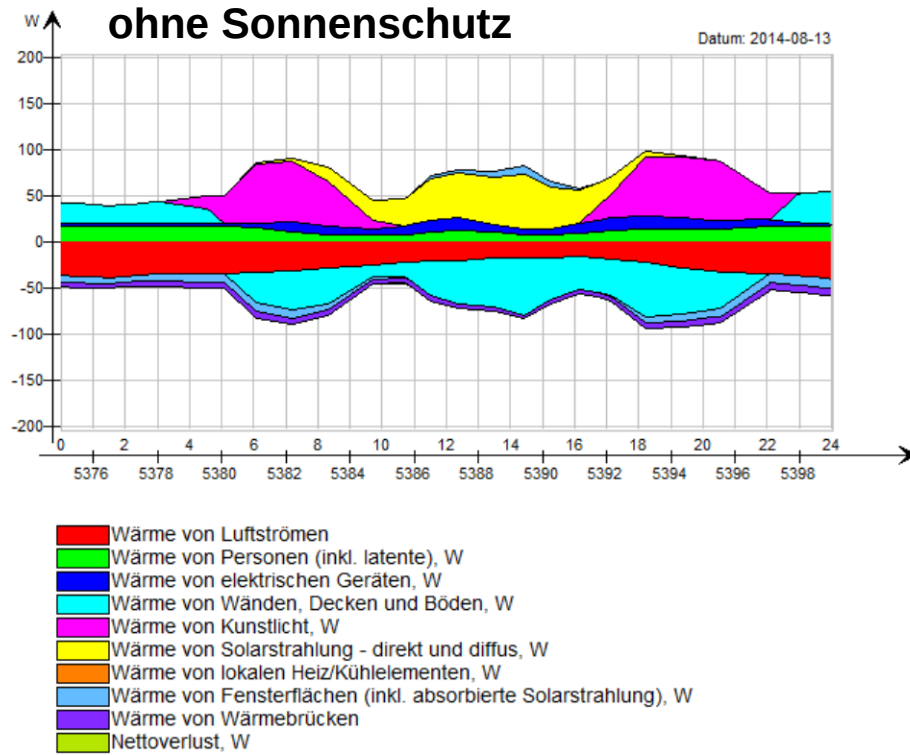


spaltbreite Nachtlüftung?

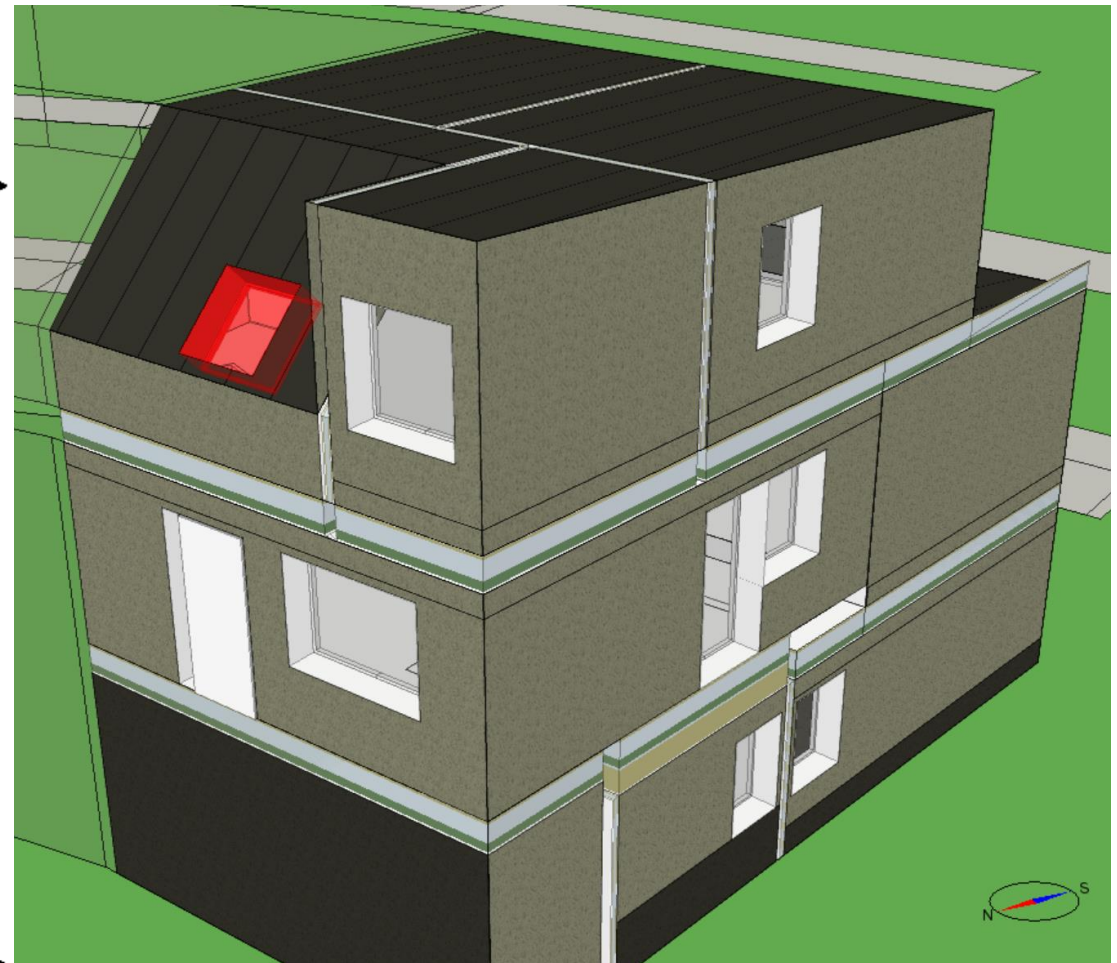


Feuchtigkeit im Zusatzkeller?

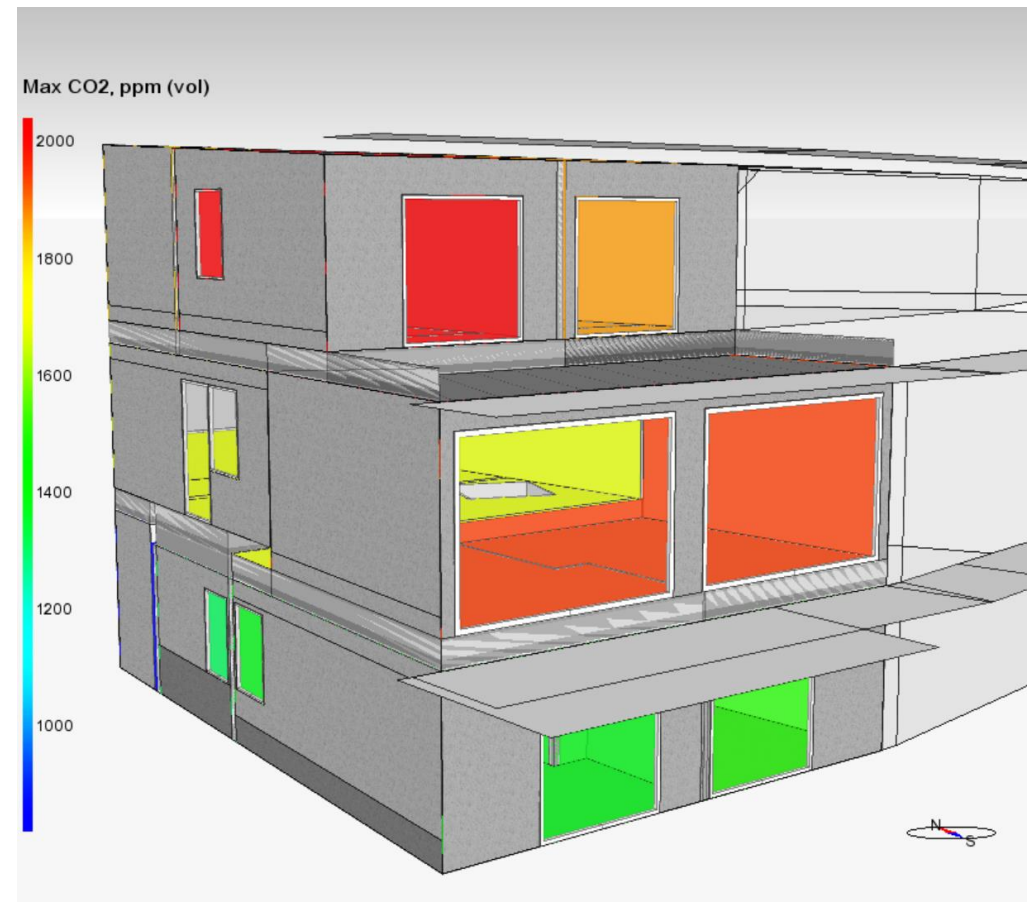
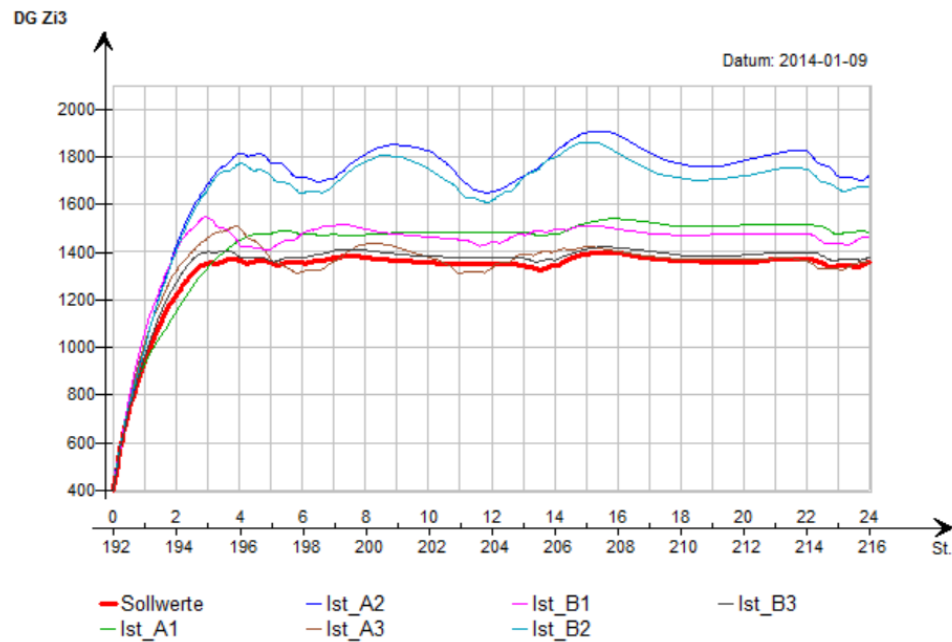




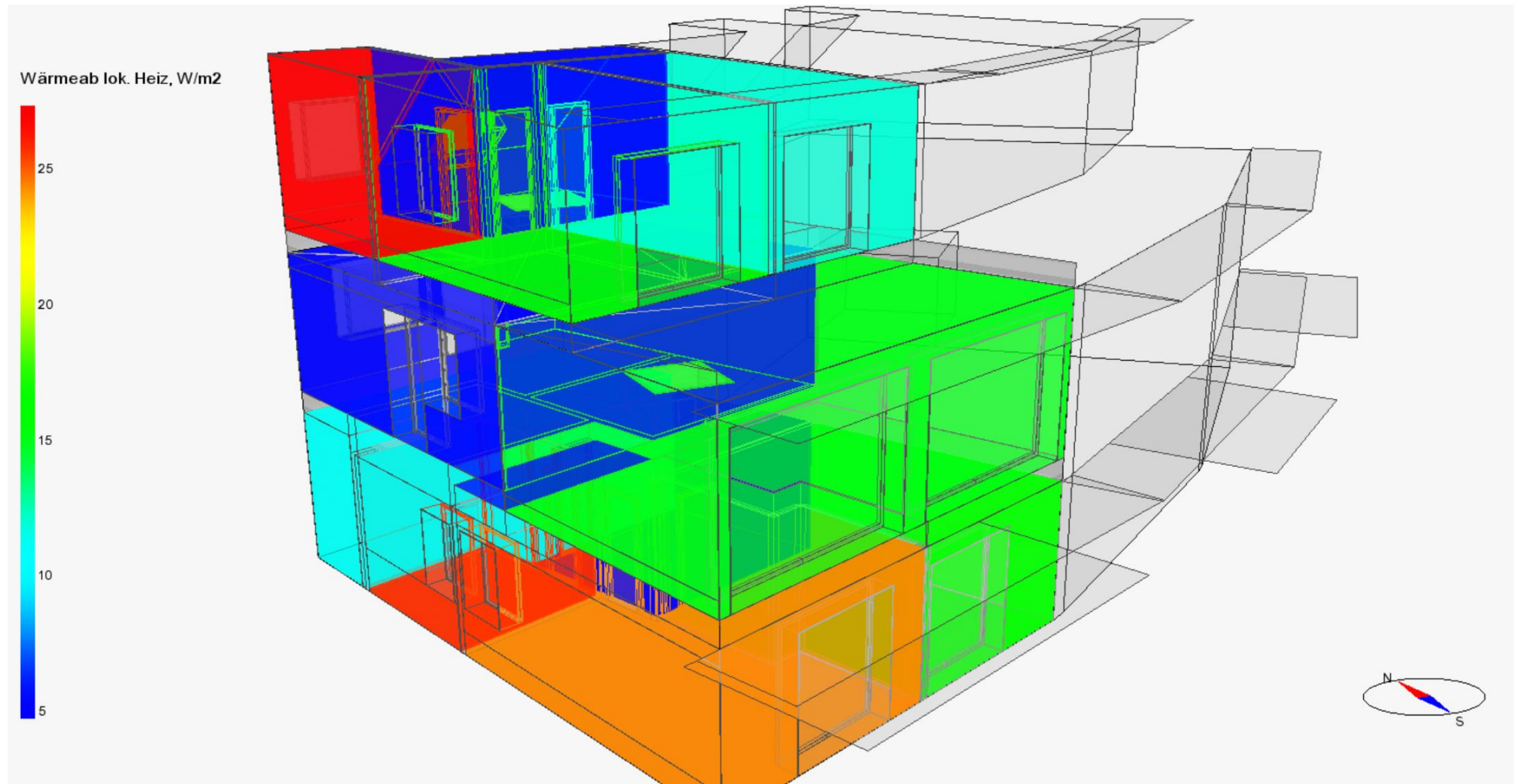
Dachfenster Nord



falsch eingestellte Lüftung



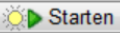
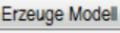
Heizlastberechnung



Das Nebenprodukt «Nachweis»

Klimadaten

Station SIA 2028 **Luzern** Grenzwert Wind für Sonnenschutz **10** m/s
Höhe Sensor **1** m über dem Dach

Sommerliche Überhitzung SIA 180 - C.1 Sollwert für Belüftungsregelung **25** °C  **Starten**
 **Erzeuge Modell**

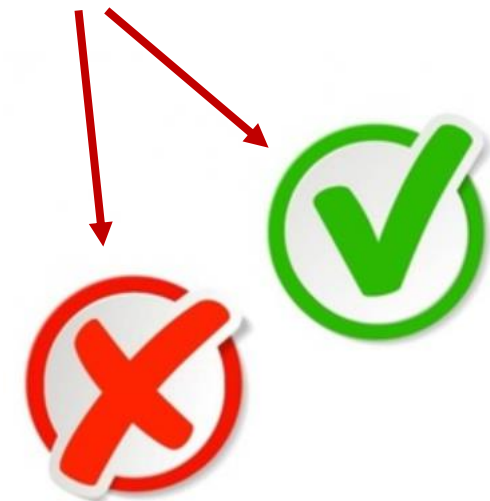
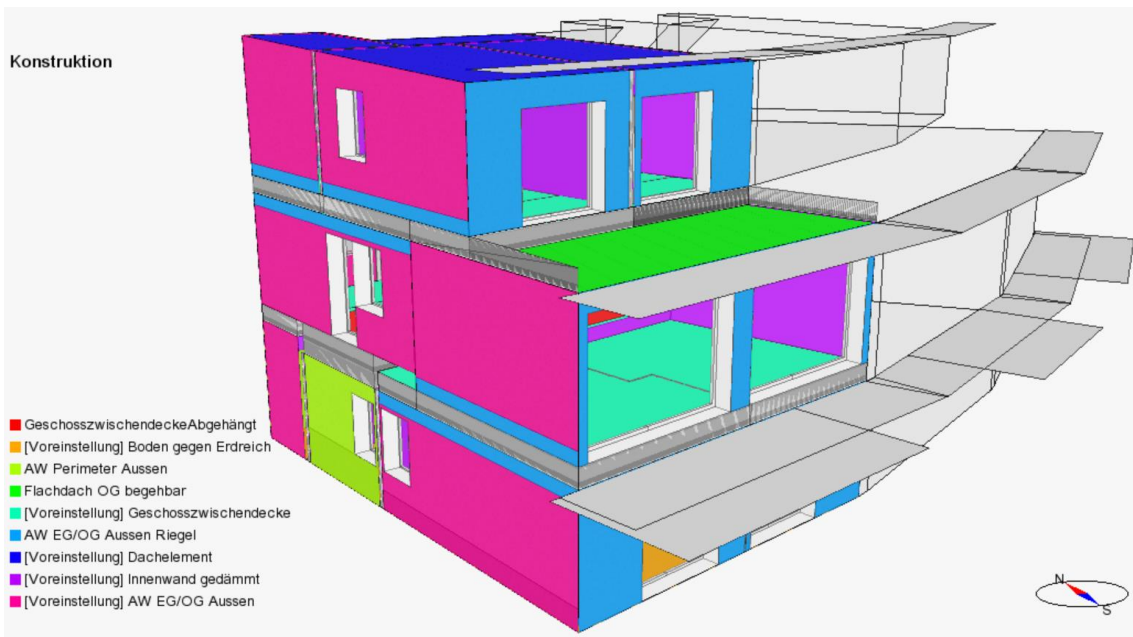
zusätzliche Eingaben für SIA 180 – C.1

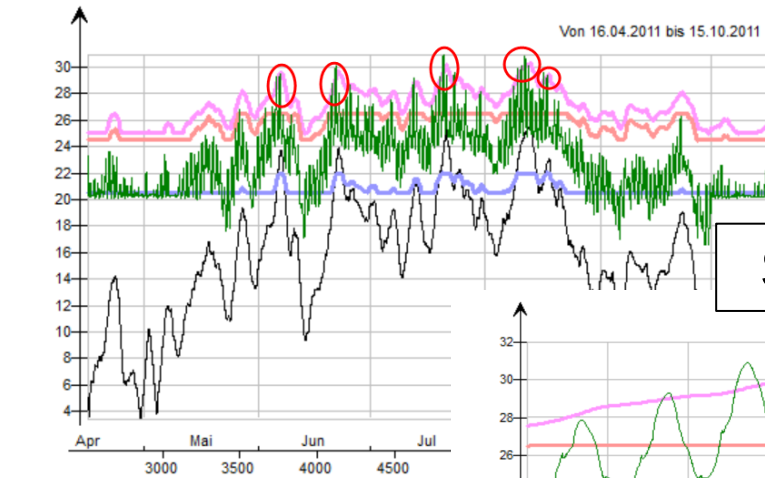
Vorschriften für das Nachweismodell:

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

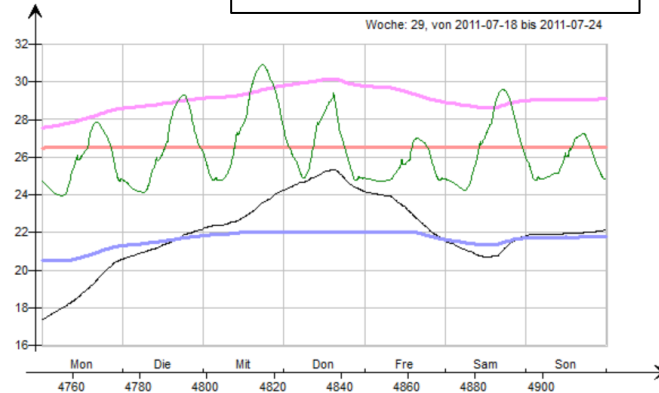
Geometrie + Konstruktionen

Nachweismodell



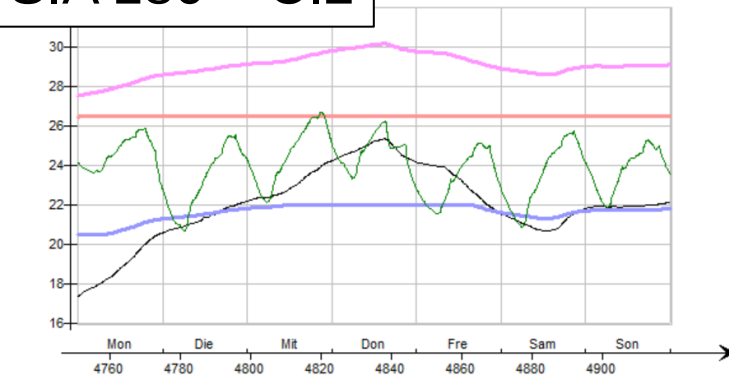


SIA 180 – C.1



SIA 180 – C.2

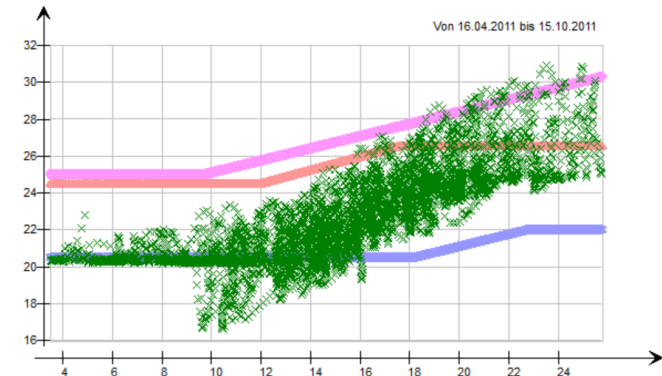
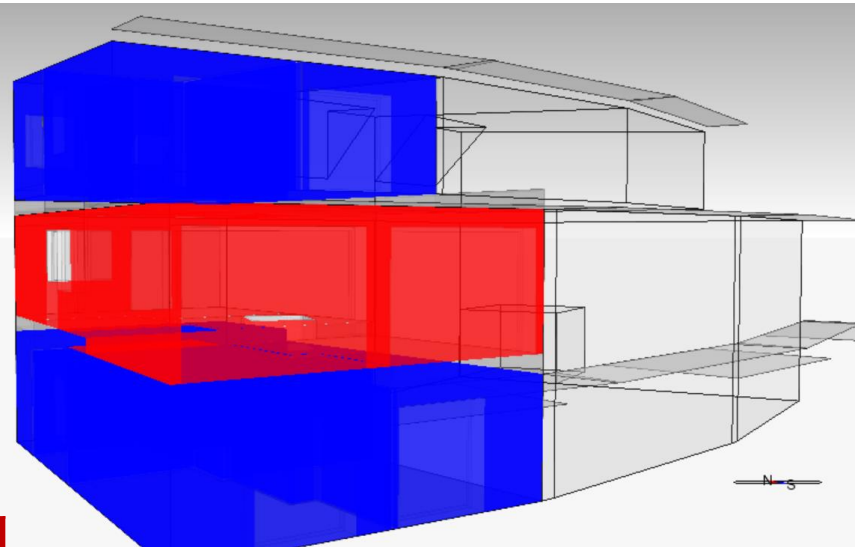
Woche: 29, von 2011-07-18 bis 2011-07-24



— Gleitendes Mittel Aussenlufttemp. über 48 Std.
— Obere Grenze SIA 180 bei passiver Kühlung
— Obere Grenze SIA 180 bei aktiver Kühlung
— Untere Grenze SIA 180
— Operative Raumtemperatur

Zone	# h
A1_UG_Zi2	0
A1_UG_Zi1	0
A1_UG_Vorplatz	0
A1_UG_Bad	0
A1_UG_Keller	0
A1_EG_Wohnen	42
A1_UG_EingKücheEssen	35
A1_DG_Zi3	0
A1_DG_Zi4	0
A1_DG_Bad	0
A1_DG_Vorplatz	0

Das Nebenprodukt «Nachweis»



— Obere Grenze SIA 180 bei passiver Kühlung
— Obere Grenze SIA 180 bei aktiver Kühlung
— Untere Grenze SIA 180
— Operative Raumtemperatur

Notwendigkeit



FRÜHER



HEUTE

Wärmeschutz im Sommer

NOTWENDIGKEIT

- Behaglichkeitskriterium
- Ausreizen der Architektur/Bauweise
- Glasflächen + Leichtbauweisen

ANFORDERUNGEN/NACHWEISE

- Energiegesetz/MuKE n → SIA 382/1:2007
- Norm SIA 180:2014
- Norm SIA 382:2014
- Minergie-Labels
- andere, z.B. von der Bauherrschaft

Fragestellungen

- Ist Verzicht auf einen variablen Sonnenschutz möglich?
- Wie lauten die Parameter für die Sonnenschutzregelung?
- Ist eine Kühlung erforderlich/sinnvoll?
- Wie hoch ist die Kühlleistung?
- Proof of Concept (g , g_{TOT} , Nachtauskühlung etc.)
- Systemoptimierungen
- Schadensbeurteilung

Beispiel 1: Nachweis nach Norm

PROJEKTSPEZIFISCHE PARAMETER

- Raum-/Gebäudegeometrie
- Standort/Umgebung/Horizontverschattung
- Bauteile (opak, transparent und Sonnenschutz)
- Materialoberflächen

VARIABLE PARAMETER

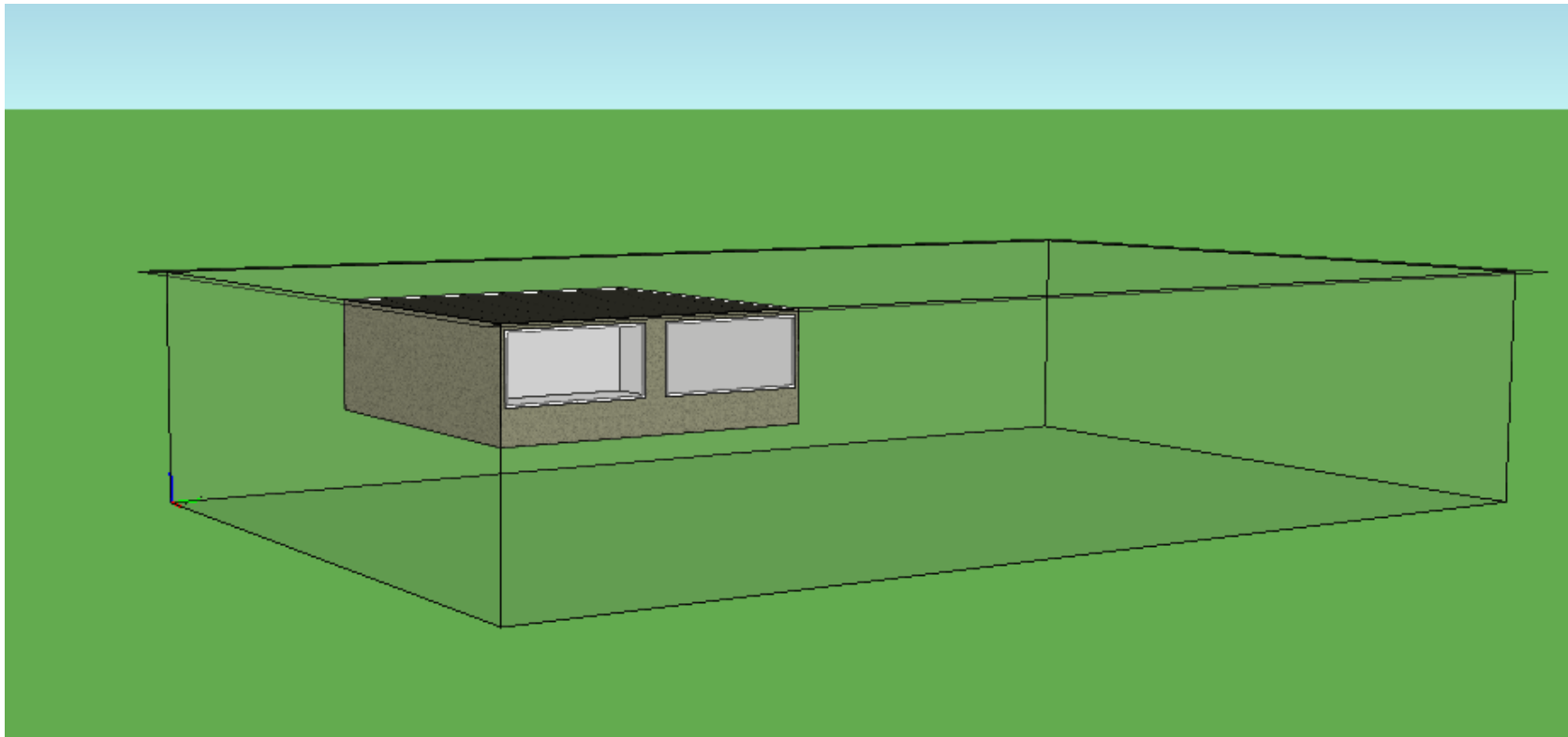
- Heiz- und Kühlgrenze (nicht festgelegt in Norm)

FIXE PARAMETER (SIA 180:2014, Anhang C.1)

- Klimadaten (DRY nach SIA MB 2028)
- Sonnenschutzregelung
- Nutzungsunabhängig: Aussenluft-Volumenstrom, Externe + interne Wärmeeinträge

Beispiel 1: Nachweis nach Norm

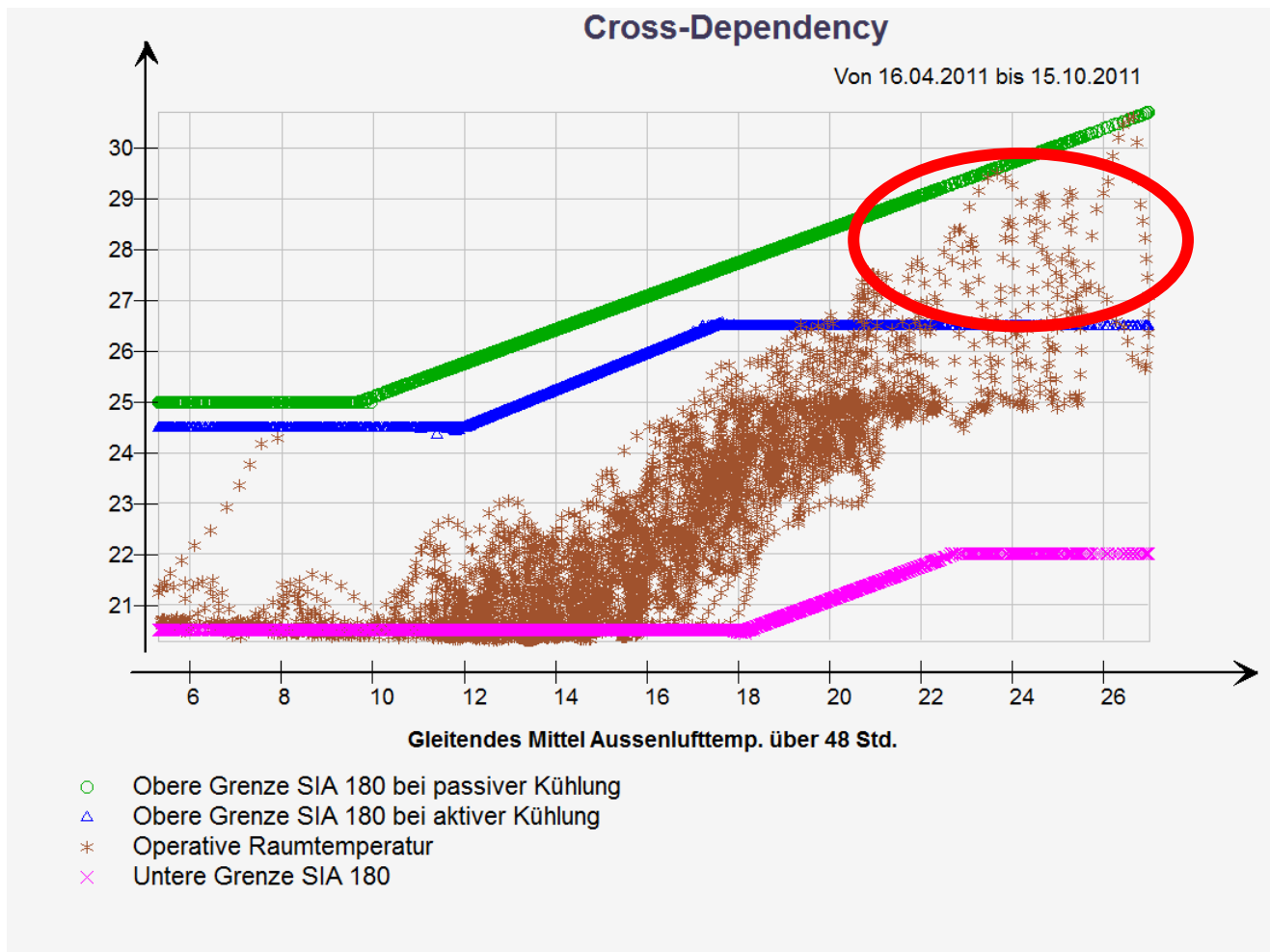
Fall C.1 nach SIA 180



- Holzbauweise
- Sonnenschutz aussen

Beispiel 1: Nachweis nach Norm

Fall C.1 nach SIA 180



Beispiel 1: Nachweis Behaglichkeitskriterien

Fall C.2 nach SIA 180

PROJEKTSPEZIFISCHE PARAMETER

- Raum-/Gebäudegeometrie
- Standort/Umgebung/Horizontalverschattung
- Bauteile (opak, transparent und Sonnenschutz)
- Materialoberflächen

Analog Fall 1

VARIABLE PARAMETER

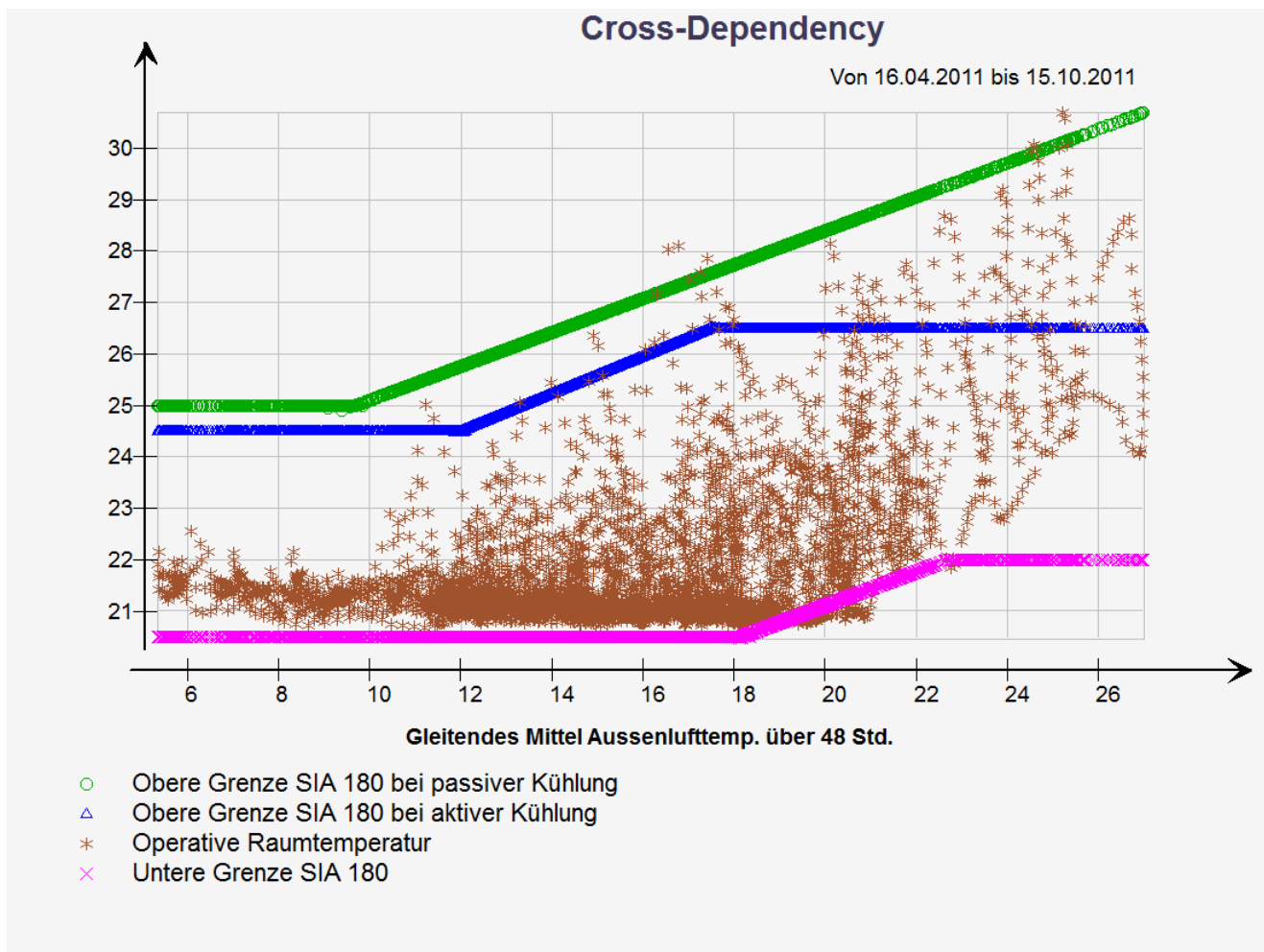
- Heiz- und Kühlgrenze (nicht festgelegt in Norm)

FIXE PARAMETER (SIA 180:2014, Anhang C.1)

- Klimadaten (DRY nach SIA MB 2028)
- Personenbelegung
- Sonnenschutzregelung
- Aussenluft-Volumenstrom: Berechnungsmodell
- Externe + interne Wärmeeinträge (z.B. SIA MB 2024)

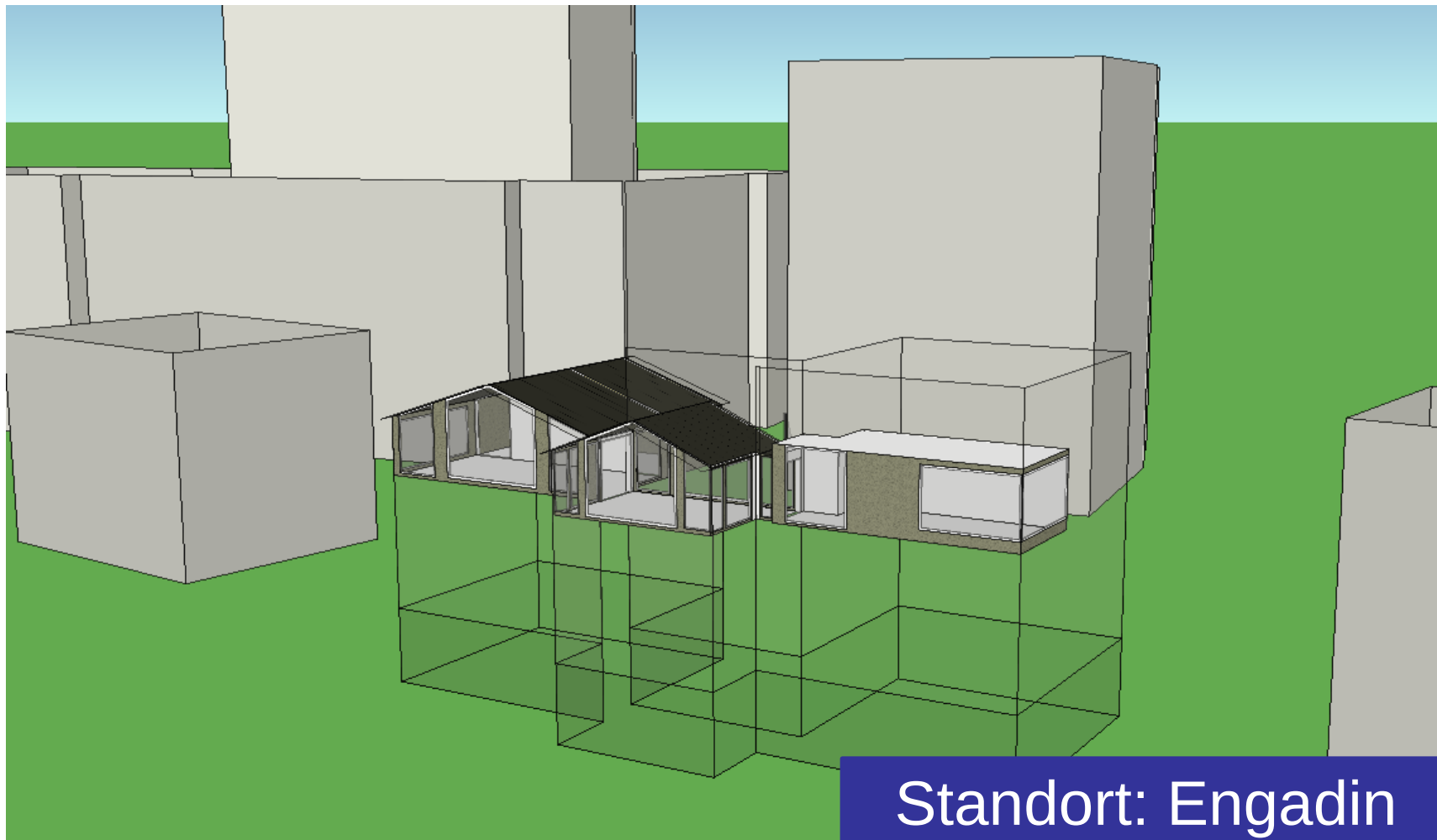
Beispiel 1: Behaglichkeitskriterien

Fall C.2 nach SIA 180

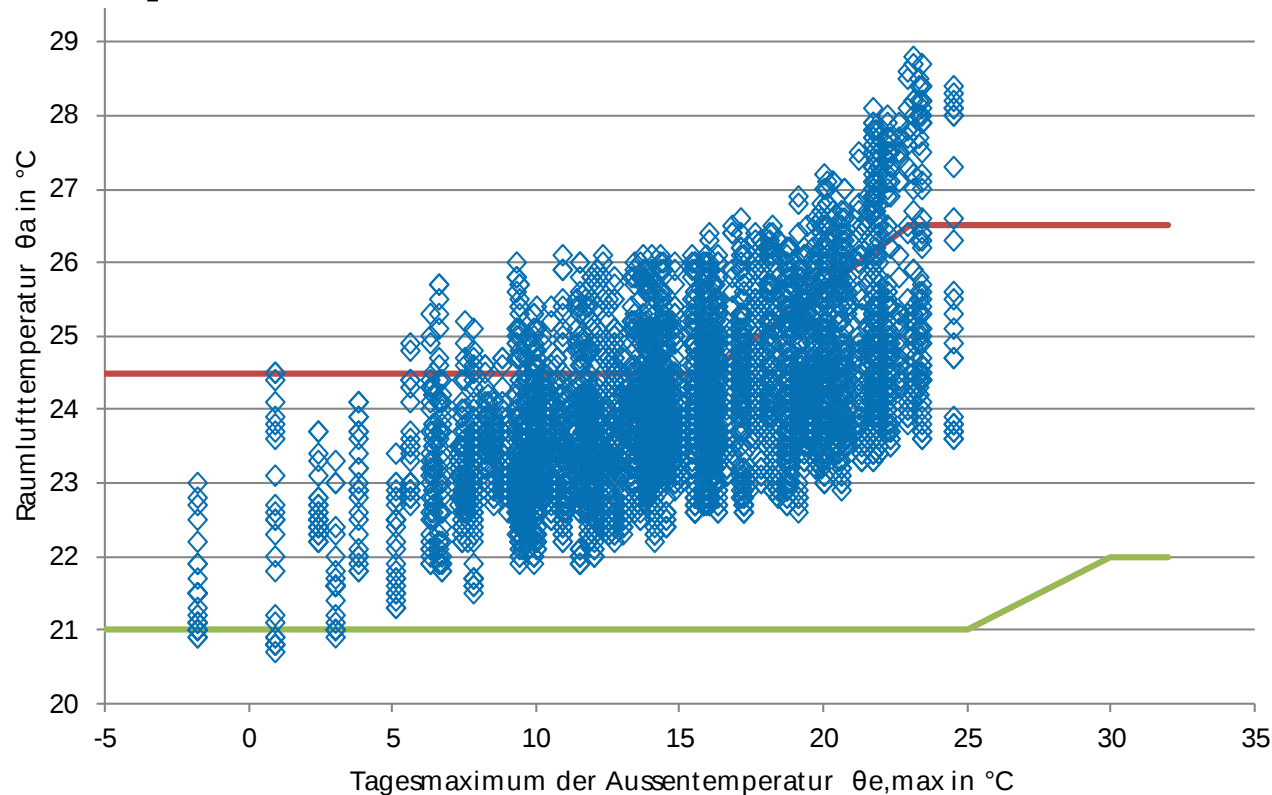


System noch nicht
optimiert/angepasst

Beispiel 2: Verzicht auf Sonnenschutz



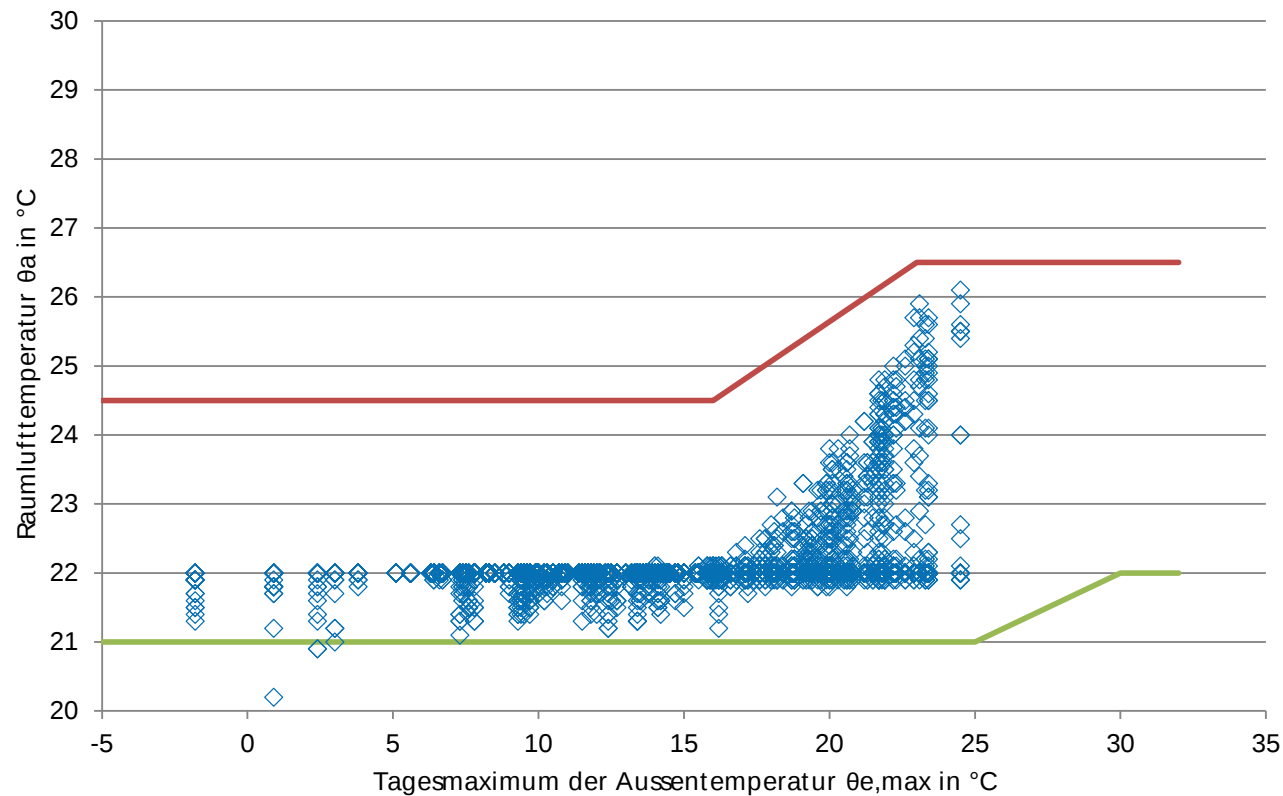
Beispiel 2: Verzicht auf Sonnenschutz



URSACHEN

- keine Querlüftung, wenig öffnenbare Fensterflächen
- wenig Speichermasse
- hoher Glasanteil nach Süden
- Sonnenschutz baulich nicht möglich/gewünscht

Beispiel 2: Verzicht auf Sonnenschutz



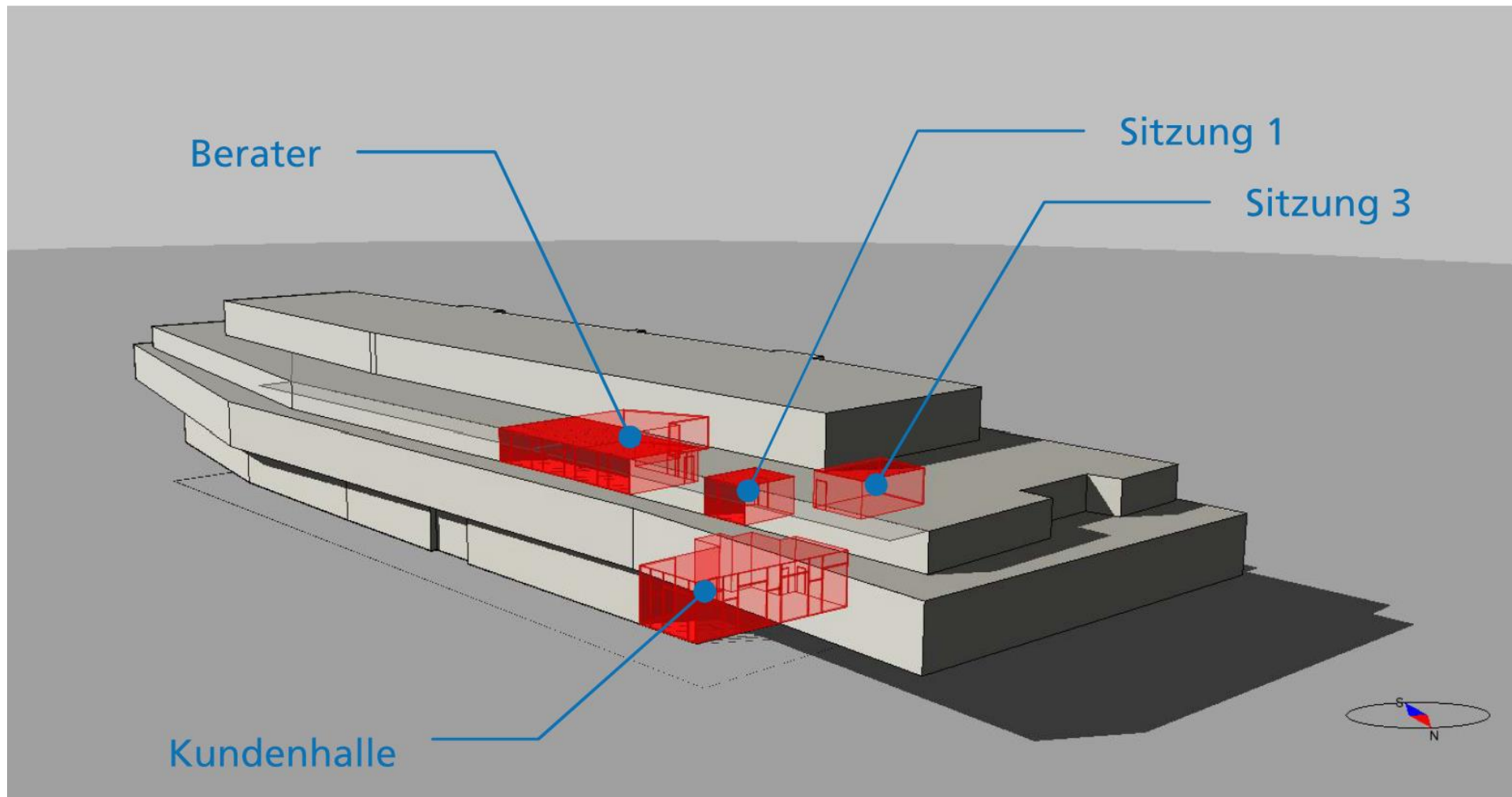
MASSNAHMEN

- Querlüftung + mehr öffenbare Fensterflächen
- Sonnenschutzglas $g < 40 \%$

Beispiel 3: Kühlung sinnvoll oder notwendig



Beispiel 3: Kühlung sinnvoll oder notwendig



Beispiel 3: Kühlung sinnvoll oder notwendig

		MODELL 1	MODELL 2	MODELL 3	MODELL 4
Konfiguration		ZUL Lüftung = 20 °C Ohne Kühlung	ZUL Lüftung = 18 °C Ohne Kühlung	ZUL Lüftung = 20 °C mit Kühlung	ZUL Lüftung = 18 °C mit Kühlung
Maximale Raumlufitem- peratur	Kundenhalle, EG	29.6 °C	28.8 °C	26.1 °C	26.1 °C
	Berater, 2. OG	26.9 °C	26.4 °C	26.1 °C	26.0 °C
	Sitzung 1, 2. OG	27.7 °C	27.3 °C	26.0 °C	26.0 °C
	Sitzung 3, 2. OG	25.8 °C	25.5 °C	25.8 °C	25.5 °C
Maximale ope- rative (gefühl- te) Raumtem- peratur	Kundenhalle, EG	28.5 °C	27.7 °C	26.5 °C	26.4 °C
	Berater, 2. OG	26.0 °C	25.6 °C	25.8 °C	25.6 °C
	Sitzung 1, 2. OG	27.7 °C	27.3 °C	26.3 °C	26.3 °C
	Sitzung 3, 2. OG	25.5 °C	25.3 °C	25.5 °C	25.2 °C
Anzahl h über 25 °C (oper. Temperatur)	Kundenhalle, EG	428 h	299 h	378 h	289 h
	Berater, 2. OG	89 h	34 h	87 h	32 h
	Sitzung 1, 2. OG	82 h	66 h	80 h	65 h
	Sitzung 3, 2. OG	3 h	2 h	2 h	2 h
Anzahl h über 27 °C (oper. Temperatur)	Kundenhalle, EG	132 h	36 h	0 h	0 h
	Berater, 2. OG	0 h	0 h	0 h	0 h
	Sitzung 1, 2. OG	8 h	5 h	0 h	0 h
	Sitzung 3, 2. OG	0 h	0 h	0 h	0 h

ERKENNTNISSE/MASSNAHMEN

- Kühlung grösstenteils erforderlich
- Wo möglich: Sonnenschutz aussen
- Vorgaben Sonnenschutzregelung
- Zuluft: 18 °C

Beispiel 4: Proof of concept

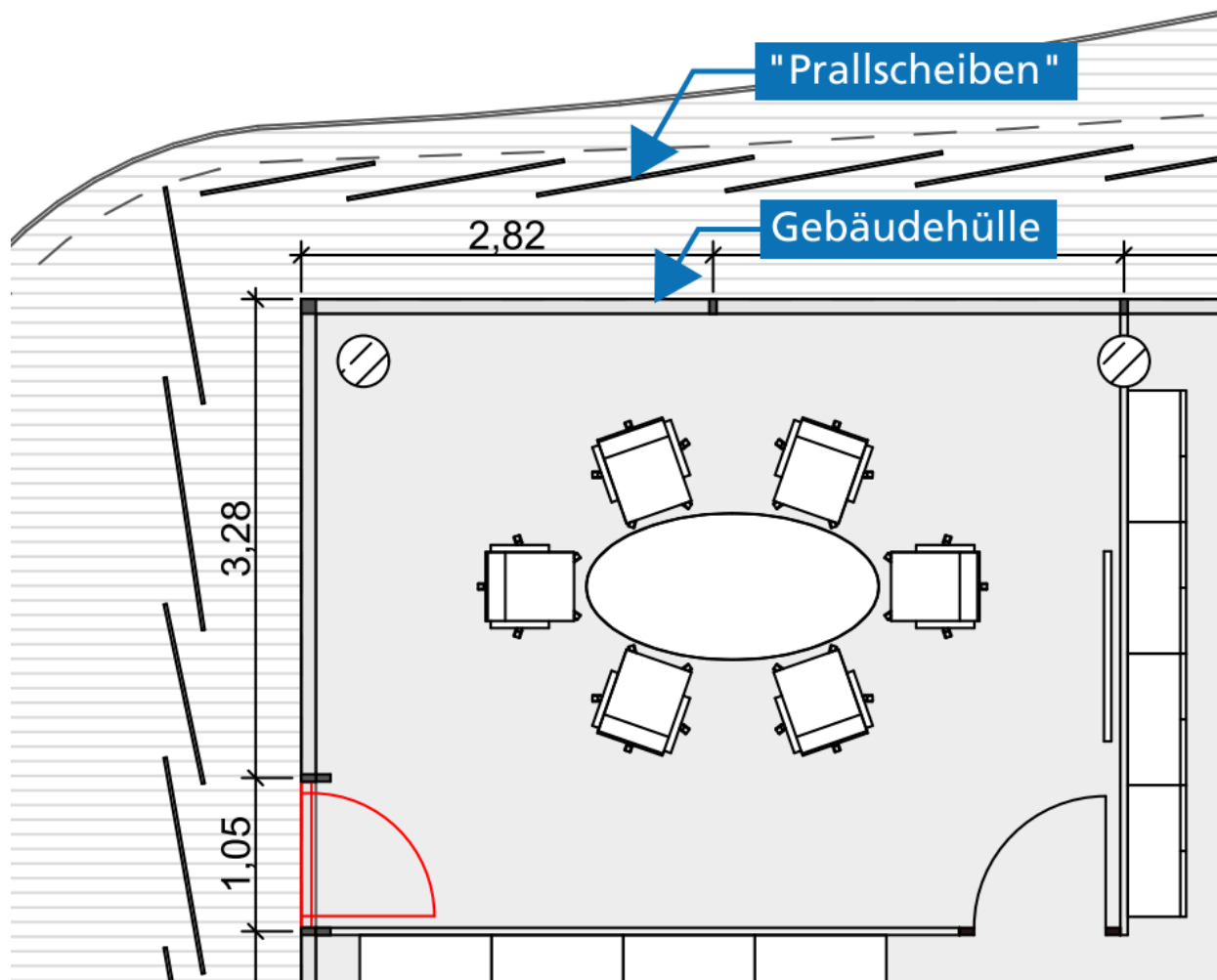
Unter anderem: Prallscheiben als Sonnenschutz? Überhitzung im Atrium?
Kennwerte Verglasungen?



Beispiel 4: Proof of concept



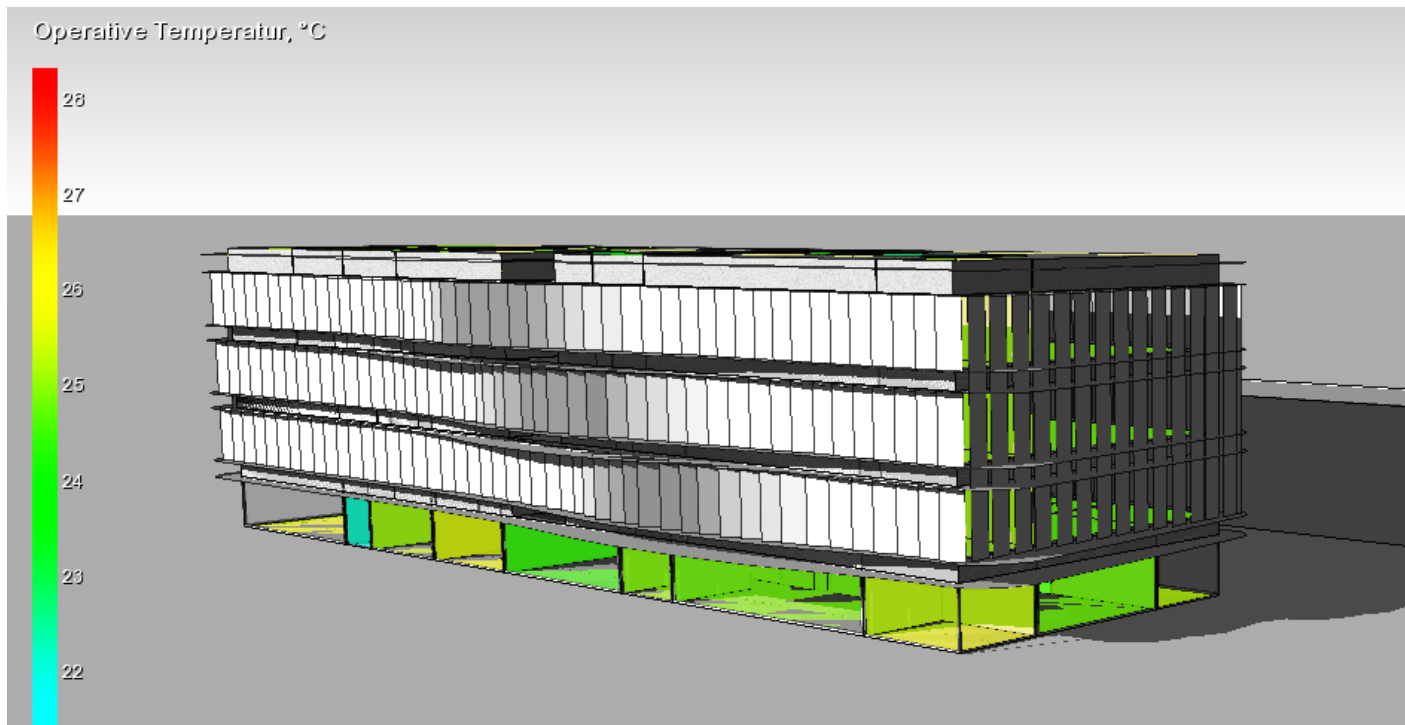
Beispiel 4: Proof of concept



Beispiel 4: Proof of concept



Beispiel 4: Proof of concept

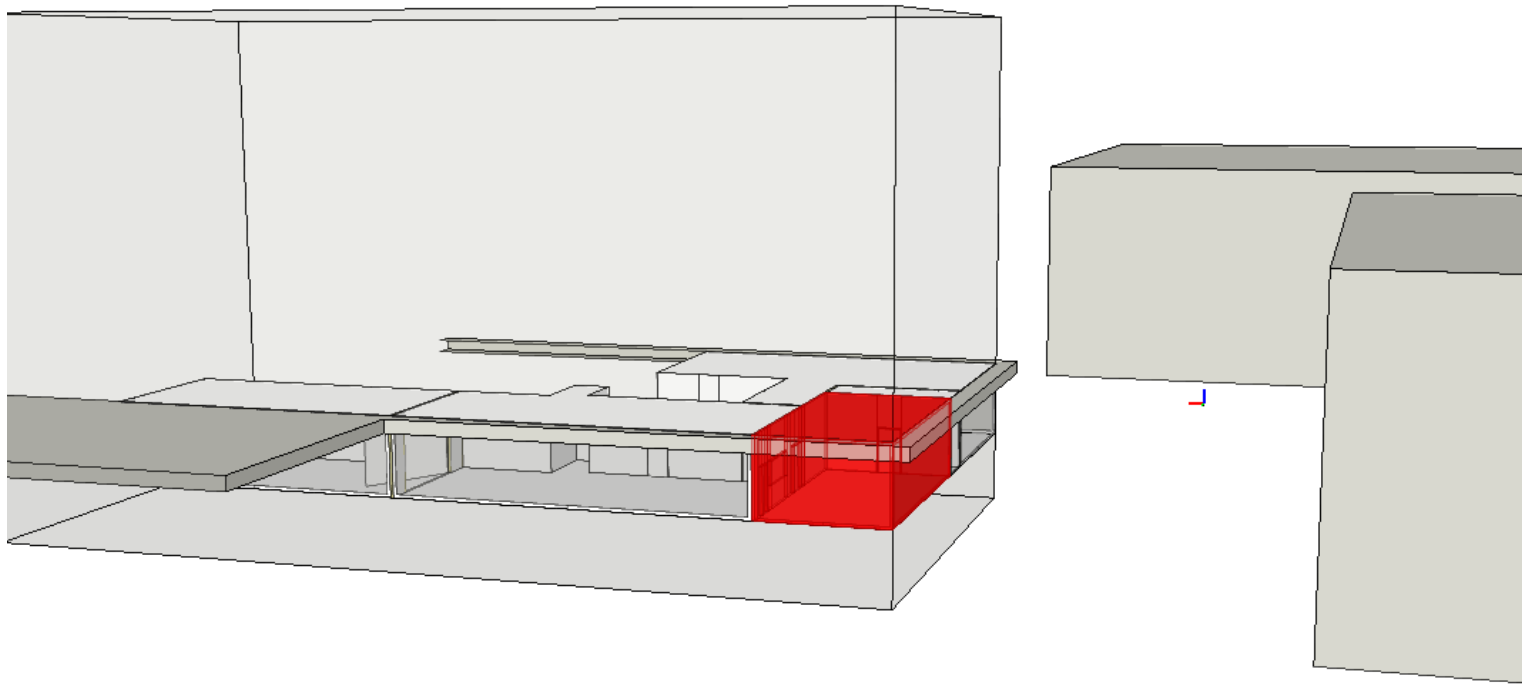


ERKENNTNISSE/OUTPUT

- kritische Räume identifiziert und minimiert
- Nutzungskonzept festgelegt (in Italien gibt es keine SIA 180)
- gebäudetechnische Parameter
- Glaskennwerte
- Empfehlungen variabler Sonnenschutz

Beispiel 5: Systemoptimierung

Kühlung erwünscht, und wenn ja wieviel Kühlleistung ist erforderlich?



Theorie und Praxis

- Performance Gap → ist immer vorhanden
- Feedback-loop Messdaten in Simulationsmodell sind (noch) kaum umgesetzt, aber sinnvoll für eine Betriebsoptimierung
- Genauigkeit normative Nachweise?
- Sonnenschutz wird geplant (und eingegeben), aber nicht ausgeführt
- «Früher ging es auch ohne» → dafür gab es auch mehr Überhitzung
- Bewilligungspraxis
 - Ausnahmbewilligungen besser begründbar
 - Bewusstsein der Problematik nur teilweise vorhanden

Fazit

- Planung und Ausführung kann grundsätzlich präziser gestaltet werden, wenn der SoWS simuliert wird
- Grenzen der Gebäude und der Technik können ausgelotet werden
- Ziele einer Simulation vorgängig vereinbaren, Reduktion auf die relevanten Aussagen
- Möglichkeiten für Parametrierung, Variantengenerierung und Auswertungen sehr vielfältig und kann auch negativ sein
- Simulationsergebnisse
 - Prüfen auf Plausibilität
 - Abschätzen des Performance gap