

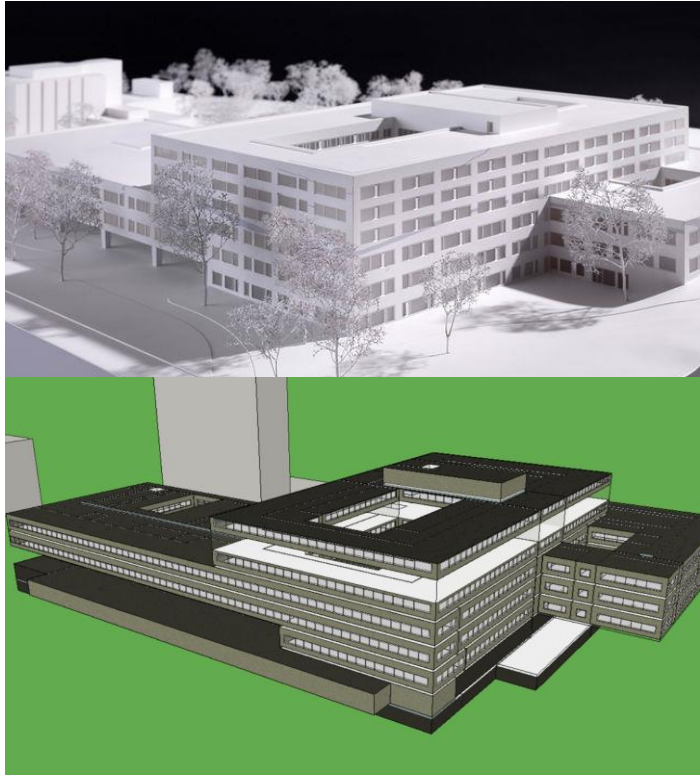
Simulation komplexer Gebäudesysteme

10. EQUA Fachtag Gebäudesimulation
Salzburg, 30.10.2015

Inhalt

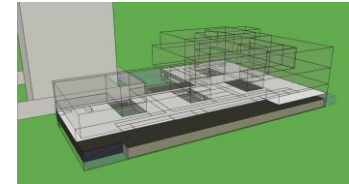
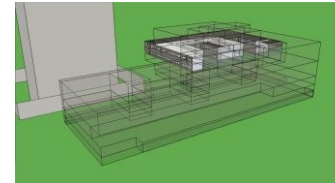
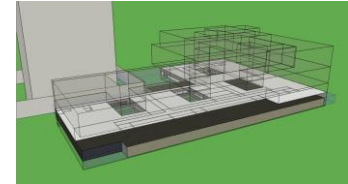
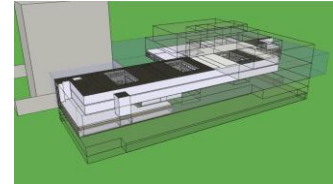
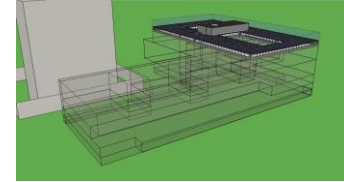
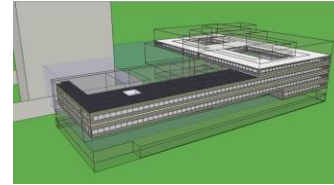
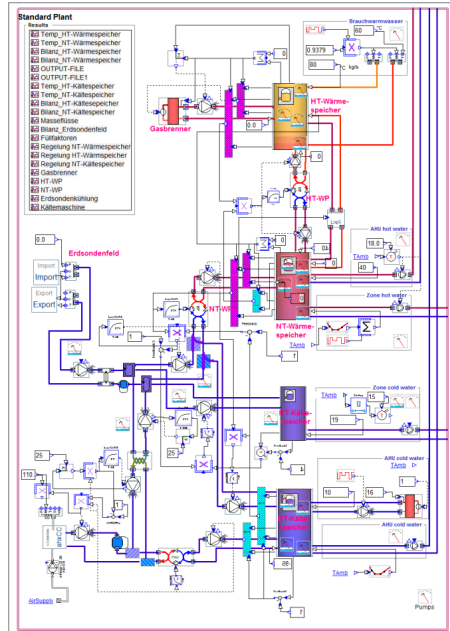
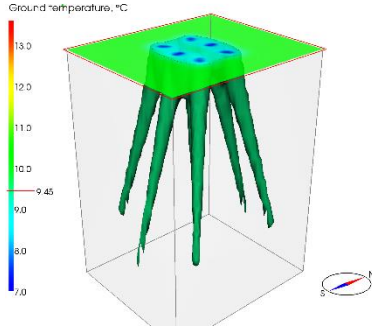
- Beispiel Limmattalspital – Decoupling
- Beispiel Roche «B12R» – Bürogebäude mit Erdsondenfeld
- «**M**ulti **O**bjective **B**uilding **O**ptimization» am Beispiel eines Büroneubaus

Fallbeispiel neues Limmattalspital

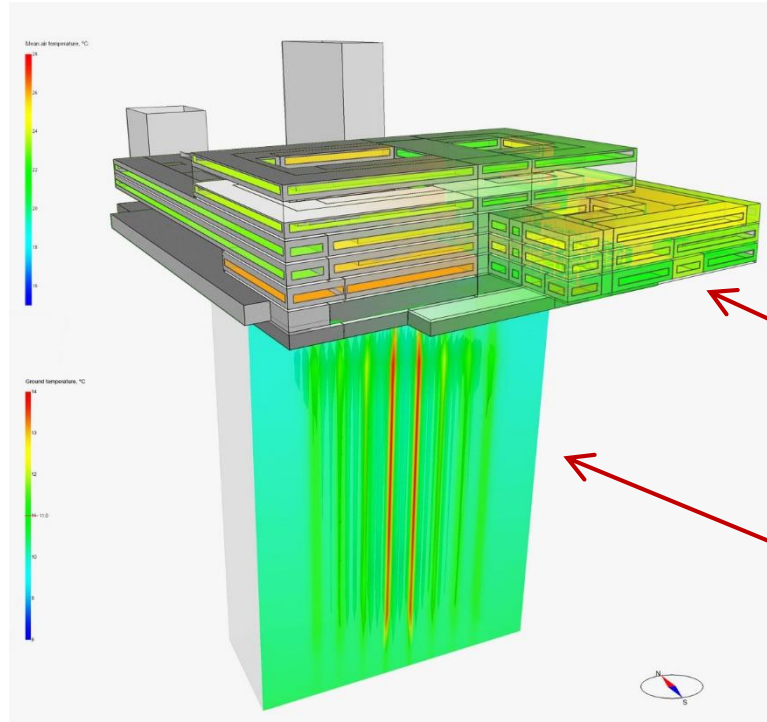


- 147 Zonen mit Bodenheizung und -kühlung
- Anlage mit
 - 4 Lüftungsgeräten
 - 4 Speicher
 - 3 Maschinen
 - 2 Brenner
 - 1 Rückkühler
 - 15 Pumpen
 - 5 Wärmetauscher
 - 55 Regler
- 100 Erdsonden

Verteilung des Rechenprozesses auf mehrere Cores



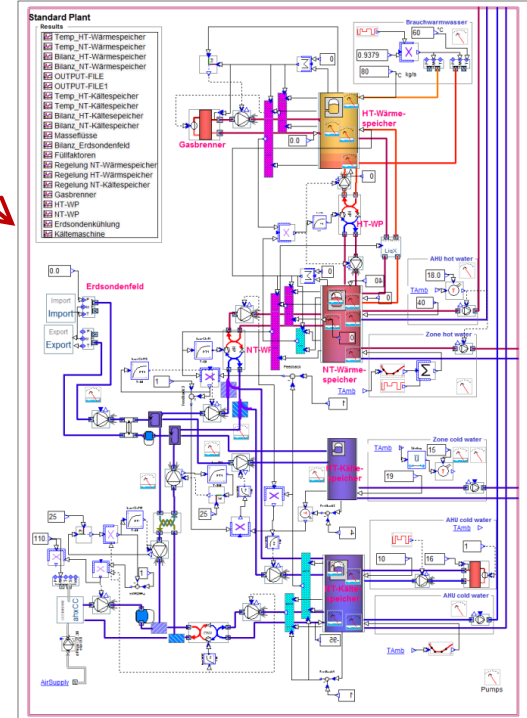
Entkopplung und Co-Simulation von Teilsystemen mit verschiedenen Zeitskalen

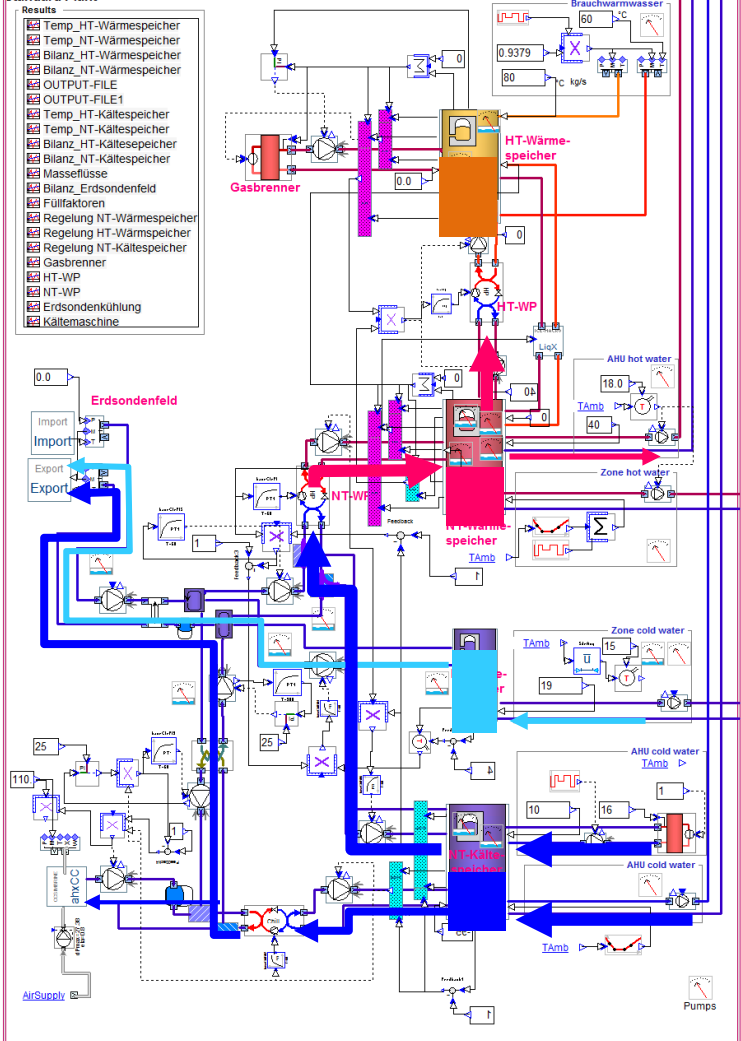


Die Anlage reagiert im
Minutentakt in
Stundenzyklen

Das Gebäude reagiert im
Stundentakt in Tageszyklen

Das Erdreich reagiert im
Tagestakt in Monats- oder
Jahreszyklen

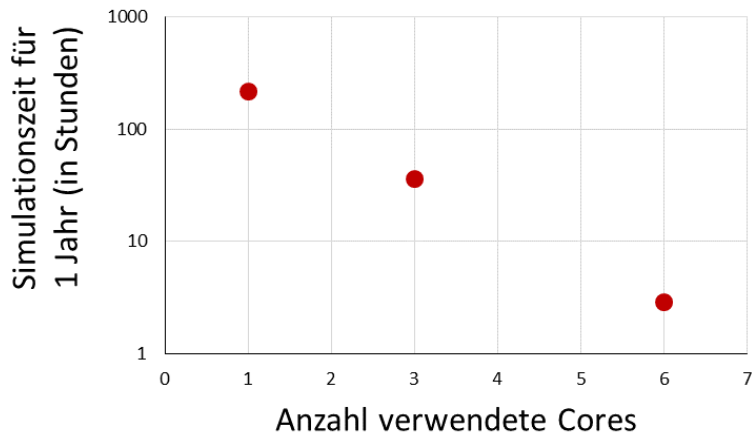




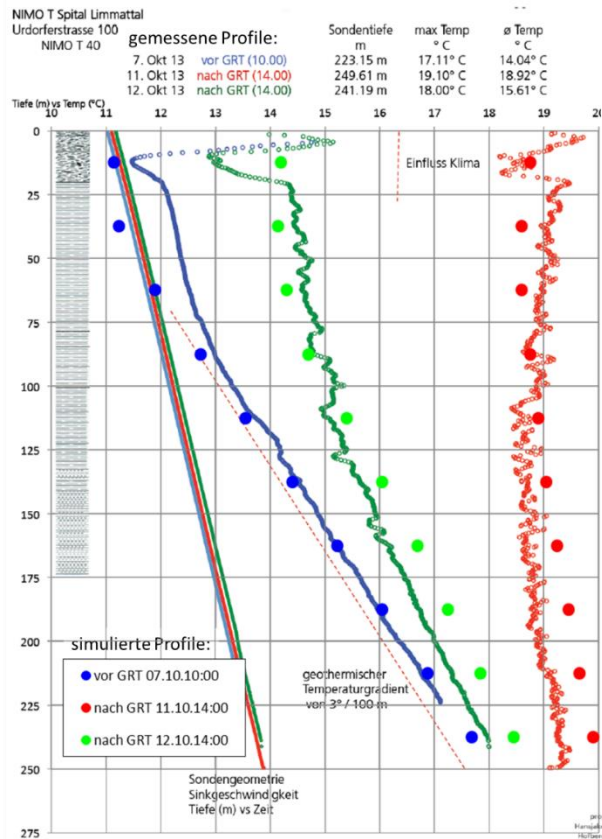
Anforderungen

- Möglichst gleichzeitiges Kühlen und Heizen
- Hohe Verfügbarkeit für Free Cooling
- 2. Priorität: Heizen und Kühlen über Erdsonden
- Übers Jahr ausgeglichene Wärmebilanz für Erdsondenfeld
- Möglichst wenig Wärme «vernichten»
- Kontinuierliche Regelung der Speicherladung mit modulierender Wärmepumpe ... ?

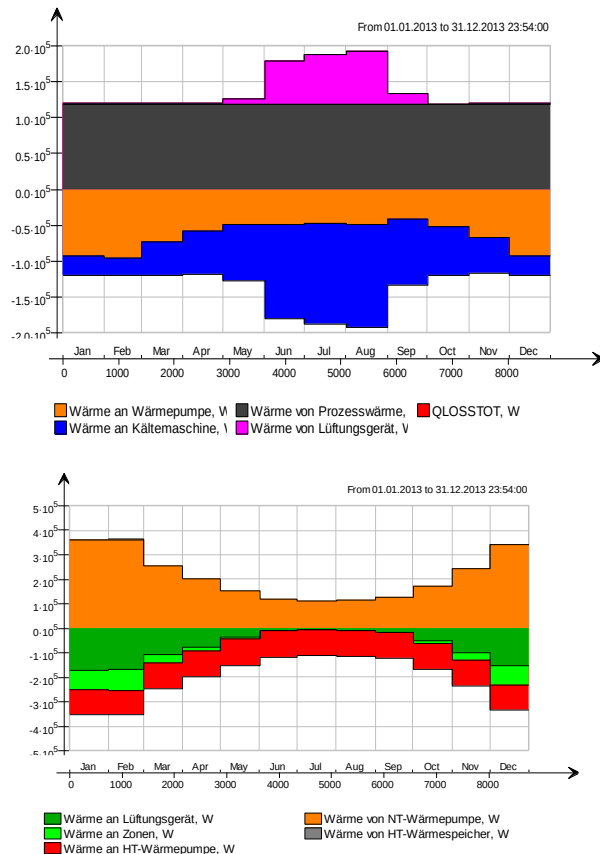
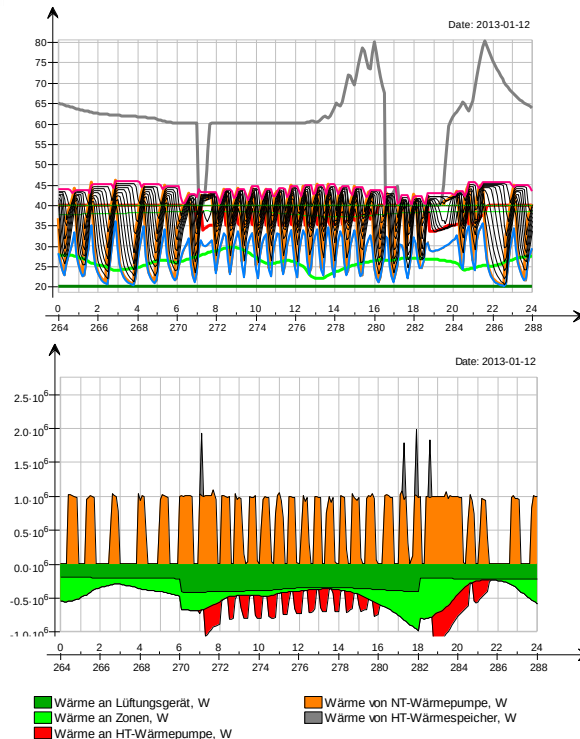
Vergleich der Rechenzeiten



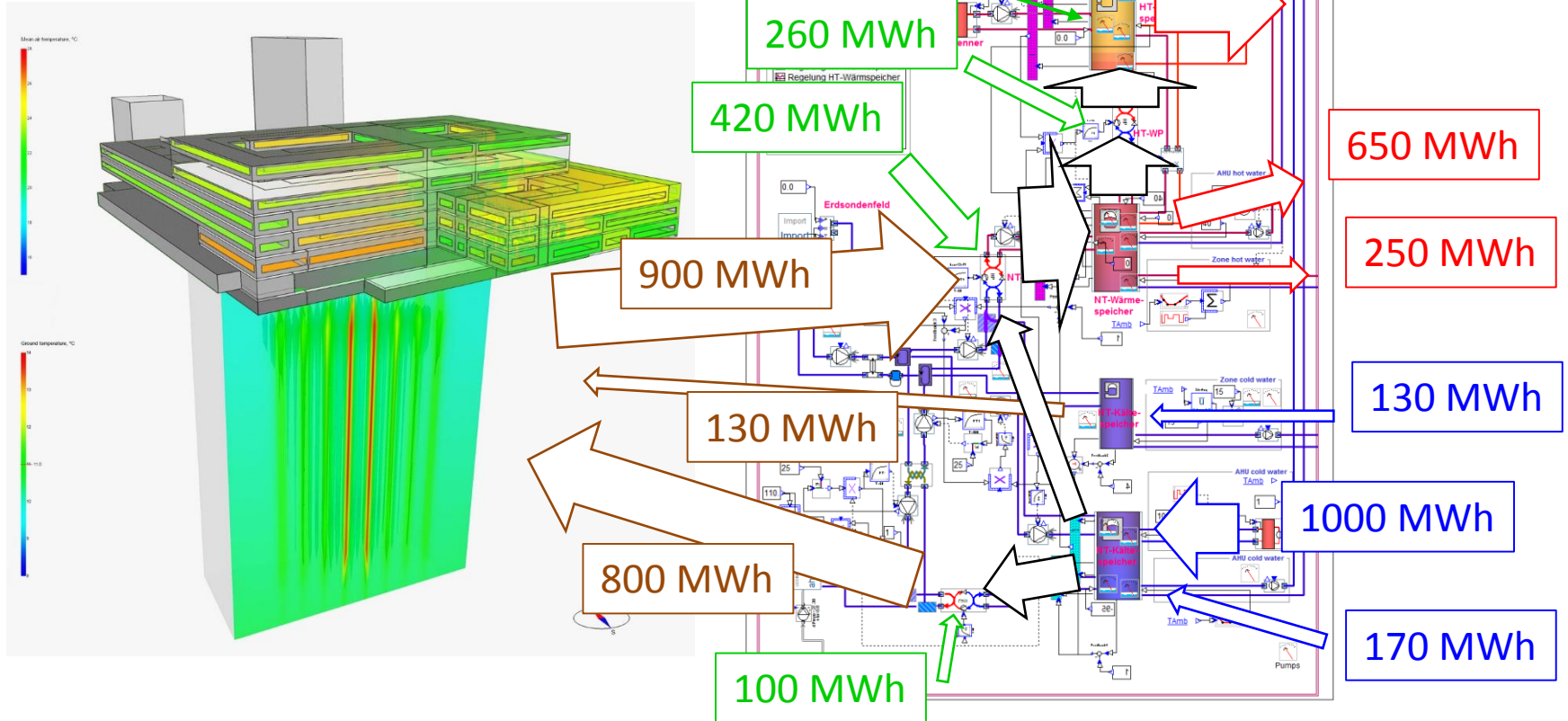
- **Ganzes System auf 1 Core:**
40 Std./Std. oder 9 Tage für 1 Jahr
- **2 Cores für das Gebäude + 1 Core für die Anlage:**
240 Std./Std. oder 36 Stunden für 1 Jahr
- **4 Cores für das Gebäude + 1 Core für das Erdsondenfeld + 1 Core für die restliche Anlage:**
3'000 Std./Std. oder 3 Stunden für 1 Jahr



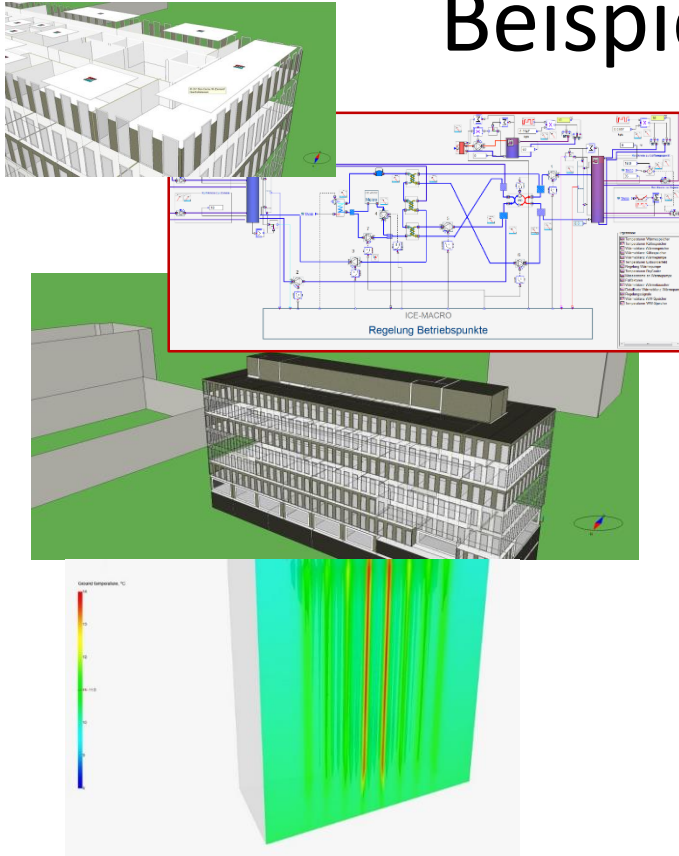
Ergebnisse



Energieflüsse



Beispiel Roche «B12R»



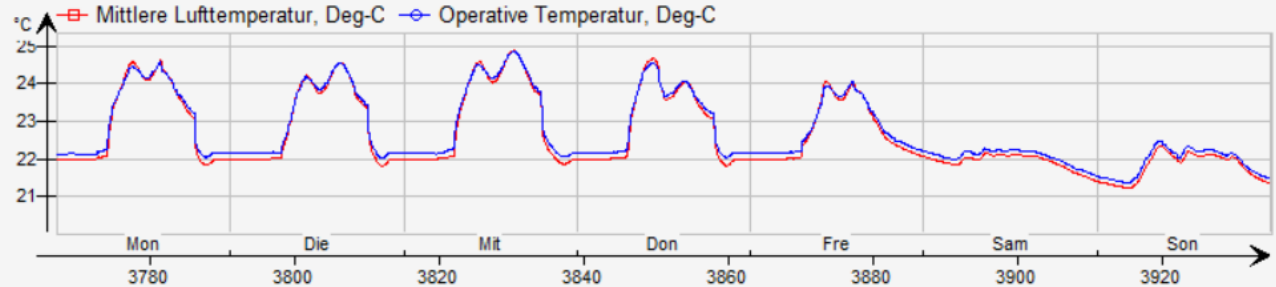
- 129 Zonen
- Hybride Heiz-/Kühlpaneele
- Anlage mit
 - 2 Lüftungsgeräten
 - 3 Speichern
 - 1 Wärmepumpe/Kühler
 - 1 Sole-Luft-Wärmetauscher
 - 7 Pumpen
 - 3 Sole-Sole-Wärmetauscher
 - 41 Regler
- 29 Erdsonden
- -> Mathematisches Modell mit 40.768 Gleichungen

Hybride Kühlpaneele – Abgleich mit Messdaten



Temperaturen - Schlüsselwerte

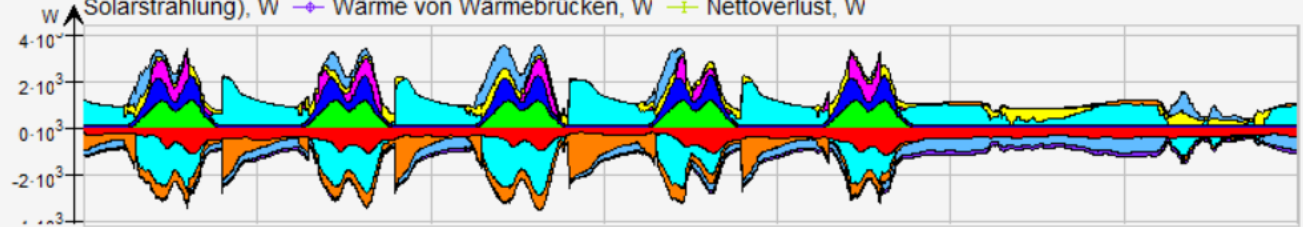
Woche: 23, von 2016-06-06 bis 2016-06-12

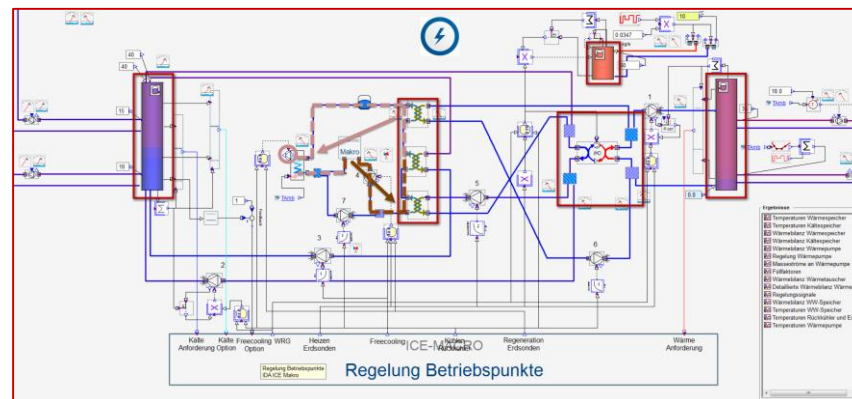
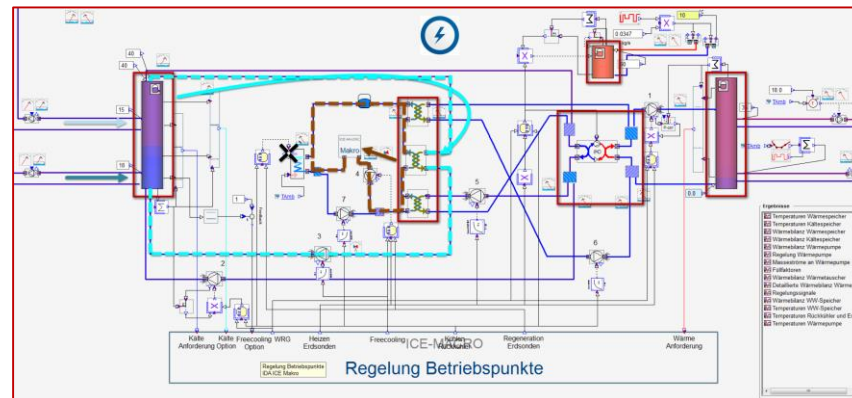


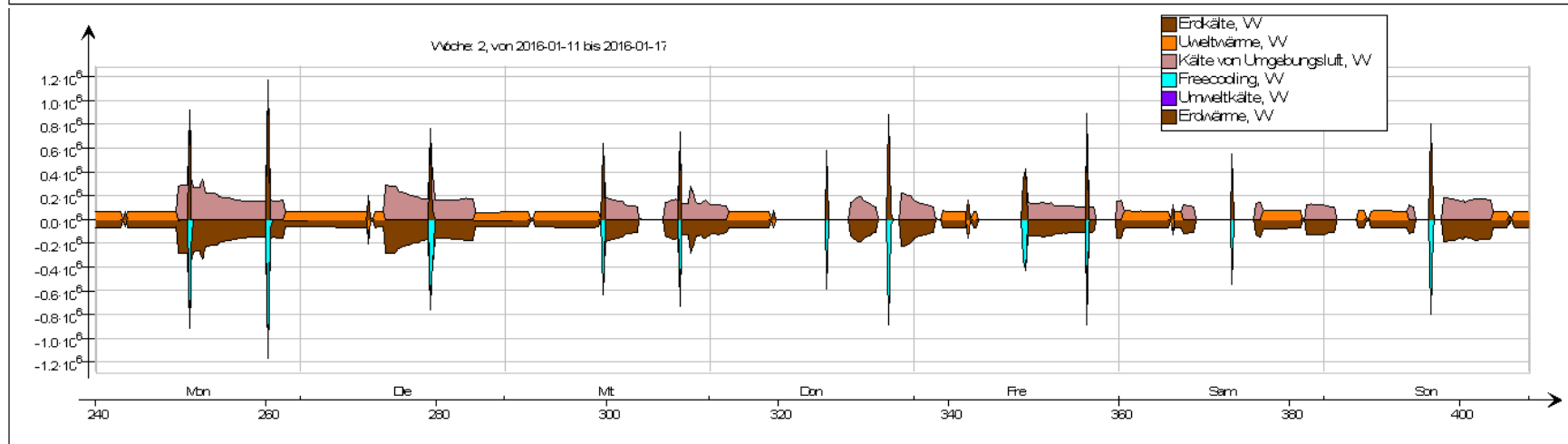
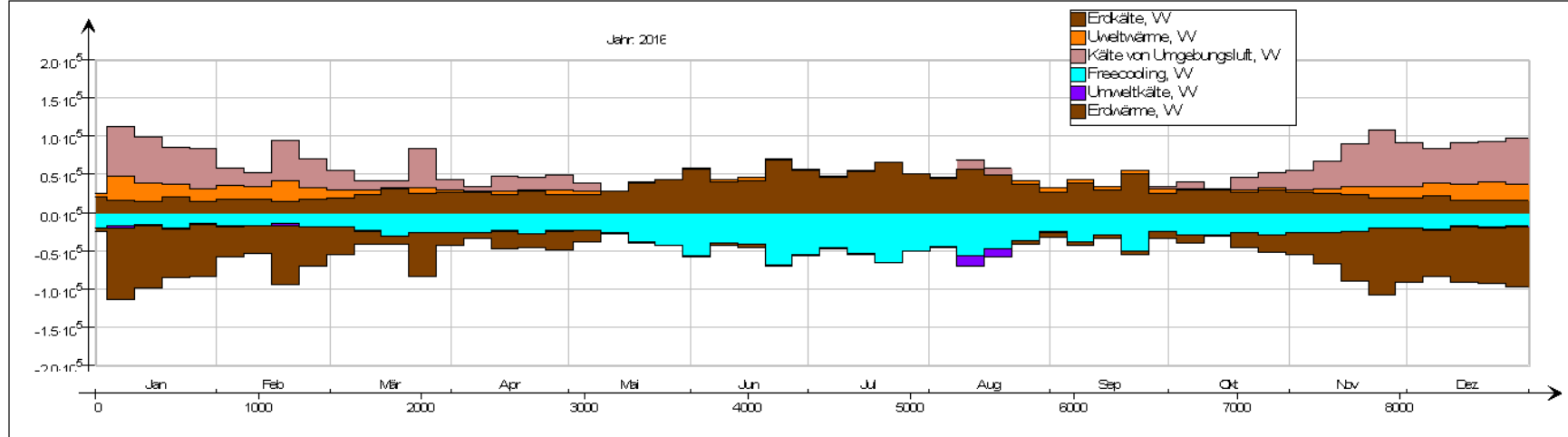
Wärmebilanz

Legend for the heat balance graph:

- Wärme von Luftströmen (red line with square markers)
- Wärme von Wänden, Decken und Böden, W (cyan line with triangle markers)
- Wärme von Kunstlicht, W (magenta line with cross markers)
- Wärme von elektrischen Geräten, W (blue line with triangle markers)
- Wärme von Solarstrahlung - direkt und diffus, W (yellow line with diamond markers)
- Wärme von lokalen Heiz/Kühlelementen, W (orange line with square markers)
- Wärme von Fensterflächen (inkl. absorbierte Solarstrahlung), W (light blue line with cross markers)
- Wärme von Wärmebrücken, W (purple line with diamond markers)
- Nettoverlust, W (green line with cross markers)





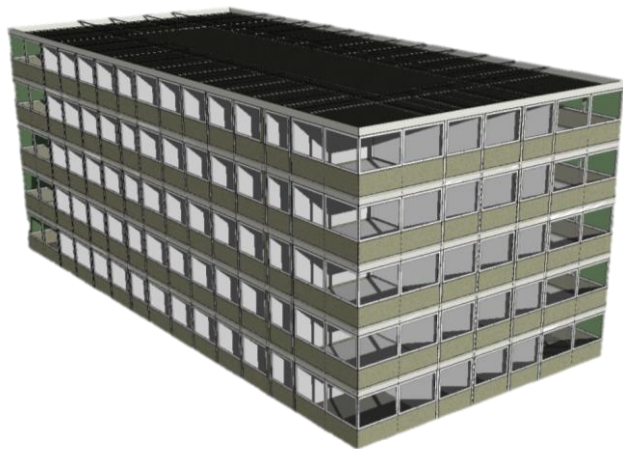


Zusammenfassung RocheBau



- 2 Mann-Wochen Arbeit
- Einsparung in der Investition: 150'000 Euro
- Energieeinsparung: 10 % im Vergleich zur ursprünglichen Planung
- Das in der Projektierungsphase erstellte Modell kann in Zukunft zur Betriebsoptimierung verwendet werden. Einsparpotential noch einmal 10 – 40%

MOBO – Optimierung der Gebäudehülle



Variation von:

- Fenstergröße
- Verglasungstyp
- Verschattungssysteme
- Dicke der Wärmedämmung
- Unabhängig für jede Fassade

20 unabhängige Parameter

- Mit $1.6 \cdot 10^{25}$ möglichen Kombinationen
- «händische» Optimierung unmöglich
- Computergestützt mit MOBO

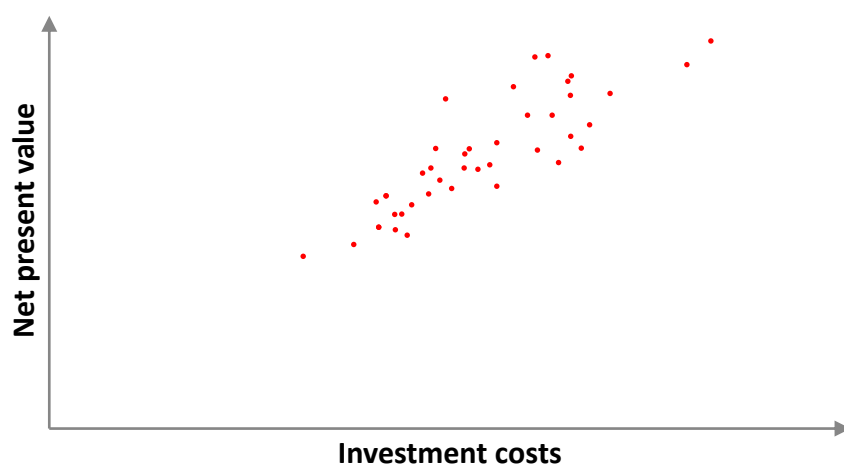
MOBO – Optimierung der Gebäudehülle



Zielgrößen der Optimierung:

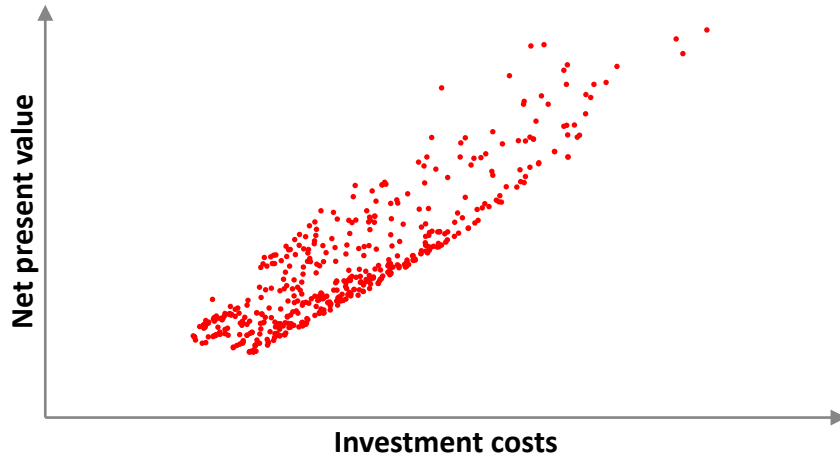
- Thermischer Komfort
- Primärenergiebedarf
- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Wirtschaftlichkeit
- Ökologie

Optimierungsalgorithmen



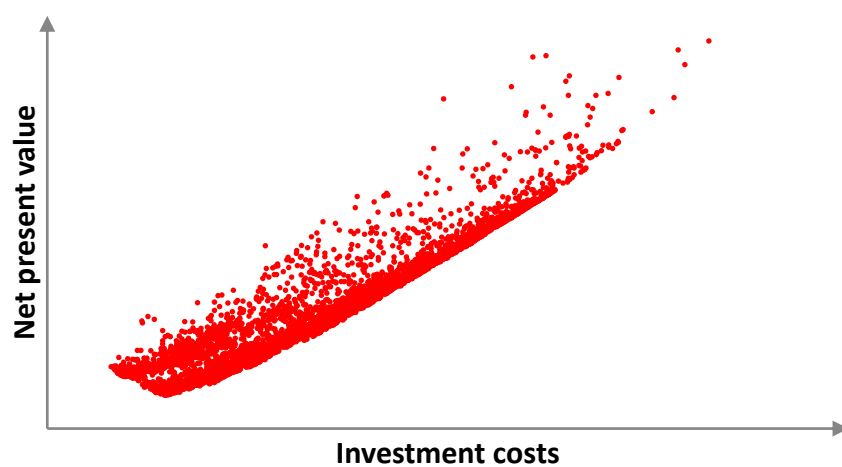
Die ersten 50 Varianten

Optimierungsalgorithmen



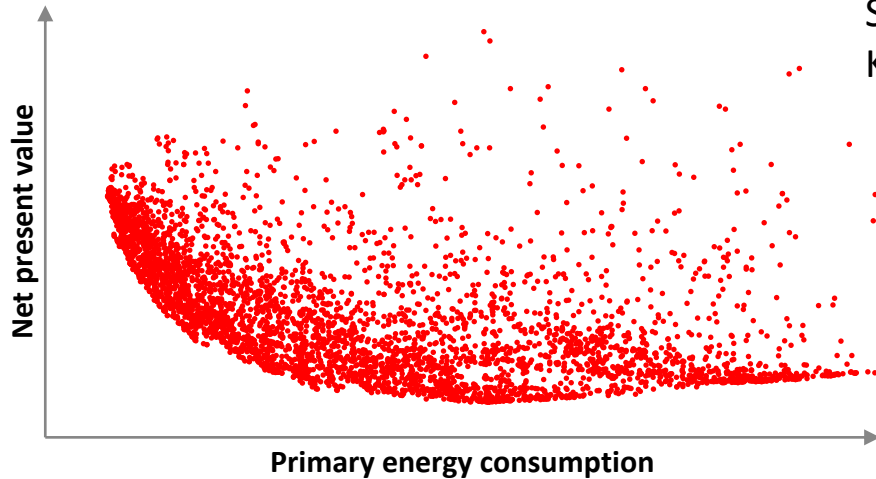
Die ersten 500 Varianten

Optimierungsalgorithmen



4 576 Varianten

Optimierungsalgorithmen



Suche nach der Variante mit der besten
Kombination aus Ökologie und Wirtschaftlichkeit

Danke für die Aufmerksamkeit!