



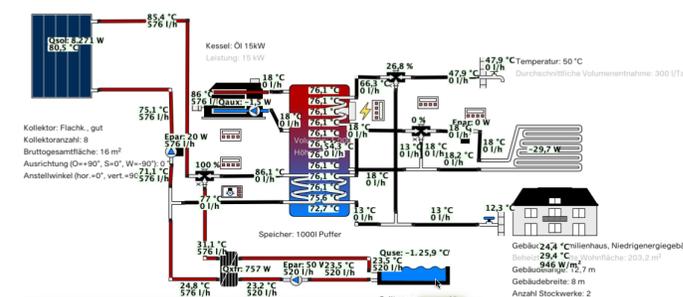
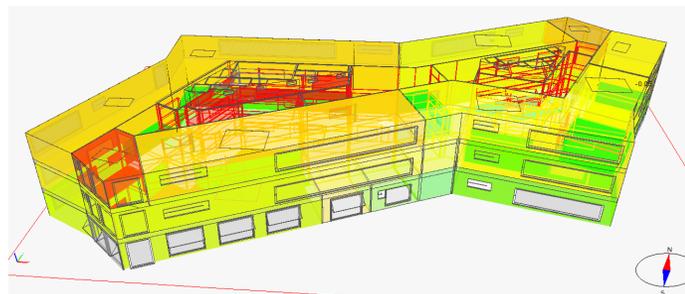
BCE Dynamics

Building Climate Energy

CADFEM GROUP

Solution Partner

Optimierung von Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz mit Simulation am Beispiel eines Bürogebäudes



Dr. Jorge Carregal Ferreira, Bernhard Huurdeman

BCE Dynamics GmbH

Am Schammacher Feld

85567 Grafing b. München

www.bce-dynamics.de

Übersicht

- Kurze Vorstellung: BCE Dynamics und CADFEM Group
- Nachhaltigkeitsziele mit Simulation erreichen
- Dynamisch thermische Gebäudesimulation
- Gebäuderegulung auf Zonen- und Raumebene
- Einfluss der Heizungsregelung und Optimierung
 - Klimaschutz
 - Kosten/Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung



BCE Dynamics

Inhabergeführtes Ingenieurbüro

Mehr als 20 Jahre Erfahrung mit Simulation

- Energieberatung: Wohn- und Nichtwohngebäude
- Gebäudesimulation und Strömungssimulation
- Systemsimulation: Gebäude, Areale, Quartiere
- Energiesysteme, Bauklimatik, Lüftung, Nachhaltigkeit



Solution Partner:

CADFEM[®]GROUP

Die CADFEM Group ist seit 1982 ein führender Anbieter für simulationsbasiertes Digital Engineering.

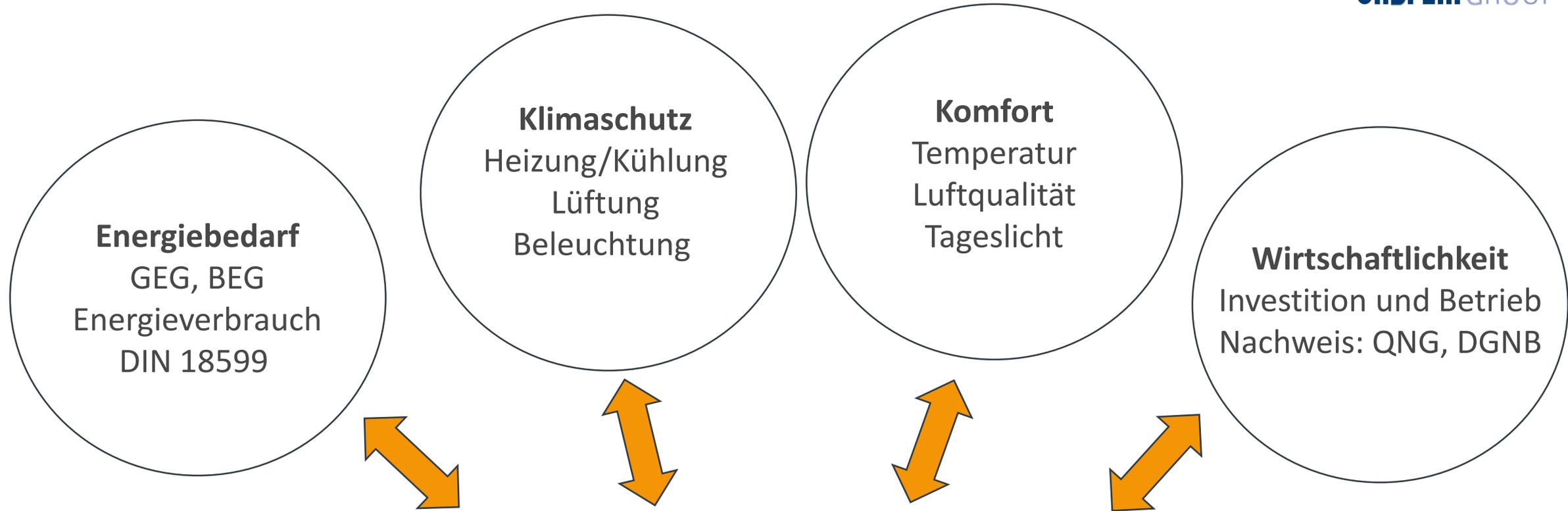
Kooperationspartner:

AFC↑

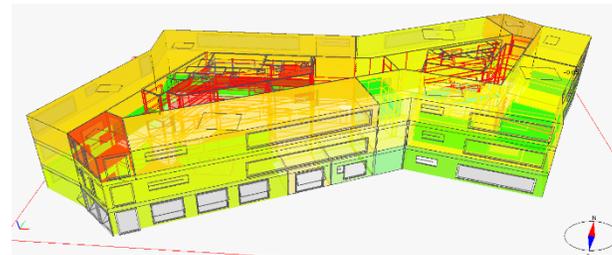
Air Flow Consulting

AFC - Air Flow Consulting ist seit 1997 ein führendes Beratungsunternehmen in der Schweiz mit den Schwerpunkten Energiesysteme, Bauklimatik und Brandschutz.

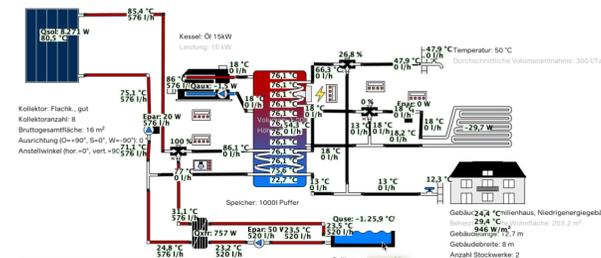
Mit Simulation Nachhaltigkeit besser erreichen



Gebäudesimulation



Anlagensimulation



Dynamisch thermische Gebäudesimulation

Anforderungen & Zielwerte



Simulation & Auswertung

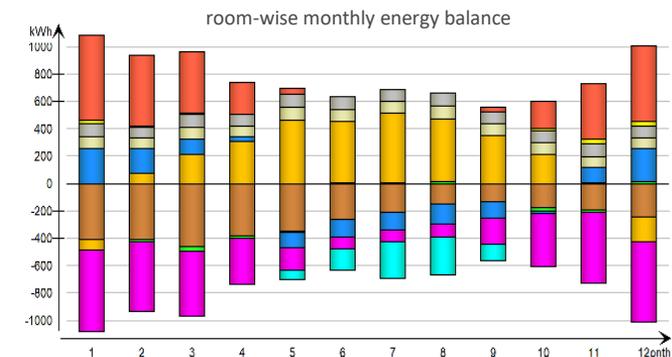
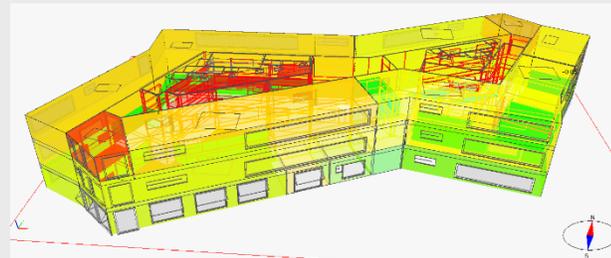


Bewertung, Nachweis & Optimierung

- Anforderungen
- Wetterdaten
- 3D Gebäudemodell
- Anlagentechnik
- Regelungsstrategie
- Nutzerprofile

- Dynamisch thermische Gebäudesimulation

- Konzeptbewertung
- Optimierung während der Planung
- Vergleich von Maßnahmen
- Betriebsoptimierung



Gegenüberstellung: Energieberatung und Simulation

Bilanzierung nach DIN V 18599 und dynamisch thermische Gebäudesimulation

Energiebilanzierung DIN V 18599

- **Aufgabe: Minimierung Energieverbrauch**
- Gesamtgebäude im Fokus
- Vergleich mit Normwerten
- Verwendung von genormten Klimadaten
- Berücksichtigung von vorgeschriebenen Einflussgrößen
- Einhaltung von gesetzlichen Standards
- Basis für Fördermittel

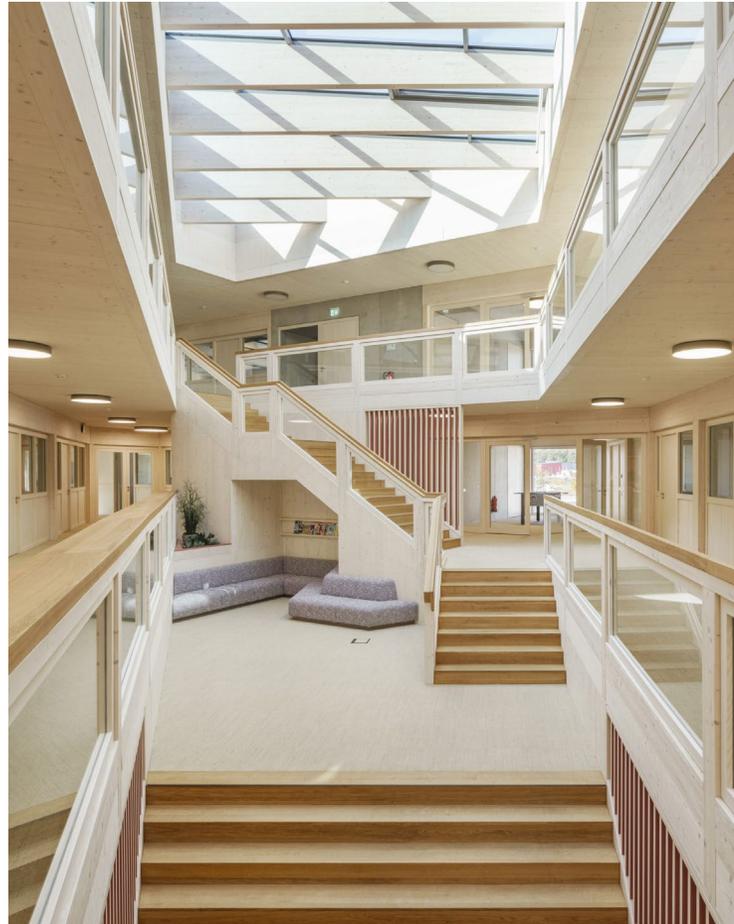
Ziel → Vorschriftsmäßiges Gebäude

Dynamisch thermische Gebäudesimulation

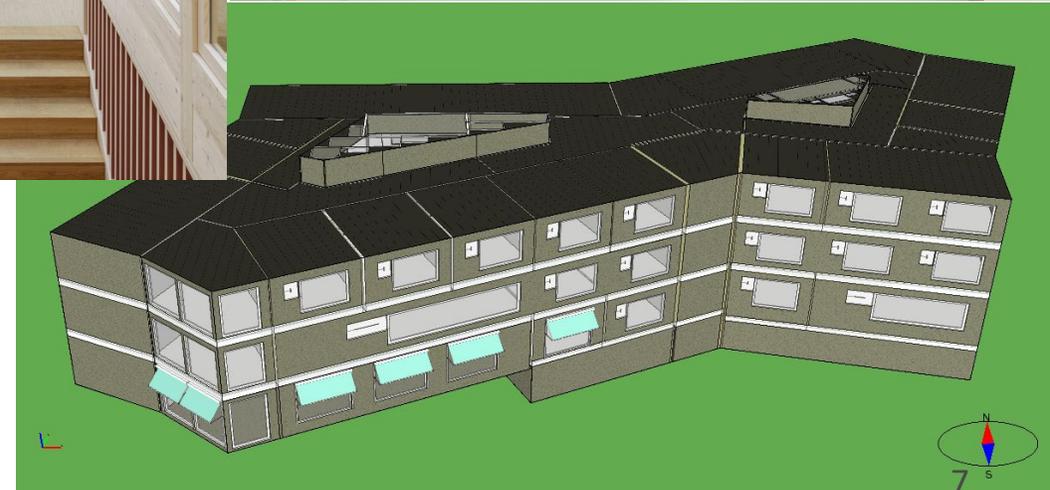
- **Aufgabe: Optimierung Gebäudeperformance**
- Gesamtgebäude und Einzelräume im Fokus
- Vergleich mit Anforderungen (Bauherren und Nutzer)
- Verwendung von lokalen und zukünftigen Wetterdaten
- Berücksichtigung von allen relevanten Einflussgrößen
- Optimierung von Zielgrößen und Einhaltung von Vorschriften
- Basis für Gebäudebetrieb und Gebäuderegulung

Ziel → Performantes Gebäude

CADFEM Zentrale, Grafing b. München



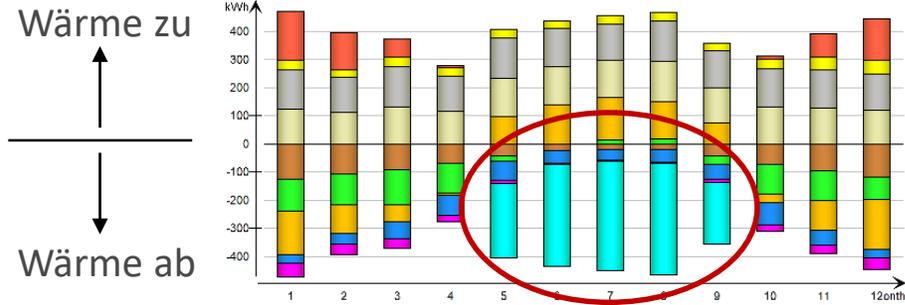
- **nbundm Architekten**
- Verschiedene Auszeichnungen
- Modernes Niedrigstenergiegebäude
- Holzbauweise
- **Bivalente-Heizung: Wärmepumpe und Gaskessel (Spitzenlast)**
- Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- PV-Anlage auf dem Dach



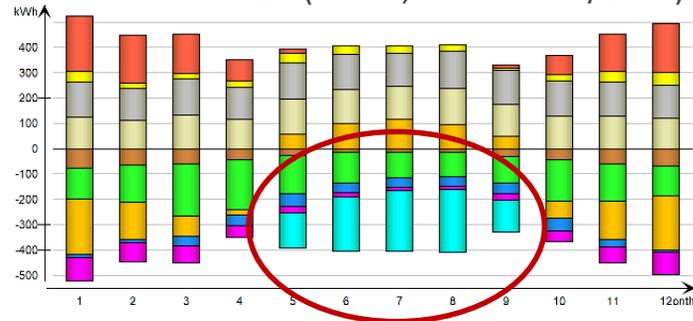
Büroraum: Ausrichtung Nord und Süd

Energiebilanzen Monate

3 Büros Süd 1.OG (96 m², 3 Personen/Büro)

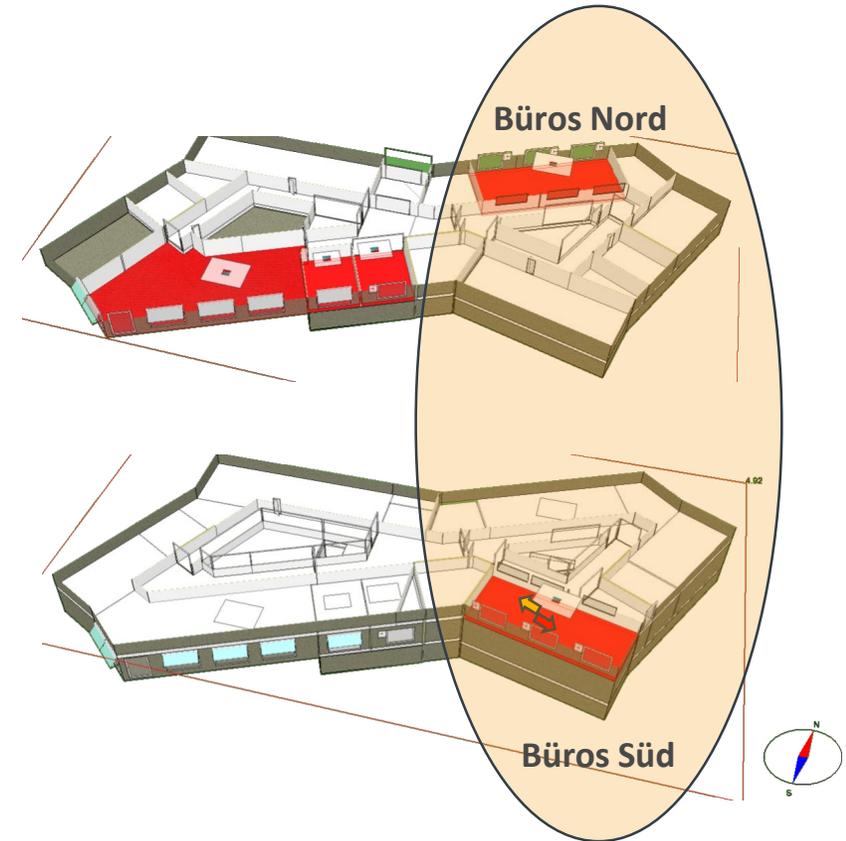


3 Büros Nord EG (96 m², 3 Personen/Büro)



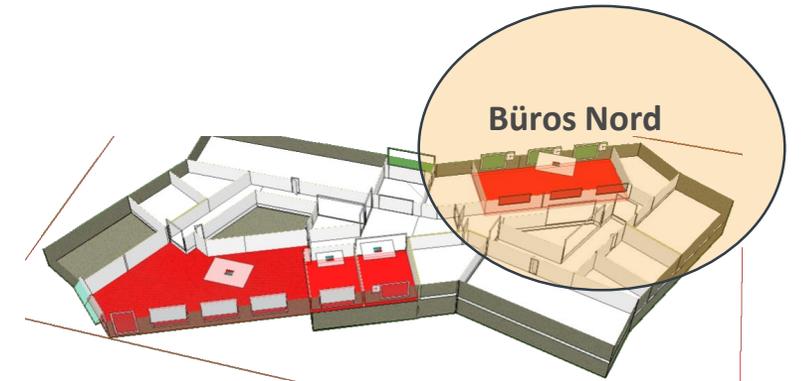
Heizung über Deckensegel
Kühlung über Deckensegel
Beleuchtung, Geräte, Personen
Lüftungsanlage
Undichtigkeiten und Öffnungen

Außenwände, Böden
Innenwände
Fenster (Wärmeleitung
und solare Gewinne)



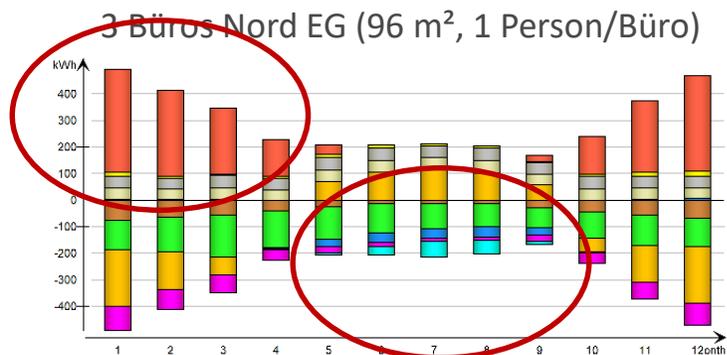
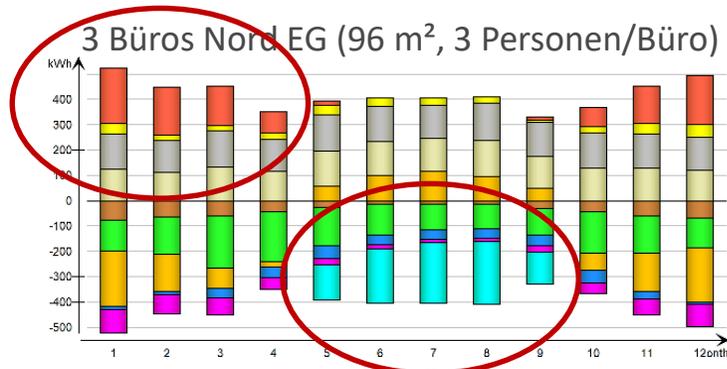
Bürraum Nord: Belegung 1 und 3 Personen

Energiebilanz Monate



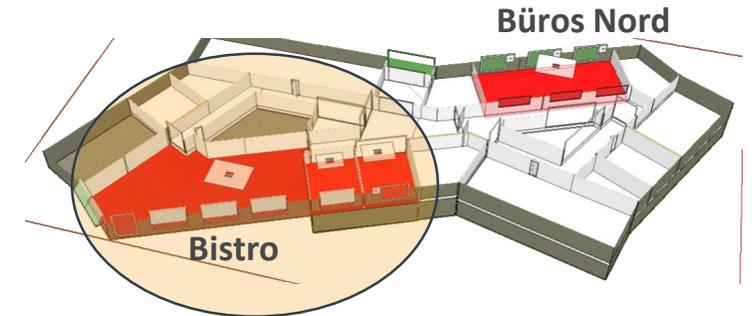
Heizung über Deckensegel
Kühlung über Deckensegel
Beleuchtung, Geräte, Personen
Lüftungsanlage
Undichtigkeiten und Öffnungen

Außenwände, Böden
Innenwände
Fenster (Wärmeleitung
und solare Gewinne)



Simulation Büro- und Aufenthaltsräume

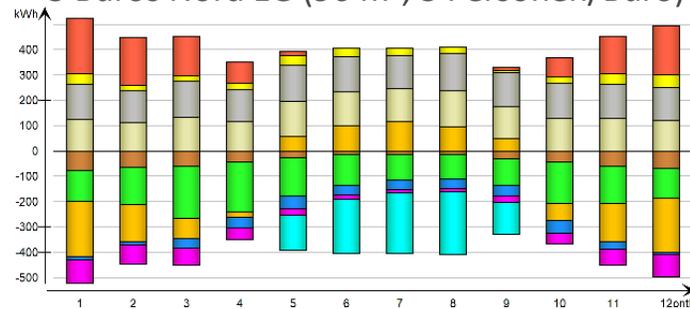
Monatsbilanzen – Bistro und ausgewählte Büros



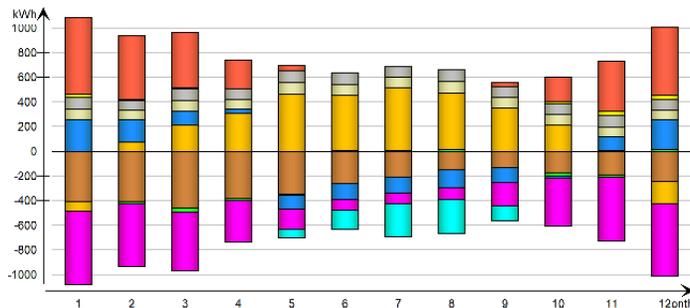
Heizung über Deckensegel
Kühlung über Deckensegel
Beleuchtung, Geräte, Personen
Lüftungsanlage
Undichtigkeiten und Öffnungen

Außenwände, Böden
Innenwände
Fenster (Wärmeleitung
und solare Gewinne)

3 Büros Nord EG (96 m², 3 Personen/Büro)

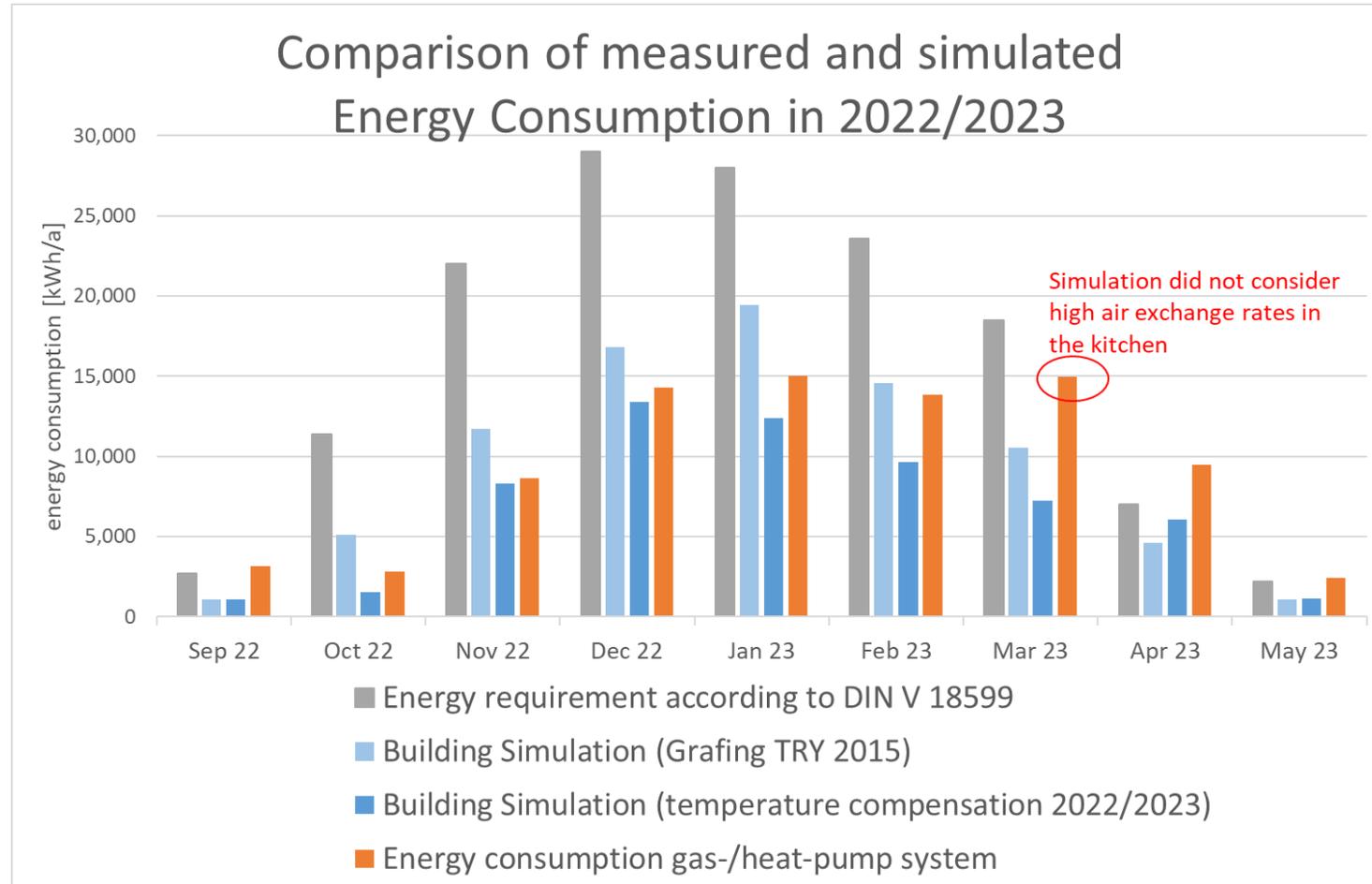


Bistro EG (180 m², 6 Personen)



Vergleich: Bilanzierung, Simulation und Messdaten

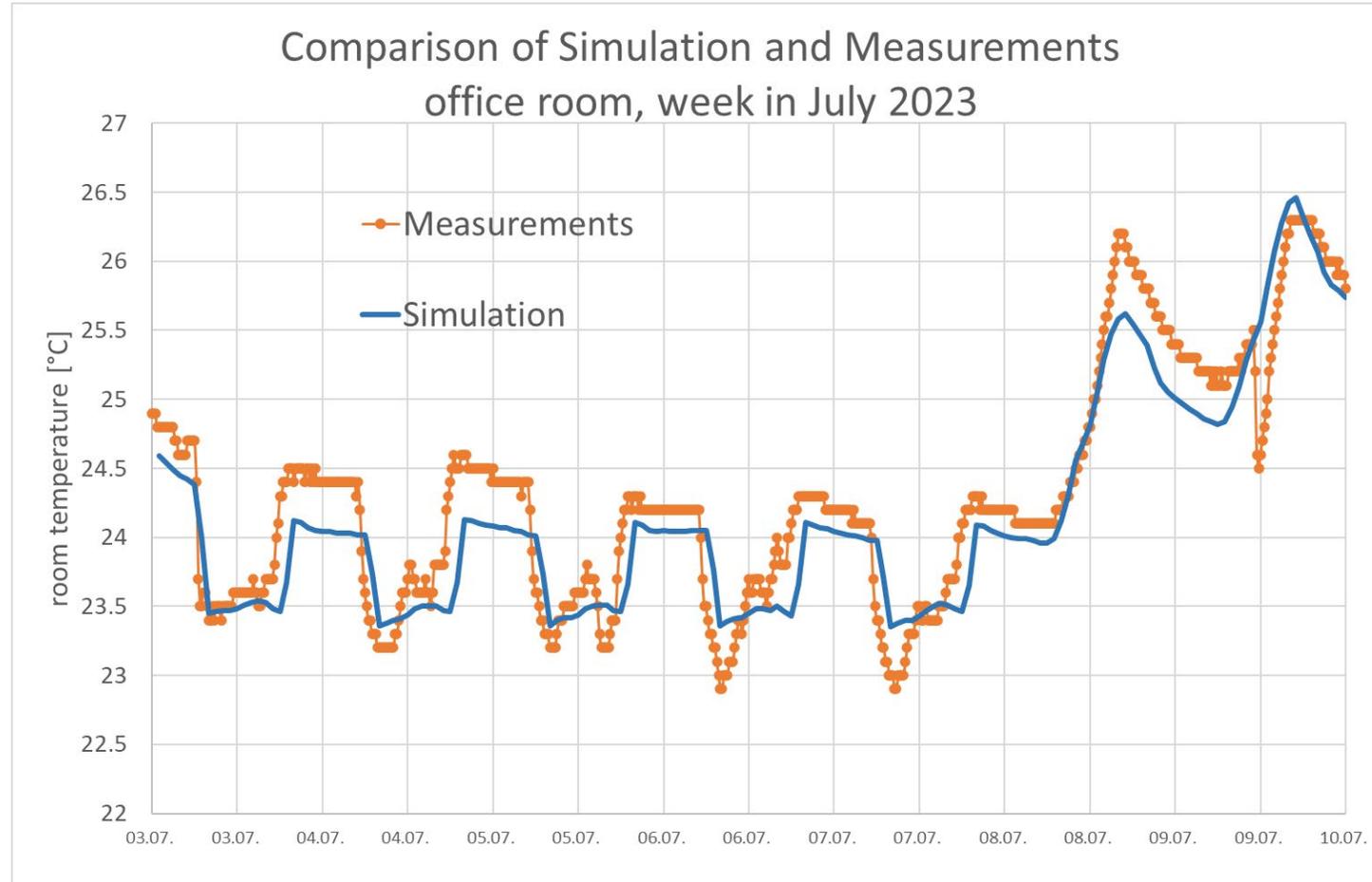
Dynamisch thermische Gebäudesimulation – monatliche Ergebnisse



- **Monatliche Gebäudeperformance**
- DIN V 18599 überschätzt den Energieverbrauch
- Einfluss der Wetterdaten
- Im März einen außergewöhnlich hohen Verbrauch identifiziert

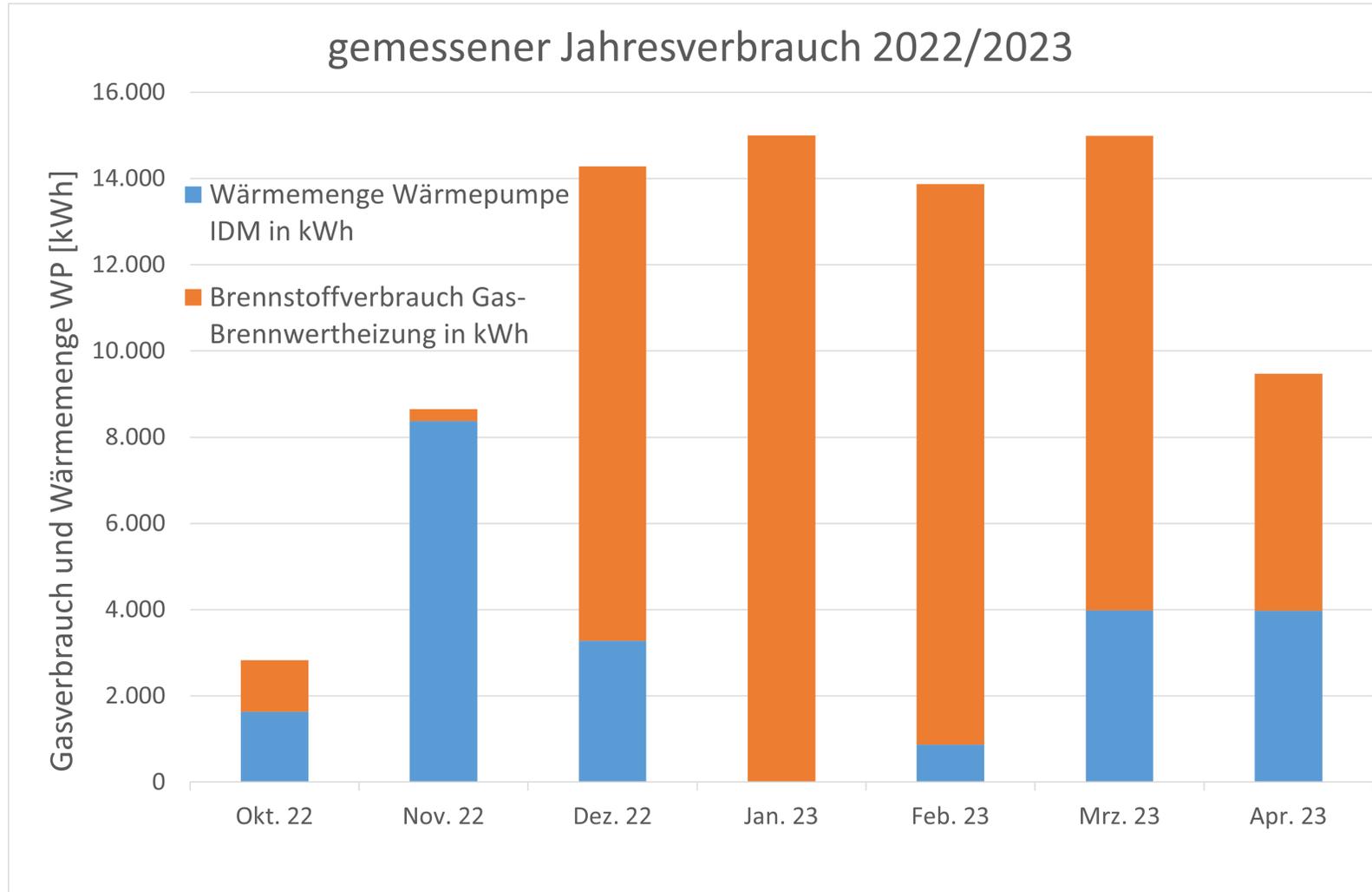
Vergleich: Bilanzierung, Simulation und Messdaten

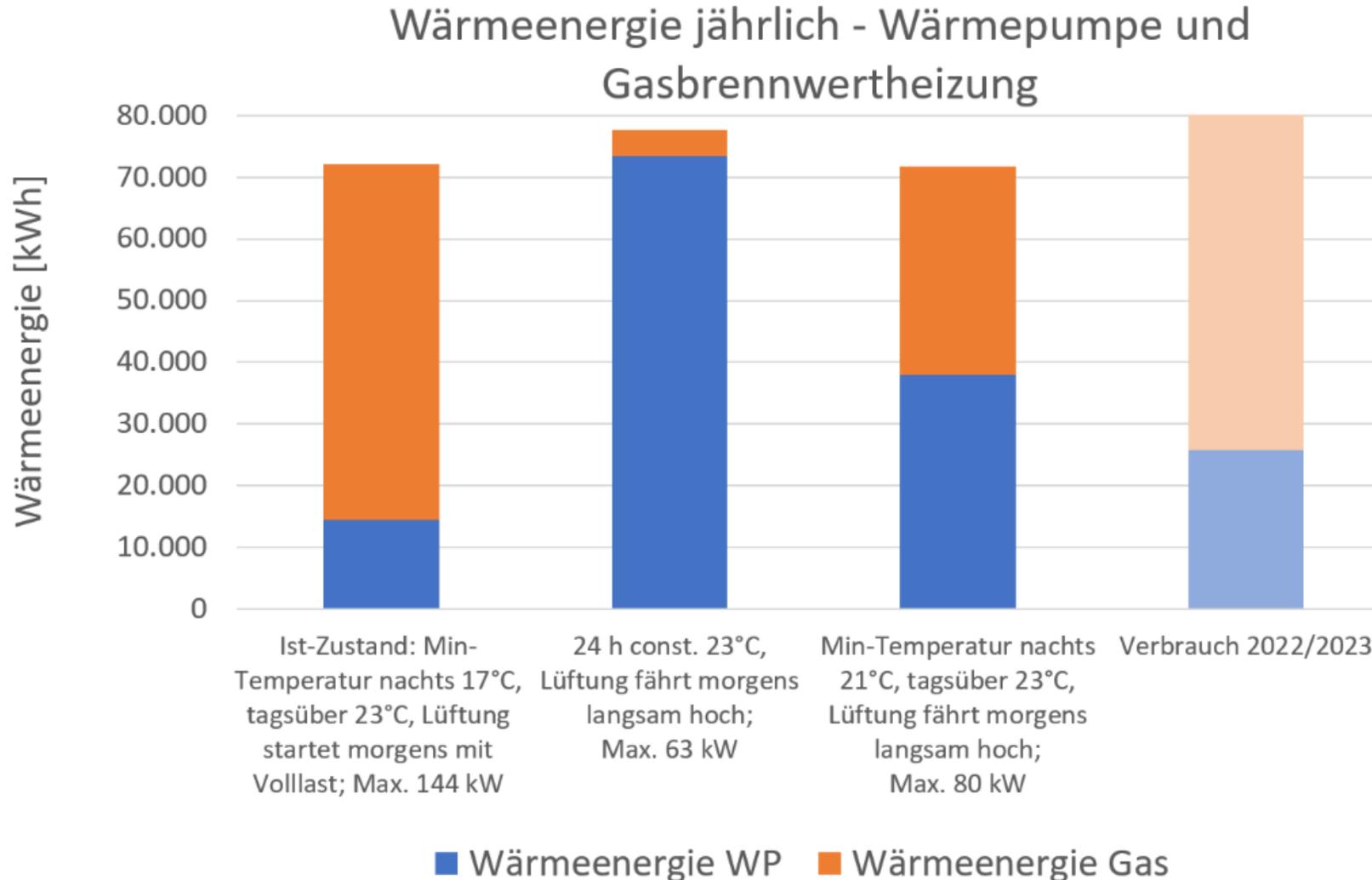
Dynamisch thermische Gebäudesimulation – monatliche und stündliche Ergebnisse



- **Stündliche (oder geringer) Raumperformance**
- Genaue Simulationsergebnisse (weniger als 1 °C Abweichung)
- Betriebsvorhersagen möglich

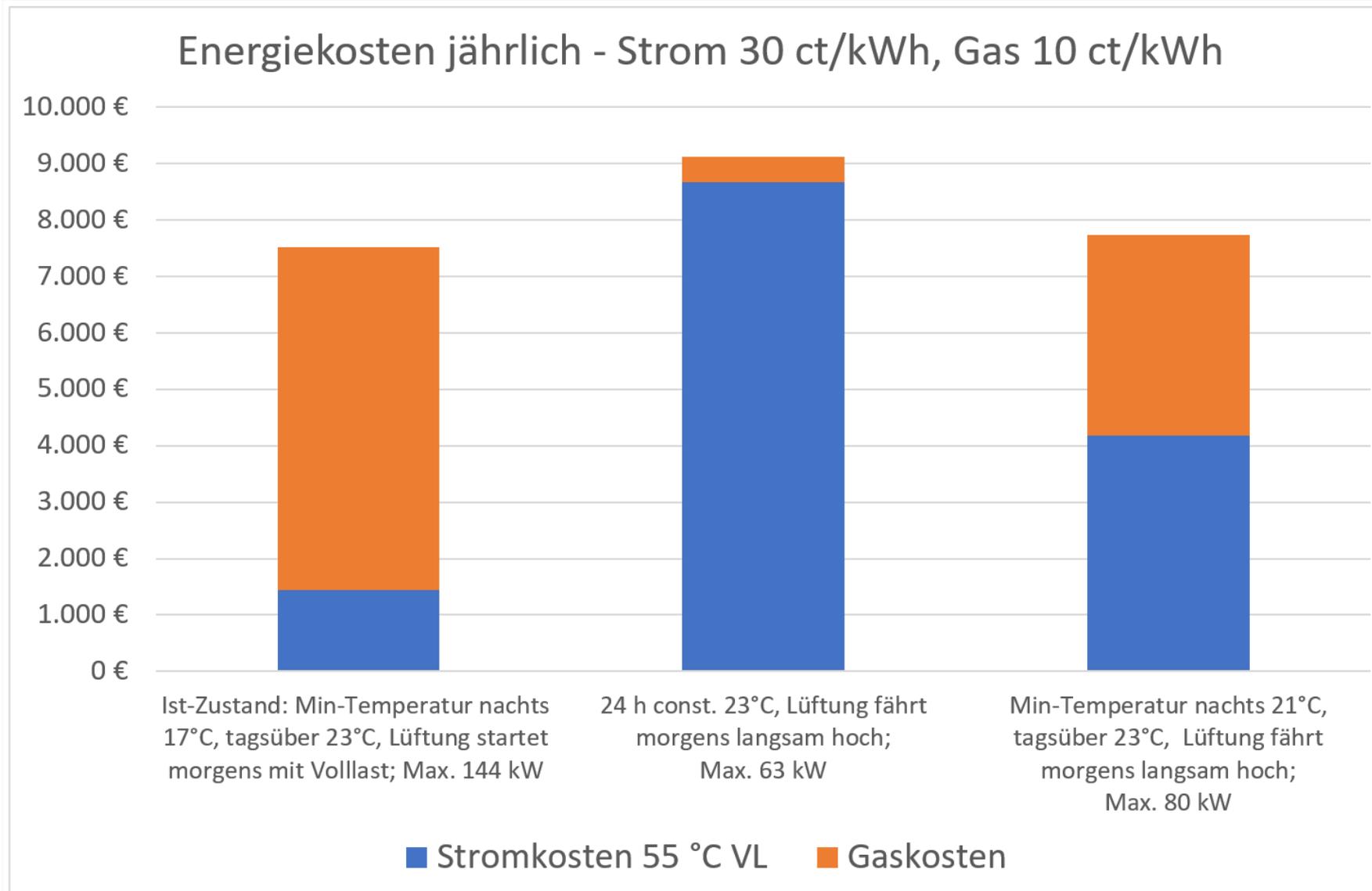
Verbrauchsdaten Wärmepumpe und Gasheizung





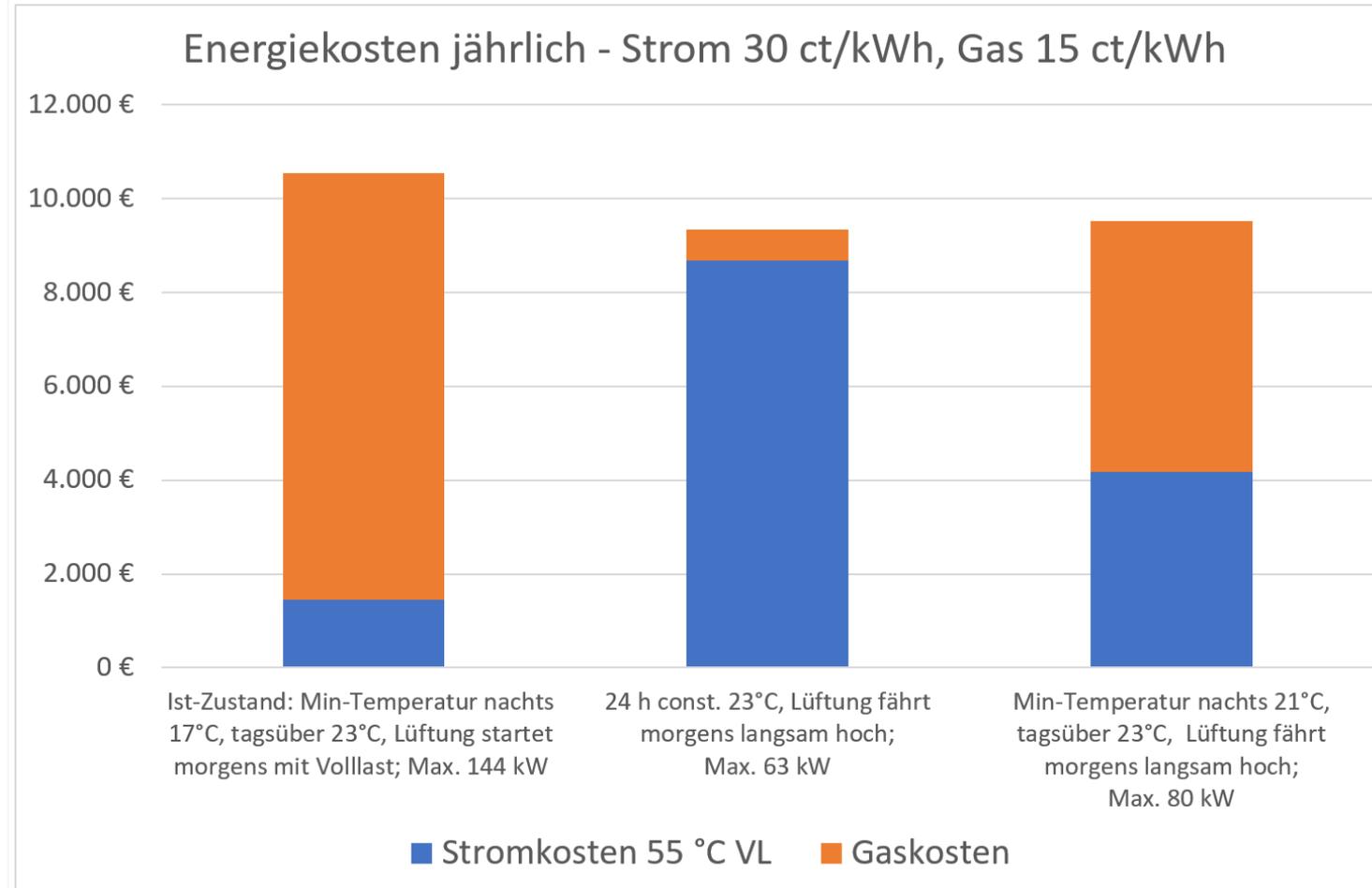
Variantenanalyse: Kosten 1

Gaspreis bei 10 ct/kWh



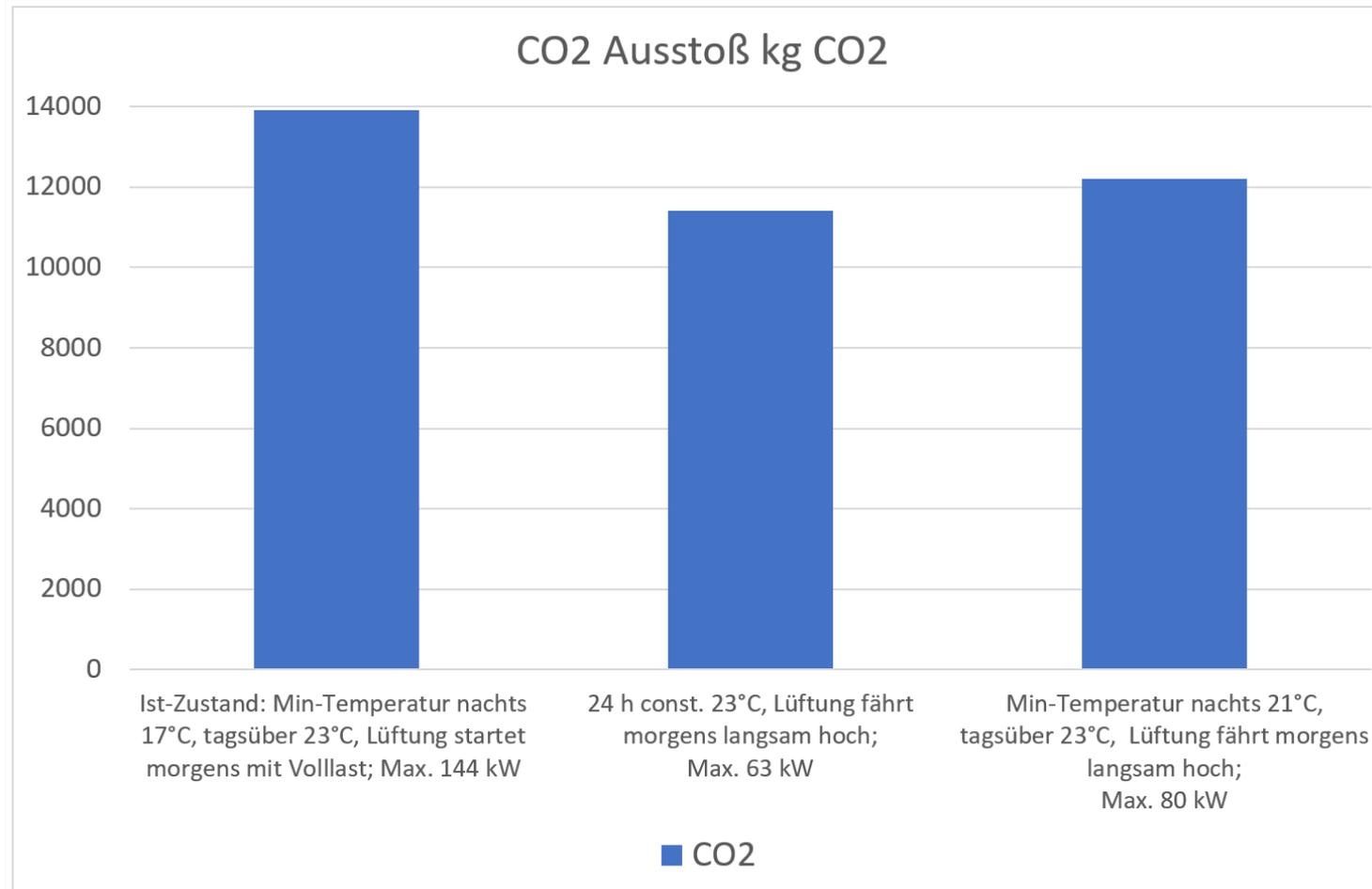
Variantenanalyse Kosten 2

Gaspreis bei 15 ct/kWh



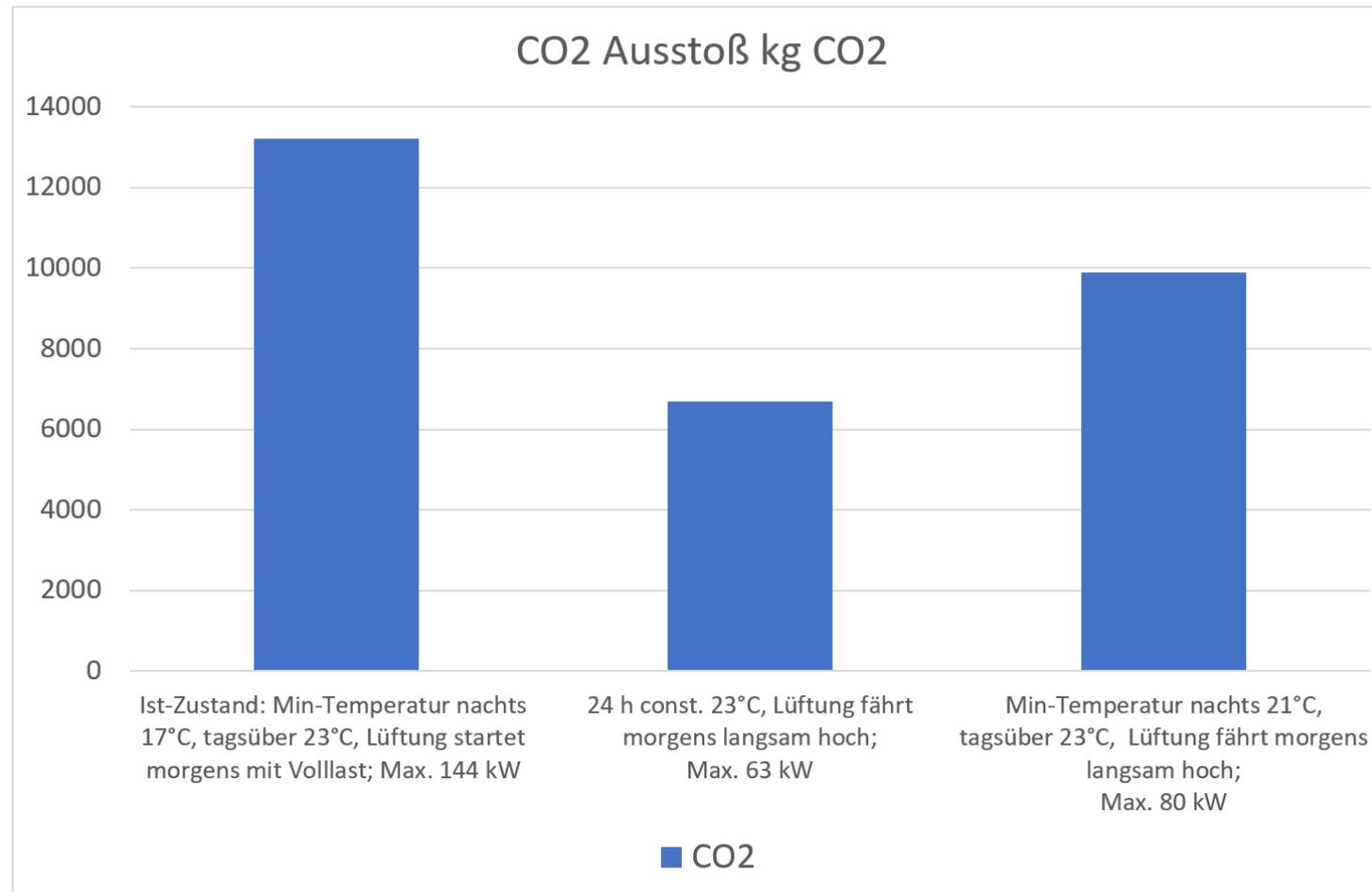
Variantenanalyse CO2, 1

Gas: 201 g/kWh Strom: 363 g/KWh



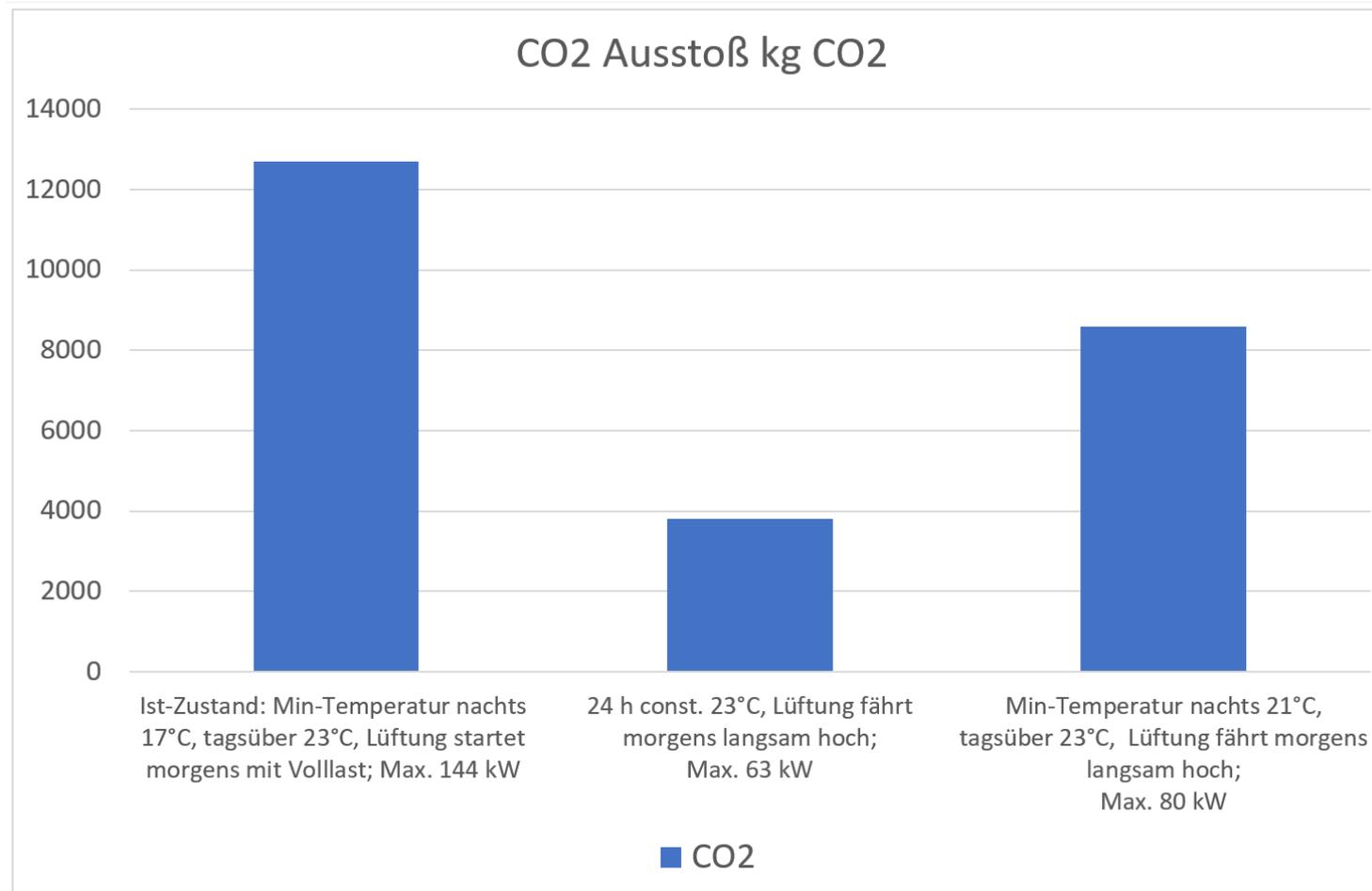
Variantenanalyse CO2, 2

Gas: 201 g/kWh Strom: 200 g/KWh



Variantenanalyse CO2, 2

Gas: 201 g/kWh Strom: 100 g/KWh



- Nutzungsprofile und Randbedingungen
- Regelung definiert die effektive Nutzung einer Wärmepumpe
- Spitzenlasten sollten vermieden werden
- Simulation: Szenarien untersuchen und bewerten
- Einfluss auf Klimaschutz und Kosten



**Mit Simulation Gebäude und Energieversorgung
verstehen und optimieren**