

Kühlenergiebedarf Analyse in Wohn- und Nichtwohngebäuden unter Verwendung von CityGML

Erstgutachter: Prof. Dr. rer. nat. Breunig Martin, KIT
Zweitgutachter: Dr. Syed Monjur Murshed, EIFER
Bearbeiter: Hicham Bidah

GIK Geodätisches Institut / EIFER Europäische Institut für Energieforschung



Agenda

- 1 Motivation und Zielsetzung**
- 2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell**
- 3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur**
- 4 Implementierung des Modells und Ergebnisse**
- 5 Validation der Ergebnisse**
- 6 Fazit und Ausblick**

Agenda

1 Motivation und Zielsetzung

2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell

3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur

4 Implementierung des Modells und Ergebnisse

5 Validation der Ergebnisse

6 Fazit und Ausblick

Motivation und Zielsetzung

■ Motivation

- Durch Klimawandel wird weltweit bis 2100 erwartet:
 - Verringerung des Heizenergiebedarfs um 30 %
 - Erhöhung des Kühlenergiebedarfs um 70 %
- Die meisten Methoden brauchen viele Eingabedaten
- Nur wenige Methoden basieren auf 3D-Stadtmodellen

■ Ziel:

- Implementierung von ISO 13790 Standard mit CityGML-Daten
- Entwicklung eines Verfahren um den Kühlenergiebedarf in einer stündlichen Auflösung zu berechnen.

Agenda

1 Motivation und Zielsetzung

2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell

3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur

4 Implementierung des Modells und Ergebnisse

5 Validation der Ergebnisse

6 Fazit und Ausblick

Methoden zum Kühlungs-Modell

Autoren	Fallstudie	Methode	Validation	Geometrie
Entranze Project 2014	Europa	Stündliche ISO 13790 für Kühlen und Heizen	EnergyPlus	Architektur Pläne (EFH,MFH, Büro, Schule)
Nouvel 2013	Karlsruhe- Rinheim	Monatliche ISO 13790 für Heizen	Real Gas Daten	CityGML in LOD2 (MFH, HH)
Vartires 2013	Romania	Monatliche ISO 13790 für Kühlen	TRNSYS	Architektur Plan für Büro
Mattia de Rosa 2014	Milan,Rom, Palermo	Heizgradtage	TRNSYS und EnergyPlus	Architektur Plan für Wohnblock
Catalina T. et al 2011	Paris	Monatliches regressions Modell für Kühlen	-	Architektur plan für Büro

Modelle zum Kühlungs-Modell

■ Methoden

■ Statistische-Methoden

- - Brauchen historische Daten
- - Starke Abhängigkeiten des reduzierten Modells zu den Fällen

■ Physikalische-Methoden

- + Brauchen keine historischen Daten
- + Basieren auf physikalischen Prinzipien

■ Tools (EnergyPlus, TRNSYS, EnerCalc)

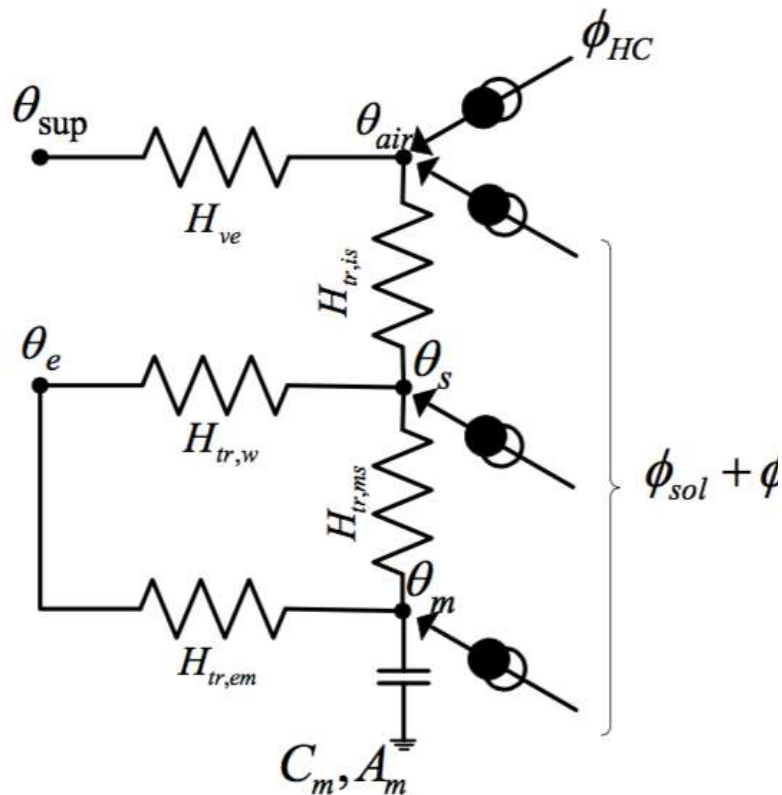
- - “Black Box”-Problem
- - Höheren Eingangsdatenanforderung
- + Gute Ergebnisse

Agenda

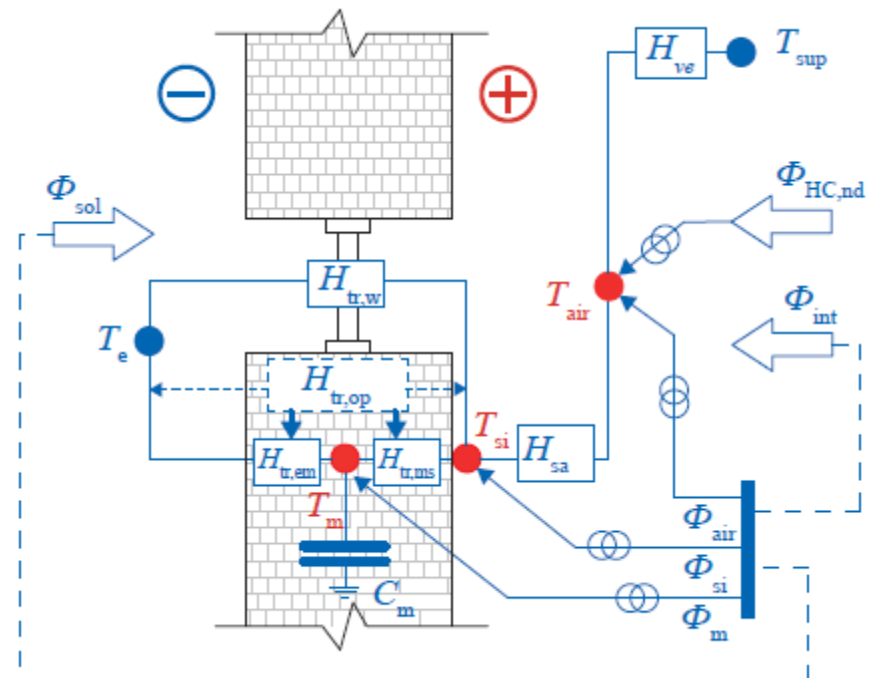
- 1 Motivation und Zielsetzung
- 2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell
- 3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur**
- 4 Implementierung des Modells und Ergebnisse
- 5 Validation der Ergebnisse
- 6 Fazit und Ausblick

ISO 13790 Standard

ISO EN 13790:2008



Quelle: ISO 13790

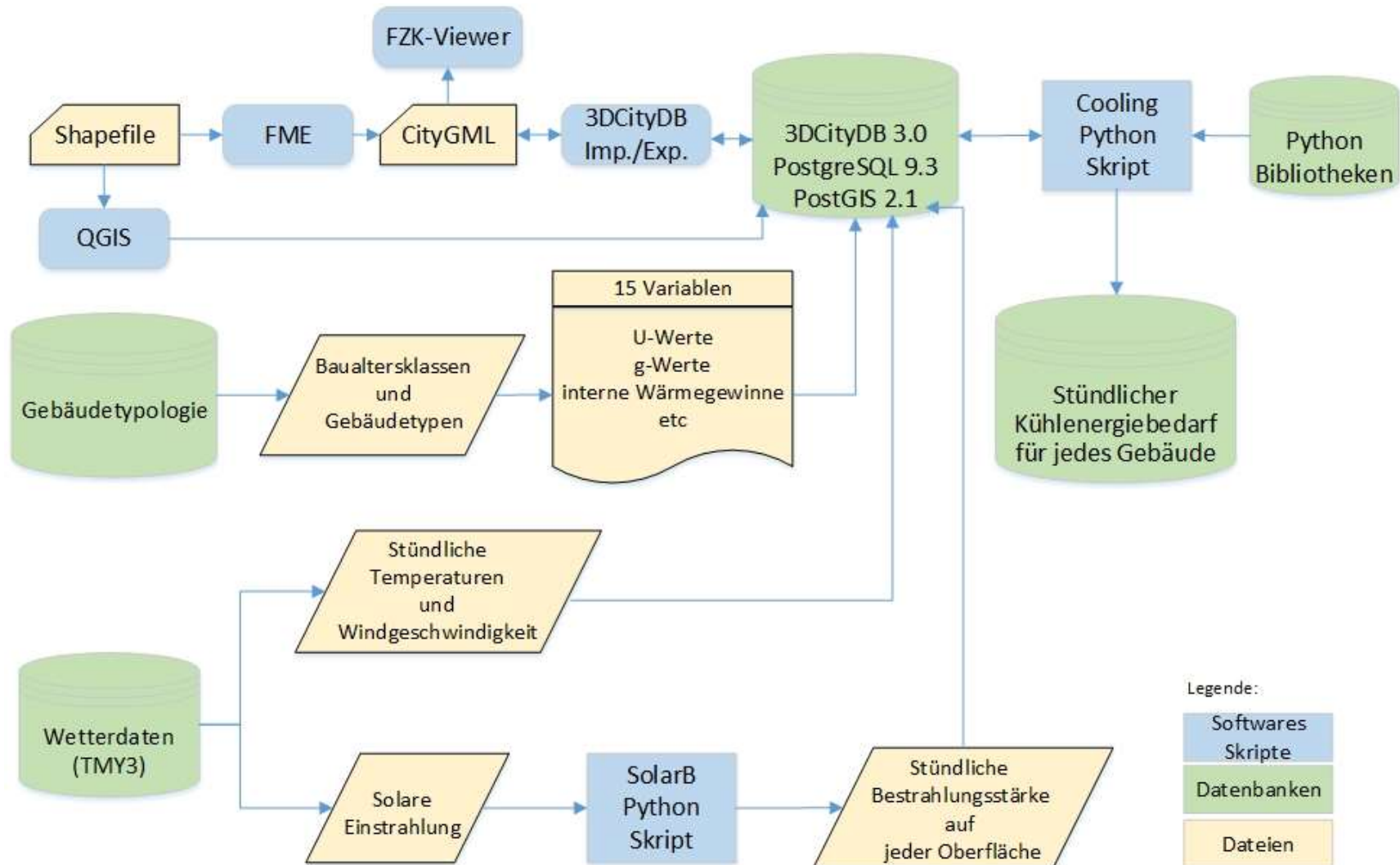


Quelle: Homics 2013

ISO 13790 Standard

- Vorteile:
 - Stündliche Berechnungsverfahren.
 - Energiebedarf für Heizen und Kühlen einer Zone und mehreren Zonen.
 - Weniger Eingabedaten.
 - Das Modell ist das Ergebnis einer internationalen Einigkeit, daher sicher.

GIS-Architektur



Agenda

- 1 Motivation und Zielsetzung
- 2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell
- 3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur
- 4 Implementierung des Modells und Ergebnisse**
- 5 Validation der Ergebnisse
- 6 Fazit und Ausblick

Implementierung des Modells

■ Eingabedaten

Gebäudegeometrie

- Wandfläche N, S, E, W
- Volumen
- Grundrissfläche



Gebäudetypologie

- Fensterfläche N, S, E, W
- U-Werte, Wand, Dach, Fenster, Grundriss
- g-Werte Fenster
- Wärmequellen
- Infiltration
- Ventilation



Wetterdaten

- Stündliche Temperaturen
- Stündliche Windgeschwindigkeit
- Stündliche Solareinstrahlung

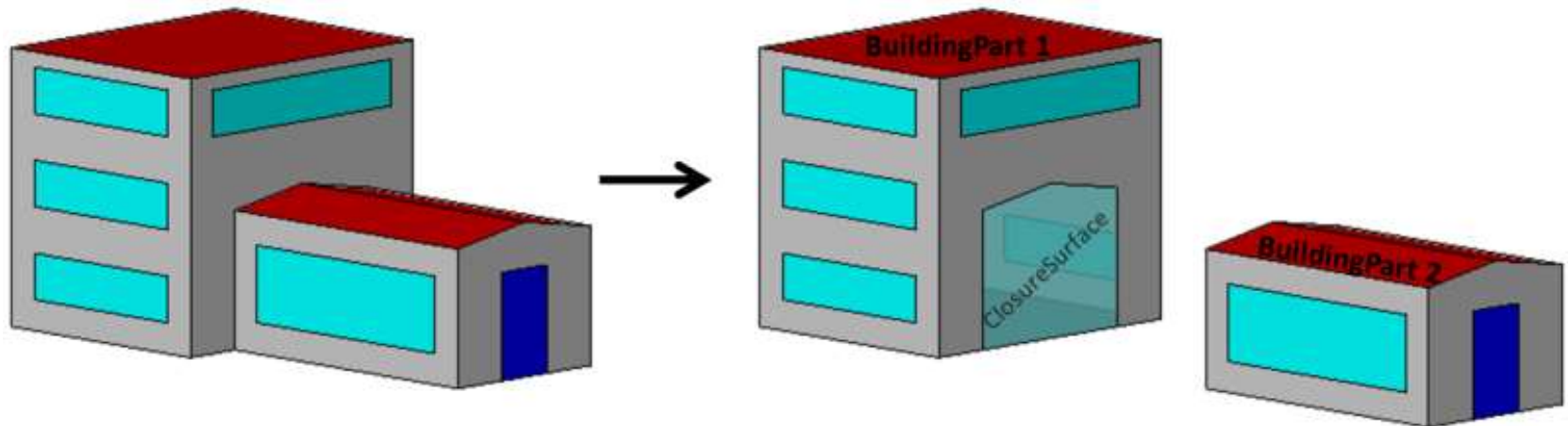


Implementierung des Modells

■ Volumen Berechnung

■ Möglichkeit (1):

- Voluminator: Java Software der TU München
- Funktioniert nur mit CityGML-Daten ohne BuildingPart

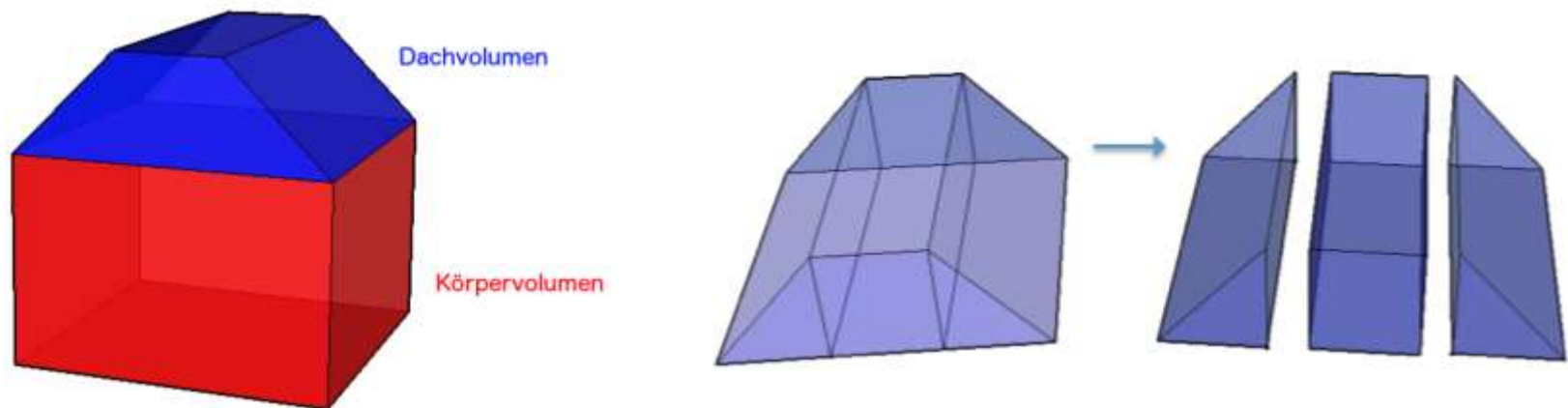


Quelle: <http://wiki.quality.sig3d.org/index.php/Modellierung>

Implementierung des Modells

■ Volumen Berechnung

- Möglichkeit (2):
 - Körpervolumen = Grundriss x Wandhöhe
 - Dachvolumen = Python Bibliothek **Pyhull**
 - Gesamtvolumen = Körpervolumen + Dachvolumen



Implementierung des Modells

■ Flächen Berechnung

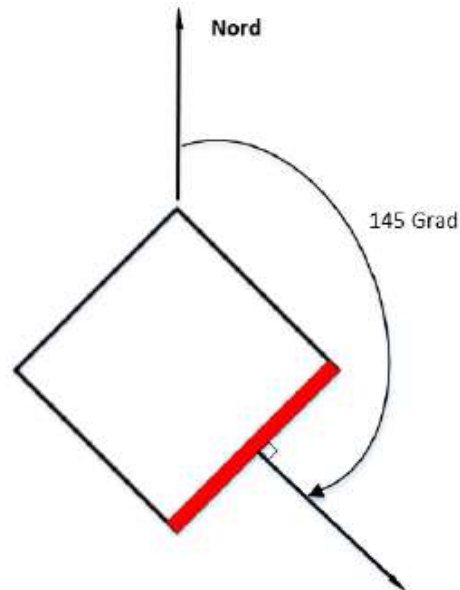
■ Möglichkeit:

- Die Funktion **ST_3DArea** in PostGIS 2.2

Implementierung des Modells

■ Fassadenorientierung

- Berechnung des Normal zur Wandfläche
- Berechnung der Winkel zwischen Normal und y-Achse

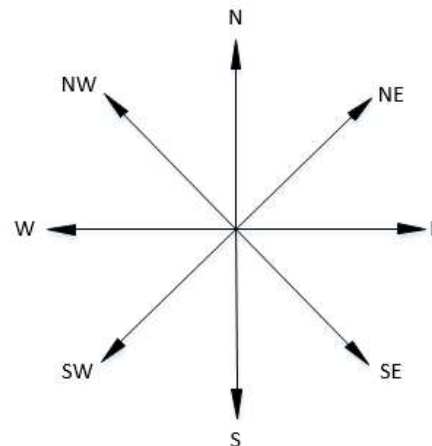


Implementierung des Modells

■ Fassadenorientierung

■ Zuordnung der Wandfassaden

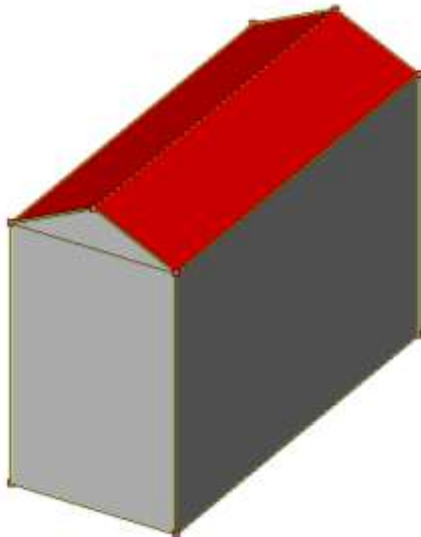
- Nord-Fassade: (NW) $315^\circ < \text{Winkel} \leq 45^\circ$ (NE)
- Süd-Fassade: (SW) $225^\circ \leq \text{Winkel} < 135^\circ$ (SE)
- Ost-Fassade: (NE) $45^\circ < \text{Winkel} \leq 135^\circ$ (SE)
- West-Fassade: (SW) $225^\circ < \text{Winkel} \leq 315^\circ$ (NW)



Ergebnisse

■ Beispiel (1): Büro Baujahr 1975

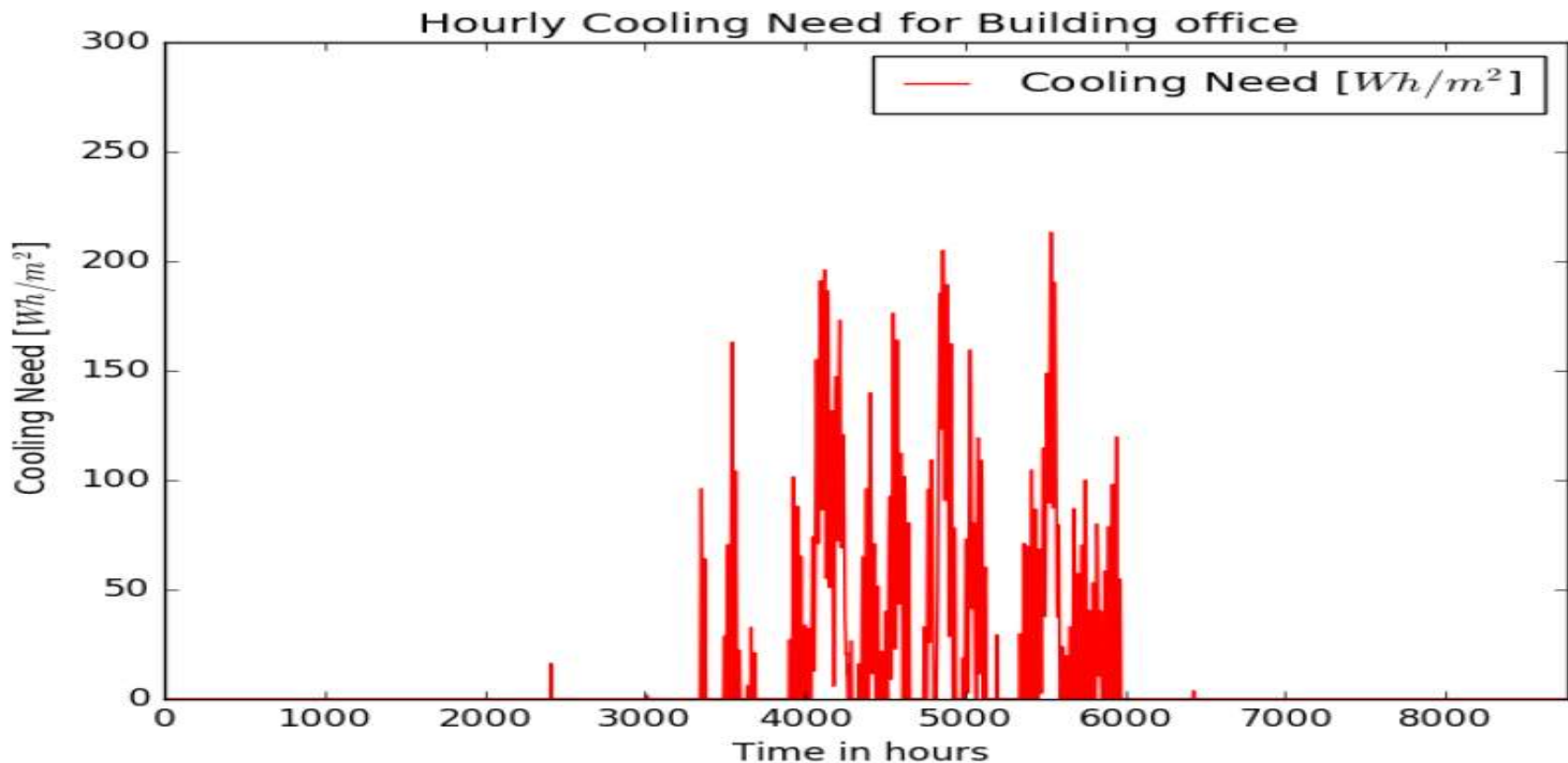
- Volumen = 5551.91 m³
- Nutzfläche = 1776.61 m²



Gebäude ID	Fläche ID	Fläche	Flächentype
1	3	14.594	BuildingWallSurface
1	5	297.705	BuildingGroundSurface
1	7	464.714	BuildingWallSurface
1	9	192.823	BuildingWallSurface
1	11	164.472	BuildingRoofSurface
1	13	192.844	BuildingWallSurface
1	15	14.592	BuildingWallSurface
1	17	463.360	BuildingWallSurface
1	19	164.708	BuildingRoofSurface

Ergebnisse

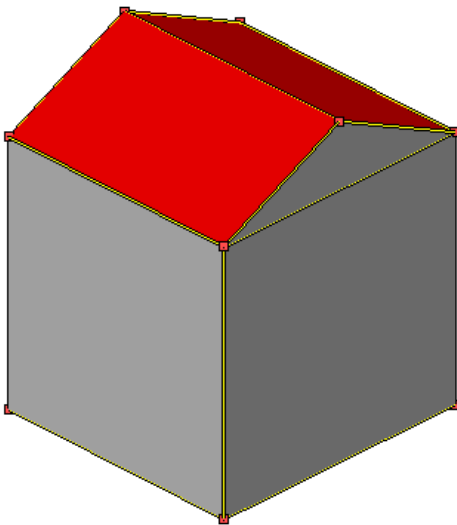
- Beispiel (1): Büro Baujahr 1975
 - Stündlicher Kühlenergiebedarf berechnet mit Python



Ergebnisse

■ Beispiel (2): Mehrfamilienhaus Baujahr 1985

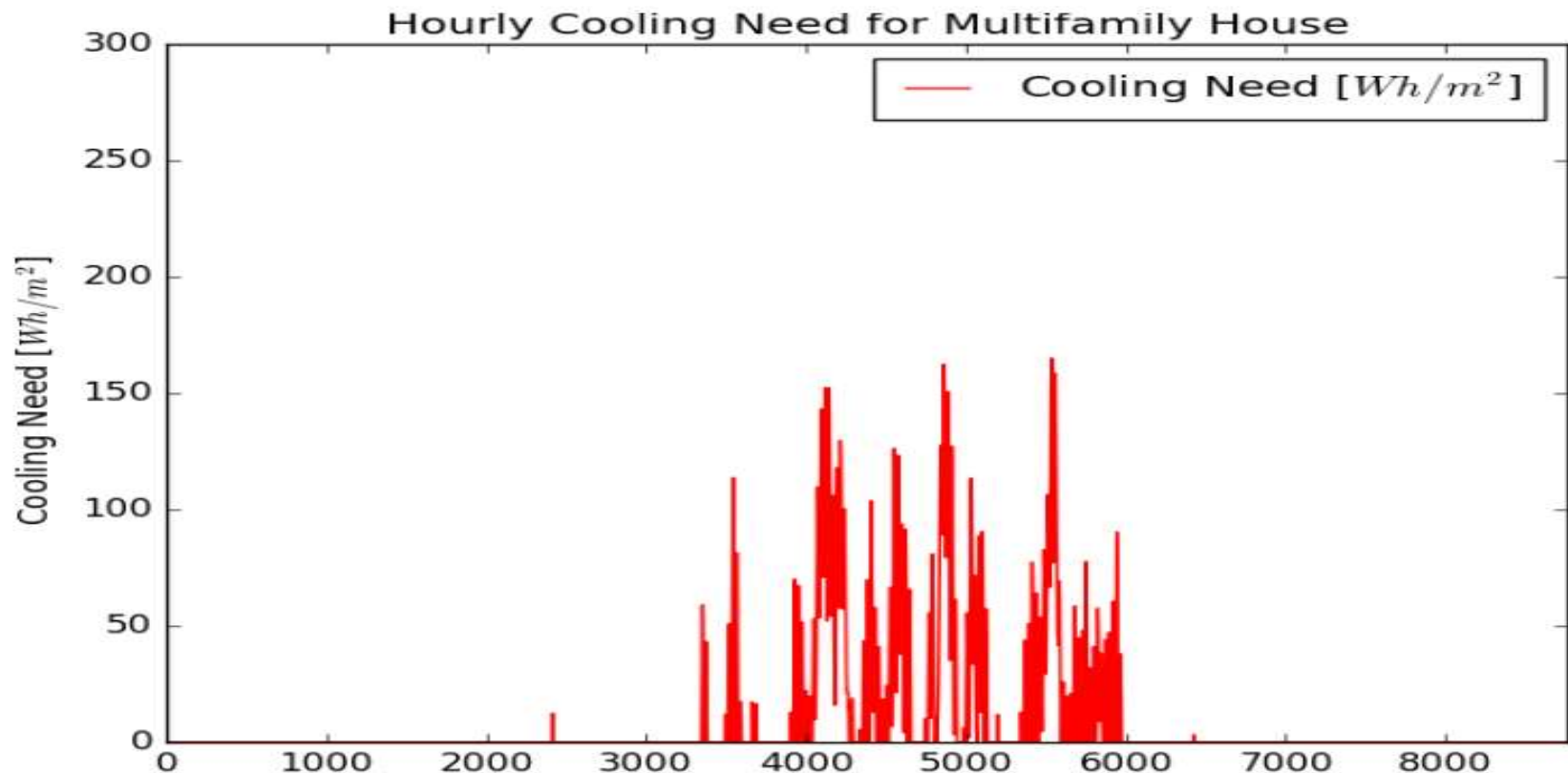
- Volumen = 1327.62 m³
- Nutzfläche = 424.84 m²



Gebäude ID	Fläche ID	Fläche	Flächentype
1	3	112.243	BuildingGroundSurface
1	5	62.313	BuildingRoofSurface
1	7	62.411	BuildingRoofSurface
1	9	107.932	BuildingWallSurface
1	11	108.268	BuildingWallSurface
1	13	14.424	BuildingWallSurface
1	15	14.419	BuildingWallSurface
1	17	114.635	BuildingWallSurface
1	19	114.601	BuildingWallSurface

Ergebnisse

- Beispiel (2) Mehrfamilienhaus Baujahre 1985
 - Stündlicher Kühlenergiebedarf berechnet mit Python



Agenda

- 1 Motivation und Zielsetzung
- 2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell
- 3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur
- 4 Implementierung des Modells und Ergebnisse
- 5 Validation der Ergebnisse**
- 6 Fazit und Ausblick

Validation der Ergebnisse

	EnergyPlus	TRNSYS 17
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenfreie Software • Ausführliche Dokumentation • Stündliche Auflösung 	<ul style="list-style-type: none"> • Graphisch basiertes Simulationsprogramm • Erfordert kurze Einarbeitung • Erweiterung durch Plug-Ins • Stündliche Auflösung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Reiner Simulationskern • Keine graphische Benutzeroberfläche • Benötigt viele Plug-Ins • Umfangreiche Eingabedaten • Erfordert lange Einarbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenpflichtige Software • Umfangreiche Eingabedaten • Dokumentation nicht Ausführlich

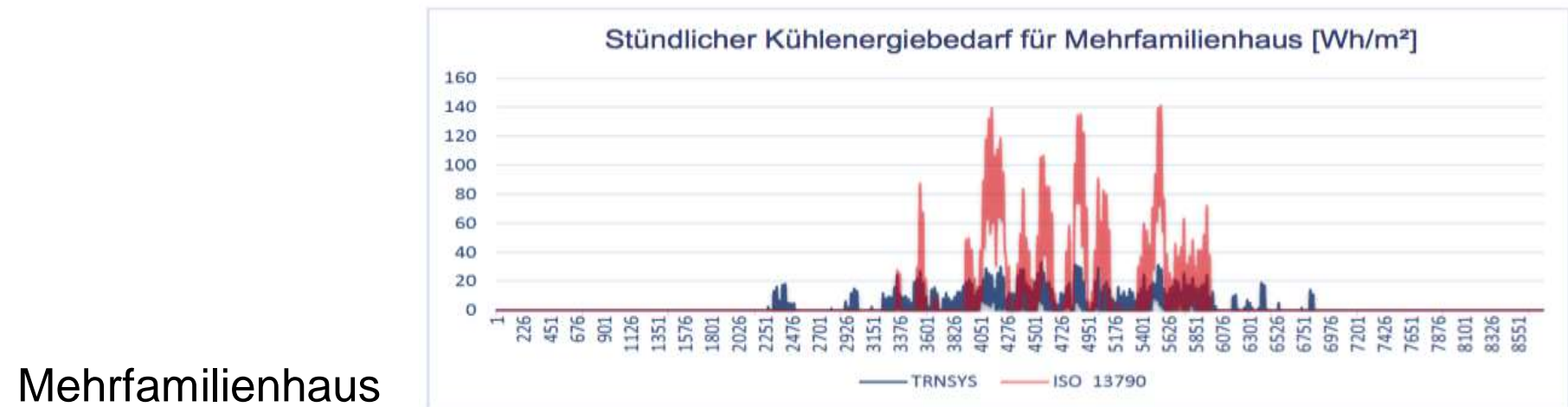


Validation mit TRNSYS: TRaNsient Systems



Validation der Ergebnisse

Bürogebäude



Mehrfamilienhaus

Validation der Ergebnisse

■ Unsicherheiten:

- Interne Wärmegewinne wurde konstant genommen
- Berechnung der Volumen
- Berechnung der solare Einstrahlung

■ Verbesserungen:

- Interne Wärmegewinne auf 8 Stunden reduzieren
- CityGML in LOD3 mit Stockwerke Informationen

Agenda

1 Motivation und Zielsetzung

2 Methoden und Modelle zum Kühlungs-Modell

3 ISO 13790 Standard und GIS-Architektur

4 Implementierung des Modells und Ergebnisse

5 Validation der Ergebnisse

6 Fazit und Ausblick

Fazit und Ausblick

■ Fazit:

- Implementierung des ISO 13790 Standards mit CityGML-Daten
- Fehlerfrei CityGML ist wichtig für das Modell
- Gebäudetypologie war Schwierig zu bekommen

Fazit und Ausblick

■ Ausblick:

- CityGML-Daten in LOD 3 mit Stockwerk Informationen.
- Interne Wärmegewinne auf acht Stunden pro Tage begrenzen.
- Solare Einstrahlung mit neuem validierten Programm berechnen.
- Ergebnisse für eine ganze Region berechnen und im *ArcScene* visualisieren.

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !



Fragen?