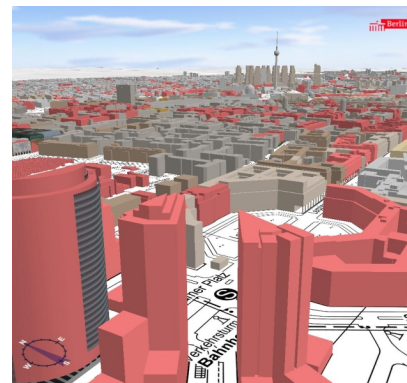
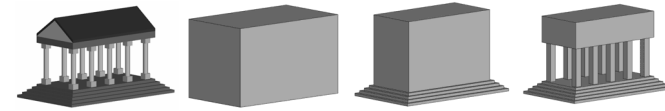


Generierung von Stadtmodellen auf Basis des IFC-Gebäudemodells





Agenda

1. Themeneinführung

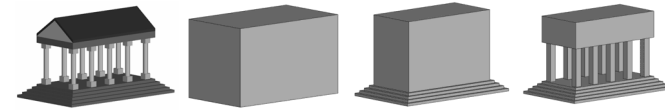
- Motivation der Arbeit
- Gebäudemodelle in CAD-Systemen

2. Idee der Arbeit

- Modelltransformation
- Entwicklung eines Transformationsalgorithmus

3. Ergebnisse

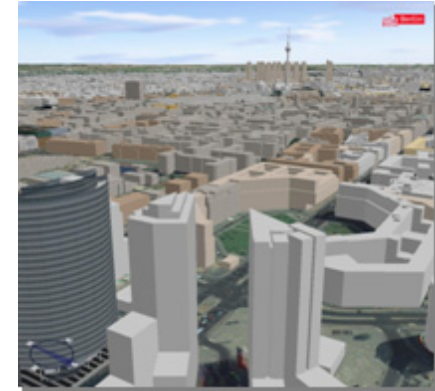
4. Fazit und Ausblick



Motivation der Arbeit

■ Generierung von Gebäudemodellen für semantische 3D-Stadtmodelle

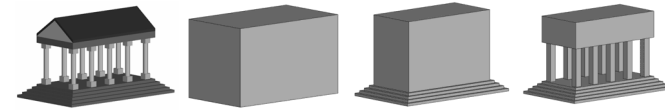
- Auf der Basis von 2D-Katasterdaten
 - Meist nur LOD 1 Modelle ableitbar
- Auf der Basis von Photogrammetrie oder Laserscanning
 - LOD 2 und LOD 3 Geometriemodelle
 - Wenig Semantik
- Geometrische 3D-Gebäudemodelle
 - Alle LODs ableitbar
 - Nur geometrische Informationen
- Semantische 3D-Gebäudemodelle
 - Alle LODs ableitbar
 - Hoher semantischer Informationsgehalt



Stadtszene Berlin

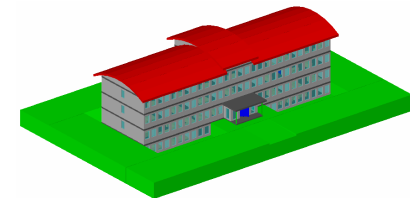
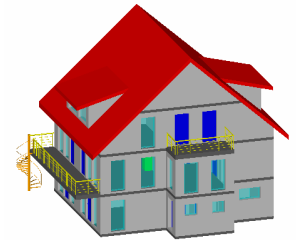


Stadtszene Stuttgart

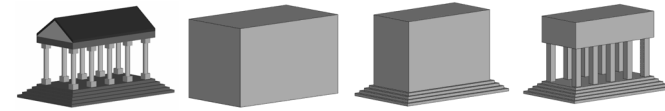


Gebäudemodelle in CAD-Systemen (1/3)

- **Semantische 3D-Gebäudemodelle in CAD-Systemen**
 - Objekt- bzw. bauteilorientierte Modelle
 - Objekteigenschaften
 - Objektrelationen
- **Ziel: Building Information Model (BIM)**
 - Beschreibung eines Gebäudes über dessen gesamten Lebenszyklus
 - Integration unterschiedlicher Fachsichten
- **Industry Foundation Classes (IFC)**
 - Produktdatenmodell als Basis des BIM
 - Internationaler Standard (ISO 16739)
 - (3D-)Geometrie und Topologie der Bauteile
 - Hoher semantischer Informationsgehalt (über CityGML hinausgehend)

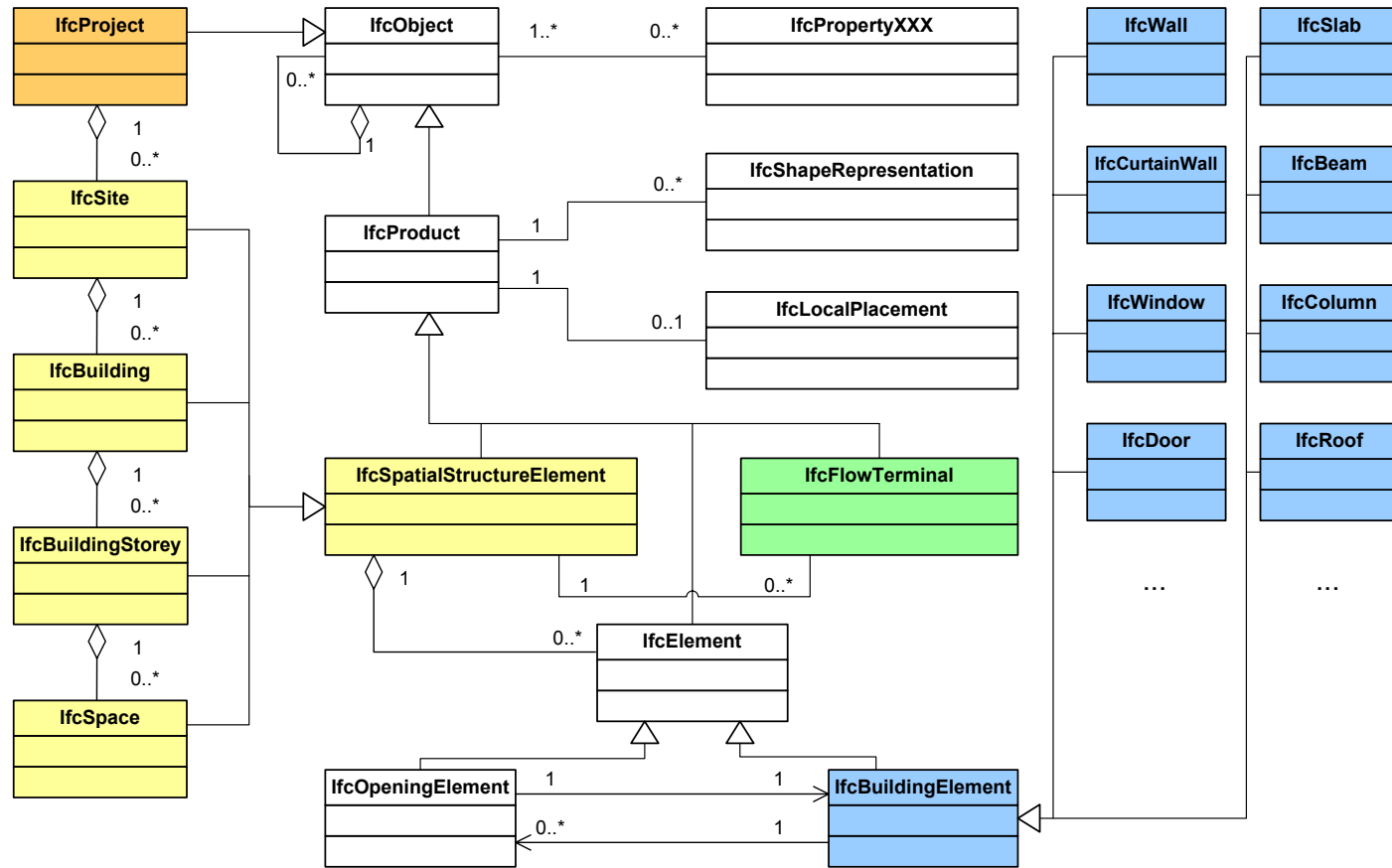


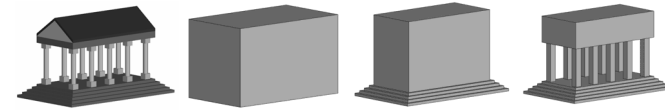
IFC-Gebäudemodelle



Gebäudemodelle in CAD-Systemen (2/3)

Informelles IFC-Gebäudemodell in UML-Notation

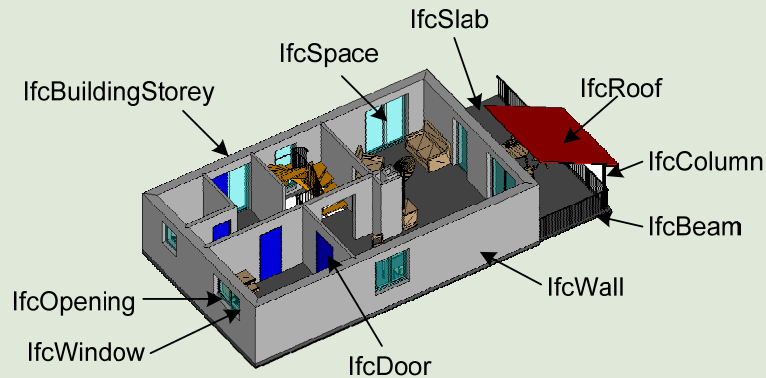




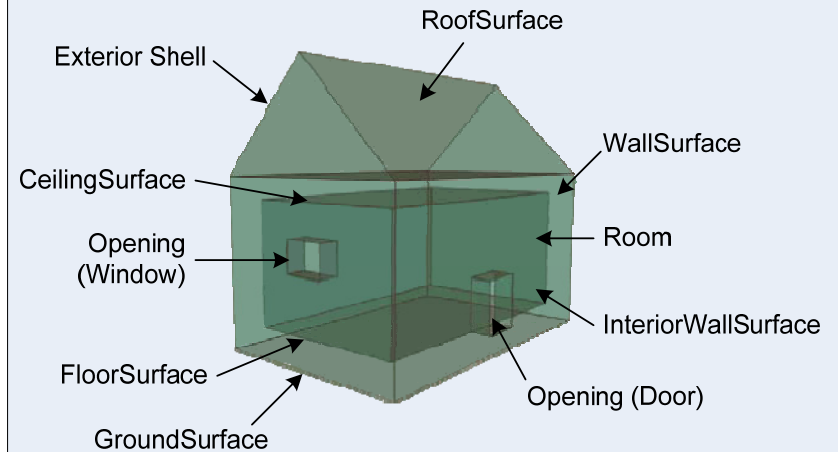
Gebäudemodelle in CAD-Systemen (3/3)

■ Gebäudemodellierung in IFC und CityGML

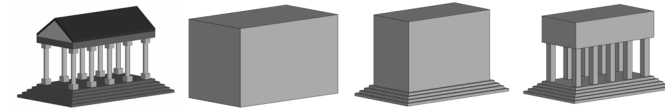
Bauteilorientiertes Volumenmodell (IFC)



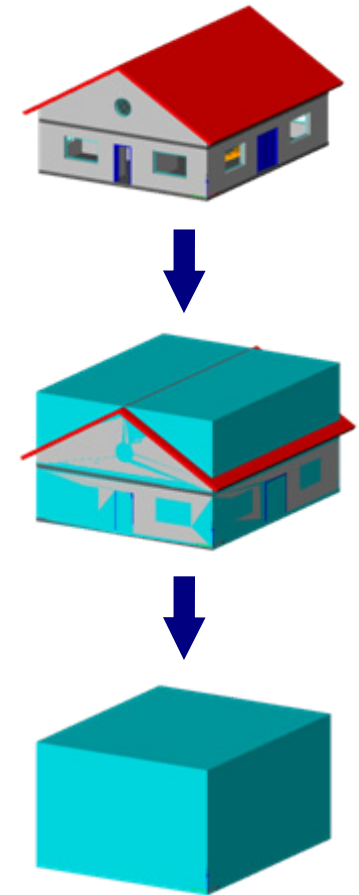
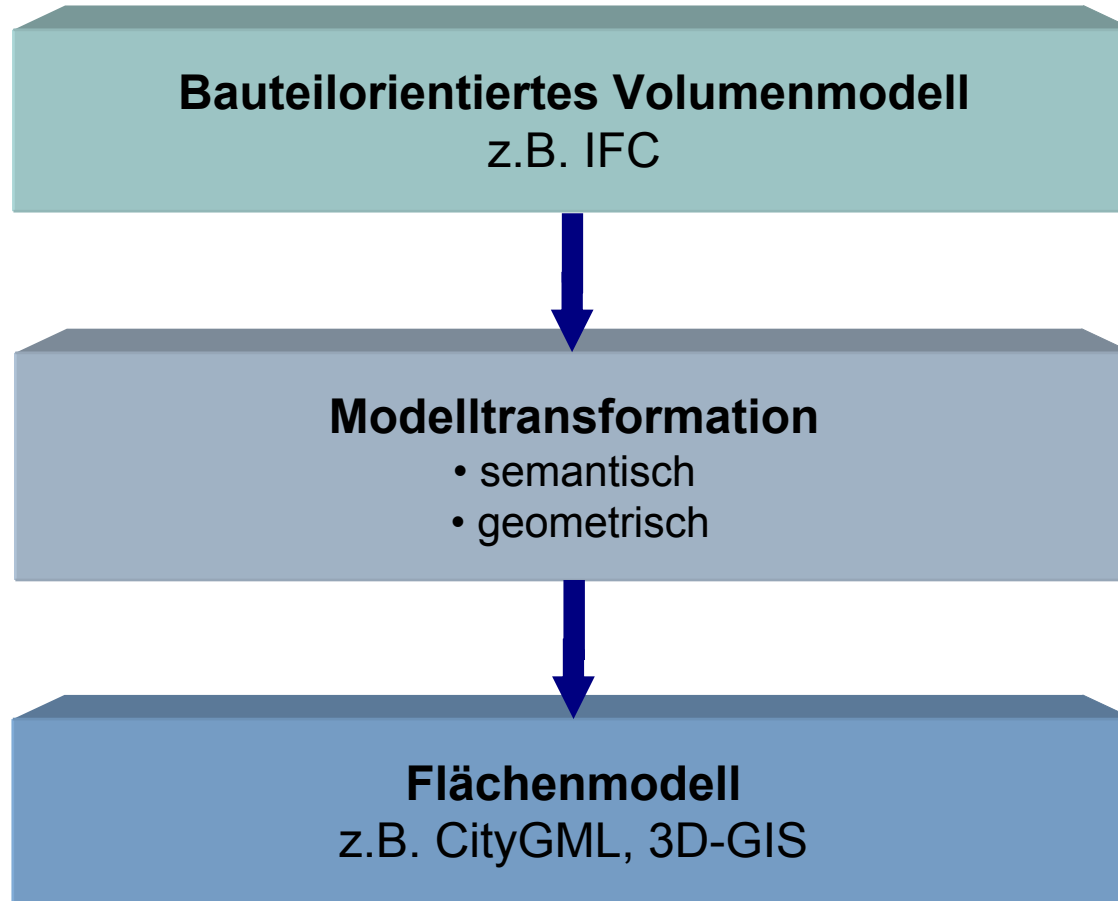
Flächenmodell (CityGML)

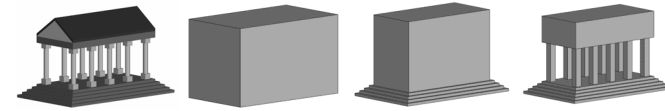


⇒ Unterschiede auf geometrischer und semantischer Modellebene



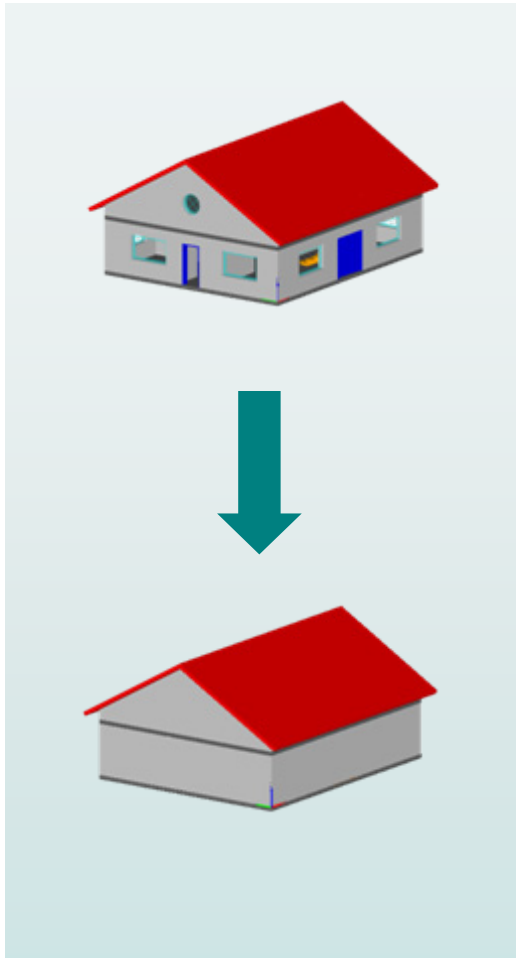
Idee der Arbeit



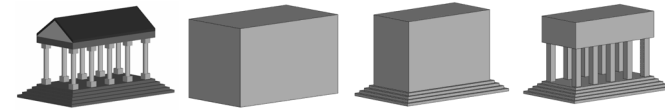


Algorithmus der Modelltransformation (1/7)

■ Schritt 1: Modellvereinfachung auf semantischer Ebene

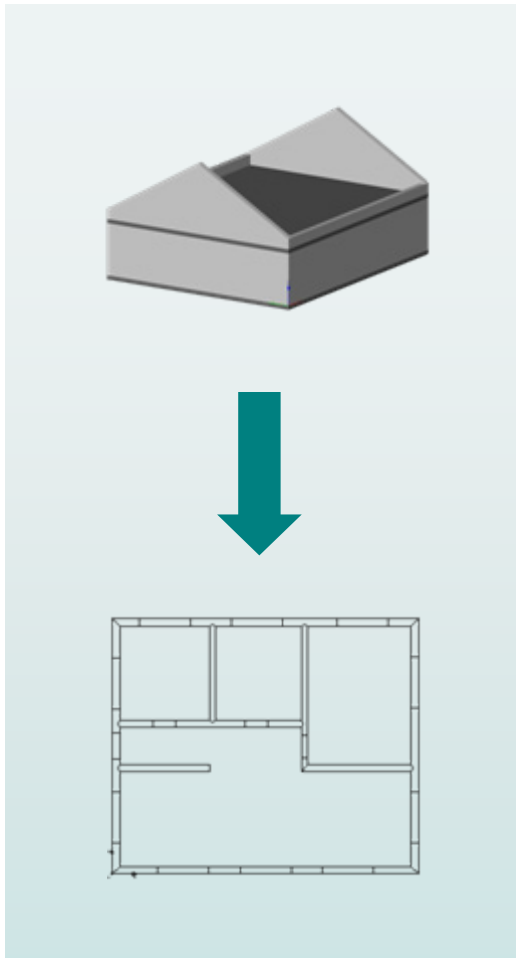


- Nur für das resultierende Flächenmodell relevante IFC-Elemente werden betrachtet
 - Horizontale plattenartige Elemente
 - z.B. Boden- und Deckenplatten
 - Vertikal extrudierte Elemente
 - z.B. Wände
 - evtl. Säulen, Fassaden, etc.
 - Dachelemente
- Ergebnis: Vereinfachtes Modell

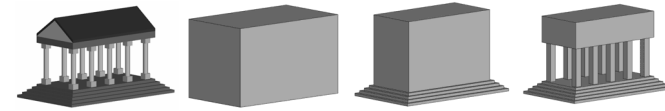


Algorithmus der Modelltransformation (2/7)

■ Schritt 2: Problemreduktion durch zweidimensionale Betrachtungen

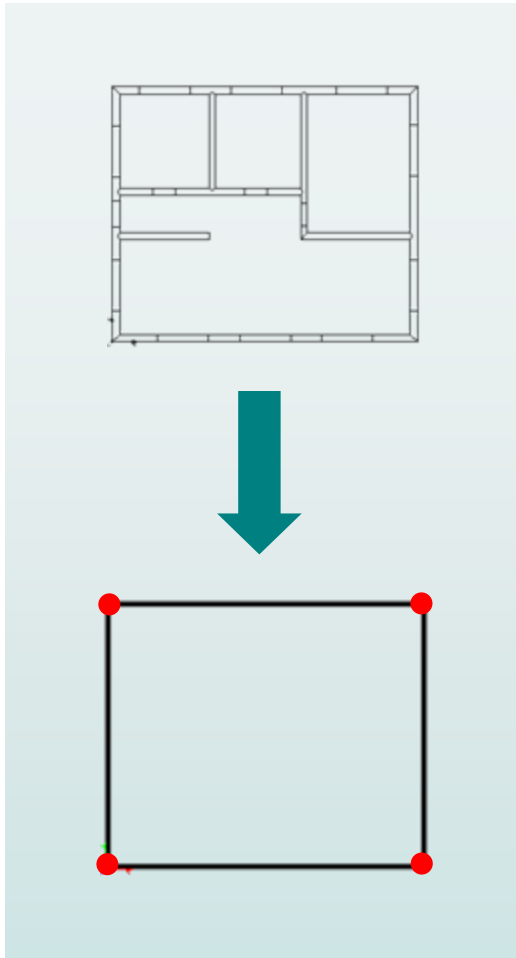


- **2D-Projektion**
 - Wände und Plattenelemente
 - Projektion erfolgt pro Stockwerk
 - Hüllformänderungen über die Höhe werden greifbar
- **Ergebnis: Bauteilorientierte Grundrisspolygone**

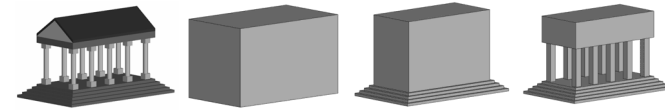


Algorithmus der Modelltransformation (3/7)

■ Schritt 3: Umrisspolygone pro Stockwerk bestimmen

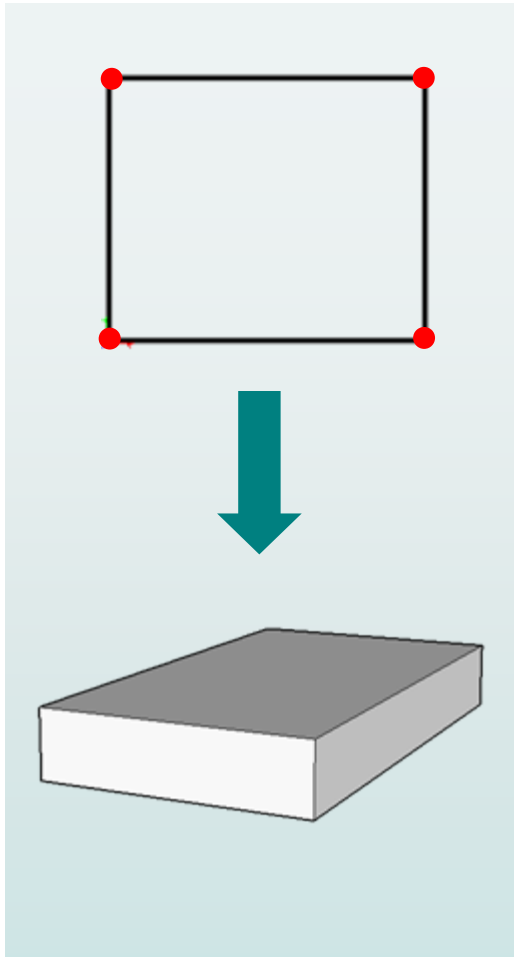


- **Geometrietransformation**
 - Bestimmung des Umrisspolygons mittels zweidimensionaler boolescher Vereinigung der Grundrisspolygone
 - Beliebig komplex
- **Ergebnis: Umrisspolygone des Stockwerks**



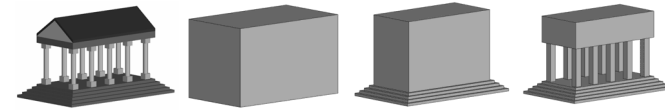
Algorithmus der Modelltransformation (4/7)

■ Schritt 4: Extrusion der Umrisspolygone



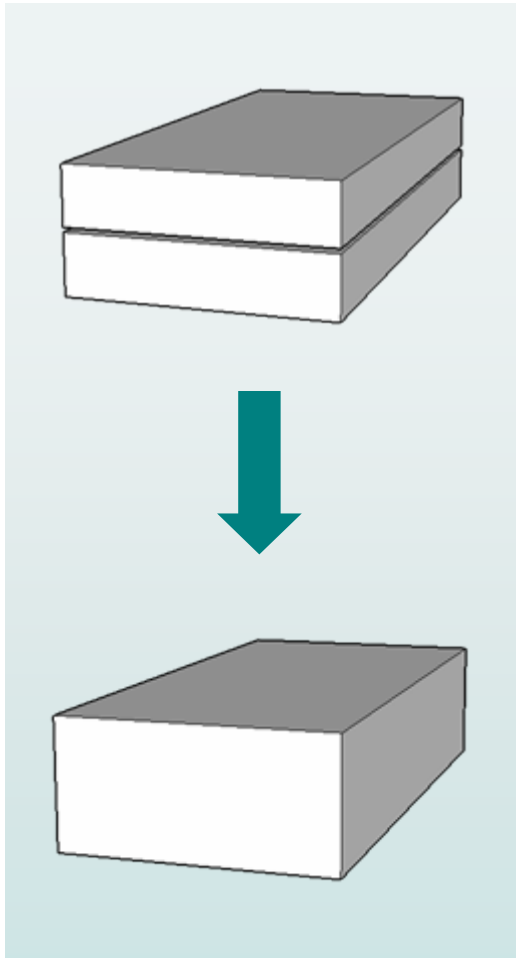
- **Umwandlung der Umrisspolygone in Extrusionskörper**
 - Extrusion entlang der z-Achse
 - Extrusionshöhe = Stockwerkshöhe
 - Bestimmung der Stockwerkshöhe u. U. nicht eindeutig
 - Implementiert: Wand + darunter liegende Decke

- **Ergebnis: Oberfläche der Extrusionskörper**

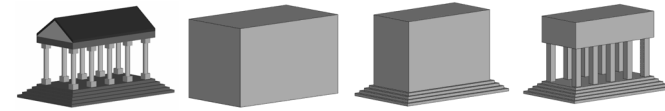


Algorithmus der Modelltransformation (5/7)

■ Schritt 5: Vereinigung der Extrusionskörper

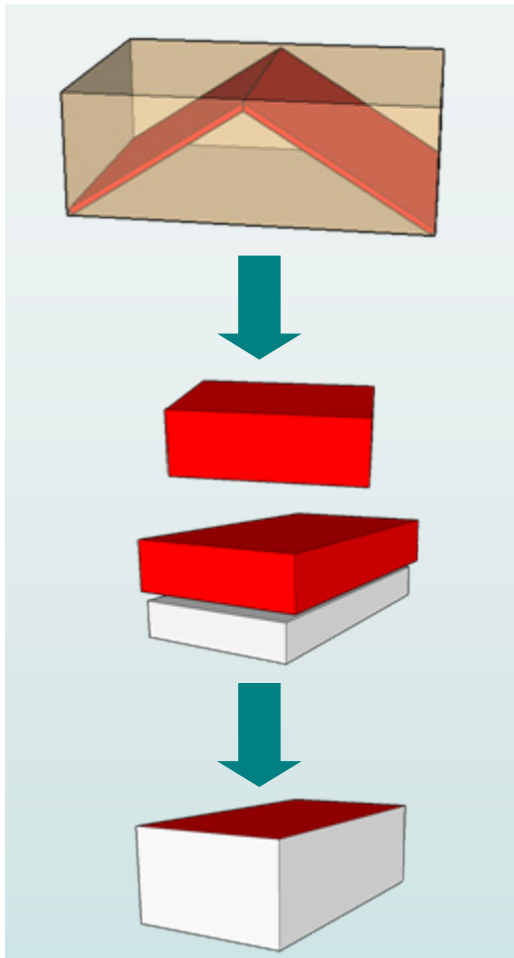


- **Extrusionskörper zusammenfassen**
- **Unterschiedliche Abstraktionsmöglichkeiten**
 - Identische Umrisse zusammenfassen
 - Gesamtumriss aller Extrusionskörper bestimmen und nur diesen extrudieren
- **Ergebnis: Weitere Datenreduktion**

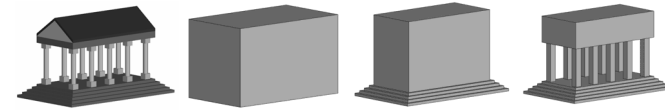


Algorithmus der Modelltransformation (6/7)

■ Schritt 6: Behandlung von Dachelementen



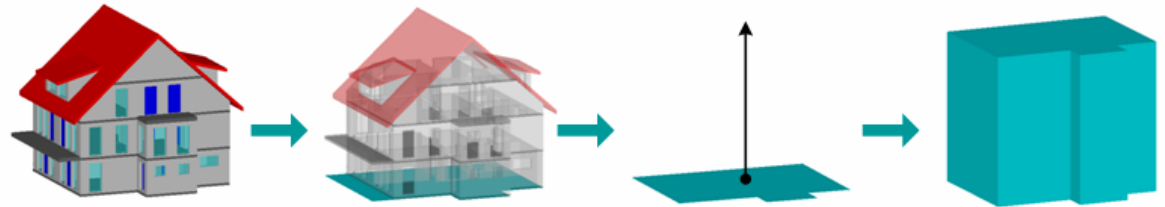
- **Dachelemente in Extrusionskörper wandeln**
 - Analog zu Stockwerksgrundriss
 - Extrusionshöhe = Firsthöhe
- **Vereinigung mit Extrusionen der Stockwerke**
 - Schneiden der Dachüberstände
- **Ergebnis: Vollständiges LOD 1 - Modell**



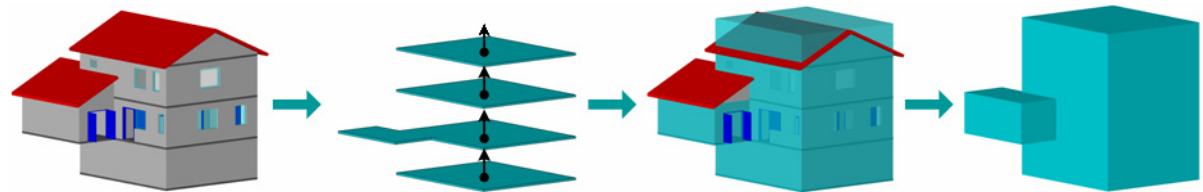
Algorithmus der Modelltransformation (7/7)

■ Ableitung unterschiedlicher Ergebnismodelle

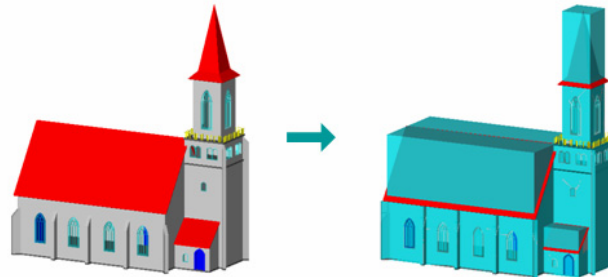
1. Gebäudegrundriss:

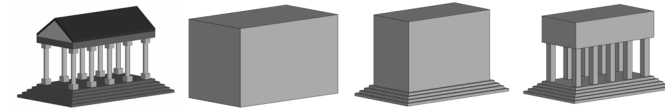


2. Horizontale Elemente:

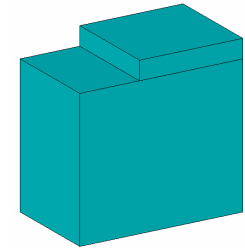
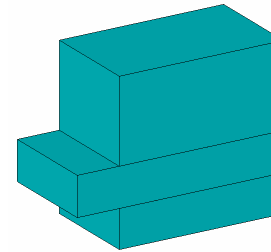
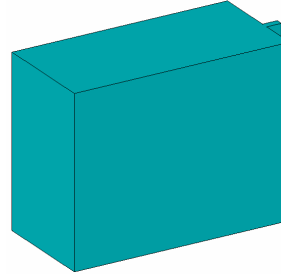
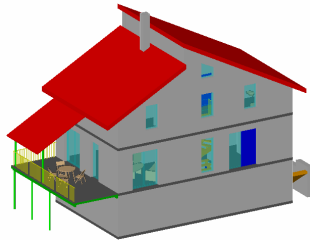


3. Alle Algorithmusschritte:

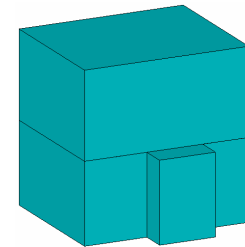
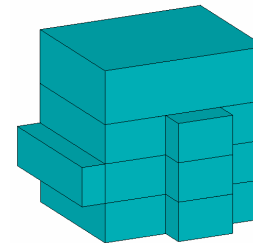
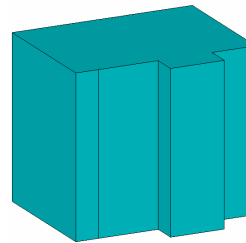
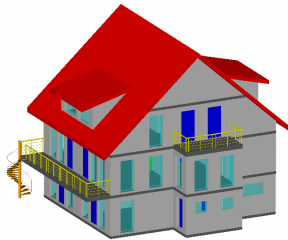




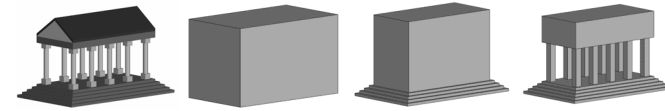
Ergebnisse (1/5)



Datenvolumen	7,08 MB	6,71 KB	12,7 KB	7,96 KB
CPU-Zeit [sec]	-	0,125	0,406	0,422
Volumenkörper	247	1	3	2

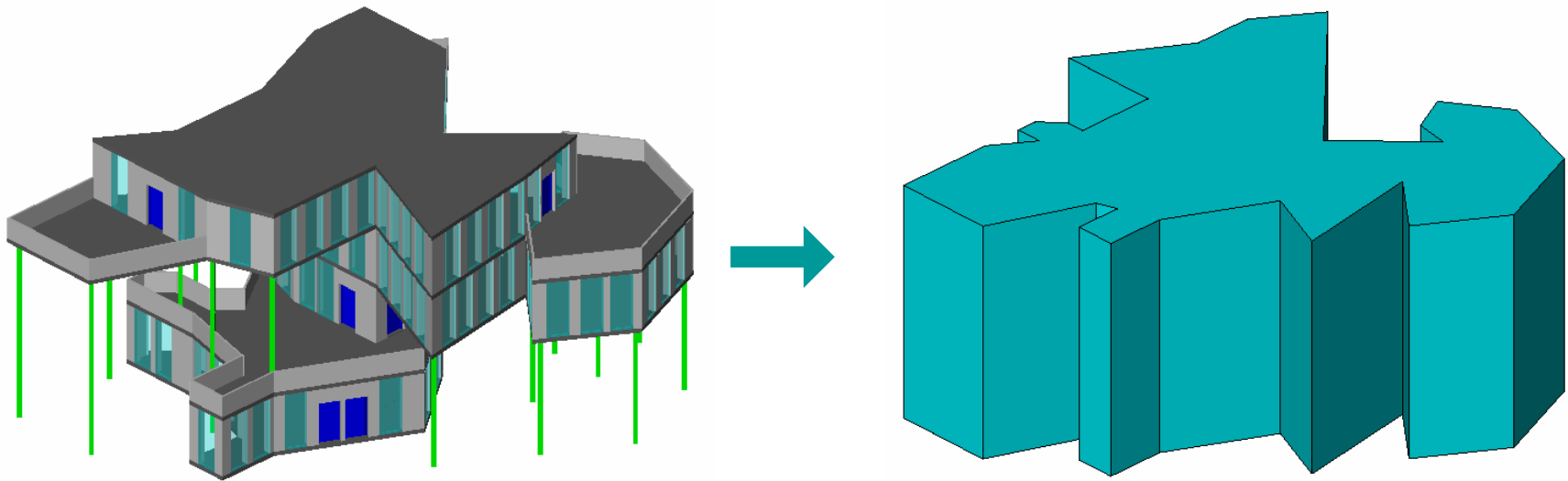


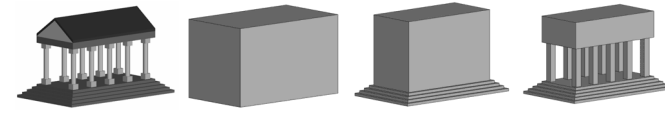
Datenvolumen	4,32 MB	9,23 KB	25,0 KB	15,0 KB
CPU-Zeit [sec]	-	0,156	0,547	0,531
Volumenkörper	294	1	4	2



Ergebnisse (2/5)

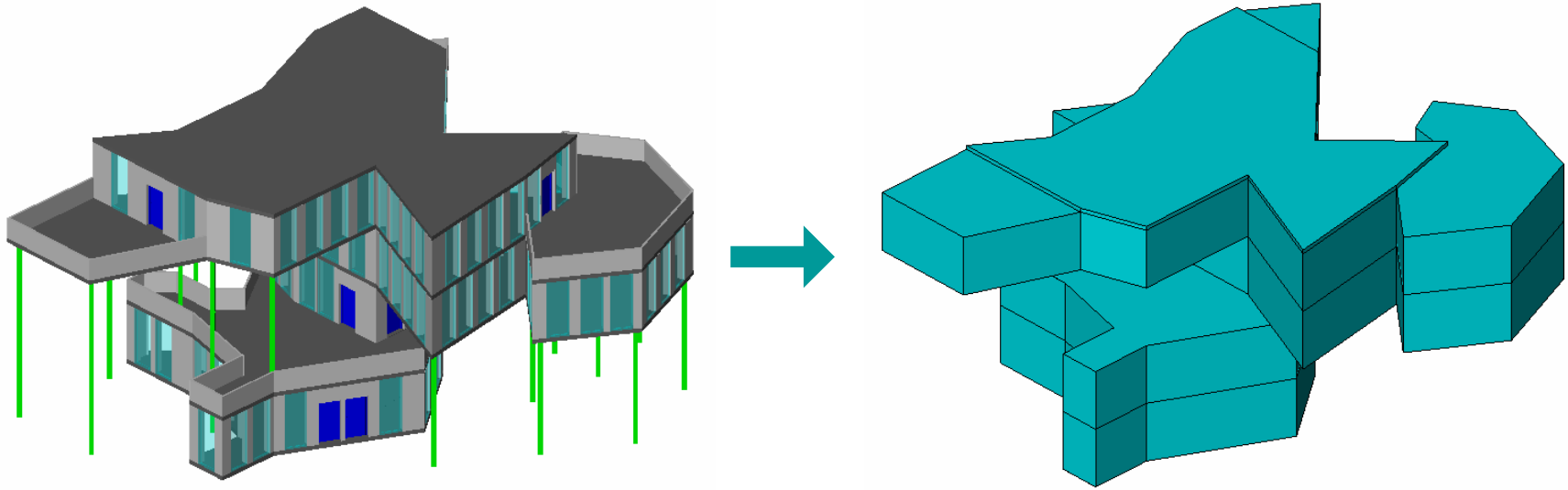
- Welches ist das „richtige“ LOD 1 – Modell?

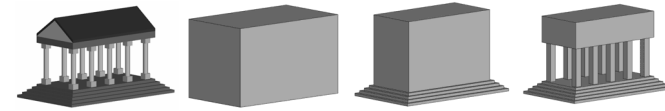




Ergebnisse (2/5)

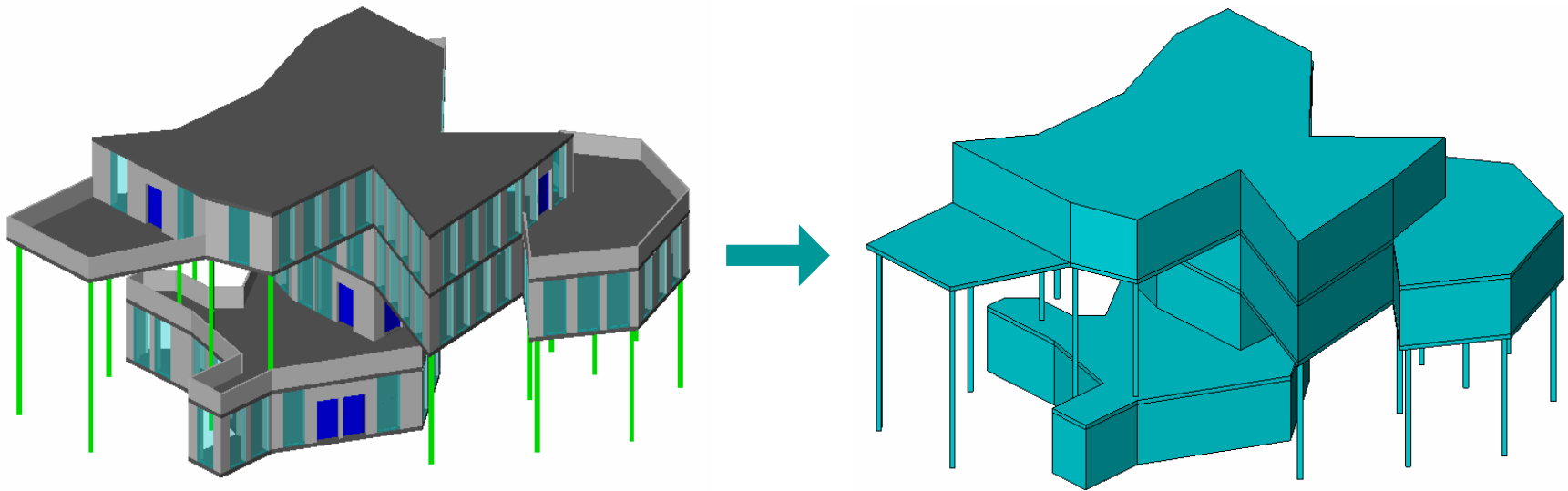
- Welches ist das „richtige“ LOD 1 – Modell?

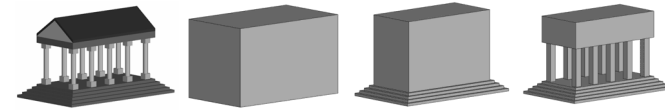




Ergebnisse (2/5)

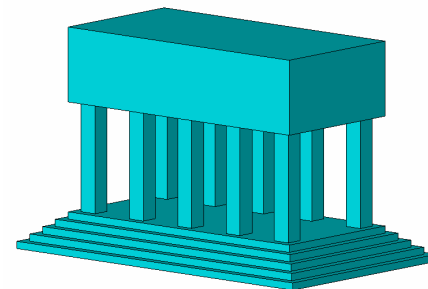
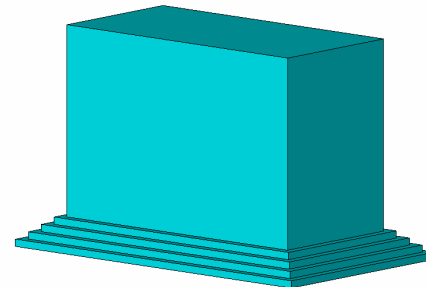
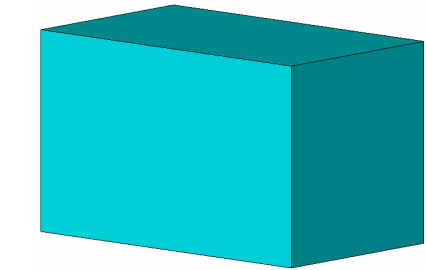
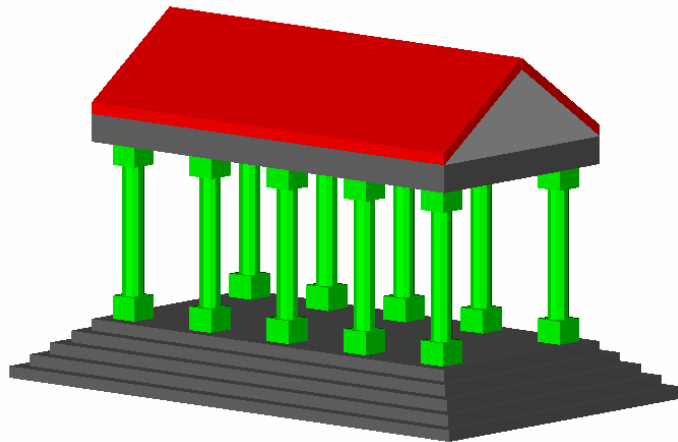
- Welches ist das „richtige“ LOD 1 – Modell?

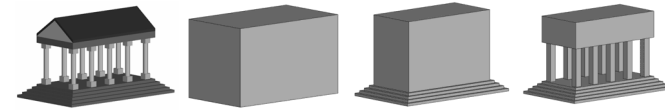




Ergebnisse (3/5)

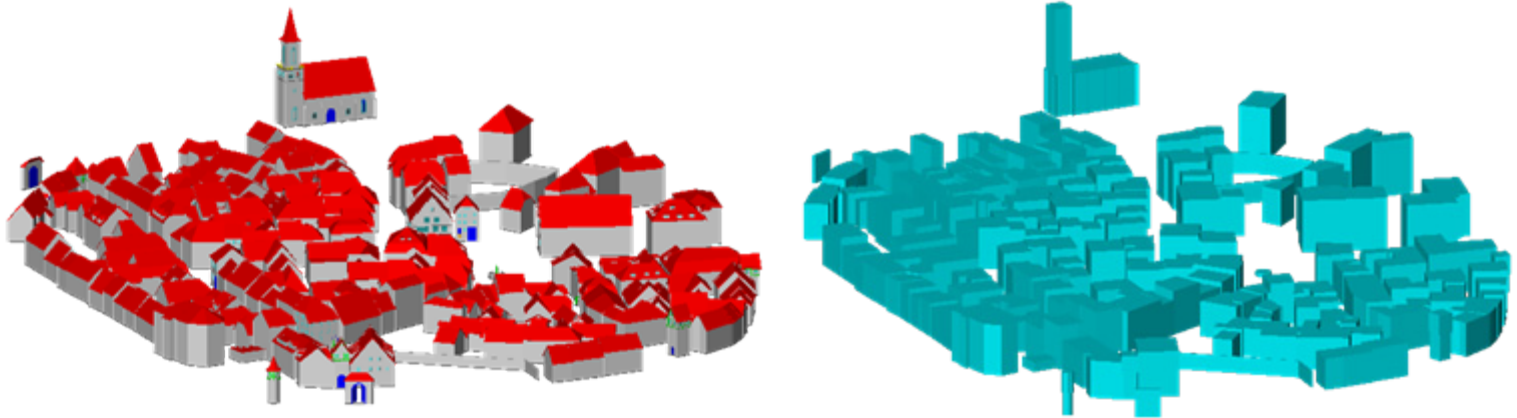
- Welches ist das „richtige“ LOD 1 – Modell?



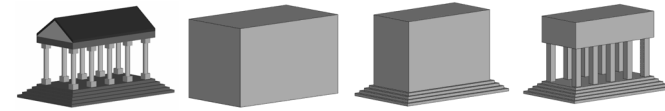


Ergebnisse (4/5)

■ Anwendung der Modelltransformation auf eine Stadtszene



Gebäudemodelle	195	195
Datenvolumen	28,0 MB	1,24 MB
CPU-Zeit [sec]	-	2,063
Volumenkörper	3808	272



Ergebnisse (5/5)

- Überführung des transformierten Modells in unterschiedliche Zielformate

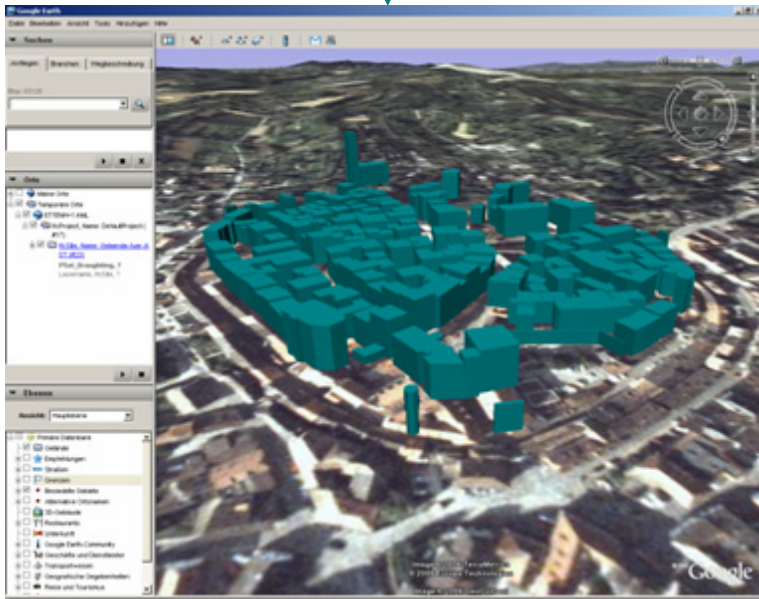


Abb.: Google Earth

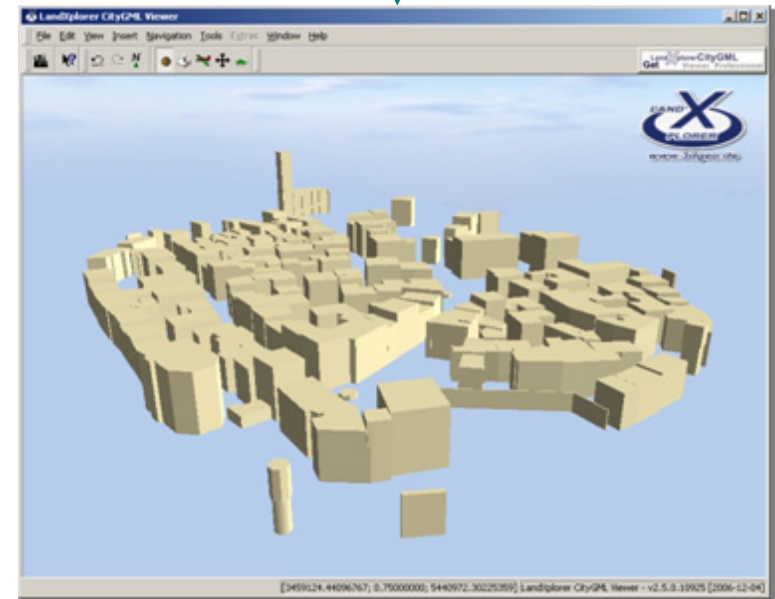
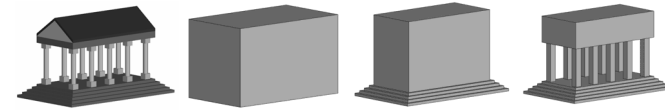


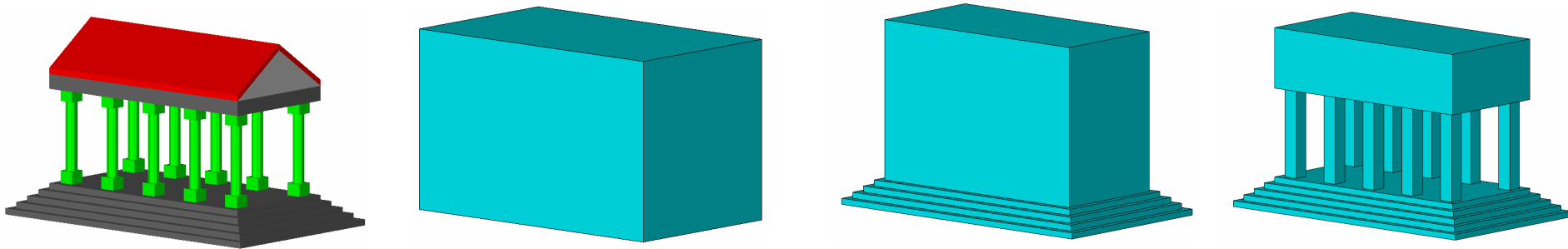
Abb.: LandXplorer



Fazit und Ausblick

- **Transformation von IFC-Gebäudemodellen in eine gültige Repräsentation für den LOD 1 von CityGML**
 - Geometrisch und semantisch
 - Formale Abbildungsvorschriften
 - Vollautomatisierte Modelltransformation
 - Realisierung in der Anwendung *IfcExplorer* des FZK
 - Reduktion des Aufwandes für die Erhebung von Gebäudemodellen für ein 3D-Stadtmodell

- **Ableitung LOD 2**
 - Erweiterung des Transformationsalgorithmus bspw. um prototypische Dachformen möglich
 - Bisher noch nicht umgesetzt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

