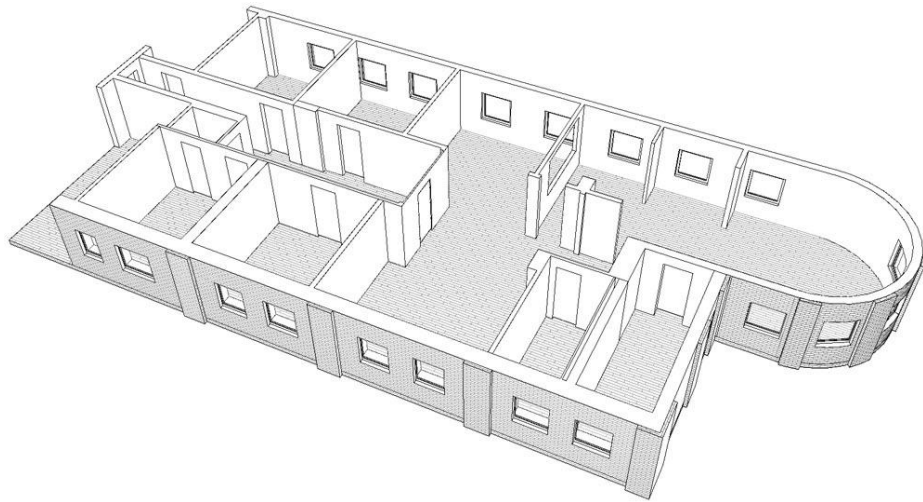




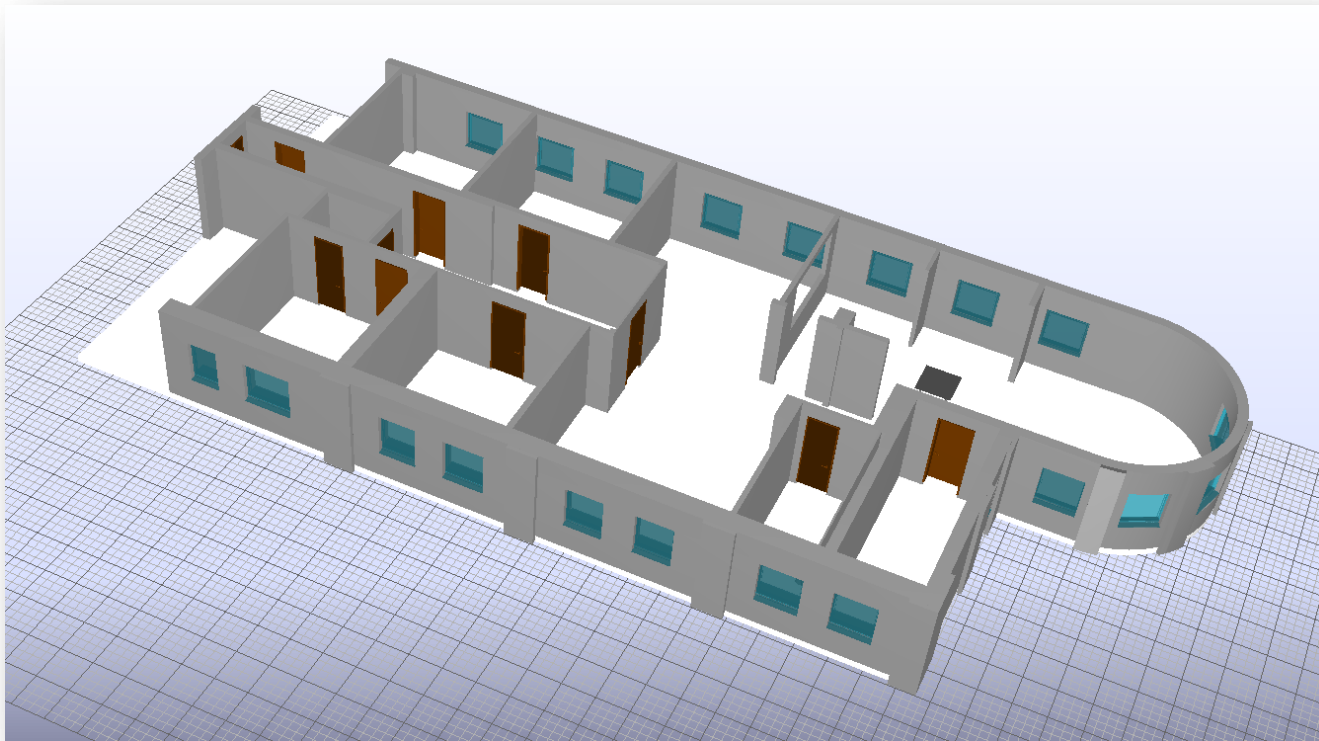
Thesis Outline

Entwicklung eines *Indoor Spatial Information Service* für IFC-basierte Gebäudemodelle

Bastian Karstaedt, Seminarpräsentation vom 18.11.2010

Fragestellung

„Wie kann ein Gebäudemodell im Interesse der Bewohner einer intelligenten Wohnung genutzt werden?“



Living Place Hamburg 3D

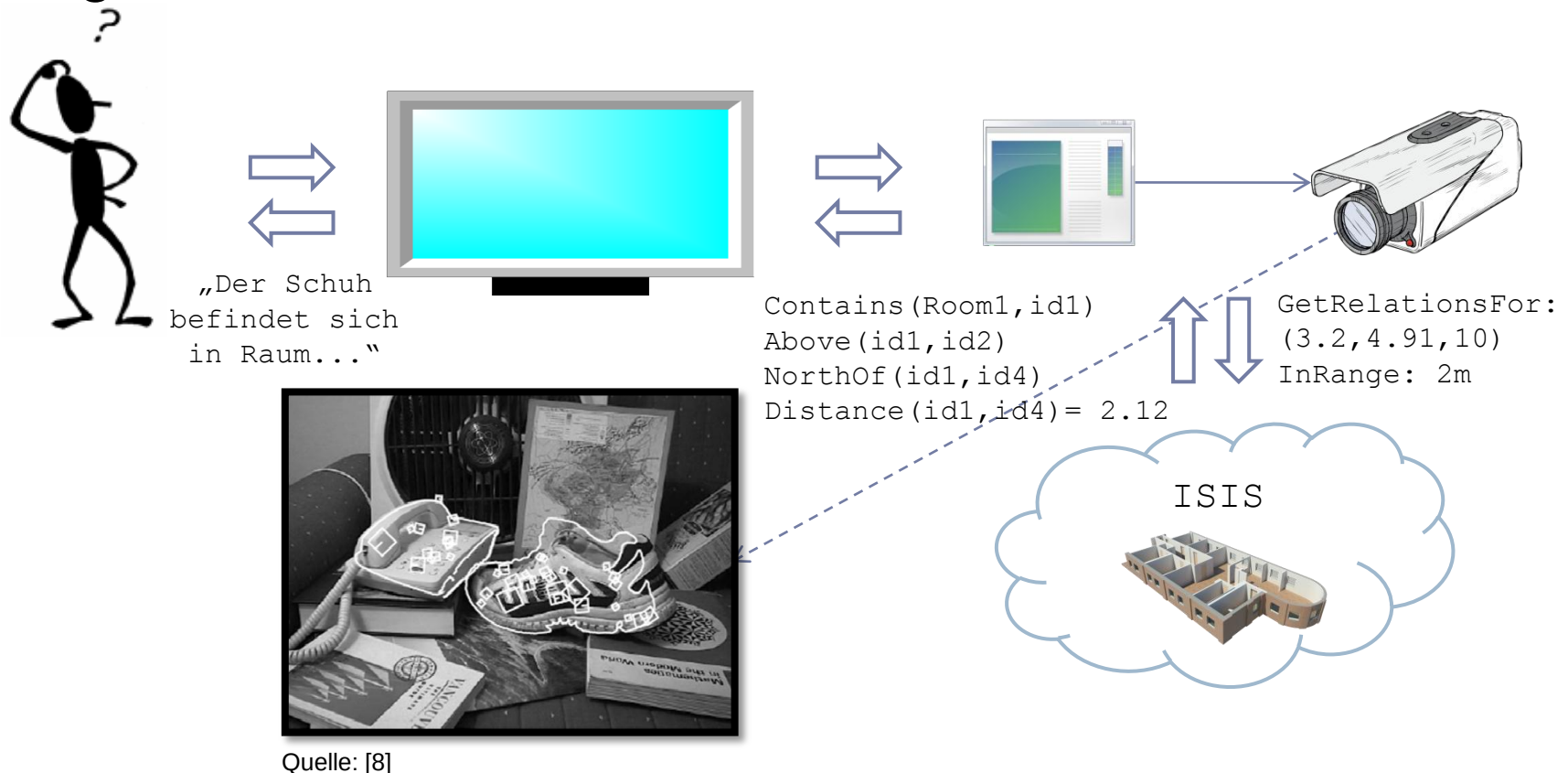
- ▶ Demo: Open IFC Tools GTDS-Viewer

Zielstellung der Masterarbeit

- ▶ Entwicklung eines „*Indoor Spatial Information Service*“
 - ▶ Informationen über räumliche Relationen im Innenraum
 - ▶ *Ziel:* API für räumliche Anfragen an ein Gebäudemodell
 - ▶ *Voraussetzung:* Umsetzung von räumlichen Operatoren

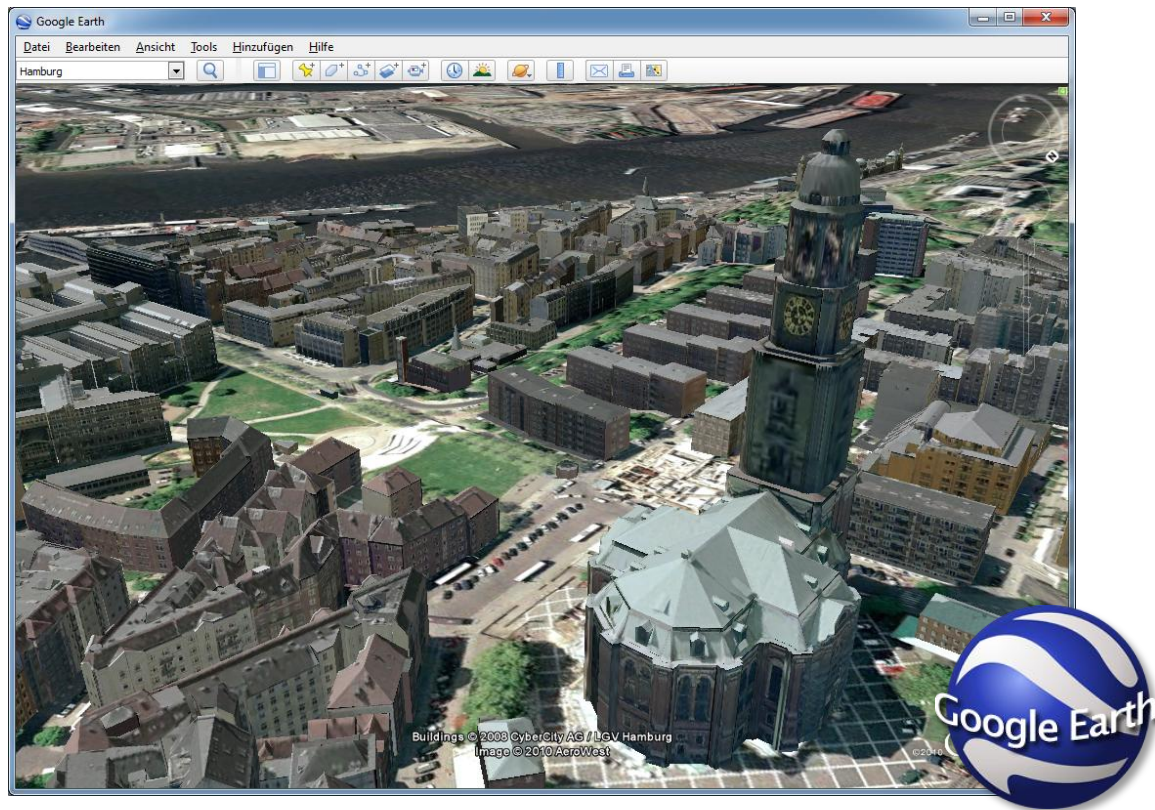
Nutzungsbeispiele eines ISIS

► Szenario I „Unterstützung beim Auffinden von Gegenständen“



Abgrenzung zu aktuellen Arbeiten

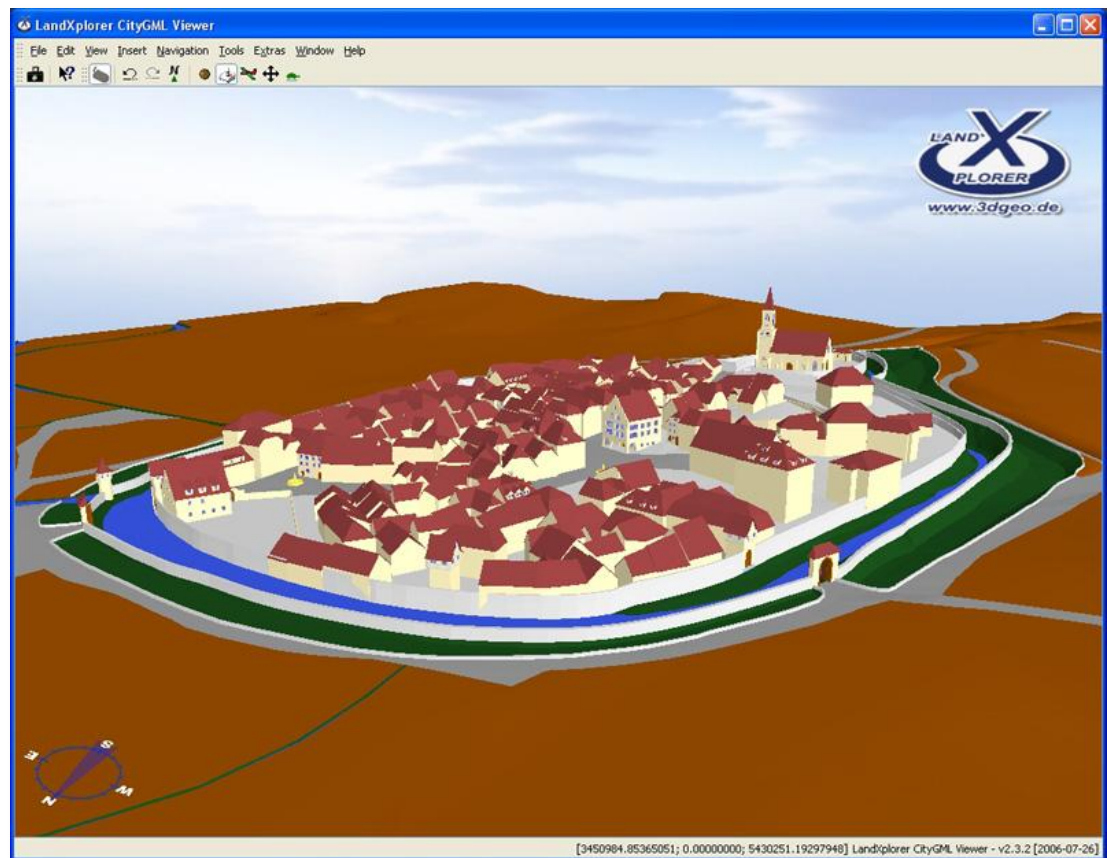
- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Außenbereich: 3D Stadtmodell



3D Stadtmodelle mit Texturen (Quelle: Google Earth)

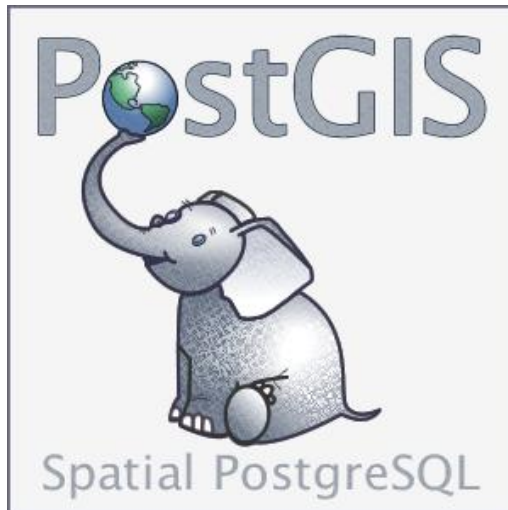
Abgrenzung

- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Außenbereich: Semantische Stadtmodelle

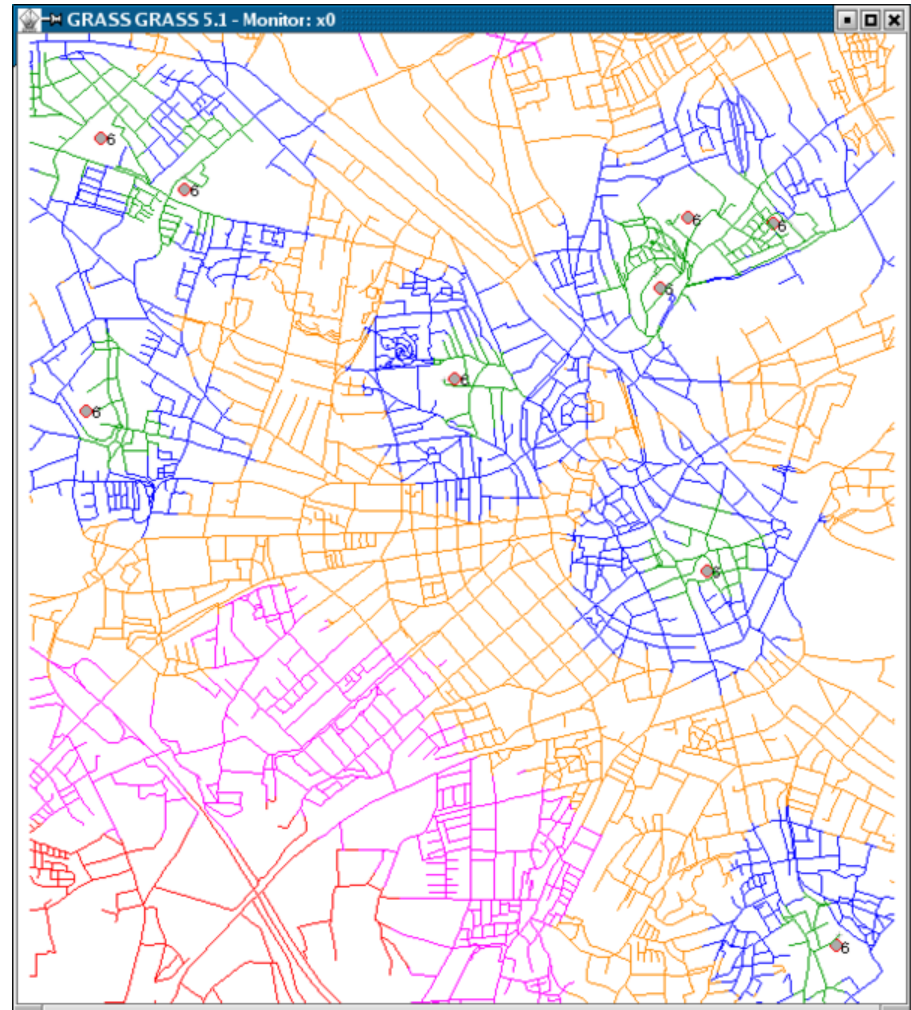


Abgrenzung

- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Außenbereich:



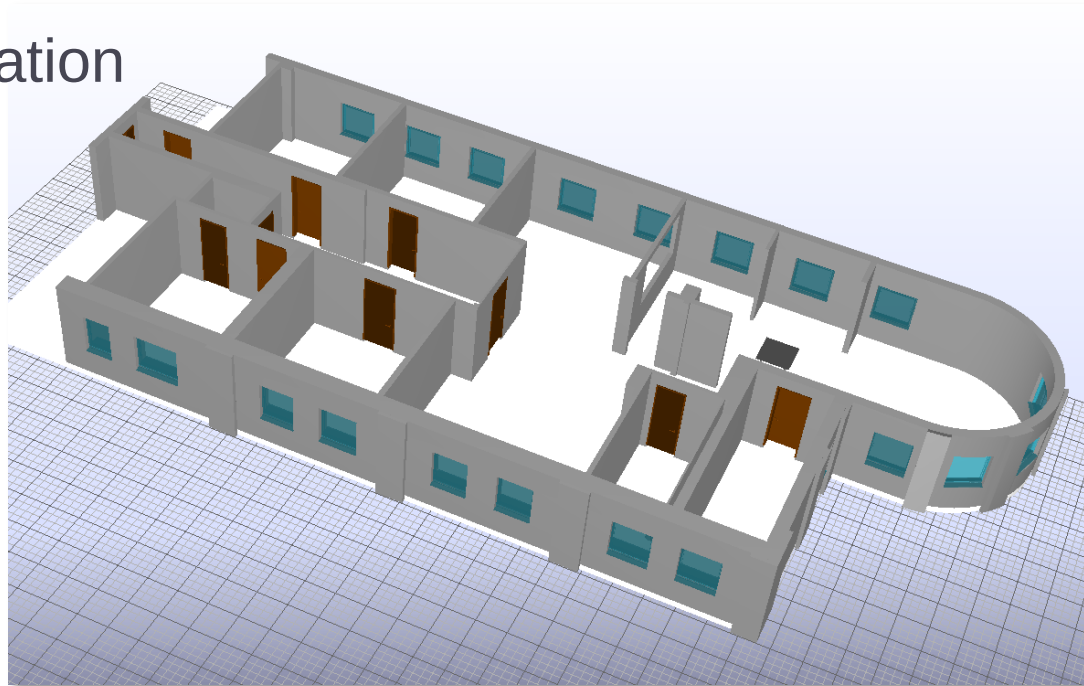
- ▶ *Spatial* DBMS
 - ▶ 2D Queries



Quelle: [3]

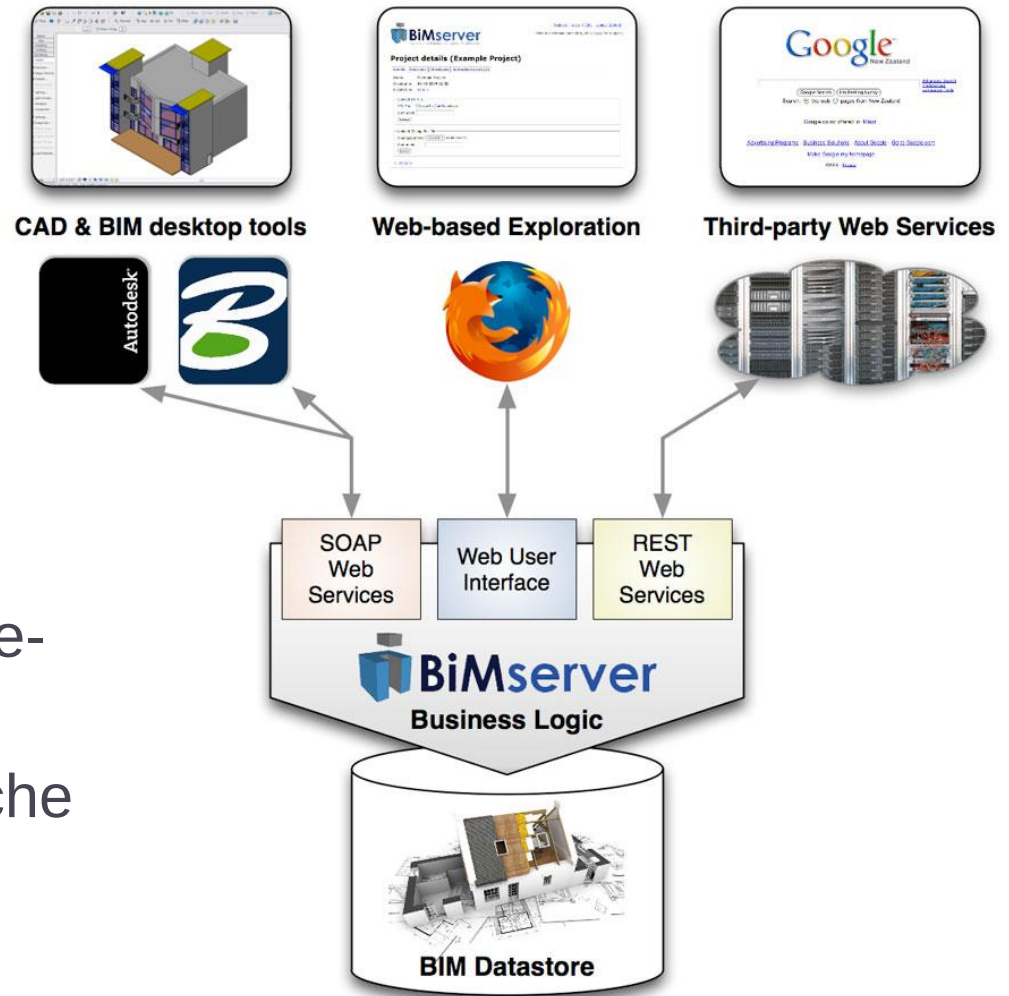
Abgrenzung

- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Innenbereich:
- ▶ Semantische Gebäudemodelle
 - ▶ Z.B. Industry Foundation Classes (IFC)



Abgrenzung

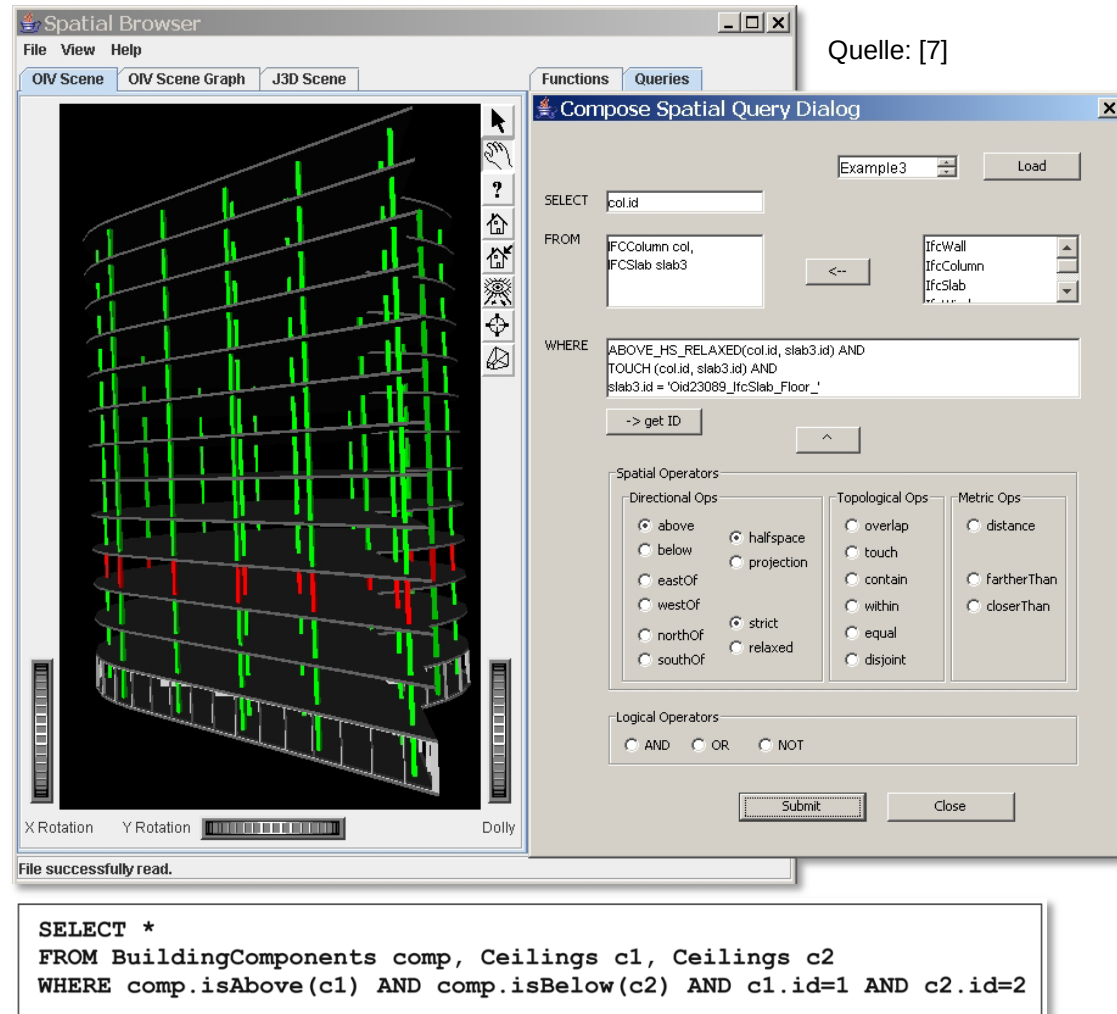
- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Innenbereich:
- ▶ Modellserver
 - ▶ Kollaboratives Arbeiten an Modellen
 - ▶ Extraktion von Gebäudeteilen
 - ▶ Aber: *Keine* geometrische Analyse



Quelle: [4]

Abgrenzung

- ▶ Was ist vorhanden?
 - ▶ Innenbereich:
- ▶ TU München
 - ▶ Räumliche Abfragesprache
 - ▶ Operatoren
 - ▶ Topologisch
 - ▶ Metrisch
 - ▶ Gerichtet
 - ▶ Work in progress



Quelle: [5]

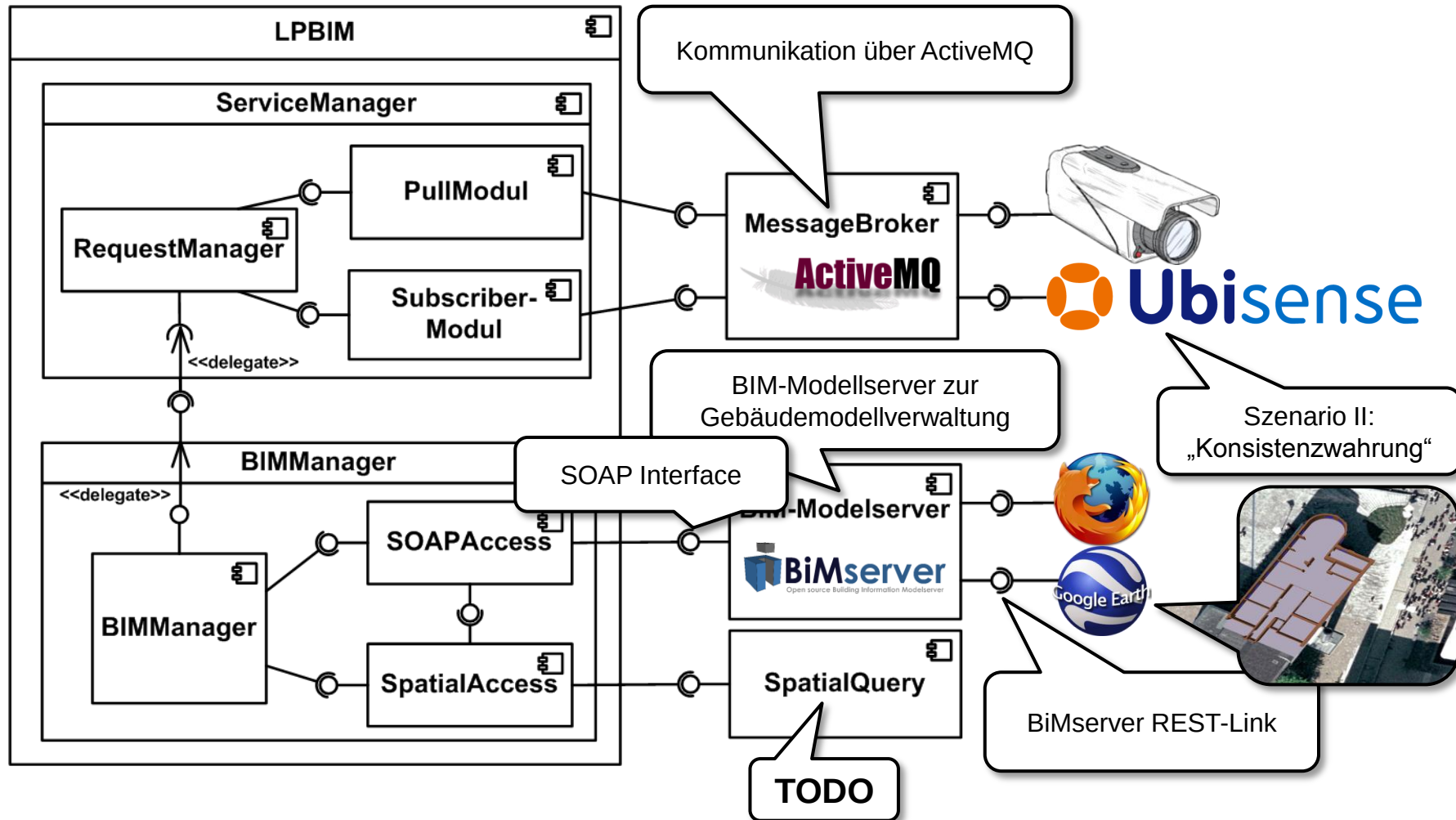
Abgrenzung

▶ Welche Bereiche werden *nicht* Berücksichtigt?

- ▶ Keine Bilderkennung
- ▶ Keine Sprachausgabe der Rückgabewerte
- ▶ Keine psychologischen Aspekte

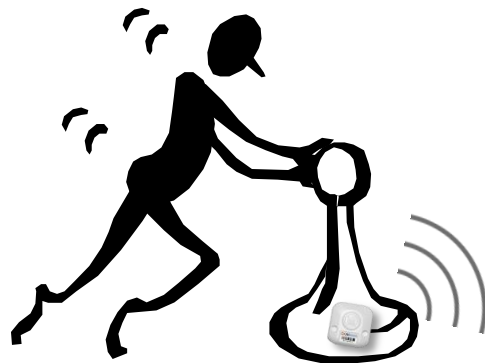


Vorarbeiten



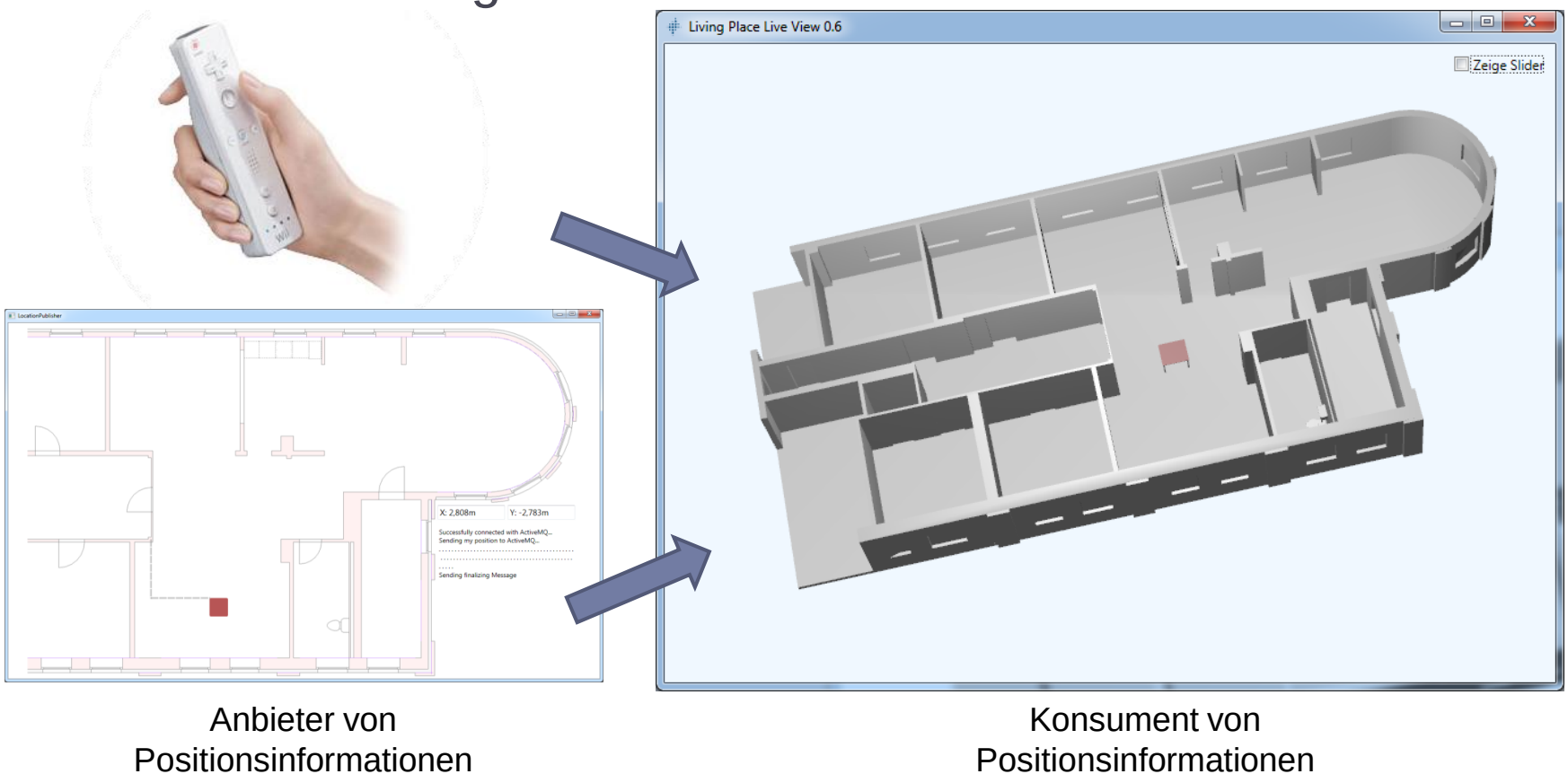
Vorarbeiten

- ▶ Szenario II „Konsistenzwahrung“
 - ▶ Voraussetzung für Szenario I



Vorarbeiten

- ▶ Szenario II „Konsistenzwahrung“
 - ▶ Voraussetzung für Szenario I



Realisierung

- ▶ **3D-Query-Modul**

- ▶ Umsetzung von räumlichen Operatoren
 - ▶ topologisch, direktional, metrisch

- ▶ **Modellbildung**

- ▶ Sprache zur Modellierung für 3D *räumliche Relationen*

- ▶ **Visualisierung**

- ▶ als Testumgebung

Realisierung des 3D-Query-Moduls

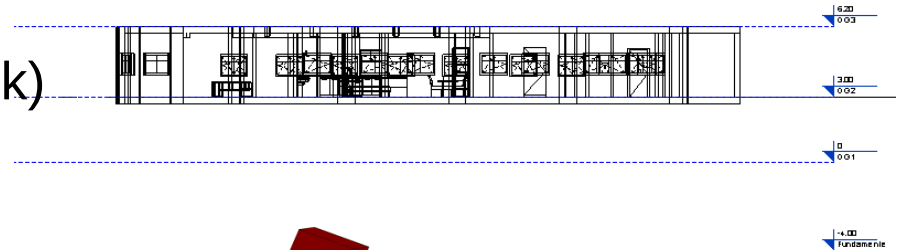
1. Identifikation der relevanten IFC Entitäten
2. Extraktion der Geometriedaten
3. Transformation in ein gemeinsames KO-System
4. Anwendung der räumlichen Operatoren
5. Rückgabe der Ergebnismenge

Identifikation der relevanten IFC Entitäten

► Relevant sind Entitäten des vorgestellten Szenarios I

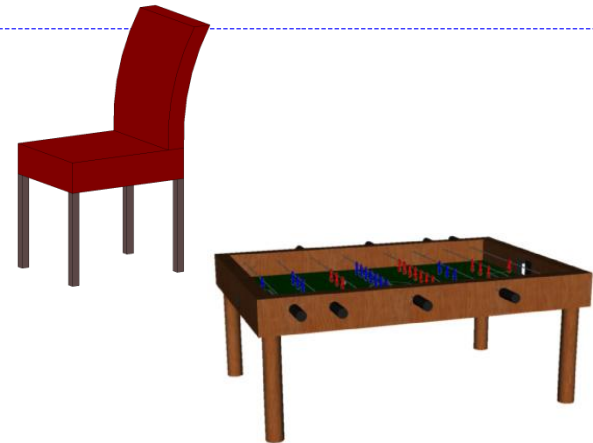
► *IfcProduct*

► IfcBuildingStorey (Stockwerk)



► IfcSpace (Räume)

► IfcFurnishingElement (Mobiliar)

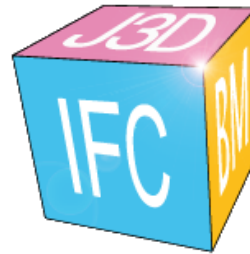


► IfcBuildingElementProxy (Neues)

Extraktion der IFC-Geometriedaten

- ▶ Open IFC Toolbox

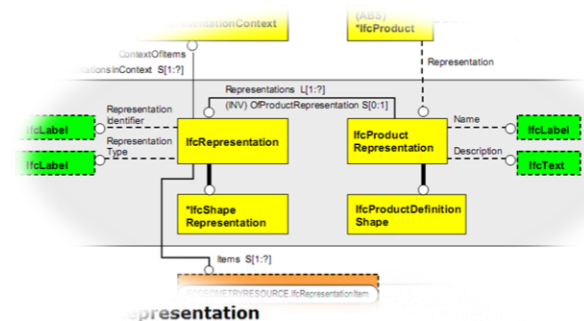
- ▶ API für IFC Dateien



Quelle: [13]

- ▶ IFC2x Implementation Guide

- ▶ IFC Schema Dokumentation



Definition: The *IfcProductRepresentation* defines a representation of a product (geometric or topological) representation. A product can have zero, one or more representations, and a single geometric representation can be shared among various products using mapped representations.

NOTE: The definition of this entity relates to the STEP entity *property_definition*. The use of the term 'property' was avoided since it conflicts with the property, property type, and property set definitions elsewhere in the IFC model.

HISTORY: New entity in IFC Release 2.0

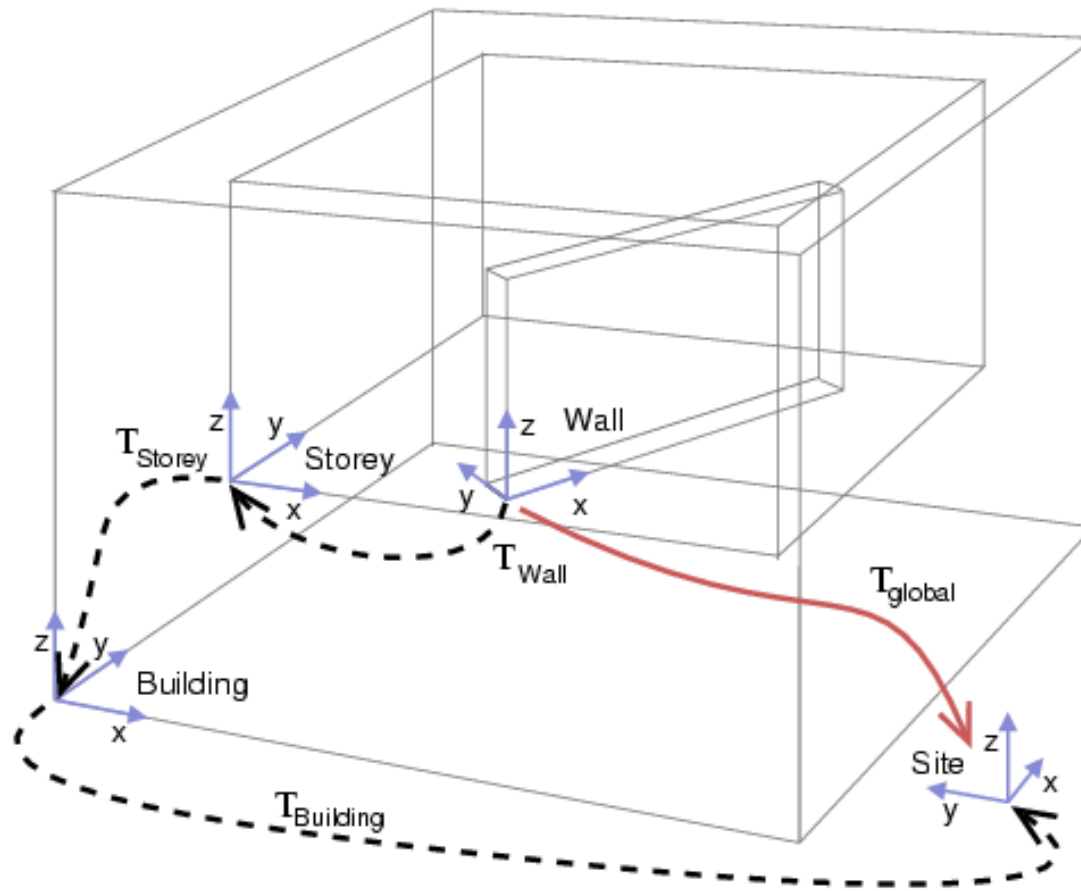
IFC2x Edition 3 NOTE: Users should not instantiate the entity *IfcProductRepresentation* from IFC2x Edition 3 onwards. It will be changed into an ABSTRACT supertype in future releases of IFC.

EXPRESS specification:

```
ENTITY IfcProductRepresentation
  SUPERTYPE OF (ONEOF(IfcProductDefinitionShape,
    IfcMaterialDefinitionRepresentation)):
  Name : OPTIONAL IfcLabel;
  Description : OPTIONAL IfcText;
  Representations : LIST [1:?] OF IfcRepresentation;
```

Quelle: [2]

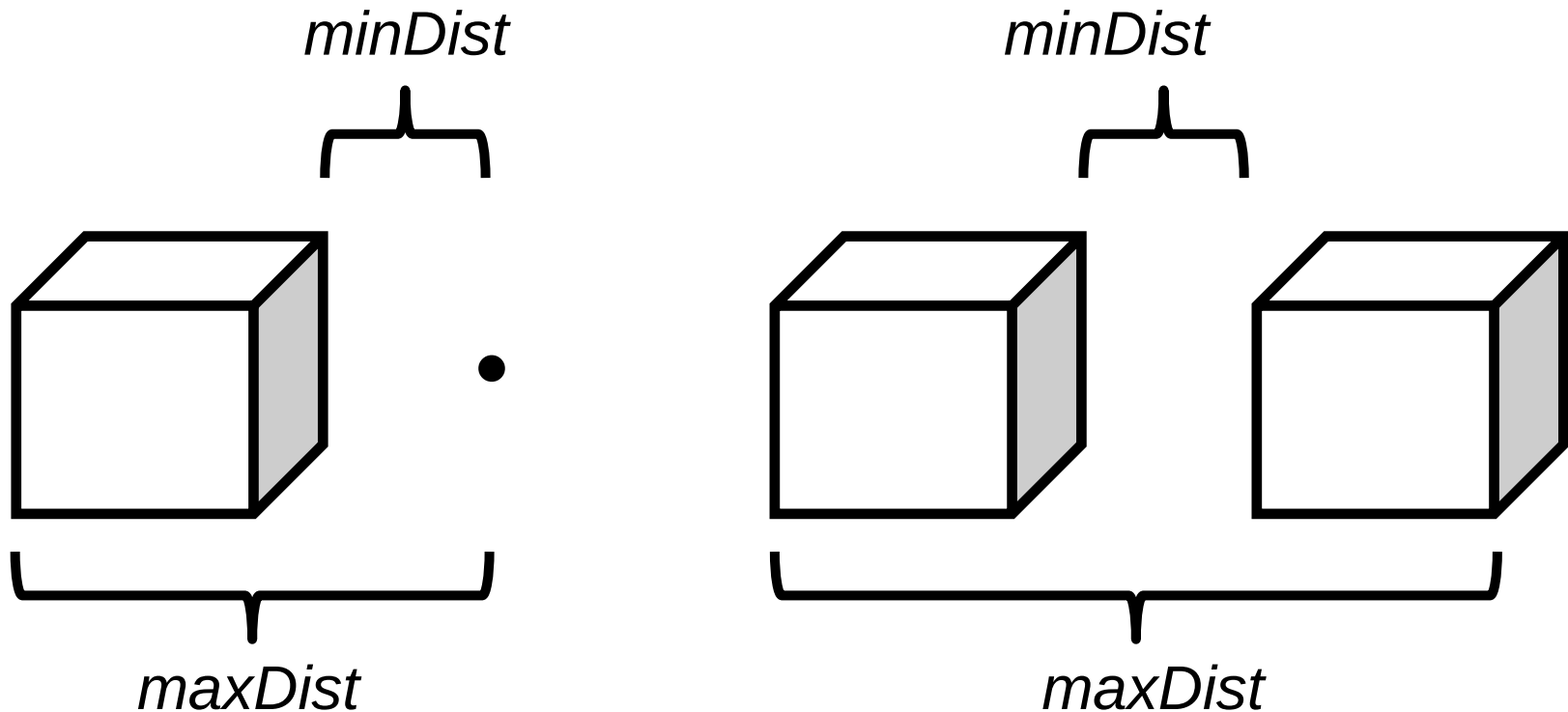
Koordinatentransformation



Quelle: [9]

Realisierung räumlicher Operatoren

► Metrische Operatoren

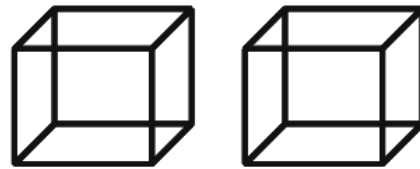


► Weitere Operatoren: *isCloser*, *isFarther*

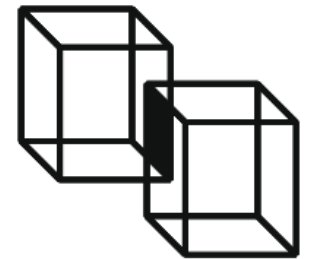
Realisierung räumlicher Operatoren

► Topologische Operatoren

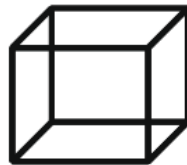
disjoint



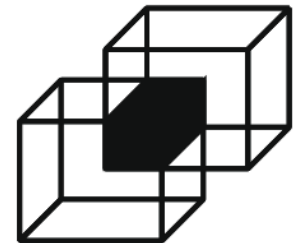
touch



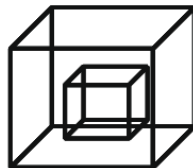
equals



overlap



contains



Grafiken: [7]

Räumliche Operatoren

► Direktionale Operatoren

- 2D: northOf, eastOf, westOf, southOf

- 3D: 2D + *above*, *below*

► Referenzrahmen

- Intrinsisch (bez. auf Orientierung eines Objektes)

- Deiktisch (bez. auf einen Betrachter)

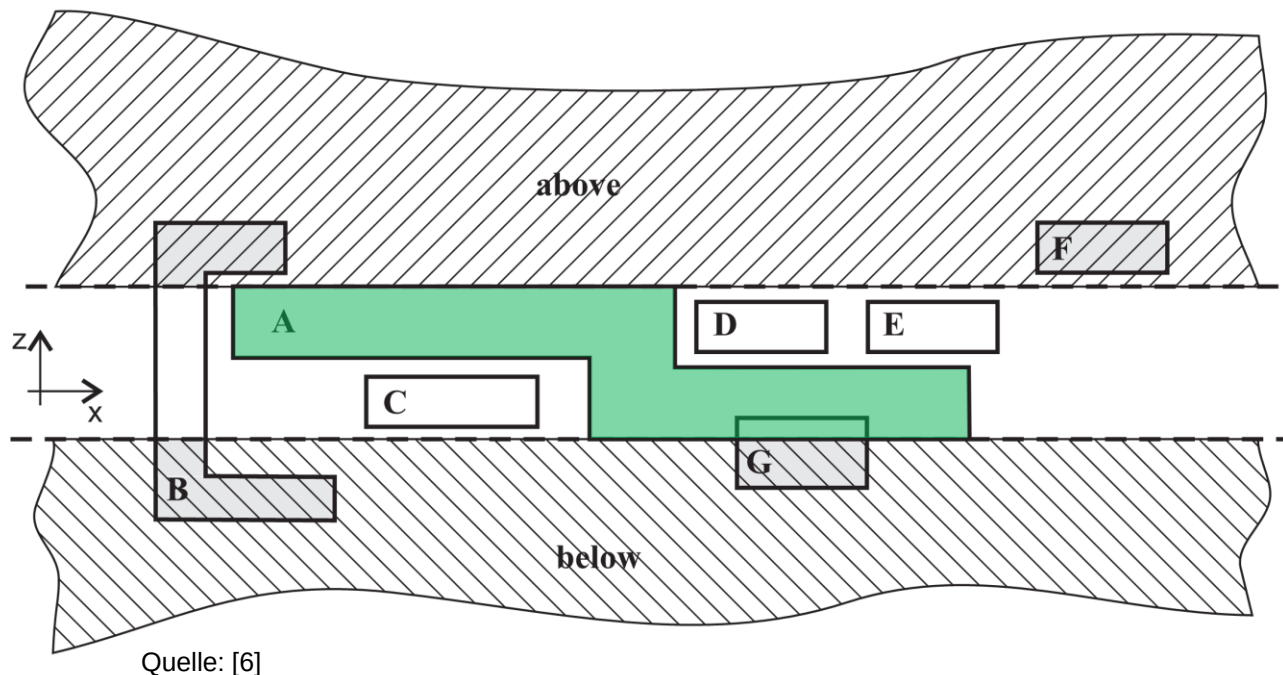
- *Extrinsisch* (festgelegt durch äußeres Referenzsystem)



Räumliche Operatoren

► Direktionale Operatoren

- Einfach: Beziehung zw. punktförmigen Objekten
- Kompliziert: Beziehung zw. mehrdimensionalen Obj.

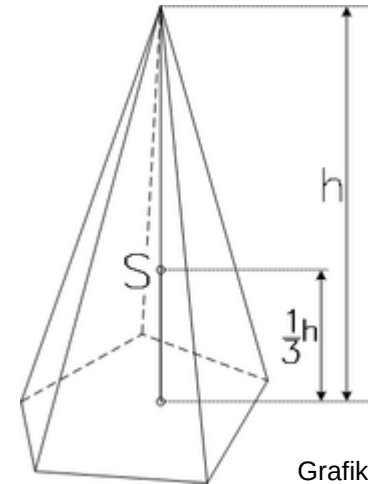


Räumliche Operatoren

► Direktionale Operatoren → Umsetzung

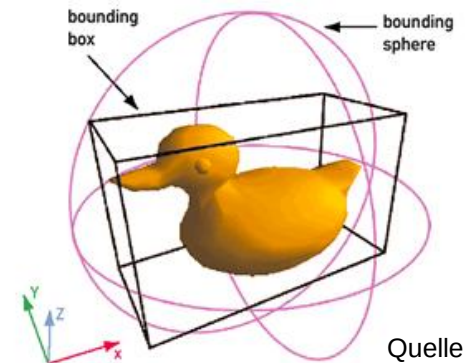
► Vereinfachung der Körper

► Schwerpunkt – aufwendig; ungenau



Grafik: Wikipedia.de

► Bounding Box – einfach; ungenau



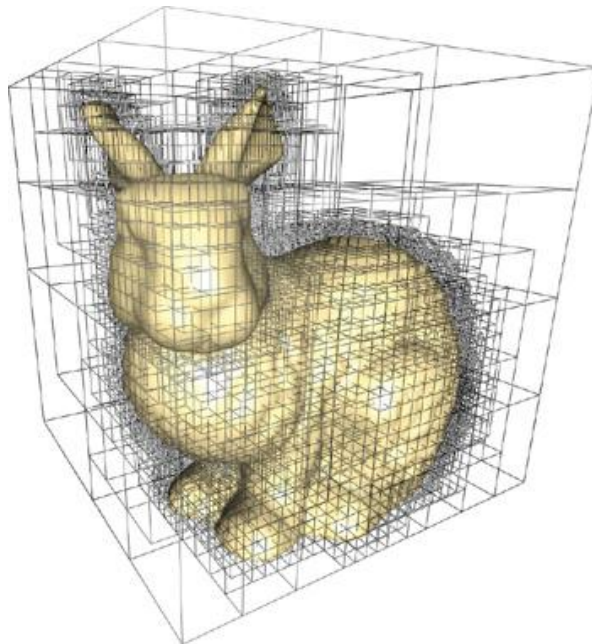
Quelle: [1]

Räumliche Operatoren

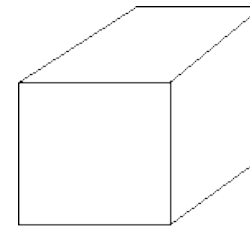
► Richtionale Operatoren → Umsetzung

► Vereinfachung der Körper

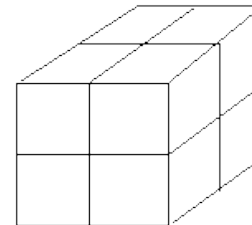
► Oktaalbaum – aufwendig; genau



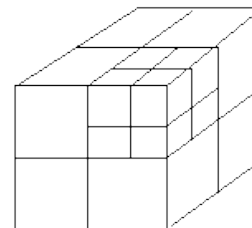
Quelle: [10]



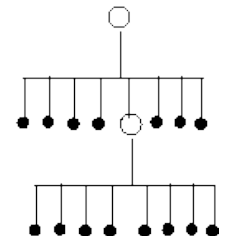
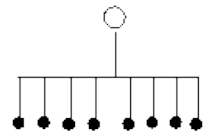
(root)



(1 level)



(2 levels)



Quelle: [12]

Modellbildung

- ▶ Gesucht: Formale Beschreibung der räumlichen Relationen

„Der Schlüssel (S) befindet sich *im* Stockwerk „OG2“ *im* Raum „Wohnzimmer“. S liegt *auf* dem Sofatisch (T). *Nördlich* von T befindet sich in 2m *Entfernung* das Sofa.“

- ▶ Beispiel
 - ▶ Modellierung in OWL, GeoSWRL



Risiken

- ▶ Abhängigkeit von anderen Projekten
 - ▶ Bilderkennung, Sprachausgabe, Interpretation der Rückgabewerte
- ▶ Abhängigkeit von Hard- und Software
 - ▶ Ubisense (Genauigkeit), BiMserver & ActiveMQ (Stabilität, Performanz)

Ausblick

- ▶ Einbeziehung von Spatial Cognition im *IS/S*
- ▶ Umsetzung weiterer Szenarien für *IS/S*
 - ▶ Visualisierung (Zustand, Aufenthaltsort, ...)
 - ▶ Unterstützung autonomer Roboter (Selbstlokation)
 - ▶ Navigation: Automatische Routengenerierung

Vielen Dank!

Zeit für Fragen!

Quellen

- ▶ [1] Webseite. – URL http://fleischer.selfip.com/Courses/Algorithms/Alg_ss_07w/Webprojects/Chen_hull/img/applications/bounding%20box.png. – Zuletzt gesichtet am 22.11.2010
- ▶ [2] *Industry Foundation Classes*. Spezifikation. – URL <http://www.iai-tech.org>
- ▶ [3] Webseite. 2010. – URL http://grass.osgeo.org/wiki/Vector_network_analysis. – Zuletzt gesichtet am 18.11.2010
- ▶ [4] BERLO, M.Sc. L. van: *BiMserver – Open Source Building Information Modelserver*. Website. 2010. – URL <http://www.bimserver.org>
- ▶ [5] BORRMANN, A. ; SCHRAUFSTETTER, S. ; TREECK, C. van ; RANK, E.: An octree-based implementation of directional operators in a 3D Spatial Query Language for Building Information Models. In: *Proc. of 24th CIB-W78 Conference on Information Technology in Construction*, 2007
- ▶ [6] BORRMANN, Andre: *Computerunterstützung verteilt-kooperativer Bauplanung durch Integration interaktiver Simulationen und räumlicher Datenbanken*, Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauinformatik, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Dissertation, 2007
- ▶ [7] BORRMANN, André ; RANK, Ernst: Topological analysis of 3D building models using a spatial query language. In: *Advanced Engineering Informatics, Elsevier Ltd.* 23 (2009), Nr. 4, S. 370–385. – ISSN 1474-0346
- ▶ [8] LOWE, D.G.: Object recognition from local scale-invariant features. In: *iccv* Published by the IEEE Computer Society (Veranst.), 1999, S. 1150
- ▶ [9] MENTZEL, Jan: *Framework zur Bearbeitung des IFC Produktdatenmodells am Beispiel der Wandsegmentierung*, FH Karlsruhe, Fachbereich Architektur und Bauwesen, Studiengang Bauingenieurwesen, Diplomarbeit, 2003. – URL <http://jan.islandofwaiting.de/dipl/>
- ▶ [10] NVIDIA: *A GPU-Accelerated Hierarchical Structure: The N3-Tree*. Webseite. – URL http://http.developer.nvidia.com/GPUGems2/gpugems2_chapter37.html. – Zuletzt gesichtet am 24.11.2010
- ▶ [11] PAUL, N. ; BORRMANN, A.: *3D Spatial Query Language for Building Information Models*. Webseite. August 2010. – URL <http://www.cie.bv.tum.de/index.php/de/component/content/article/58>. – Zuletzt betrachtet: 05.08.2010
- ▶ [12] SCIENCE, MIT C. ; LABORATORY, Artificial I.: *Constructive Solid-Geometry Methods*. Webseite. – URL <http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.837/F98/talecture/>
- ▶ [13] TULKE, Jan ; TAUSCHER, Eike ; THEILER, Michael: *Open IFC Tools – Processing / Visualisation / 4D*. – URL <http://www.openifctools.com>. – Zuletzt gesichtet am 22.11.2010