

Übertragung von Geometrie und Semantik aus IFC-Gebäudemodellen in 3D-Stadtmodelle

Joachim BENNER & Klaus LEINEMANN & Arnold LUDWIG

Dr. Joachim Benner, Dr. Klaus Leinemann, Dr. Arnold Ludwig, Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik,
Postfach 3640, D- 76021 Karlsruhe,
{Joachim.Benner|Klaus.Leinemann|Arnold.Ludwig}@iai.fzk.de

ABSTRACT

Heutige 3D-Stadtmodelle enthalten häufig sehr detaillierte Geometriedaten und Texturen, aber nur wenig Semantik, weil mit den verfügbaren Erfassungsmethoden (Photogrammetrie, Laserscanning) im Wesentlichen Geometriedaten erhoben werden. Dies hat zur Folge, dass sich die Anwendung von 3D-Stadtmodellen meist auf die reine Präsentation und Visualisierung beschränkt. Architektur-CA(A)D-Systeme liefern dagegen neben der Geometrie auch reichhaltige semantische Informationen über Gebäude, die aber über die vorhandenen Schnittstellen (z.B. DXF) meist nicht exportiert werden können. Deshalb wird von der „International Alliance for Interoperability“ (IAI) das Produktdatenmodell IFC (Industry Foundation Classes) entwickelt und standardisiert, das geometrische und semantische Gebäudedaten für andere Anwendungen zur Verfügung stellt. IFC wird von führenden CA(A)D-Systemen bereits unterstützt.

Im Beitrag wird ein geometrisch/semantisches Datenmodell für kleinere städtische Bereiche (Quartiere) vorgestellt und die besondere Problematik der Interoperabilität (semantische Anpassung) von GIS- und CA(A)D-Systemen beleuchtet. Das Quartier-Modell hat einen Detaillierungsgrad, der der Fußgänger-Perspektive entspricht und für den städtebaulichen Entwurf und damit im Zusammenhang stehende Problembereiche eingesetzt werden soll. Für den Gebäudeentwurf werden CA(A)D-Systeme eingesetzt, deren Ergebnisse über die IFC-Schnittstelle zur Verfügung stehen. Der Beitrag geht insbesondere auf die Schwierigkeiten ein, aus dem IFC-Modell die für ein Quartiersmodell relevanten Details (z.B. Außenwände, Anbauten, ..) zu extrahieren und in das Quartiersmodell zu transformieren, d.h. die implizite Semantik des IFC-Modells explizit zu machen.

1 EINLEITUNG

In heutigen 3D-Stadtmodellen werden die Gebäude vorwiegend durch texturierte Klötzchenmodelle mit teilweise ausgeformten Dächern repräsentiert. Die Gebäude sind als Ganzes ansprechbar und können mit zugehörigen Informationen verknüpft werden. Typische Einsatzbereiche sind die Präsentation ganzer Stadtlandschaften für den Tourismus, die Werbung oder die Simulation der Durchlüftung oder der Ausbreitung von Funkwellen. Zur Erstellung dieser Modelle werden Katasterpläne (ALKIS) und die Luftbild-Photogrammetrie eingesetzt, wodurch die erreichbare Detaillierung begrenzt wird, große Datenmengen aber relativ schnell generiert werden können.

Ein Anwendungsbereich digitaler Stadtmodelle, der zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist die Stadtentwicklung. Sie umfasst die Bauleitplanung, den städtebaulichen Entwurf, die Bebauungsplanung, die Dokumentation des Gebäudebestandes, seine Bereitstellung für die detaillierte Gebäudekonstruktion, sowie die Immobilienwirtschaft und -Bewirtschaftung. Für diese Einsatzfelder ist der bisher verwendete Detaillierungsgrad im Allgemeinen nicht ausreichend. Daher muss ein neues Gebäudemodell entwickelt werden, das den erweiterten Anforderungen gerecht wird: Der Detaillierungsgrad sollte so hoch sein, dass ein Fußgänger aus einigen Metern Abstand einen wirklichkeitsgetreuen Eindruck bekommt, und insbesondere sollten auch Gebäudeteile im Modell identifizierbar sein, um sie mit Informationen verknüpfen und sie wahlweise ausblenden, austauschen oder in ihrer Darstellung verändern zu können. Diese Anforderungen sind nur realisierbar, wenn das Gebäudemodell auch Semantik enthält. Dafür müssen weitere Datenquellen erschlossen werden, die beispielsweise von CA(A)D-Systemen aus dem Architekturbereich bereitgestellt werden. Das Standard-Austauschformat dieser Systeme ist IFC, mit dessen Hilfe die Gebäude-Geometrie, Gebäude-Parameter und weitgehend auch die Gebäude-Semantik übertragen werden kann.

Eine weitere Datenquelle wäre ein spezielles DV-System für den städtebaulichen Entwurf, mit dem diese Gebäude-Modelle interaktiv generiert und bearbeitet werden können, und das darüber hinaus auch andere Bereiche des städtebaulichen Entwurfs wie beispielsweise die Verkehrsplanung oder die Grünplanung unterstützt. Dieses Ziel wird mit der Entwicklung des Quartierdaten-Managementsystems QUASY verfolgt. Mit diesem System sollen u. a. auch die Erstellung des Bebauungsplanes aus städtebaulichen Entwurfsalternativen und die Erteilung einer Baugenehmigung auf der Grundlage des Bebauungsplanes und eines IFC-basierten Bauantrags unterstützt werden.

In Folgenden wird nach einer kurzen Beschreibung des IFC-Gebäudemodells das neue QUASY-Gebäudemodell vorgestellt und die Gebäude-Geometrie und -Semantik erläutert. Auf dieser Basis werden dann einige Probleme der Modelltransformation von IFC nach QUASY dargestellt und prinzipielle Lösungswege aufgezeigt.

2 IFC-GEBÄUDEMODELL

Um einen problemlosen Datenaustausch zwischen allen Beteiligten am Bauprozess (z. B. Architekten, Ingenieuren, Baufirmen, Bauherren, ...) über die Grenzen der Fachdisziplinen hinweg zu ermöglichen, wurde von der International Alliance for Interoperability (IAI) ein Produktmodell für das Bauwesen, das IFC-Datenmodell (Industry Foundation Classes), definiert. Die IAI wurde 1995 gegründet, die aktuelle Modell-Version ist die Ausgabe IFC-2x2 von 2003. Die IAI-Modellierungsarbeit basiert auf der EXPRESS-Sprache, einem Bestandteil des STEP-Standards (ISO 10303) für den Produktdatenaustausch. Mit dieser Entscheidung stand die umfangreiche STEP-Technologie zur Verfügung, insbesondere beispielsweise die Modellierung der Geometrie und die Arbeiten zum Kernmodell für die Bauindustrie innerhalb des STEP-Projektes.

Im Unterschied zu dem viel verwendeten Datenaustauschformat DXF, das lediglich den Austausch von Graphik und Geometrie unterstützt, erfasst das IFC-Modell die Gebäude-Semantik: Ein Gebäude wird durch anwendungstypische Objekte mit

problemgerechten Attributen repräsentiert. Dem Empfänger eines Datensatzes wird also auch die Bedeutung geometrischer Informationen mitgeteilt. Die für ein Objekt, beispielsweise eine Wand, zulässige Geometrie wird informell beschränkt, syntaktisch besteht eine große Modellierungsfreiheit.

Um die komplexe Modellstruktur der IFC zu erläutern, wurde ein informelles UML-Modell (Abb. 1) erstellt, das die Grundzüge des IFC-Gebäudemodells darstellt. Dieses Modell beschränkt sich auf die in diesem Zusammenhang interessierenden Objekte. Es unterscheidet sich von dem IFC-Modell auch dadurch, dass die dort verwendeten Relationsobjekte nicht übernommen wurden.

Ein IFC-Modell wird durch ein Projekt (*IfcProject*) repräsentiert, das eine räumliche Struktur hat. Diese Raumstruktur wird durch Raumstrukturelemente (*IfcSpatialStructureElement*) gebildet: Standorte (*IfcSite*), Gebäude (*IfcBuilding*), Geschosse (*IfcBuildingStorey*) und Räume (*IfcSpace*). Da diese räumlichen Elemente IFC-Produkte (*IfcProduct*) sind, kann ihnen eine Geometrie (*IfcShapeRepresentation*) und ein Ort (*IfcLocalPlacement*) zugewiesen werden. Den Elementen der räumlichen Struktur können die eigentlichen Bauelemente (*IfcBuildingElement*) zugeordnet werden: Wände (*IfcWall*), Türen (*IfcDoor*), Fenster (*IfcWindow*), etc.. Wände können Öffnungen (*IfcOpeningElement*) haben, in die Fenster und Türen eingesetzt werden. Versorgungsanschlüsse eines Gebäudes können durch den Objekttyp *IfcFlowTerminal* modelliert werden, der einem räumlichen Strukturelement (z.B. Gebäude) zugeordnet wird.

Zur Modellierung der Objektgeometrie, die in dem UML-Diagramm durch die Klasse *IfcShapeRepresentation* repräsentiert wird, gibt es im IFC-Modell viele Möglichkeiten, die hier nicht alle vorgestellt werden können. Diese Vielfalt wird in der Praxis allerdings selten voll ausgeschöpft. Zur Modellierung von Wänden gibt es zudem eine spezielle Klasse (*IfcWallStandardCase*) mit eingeschränkten Möglichkeiten zur geometrischen Repräsentation.

Zur Modellierung der Volumengeometrie von IFC-Objekten wie Wänden oder Dächern werden die folgenden Verfahren am häufigsten eingesetzt:

- Darstellung der Volumen-Außenfläche als „Faceted Boundary Representation“, d.h. als dreidimensionaler Polyeder [Eastman, 1999],
- Erzeugung des Volumens durch die Extrusion einer ebenen Fläche entlang einer vorgegebenen Extrusions-Kurve,
- Speziell für Wände: Parametrische Generierung des Wand-Volumens aus Wand-Achse (ebene Kurve), Wand-Dicke und Wand-Höhe.

Die auf diese Art und Weise erzeugten Volumina können dann mit Methoden der Constructive Solid Geometry (CSG) noch verändert werden, z.B. durch Verschnitt mit einem Halbraum. Öffnungen, z.B. für Türen oder Fenster, können ebenfalls mit CSG-Methoden aus einem Volumen herausgestanzt werden.

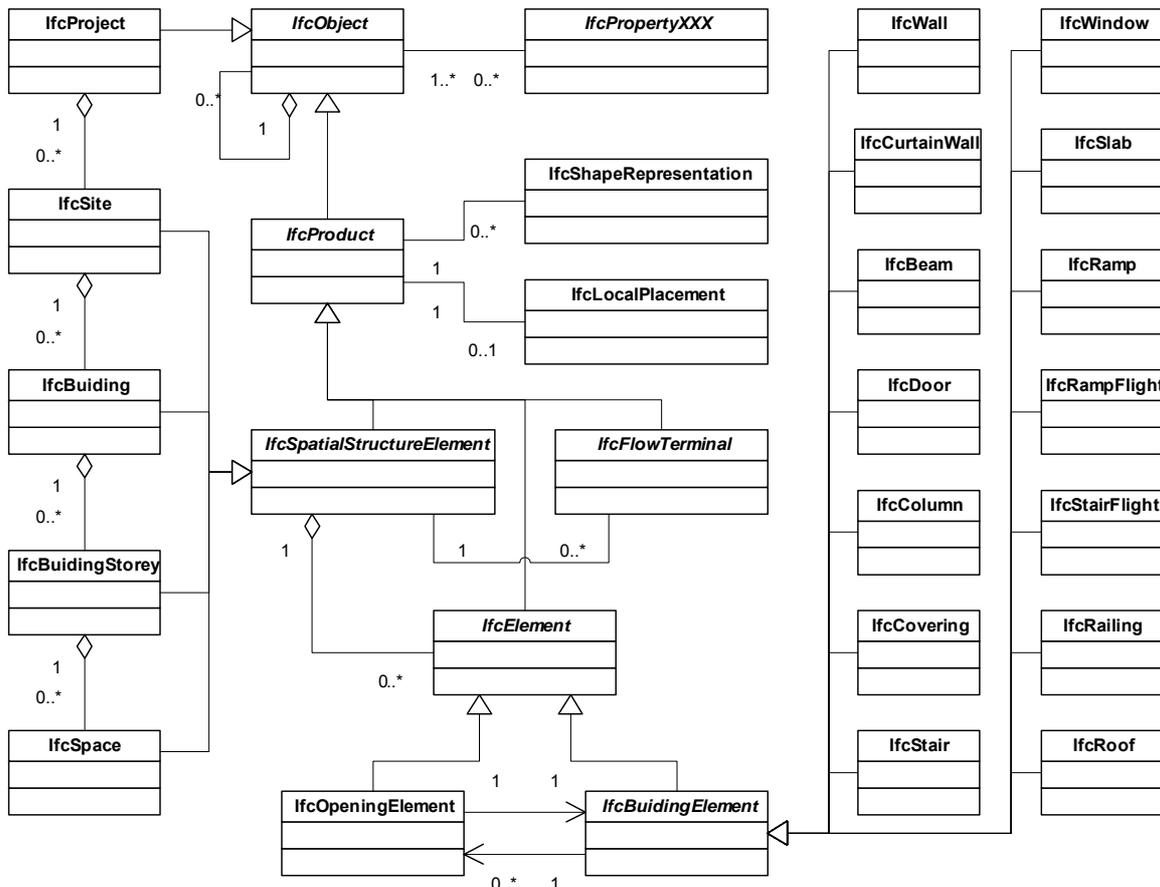


Abb. 1: Informelles IFC-Gebäudemodell in UML-Notation

3 DAS SEMANTISCHE GEBÄUDEMODELL VON QUASY

Das hier beschriebene semantische Gebäudemodell ist eine Komponente eines übergeordneten Quartier-Modells, in dem z.B. auch Straßen, Vegetationsflächen oder das Geländere relief repräsentiert sind. Für den Entwurf des Gebäudemodells waren die folgenden Kriterien maßgebend:

- Das Modell muss die Visualisierung ganzer Stadtteile (Quartiere) mit möglichst geringer Datenmenge unterstützen,
- es muss aus existierenden Datenbeständen, insbesondere aus IFC-Modellen zu erzeugen sein, und
- die semantische Strukturierung orientiert sich am Applikationsbereich „Städtebaulicher Entwurf/Stadtplanung“.

Abgeleitet aus diesen Kriterien wurden die folgenden grundlegenden Design-Entscheidungen bezüglich der geometrischen und semantischen Modellierung getroffen:

- Es wird ein stark vereinfachtes Geometrie- und Topologiemodell in Anlehnung an GML verwendet, das im Wesentlichen auf polygonal berandeten Flächen aufbaut.
- Es findet keine explizite Volumen-Modellierung statt, Gebäude und ihre Teilkomponenten werden geometrisch durch die von außen sichtbare Oberfläche repräsentiert.
- Topologische Beziehungen der für das äußere Erscheinungsbild wichtigen Teilkomponenten eines Gebäudes (z.B. Gebäude → Gebäudeteil → Geschoss → Wand → Fenster) werden explizit repräsentiert.
- Alle für den Anwendungsbereich wichtigen Attribute, die nicht direkt aus der geometrischen Beschreibung abgeleitet werden können (z.B. Massen, Materialbilanzen), werden als Attributwerte aus den IFC-Daten übernommen.

Die im Weiteren näher beschriebene semantische Strukturierung erlaubt es einer Applikation auf einfache Art und Weise, unterschiedlich detaillierte, dreidimensionale Visualisierungen eines Gebäudes zu generieren, z.B. eine „photorealistische“ Ansicht aus der Fußgängerperspektive, eine grobe Ansicht der Gebäudehülle ohne Fassaden-Details, oder eine noch stärker abstrahierte Darstellung einzelner Geschossflächen. Gleichzeitig stellt das semantische Modell Geometrie- und Sachdaten zur Verfügung, um für die Bebauungsplanung und Baugenehmigung wichtige Parameter (Abstandsflächen, Baulinien, Ausrichtung von Balkonen, Ausrichtung und Neigung von Dachflächen, Baumassen- und Geschossflächenzahlen) ableiten zu können. Der Datenaustausch mit entsprechenden Applikationen wird über eine XML-Schnittstelle erfolgen, ein zugehöriges, GML-konformes Austauschformat wird derzeit entwickelt.

3.1 Geometrie-Modellierung

Abb. 2 zeigt die im Quartier-Modell verwendeten Geometrieklassen. Die Modellierung benutzt ausgewählte GML-Geometrieklassen, ein ähnliches Schema wird auch in [Gröger, Kolbe 2003] verwendet. Basisklassen des geometrisch-topologischen Modells sind Knoten (*Node*, geometrisch repräsentiert durch 3D-Punkte) und Kanten (*Edge*), repräsentiert durch Anfangs- und Endknoten. Durch Mehrfach-Referenz von Knoten und Kanten können topologische Beziehungen zwischen geometrischen Objekten hergestellt werden. Ein Ring (*LinearRing*) ist eine geschlossene, sich nicht selbst überschneidende Kette (geordneter) Kanten. Das Flächenstück (*PolygonPatch*) besitzt einen Außenring und optional mehrere disjunkte Innenringe, deren Knoten alle in einer Raumebene liegen. Flächenobjekte (*Surface*) sind eine Aggregation von Flächenstücken. Die davon abgeleitete Klasse *AttrSurface* hat zusätzliche Attribute für Material und Textur, die z.B. für Visualisierungszwecke genutzt werden können. In einer weiteren Aggregationsstufe können Flächen zu Multiflächen (*MultiSurface*) zusammengefasst werden.

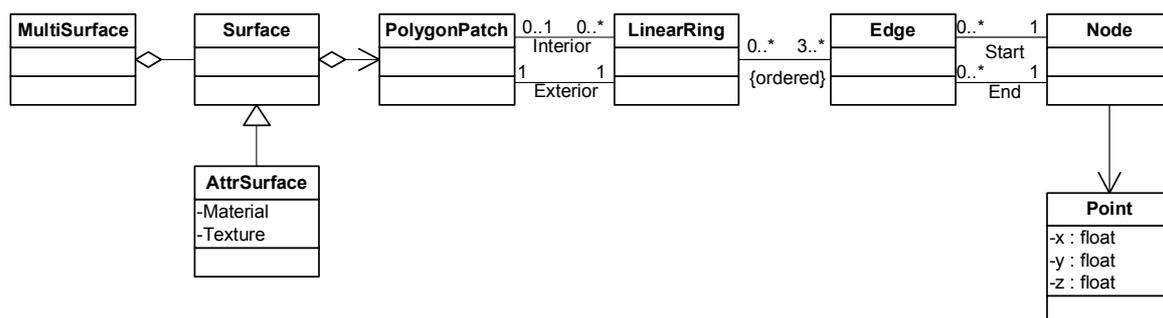


Abbildung 2: Quartierdatenmodell - Geometrische Modellierung

3.2 Semantische Modellierung

Auf der semantischen Ebene werden in QUASY Gebäudegruppen und Einzelgebäude modelliert, die wiederum in Gebäudeteile gegliedert sind. Ein Gebäude kann mehrere, geometrisch durch Punkte repräsentierte Anschlussobjekte (*QuGebAnschluss*) verwalten, die z.B. Versorgungs-Anschlüsse repräsentieren. Die detaillierte geometrische und semantische Strukturierung erfolgt dann auf der Ebene von Gebäudeteilen. Dabei gibt es die Grundelemente

- Stockwerke (*QuGeschoss*)
- Wände (*QuWand*)

- Dachflächen (*QuDach*)

Geometrisch repräsentiert eine Instanz der Klasse *QuGeschoss* den Boden eines Stockwerkes. Außerdem können über die Geschoss-Klasse einzelne Wandobjekte (*QuWand*) einem Stockwerk zugeordnet werden. Wand- und Dachobjekte werden geometrisch als Multifläche beschrieben, um unterschiedliche Material- und Oberflächen-Eigenschaften innerhalb eines semantischen Objektes modellieren zu können. Weiterhin können Wände und Dächer durch Öffnungen (*QuOeffnung*) und Kontaktflächen (*QuKontakt*) strukturiert werden.

Eine Öffnung entspricht geometrisch dem „Loch“, in dem z.B. ein Fenster in einer Wand oder eine Gaube in einem Dach sitzt. Eine detaillierte geometrische Modellierung des in der Öffnung sitzenden Objektes (z.B. Fensterrahmen, Fensterleibung und Fensterscheibe) erfolgt durch die Klasse *QuOeffnungsObj*. Da diese Klasse keine weitere semantische Strukturierung ermöglicht, ist anwendungsabhängig die Ableitung spezieller Unterklassen für z.B. Fenster, Türen oder Loggien möglich.

In ähnlicher Art und Weise wird auch mit Fassaden-Anbauten wie Balkonen, Erkern oder Treppen verfahren. Die Kontaktfläche zwischen einem Anbau und einer Wand wird geometrisch als *Surface* modelliert, der Anbau selber wie das Öffnungs-Objekt als *MultiSurface*. Da Anbau-Objekte selbst wieder Anbauten oder Öffnungen besitzen können, ist prinzipiell eine beliebige komplexe Strukturierung einer Gebäudefassade möglich.

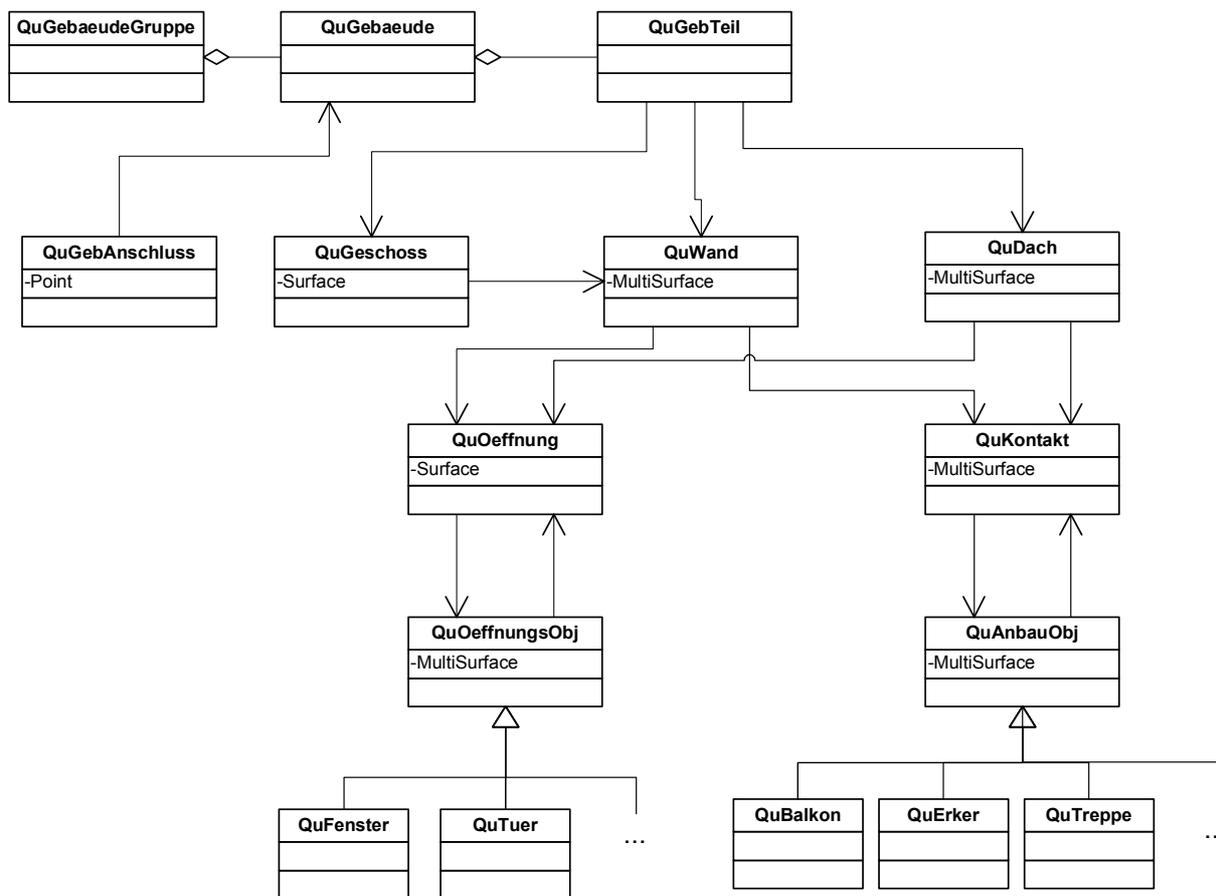


Abbildung 3: QUASY Gebäudemodell

4 ABBILDUNG DES IFC-MODELLES AUF DAS QUASY-GEBÄUDEMODELL

Aus den vorherigen Abschnitten ist zu entnehmen, dass die Gebäudemodelle von IFC und QUASY zwar Überdeckungsbereiche haben, aber bei weitem nicht deckungsgleich sind. Einerseits bietet IFC viel Information an, die in QUASY irrelevant ist; andererseits verlangt QUASY nach Informationen, die in IFC nicht oder nur implizit angeboten werden. So können z.B. in IFC Wände im Prinzip über mit ihnen verknüpfte „Properties“ als Außenwände gekennzeichnet werden, aber in kaum einem realen IFC-Datensatz wird davon Gebrauch gemacht. Folglich muss diese – implizit vorhandene – Information algorithmisch oder heuristisch aus den IFC-Daten extrahiert werden.

Dies gilt noch mehr für QUASY-Objekte, die in IFC gar keine semantische Entsprechung haben. Es gibt dort etwa keine semantischen Objekte mit der Bedeutung „Erker“, „Balkon“ oder „Dachgaube“. Sie sind nur daran zu erkennen, dass z.B. beim Erker eine Bodenplatte über den Grundriss des Gebäudekörpers hinausragt und an der Außenkante dieser Auskrangung geschosshohe Wände (mit oder ohne Fenster) trägt, während an der Stelle des Gebäudekörper-Grundrisses in diesem Bereich keine Wände vorhanden sind. Für solche Fälle sind Heuristiken erforderlich, an Hand derer ermittelt werden kann, welche Teile der IFC-Daten dem jeweiligen QUASY-Objekt entsprechen.

Die extrahierten Daten werden entsprechend der Spezifikation des in Kap. 3 erwähnten GML-Austauschformates auf eine Austauschdatei geschrieben.

4.1 Die Gebäude-Außenhülle

Der erste Schritt zur Abbildung des IFC-Modells auf das QUASY-Gebäudemodell ist die Ermittlung der Außenhülle eines Gebäudes. Sie ist in einem IFC-Datensatz im Allgemeinen nur implizit definiert. Deshalb wird der folgende Algorithmus zur Extraktion eingesetzt:

1. Bestimme für jedes Stockwerk und das Gesamtgebäude den „Footprint“ der zugehörigen Bodenplatten, d.h. die zweidimensionale Vereinigung ihrer Projektion auf die jeweilige Grundfläche. Bilde zum Umriss des Footprints einen Puffer, begrenzt durch eine (geglättete) innere und äußere Parallelkurve in einem Abstand, der etwas größer als die Dicke einer Außenwand ist.
2. Berechne für alle Wände im Stockwerk den Footprint auf derselben Grundfläche und prüfe, ob er innerhalb der äußeren, aber außerhalb der inneren Parallelkurve liegt. In diesem Fall wird die Wand als Außenwand erkannt und entsprechend gekennzeichnet.
3. Überprüfe den gefundenen Satz von Außenwänden auf Lücken und schließe diese entweder durch andere Bauteile, soweit vorhanden, oder durch weiter zurückliegende Wände (wenn z.B. die Bodenplatte einen Balkon oder eine Terrasse einschließt).
4. Schließe das Dachgeschoss mit der Dachplatte bzw. den Dachplatten nach oben hin ab. Diese gelten ohne weitere Prüfung als außen liegende Gebäudeteile.
5. Ermittle alle Bauteile, welche Dachplatten durchdringen und/oder nach oben aus ihnen herausragen, z.B. Schornsteine oder Dachgauben.
6. Ermittle diejenigen (Teile von) Bodenplatten, die nicht durch die Bauteile darunter liegender Stockwerke nach unten abgedeckt werden.
7. Extrahiere von allen in den Schritten 2. bis 6. als außen liegend erkannten Bauteilen die nach außen zeigenden Flächen und speichere sie zusammen mit einer Referenz auf das jeweilige Bauteil ab.

Damit ist zunächst eine Rohform der Außenhülle bestimmt. Dieser Rohform fehlen allerdings noch fast alle semantischen Zuordnungen. Auch Öffnungen, Kontaktflächen sowie Öffnungs- und Anbau-Objekte sind noch nicht explizit erfasst.

4.2 Öffnungen und Kontaktflächen, Öffnungs- und Anbau-Objekte

Die weiteren geometrischen Operationen werden nun an der gefundenen Rohform der Außenhülle vorgenommen. Durch die Referenzen auf die ursprünglichen Bauteile stehen alle im IFC-Datensatz definierten Beziehungen und Eigenschaften weiterhin zur Verfügung. Dies gilt insbesondere für alle nichtgeometrischen Eigenschaften, die später im QUASY-Modell verfügbar sein sollen; bei der Geometrie der speziellen Fassadenobjekte sind aber unterschiedliche Wege erforderlich.

4.2.1 Öffnungen und Öffnungs-Objekte

Die meisten Öffnungen und Öffnungs-Objekte sind im IFC-Modell explizit vorhanden. Ein *IfcOpeningElement* ist mit dem Bauteil verknüpft, in dem sich die Öffnung befindet, und definiert die Öffnungsgeometrie mit Hilfe eines Körpers, der durch eine boolsche Operation vom Bauteilkörper zu subtrahieren ist. Um eine Öffnung für die QUASY-Anwendung zu definieren, muss daher zunächst die Außenfläche des betroffenen Bauteils mit dem Körper der *IfcOpeningElement*-Instanz geschnitten werden; da dieser Körper sehr häufig als *IfcExtrusion* definiert ist, genügt für diese Schnittbildung oft eine geeignete Projektion. Gleichzeitig bestimmt dieser Körper auch die Leibungsflächen für das Öffnungsobjekt.

Außerdem definiert das IFC-Modell auch explizit einige Objekte mit geometrischer Repräsentation, die einem Öffnungsobjekt von QUASY entsprechen, z.B. *IfcWindow* oder *IfcDoor*. Solche Objekte sind mit einem *IfcOpeningElement* verknüpft. Ihre Außenflächen ergeben zusammen mit den Leibungsflächen die geometrische Repräsentation eines Öffnungs-Objekts in QUASY.

Allerdings haben nicht alle in QUASY definierten Öffnungs-Objekte eine direkte Entsprechung im IFC-Modell. Z.B. gibt es kein Objekt, das eine Loggia repräsentiert; sie ist nur an Hand der typischen Wandanordnungen zu erkennen (zurückgezogene Rückwand, geschosshohe Seitenwände, Öffnungen in Rückwand oder Seitenwand, die Zugang gestatten). Auch die vordere Öffnung ist nicht explizit gegeben und muss aus der Lücke der Wände an der Außenkante der Bodenplatte erkannt werden. In einem solchen Fall erfolgt die Ermittlung der Daten für die Öffnung und das Öffnungs-Objekt analog zum Vorgehen bei Kontaktflächen und Anbau-Objekten, das im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

4.2.2 Kontaktflächen und Anbau-Objekte

Anbau-Objekte sind im IFC-Modell nicht definiert. Sie bestehen dort aus normalen Bauteilen, die nicht von den entsprechenden Bauteilen im Geschoss zu unterscheiden sind; oft teilen sie sich sogar ein Bauteil mit dem restlichen Geschoss (z.B. die Bodenplatte).

Daher kann ein Anbau-Objekt nur heuristisch aus der für den jeweiligen Objekt-Typ typischen Anordnung gewisser Bauteile, wie Bodenplatte, Wände, Verbindung zum Hausinnern usw., erkannt werden. Diese heuristische Identifikation eines Anbau-Objekts stellt den schwierigsten Teil der Konvertierung dar und kann deshalb nicht immer gelingen. Danach ist die Außenhülle des Anbau-Objekts von der Rohform der Gebäude-Außenhülle abzutrennen; das dadurch entstandene Loch in der Gebäude-Außenhülle wird durch Expansion der Nachbarflächen geschlossen. Diese neu hinzugefügten Flächen am Gebäudemodell bilden nun gleichzeitig die Kontaktflächen des Anbau-Objekts.

Dieses Vorgehen soll am Beispiel eines Erkers weiter verdeutlicht werden. Ein Erker ist zunächst daran zu erkennen, dass die Bodenplatte in einem beschränkten Bereich über den „regulären“ Grundriss des Stockwerks (z.B. ein Rechteck) hinausragt. An der Außenkante der Bodenplatte im Bereich dieser Ausragung befinden sich geschosshohe Wände, von denen mindestens eine mit Fenstern versehen ist; nach oben ist der Erker entweder durch das darüberliegende Stockwerk, durch das Hausdach oder durch ein separates Dach abgeschlossen. Vom Innenraum her stellt sich der Erker als Nische an der Außenwand dar, wobei der Nischenraum ansonsten ein ununterscheidbarer Teil des Innenraums ist.

Ist ein Erker an Hand solcher Kriterien erkannt, werden die zu ihm gehörigen Flächenstücke von der Außenhülle entfernt: überragender Teil der Bodenplatte, Wandflächen über diesem Bodenplattenteil inklusive Öffnungen und Fenster, obere Abdeckung (soweit getrennt vorhanden) bilden die geometrische Repräsentation der neuen Instanz eines „Erkers“. Die Schließung der nun geglätteten Gebäude-Außenhülle liefert zugleich die entsprechende Kontaktfläche.

5 ZUSAMMENFASSUNG, AUSBLICK

In diesem Beitrag wurde ein neuartiges semantisches Modell für Gebäudegruppen und Einzelgebäude vorgestellt. Es ist Teil eines umfassenden Modells für kleinräumige städtische Bereiche (Quartiere), auf dessen Basis ein DV-System QUASY zur Unterstützung der Stadtentwicklung entwickelt wird. Im vorgestellten Modell sind wichtige Teilkomponenten eines Gebäudes wie Öffnungen oder Anbauten explizit repräsentiert. Es gestattet eine sehr hohe geometrische Detaillierung der dreidimensionalen Darstellung, so dass auch aus der „Fußgängerperspektive“ ein realistischer Gesamteindruck entsteht.

Geometriedaten mit einer derartig hohen Detaillierung gibt es derzeit nur in Architektur-CA(A)D-Systemen. Die für diesen Anwendungsbereich entwickelte und international normierte IFC-Schnittstelle erlaubt es im Prinzip, Daten aus beliebigen Architektur-Systemen in das neue Gebäudemodell zu integrieren. Da das IFC-Modell aber sehr viele für den Anwendungsbereich Stadtentwicklung irrelevante Informationen enthält und überdies eine andere semantische Struktur als das QUASY-Gebäudemodell aufweist, kann diese Integration nur über einen teilweise heuristischen Extraktions- und Abbildungsprozess erfolgen. Da dabei Fehlzusweisungen nie gänzlich auszuschließen sind, muss das Zielsystem über interaktive Funktionen zur Korrektur und Nachbearbeitung verfügen.

Das hier vorgestellte Gebäudemodell erfasst nur von außen sichtbare Merkmale eines Gebäudes in ihrer 3D-Geometrie. Damit können Anwendungen wie das Facility-Management oder der Katastrophenschutz, für die auch Informationen über das Gebäudeinnere wie Raumaufteilung, Zu- und Abgänge oder Treppenhäuser benötigt werden, nicht realisiert werden. Da im IFC-Modell derartige Informationen aber auch zur Verfügung stehen, muss das QUASY-Gebäudemodell und die zugehörige GML-Schnittstelle eventuell noch anwendungsabhängig erweitert werden. Außerdem ist für den Anwendungsbereich „Stadtplanung“ das Gebäudemodell durch ein semantisches Modell eines Bebauungsplanes zu ergänzen.

6 LITERATUR UND LINKS

- Gröger, Kolbe (2003): Interoperabilität in einer 3D-Geodateninfrastruktur, in: Proc. Münsteraner GI Tage, 26.-27.6.2006, S. 325 – 343.
C. M. Eastman (1999): Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction, CRC Press (1999).
IAI – International Alliance for Interoperability http://www.iai-international.org/iai_international/
IAI - IndustrieAllianz für Interoperabilität e. V: <http://www.iai-ev.de/frame.htm>
IFC 2.x.2 – Industry Foundation Classes: <http://www.iai-ev.de/spezifikation/ifc2x2/index.htm>
OGC - Open GIS Consortium: <http://www.opengis.org>
GML – Geography Markup Language: <http://www.opengis.org/docs/02-023r4.pdf>