

# **Fachspezifische 3-D-Modelle in Oracle Spatial**

**Frank Herrmann<sup>1</sup>, Felix Kunde<sup>2</sup>, Prof. Dr. Petra Sauer<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Beuth Hochschule für Technik Berlin, <sup>2</sup>virtualcitySYSTEMS GmbH  
Berlin**

## **Schlüsselworte**

3D-Stadtmodell, Oracle Spatial, CityGML, Facility Management, Informationsintegration

## **Einleitung**

Der Standard CityGML des Open Geospatial Consortiums (OGC) ist ein XML-basiertes Format für die Speicherung und den Austausch von virtuellen 3D-Stadt-Modellen. Für eine effiziente Datenhaltung dieser komplexen Datenstruktur existiert ein Datenbankschema speziell für Oracle Spatial. Im Rahmen des Forschungsprojektes ArcoFaMa an der Beuth Hochschule für Technik in Berlin werden Vermessungsdaten des Außengeländes des Projektpatners Botanischer Garten Botanisches Museum Berlin-Dahlem in verschiedenen Arbeitsschritten in das CityGML-Format transformiert und mit dreidimensionalen Daten im IFC-Standard aus dem Facility Management verknüpft. Der Beitrag wird über die Besonderheiten des Datenmodells berichten, die Transformationsschritte erläutern und einen Einblick in das interdisziplinäre Informationsintegrationsprojekt geben.

ArcoFaMa, das gemeinsame Forschungsprojekt der Beuth Hochschule für Technik Berlin und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, schlägt einen Bogen über die Fachgebiete Geoinformation und Facility Management (FM) und entwickelt eine Integrationsplattform für unterschiedliche Datenformate, wie Geodaten und FM-Fachdaten, die im operativen Einsatz üblicherweise in proprietären Datenhaltungssystemen getrennt behandelt werden. Heterogene IT-Systeme erzeugen durch die Verwendung spezifischer Software schwer wartbare Dateninseln, die meist nebeneinander stehend gepflegt werden und ohne übergreifende Schnittstellen nicht kommunikationsfähig sind. Das gemeinsame Projekt wird mittels einer ganzheitlichen und systematischen Datenintegration über interoperable Dienste und die Nutzung und Verknüpfung offener Standards aus den beiden Bereichen (GIS und FM), einen nachhaltigen und übertragbaren Prototypen entwickeln.

## CityGML - ein offener Standard für die Beschreibung der urbanen Umwelt

Unter dem Namen CityGML ist im Jahr 2008 ein Standard vom Open Geospatial Consortium (OGC) in veröffentlicht worden, der basierend auf der Geography Markup Language (GML) Klassen und Relationen für die Objektbeschreibung einer Stadt hinsichtlich der Geometrie, Semantik und Topologie, Repräsentation definiert. GML ist in der Auszeichnungssprache Extensible Markup Language formuliert und wird in Form von Textdateien gespeichert. CityGML ist ein offenes und applikationsunabhängiges Anwendungsschema und eine Spezialisierung der GML für die Repräsentation, den Austausch und die Speicherung von virtuellen 3D-Stadtmodellen, dass seit März diesen Jahres in Version 2.0 vorliegt. Aktuell können 98 Objektklassen mit 372 Attributen differenziert für die Beschreibung realer Objekte verwendet werden. Durch den Ansatz, Objekte in verschiedenen Detaillierungsstufen (Level of Details) zu beschreiben, skalieren CityGML-Modelle hinsichtlich der Repräsentation gut. Der modulare Aufbau ermöglicht Teilbeschreibungen von semantischen Bereichen ohne den eigentlichen Standard zu verletzen. Dazu gehört nicht nur die Repräsentation von Gebäuden sondern vielmehr auch die Beschreibung von räumlich größeren Bereichen, wie Regionen und oder auch Ländern. Fachspezifische Module spezifizieren über entsprechende Attribute das Modell und können so aussagekräftige Abfragen und Analysen ermöglichen. Der Standard beinhaltet das Konzept der Erweiterung um Fachschalen, den sogenannten Application Domain Extensions (ADE). Da CityGML ein Anwendungsschema der GML ist, können die OGC-standardisierten Internetdienste für den Datenzugriff, die Prozessierung oder der Katalogisierung angewendet werden.

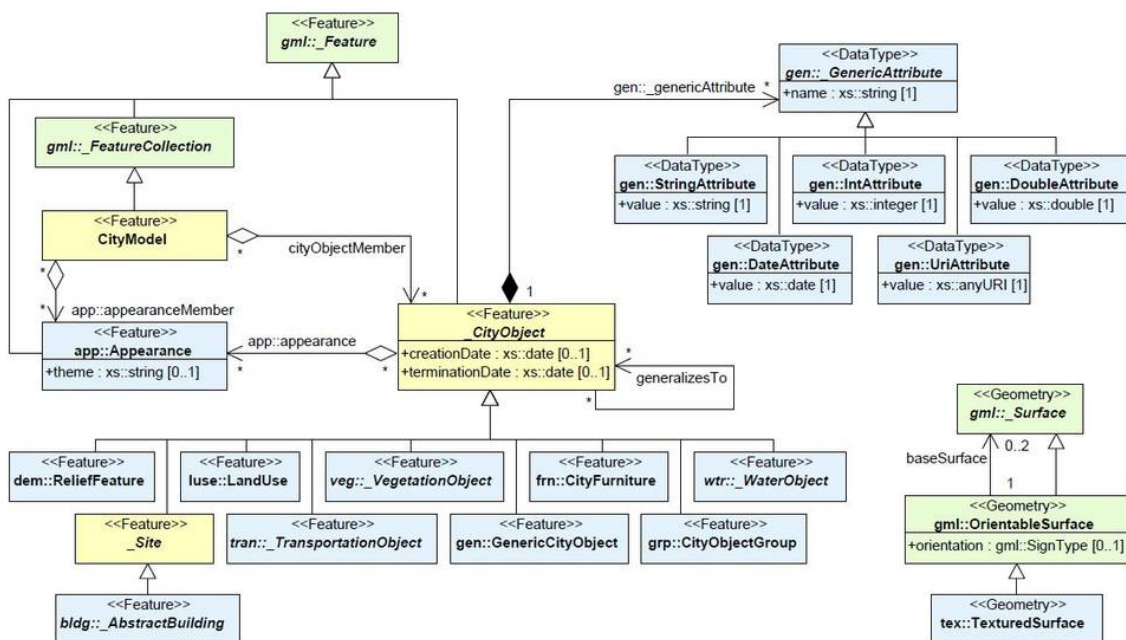


Abb. 1: CityGML Top Level Klassenhierarchie

### 3DCityDB - Umsetzung von CityGML in die Oracle Datenbank

Unter anderen sind folgende Eigenschaften des CityGML-Modells im Datenbankschema der 3DCityDB umgesetzt:

- Thematische Modellierung: Objekte werden hierarchisiert in Unter- und Oberobjekte und detailliert in verschiedenen Stufen abgelegt, durch umfangreiche Attributierung der Objekte können vielseitige und komplexe Abfragen und Analysen durchgeführt werden,
- Gruppierung von Geoobjekten: Unterobjekte gehören im Allgemeinen zu einem Oberobjekt, dass wiederum ein als eigenständiges Objekt aufgefasst wird. Die Objektgruppe kann wiederum zu einer anderen Objektgruppe gehören. Es entsteht eine rekursive Gruppierungshierarchie in beliebiger Tiefe,
- Einbindung externer Datenquellen: Die Objekte könne korrespondierende Daten aus externen Quellen dokumentieren und referenzieren über ein Adresse und einen Identifikator.

Um eine effiziente Möglichkeit der Speicherung und Verwaltung von Rasterdaten für die Repräsentation der Objekte zu finden, wurde die in Version 10g R2 vorliegende Funktionalität GeoRaster verwendet. Da virtuelle 3D-Stadtmodelle auch auf detaillierten Luftbildaufnahmen beruht, können solche Rasterbilder die Aufnahmefähigkeit einer Datenbank hinsichtlich der zu verarbeitenden Größe überfordern. Besonders die Fähigkeit der Aggregation homogener, gekachelte Luftbilder zu großen Gesamtbildern wird genutzt. Darüberhinaus übernimmt der Oracle Workspace Manager die Versionierung und Speicherung der Verlaufgeschichte von Arbeitsständen in Multiuser-Umgebungen.

Für die Abbildung des komplexen CityGML-Schemas in ein relationales Modell wurden verschiedene Techniken angewendet mit dem Ziel, Abfragen performant zu halten und das Datenbankschema nicht zu komplex werden zu lassen. Es wurden zentrale Objektklassen identifiziert und in jeweils eigene Tabellen abgebildet. Andere Objektklassen wiederum sind in einer Tabelle zusammengefaßt. Um die vorher unbestimmbare Rekursionstiefe einer Abfrage abzufangen, wurden jedem Objekt eine Referenz zum Elternobjekt mitgegeben. Das Geometriemodell von CityGML konnte unter Nutzung der speziellen räumlichen Datentypen in abgewandelter Form abgebildet werden. Kombinierte Geometrien, wie Körper oder Flächen, sind nunmehr Aggregate von einzelnen Polygonen, die wiederum für räumliche Abfragen genutzt werden können. Komplexe Datentypen im CityGML-Schema (Farbvektoren, Matrizen u.ä.) wurden vereinfacht und als Strings umgesetzt und alle GML-Geometrietypen einheitlich als Polygon in SDO\_Geometry abgelegt. M:N-Relationen in CityGML wurden, womöglich, vermieden und durch 1:N-Relationen modelliert, um nicht weitere Tabellen anlegen zu müssen.

## **ArcoFaMa - Fachspezifischer Einsatz von CityGML**

Die Nutzung von Geodaten- und umfassenden Gebäudeinformationsmodellen (Building Information models / BIM) im Facility Management (FM) verspricht erhebliche wirtschaftliche Potentiale beispielsweise in der Instandhaltungsplanung des technische Gebäudemanagements oder auch dem frühzeitigen Erkennen beginnender Havarie-Situationen durch exakte geographische Positionen. Trotz dieses anerkannten Nutzens bleibt jedoch der Einsatz von Geodaten und BIM in der Praxis des FM auf wenige spezielle Einsatzfälle beschränkt. Die Gründe hierfür sind der erhebliche Aufwand zur Gewinnung von Geodaten und deren Verknüpfung mit Fachdaten des FM für einen breiten Einsatz sowie der nicht minder große Aufwand für eine kontinuierliche Datenpflege. Gerade an dieser Stelle wirken sich die fehlenden Schnittstellen zwischen den zahlreichen im FM eingesetzten Einzelsystemen besonders negativ aus. Eine Integration verschiedener Datenquellen, die dem Informationsbedarf nach Lokalisation von FM-Objekten und fachlicher Tiefe gerecht wird, soll der technologische Mittelpunkt und Ansatz für die beschriebene Problemstellung sein. Interoperabilität wird gewährleistet durch offene Standards, wie zum Beispiel IFC (Industry Foundation Classes) und CityGML. Besondere Bedeutung bekommt in diesem Ansatz den Metadaten für das Auffinden und die Aggregation der Daten zu. Ein Metadaten-Graph, der in einem Knoten/Kanten-Modell entsprechende Metadaten aus heterogenen Quellen generiert und speichert, wird für die Abfrage und Analyse von Datenbeständen verwendet.

Der Botanische Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Anwendungspartner im Projekt ArcoFaMa, hat detailreiche CAD-Daten zur Verfügung gestellt, die in das CityGML-Format transferiert werden. Als Werkzeug für die Transformation kommt die Software Feature Manipulation Engine (FME) der Firma SafeSoftware zum Einsatz. Mit der FME kann das komplexe Mapping der Layer und Attribute aus dem CAD-Datenbestand in das semantische Modell vorgenommen werden.

## **Fazit**

Das hochschulübergreifende Projekt ArcoFaMa an der Beuth Hochschule für Technik Berlin und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin hat in Zusammenarbeit mit dem Botanischen Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem verschiedene Anwendungspiloten definiert, um anwendungsfallbezogen die Nutzung von CityGML für die Pflege des Geodatenbestandes und die Einbindung in eine FM-spezifische Software zu erproben. Wichtige Erkenntnisse sind bis zum derzeitigen Projektfortschritt hinsichtlich der Bedeutung der Datenqualität der Ausgangsdaten und der Ausgereiftheit des CityGML-Standards sowie des Einsatzes einer räumlichen Datenbank, wie zum Beispiel Oracle Spatial Extension, gewonnen worden.

## Quellen:

- [NagSta08] Nagel, C.; Stadler, A. 2008: Die Oracle-Schnittstelle des Berliner 3D-Stadtmodells  
[http://www.3dcitydb.net/fileadmin/3dcitydb/publications/Nagel\\_Stadler\\_31072008.pdf](http://www.3dcitydb.net/fileadmin/3dcitydb/publications/Nagel_Stadler_31072008.pdf)
- [Kol09] Kolbe, T. ; König, G.; Nagel, C.; Stadler, A. 2009: Die 3D-Geo-Database for CityGML Version 2.0.1  
[http://opportunity.bv.tu-berlin.de/software/attachments/606/3DCityDB-Docmentation-v2\\_0.pdf](http://opportunity.bv.tu-berlin.de/software/attachments/606/3DCityDB-Docmentation-v2_0.pdf)

## Kontaktadressen:

Frank Herrmann  
Beuth Hochschule für Technik Berlin  
Luxemburger Str. 10  
13353 Berlin

Telefon: +49 (0) 30-4504 3880  
E-Mail [fherrmann@beuth-hochschule.de](mailto:fherrmann@beuth-hochschule.de)  
Internet: [www.arcofama.de](http://www.arcofama.de)

Felix Kunde  
virtualcitySYSTEMS GmbH  
Tauentzien Str. 7b/c  
10789 Berlin

Telefon: +49 (0) 30-8904871-0  
E-Mail [fkunde@virtualcitysystems.de](mailto:fkunde@virtualcitysystems.de)  
Internet: <http://www.virtualcitysystems.de>

Prof. Dr. Petra Sauer  
Beuth Hochschule für Technik Berlin  
Luxemburger Str. 10  
13353 Berlin

Telefon: +49 (0) 30-4504 2691  
E-Mail [sauer@beuth-hochschule.de](mailto:sauer@beuth-hochschule.de)  
Internet: [www.arcofama.de](http://www.arcofama.de)