

Das interoperable 3D-Stadtmodell der SIG 3D der GDI NRW

Dr. G. Gröger und Dr. T. H. Kolbe (Institut für Kartographie u. Geoinformation, Universität Bonn), R. Drees (T-Mobile Deutschland), A. Kohlhaas (Graphisoft Deutschland), H. Müller (Inpho), Dr. F. Knospe (Stadt Essen), U. Gruber (Kreis Recklinghausen), U. Krause (LVermA NRW)

unter weiterer Mitarbeit von Dr. K. Leinemann und Dr. C. Benner (Forschungszentrum Karlsruhe), H. Geerling, Dr. P. Hartfiel (Hansa Luftbild), H.-F. Schuster (Universität Bonn), Prof. H.-J. Przybilla (Universität Duisburg-Essen), M.-O. Löwner und D. Dörschlag (Universität Bonn), M. Degen (Stadt Dortmund), K. Nellessen (Stadt Düsseldorf), K.-U. Krause (TU Hamburg-Harburg), K. Jülge (Universität Hannover)

Dieses Handout fasst die bisherigen Ergebnisse der anderthalbjährigen Arbeiten der Arbeitsgruppe „Modellierung“ der SIG 3D der GDI NRW an einem Standard für 3D-Stadtmodelle zusammen. Der Standard wird graphisch in Form von UML-Diagrammen beschrieben, ergänzt durch textliche Erläuterungen. Um die Interoperabilität des Modells sicher zu stellen, basiert es auf internationalen Standards, insbesondere auf dem Geometriestandard ISO 19107 „Spatial Schema“, und es ist kompatibel zum Austauschstandard GML3 des Open GIS Consortium (OGC).

Das 3D-Stadtmodell gliedert sich in das *Basismodell* (Diagramm 1) und das *Anwendungsmodell* (Diagramme 2 bis 5). Das Basismodell besteht aus Primitiven für 0 - 3-dimensionale Geometrieobjekte (Knoten, Kante, Masche, Volumenkörper), die zu Aggregaten der entsprechenden Dimension zusammen gesetzt werden können. Diese Aggregate bilden die Bausteine für die Definition von Anwendungsobjekten, die im Anwendungsmodell erfolgt. Jedes Anwendungsobjekt kann - durch Vererbung von der gemeinsamen Oberklasse Geobjekt - über Relationen mit dem entsprechenden Objekt in einem Fachdateninformationssystem (ALKIS, ATKIS, GDF, ...) verknüpft sein, wodurch weitere fachspezifische Informationen zur Verfügung gestellt werden können. Fachspezifische Erweiterungen des Modells sind durch weitere Ausdifferenzierungen der Objektarten durch Bildung attributierter Unterklassen möglich.

Jedes Anwendungsobjekt kann in verschiedenen Detaillierungsgraden (Level of Detail, LoD) repräsentiert sein. Wir unterscheiden fünf LoD: LoD0 (Regionalmodell, 2,5D), LoD1 (Klötzenmodell), LoD2 (detaillierteres Modell mit differenzierten Dachformen und optionalen Texturen), LoD3 (geometrisch fein ausdifferenziertes Architekturmodell) und LoD4 (Innenraummodell). Die fünf LoD sind in Tabelle 1 näher erläutert und illustriert.

Weitere Anmerkungen zum Modell:

- Das Modell soll so allgemein sein, dass die wichtigsten Anwendungen für 3D-Stadtmodelle damit realisierbar sind. Wir haben uns bei der Erstellung an den von der AG Zielgruppen identifizierten 25 Anwendungsgebieten orientiert. Aus Interoperabilitätsgründen kann die Mächtigkeit des Modells jedoch für bestimmte Anwendungen wie z.B. Funknetzplanung, Kataster oder Fahrzeugnavigation eingeschränkt werden. Diese Einschränkungen können in GML 3 durch das Konzept des *Profils* umgesetzt werden.
- Alle Geoobjekte (außer Gebäude, für die spezielle Festlegungen gelten) können in jedem LoD durch beliebige Geometrien (punkthaft, linienhaft, flächenhaft und volumenhaft) repräsentiert werden. Ggf. kann dies für bestimmte Klassen zukünftig näher eingeschränkt werden.
- Im Gebäudemodell (Diagramm 3) wird zwischen zwei Bestandteilshierarchien differenziert: einerseits besteht eine Gebäudegruppe aus Gebäuden, andererseits ein Gebäude aus Gebäudeteilen. Die Entscheidung, welche der beiden Hierarchien im Einzelfall verwendet wird, hängt von der Zuordnung zu Adressen ab: hat jedes Teil eine eigene Adresse, so bilden die Teile eine Gebäudegruppe. Hat dagegen nicht jedes Teil eine Adresse, so liegt ein Gebäude mit Gebäudeteilen vor.
- Abschlussflächen dienen im Gebäudemodell zur Modellierung von Öffnungen, z.B. bei Hallen.
- Das DGM (Diagramm 4) kann alternativ durch Grids (Raster), TINs, 3D-Bruchkanten oder 3D-Massenpunkte repräsentiert sein. Liegt das DGM als TIN vor, können die Bruchkanten in das TIN integriert sein (Constraint-Delaunay-Triangulation).
- Für die Begriffsbildung und die taxonomische Hierarchie der Objektarten wurde auf Vorarbeiten im Kontext von ALKIS oder der Bauordnung NRW zurückgegriffen.
- Als nächste Schritte erfolgt die Modellierung der folgenden Phänomene bzw. Objekte:
 - Unterirdische Objekte und Brücken einschließlich ihrer Integration mit dem DGM
 - Bewegliche Objekte (z.B. Schwenkbrücken, Pontons)
 - Innenräume (LoD4) in Zusammenarbeit mit der IAI (International Alliance for Interoperability), die Standards im Bauwesen spezifiziert
 - Historienverwaltung

Nähere aktuelle Informationen – insbesondere vertiefende Vorträge und Veröffentlichungen – stehen unter <http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d> bereit. Allgemeine Informationen zur GDI NRW sind unter <http://www.gdi-nrw.org> zu finden.

Tabelle 1: Überblick über die Detaillierungsgrade LoD0 bis LoD4. Die angegebenen Genauigkeiten sind Richtwerte.

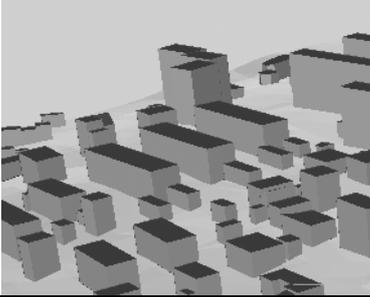
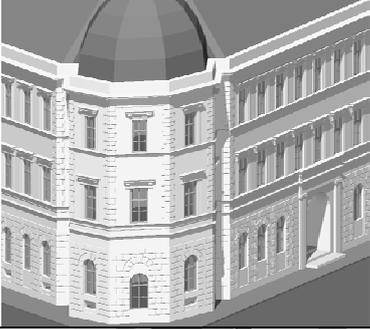
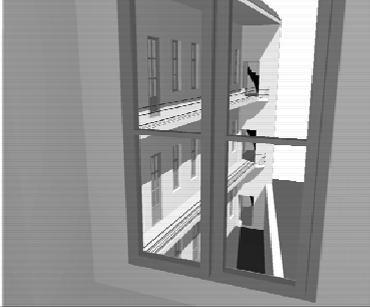
	<p>LOD 0 – Regionalmodell bis auf 3D-Landmarks nur 2,5D DGM Erfassungsgeneralisierung: <i>maximal; Klassifizierung nach Flächennutzung</i> Dachform/-struktur: <i>keine</i> Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>>5m / >5m</i></p>
	<p>LOD 1 – Stadt- / Standortmodell „Klötzchenmodell“ ohne Dachstrukturen Erfassungsgeneralisierung: <i>Objektblöcke in generalisierter Form > 6m*6m Grundfläche</i> Dachform/-struktur: <i>ebene Flächen</i> Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>5m / 5m</i></p>
	<p>LOD 2 – Stadt- / Standortmodell Modelle mit differenzierte Dachstrukturen; optional texturierte Flächen; Vegetationsmerkmale (z.B. Bäume) Erfassungsgeneralisierung: <i>Objektblöcke in generalisierter Form > 4m*4m Grundfläche</i> Dachform/-struktur: <i>Dachtyp und Ausrichtung</i> Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>2m / 1m</i></p>
	<p>LOD 3 – Stadt- / Standortmodell Geometrisch fein ausdifferenzierte Architekturmodelle; Vegetation; Straßenmöbel Erfassungsgeneralisierung: <i>Objekte in realer Form; > 2m*2m Grundfläche</i> Dachform/-struktur: <i>reale Form</i> Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>0,5m / 0,5m</i></p>
	<p>LOD 4 – Innenraummodell „Begehbare“ Architekturmodelle Erfassungsgeneralisierung: <i>reale Form; Abbildung konstruktiver Elemente und Öffnungen</i> Dachform/-struktur: <i>reale Form</i> Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>0,2m / 0,2m</i></p>

Diagramm 1: Basismodell

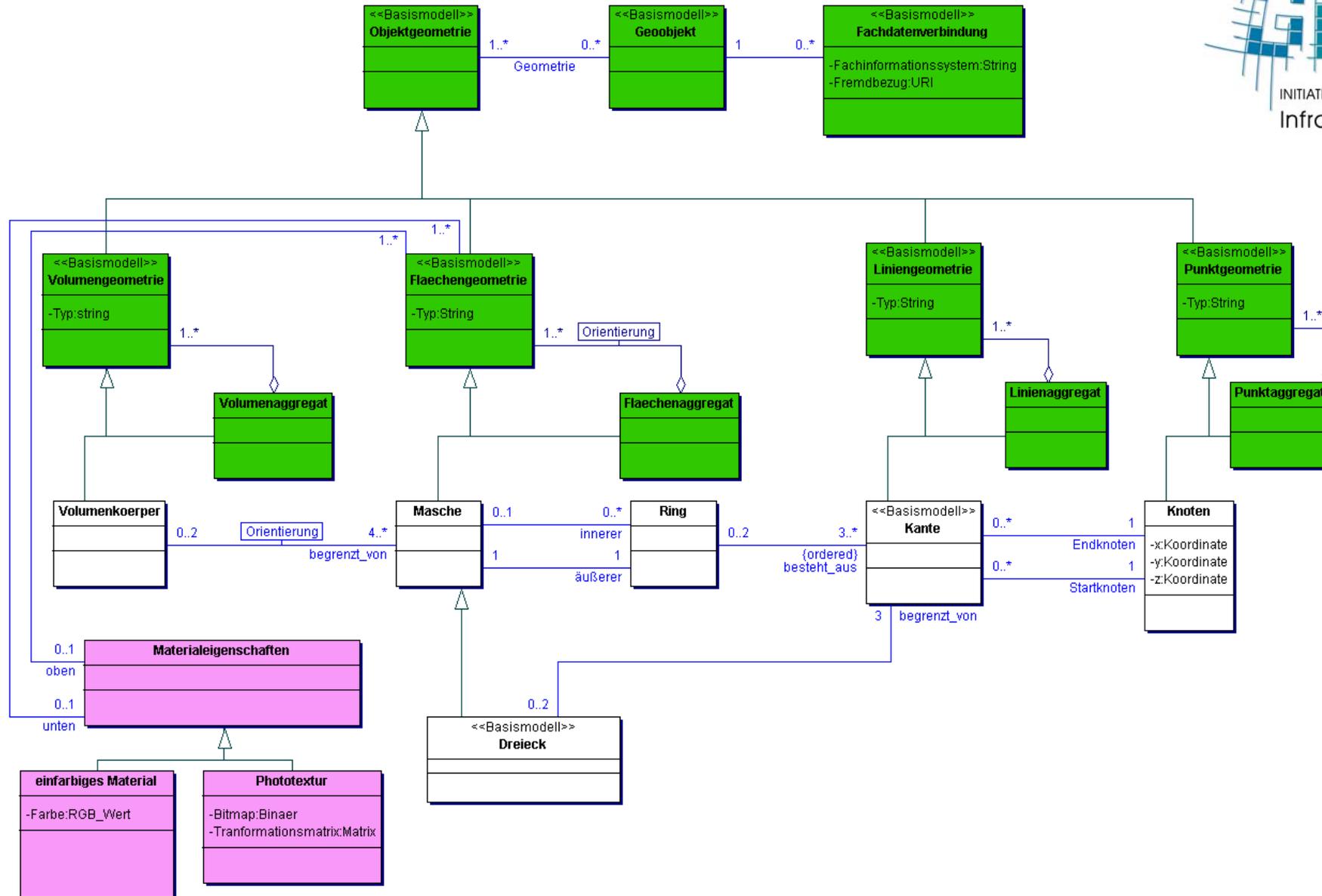


Diagramm 2: Anwendungsmodell (Übersicht)

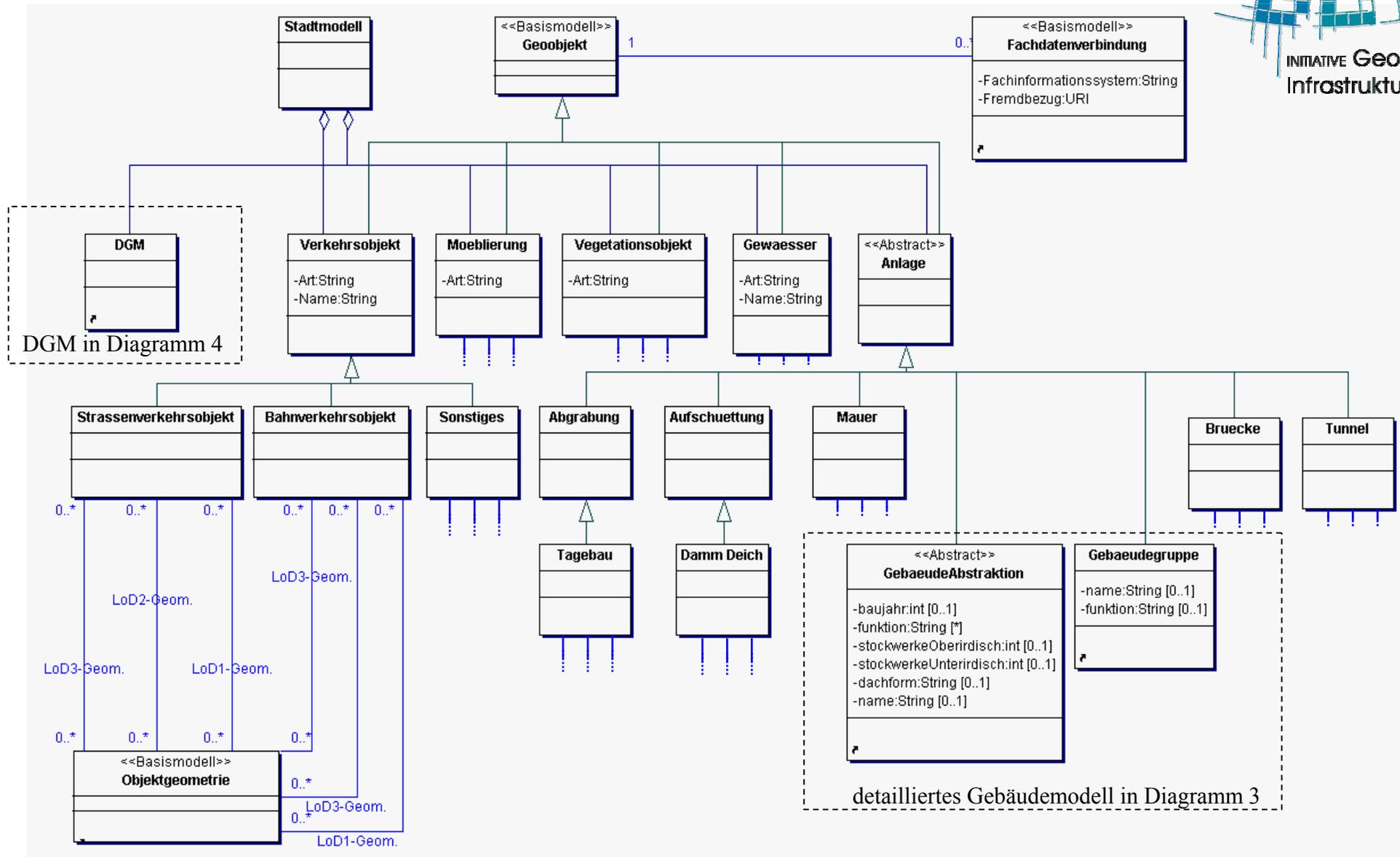


Diagramm 3: Anwendungsmodell – Modellierung von Gebäuden in den LoD 1 - 3

