

27. April 2007

3D-Geodaten im Katastrophenmanagement

Dr.-Ing. Christoph Averdung

Wilhelmstraße 56
D-53721 Siegburg
<http://www.supportgis.de>

Tel.:+49(0)2241-2594- 0
Fax.:+49(0)2241-2594-29
averdung@supportgis.de

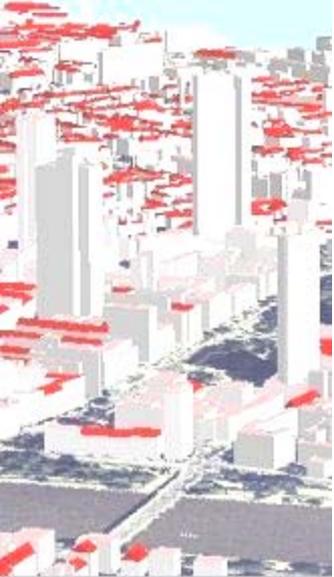


- (1) Zum Unternehmen ...
- (2) 2D-/3D-Geobasisdaten
- (3) Methodischer Ansatz zum 3D-Geodaten im Katastrophenmanagement
- (4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung von 3D-Stadtmodellen
- (5) Anforderungen im Katastrophenmanagement
- (6) Anwendungsszenarien



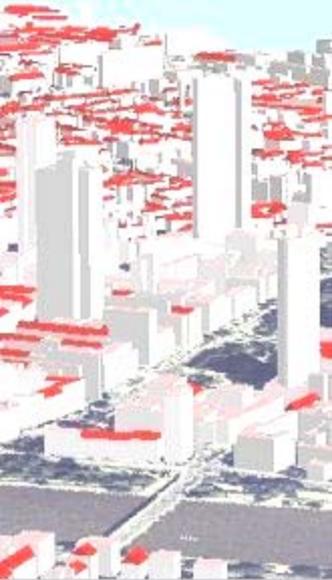
(1) Zum Unternehmen ...

- Unternehmen: Gründung und strategische Ausrichtung
 - Gründung des Unternehmens: 1993
 - Sitz des Unternehmens: Siegburg / NRW
 - Mitarbeiter: Geodäten, Informatiker, Mathematiker, Geographen
 - Schwerpunkte in Forschung und Entwicklung:
 - 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle
 - ISO-/OGC-konforme Datenbanklösungen für Geodaten
 - Führung des amtlichen Liegenschaftskatasters
 - Generalisierung topographischer Geodaten
 - Zugriffsschutz von unternehmenskritischen Daten

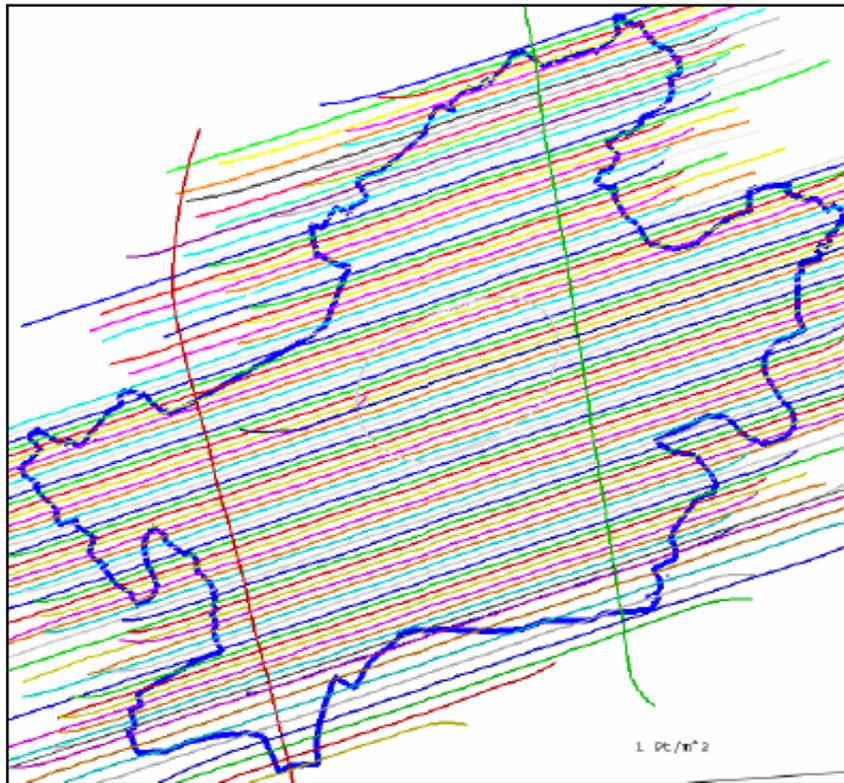
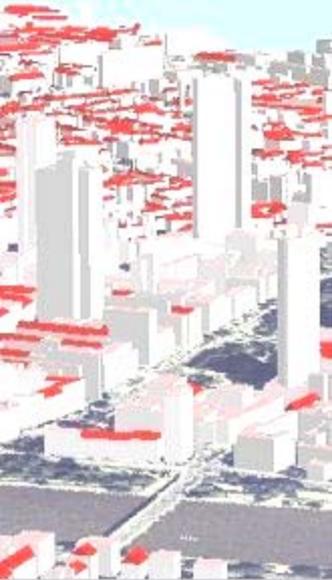


(2) 2D-/3D-Geobasisdaten

- Datengrundlage für die Ableitung des 3D-Stadtmodells
 - Digitale Stadtgrundkarte einschließlich Gebäudeflächenindex
 - Format: Shape, SQD, DXF, ...
 - Liegenschaftskatasterkarte: ALK, ALKIS
 - Format: EDBS, BGRUND, NAS
 - Topographische Daten der Landesvermessung: ATKIS
 - Format: EDBS, NAS
 - Oberflächenmodell: DSM (Digital Surface Model)-Kacheln
 - Format: ASCII
 - Geländemodell: DTM (Digital Terrain Model)-GRID-Kacheln
 - Format: ASCII



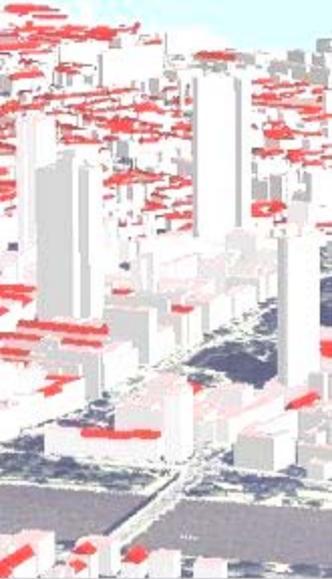
(2) Datengrundlage: Laserscanning-Daten (Beispiel Frankfurt a. M.)



- Das Fluggebiet wurde mit 88 Flugstreifen abgedeckt.
- Um die Datenkonsistenz zu prüfen wurden zwei Flugstreifen quer zur Hauptbefliegungsrichtung befliegen.
- Der Hauptteil wurde mit einer Punktdichte von 4 Pkt/m² befliegen.

Datum	Startzeit	Endzeit
20. April 2005	22:08	02:35 (21. April)
21. April 2005	21:07	02:43 (22. April)
22. April 2005	21:26	22:19
05. Mai 2005	21:38	23:27

(2) Datengrundlage: Stadtkarte – Maßstab 1:10.000 (Beispiel Frankfurt a. M.)



(2) Datengrundlage: Auswertung der 3D – Laserscanningdaten

DSM - Digital Surface Model
Digitales Oberflächenmodell
(Las Format, 25 MB)

DTM - Digital Terrain Model
Digitales Geländemodell
(Las Format, 20 MB)

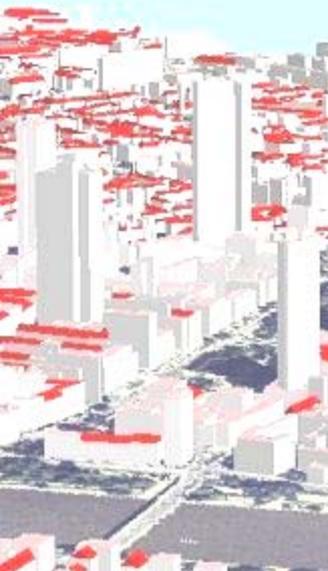
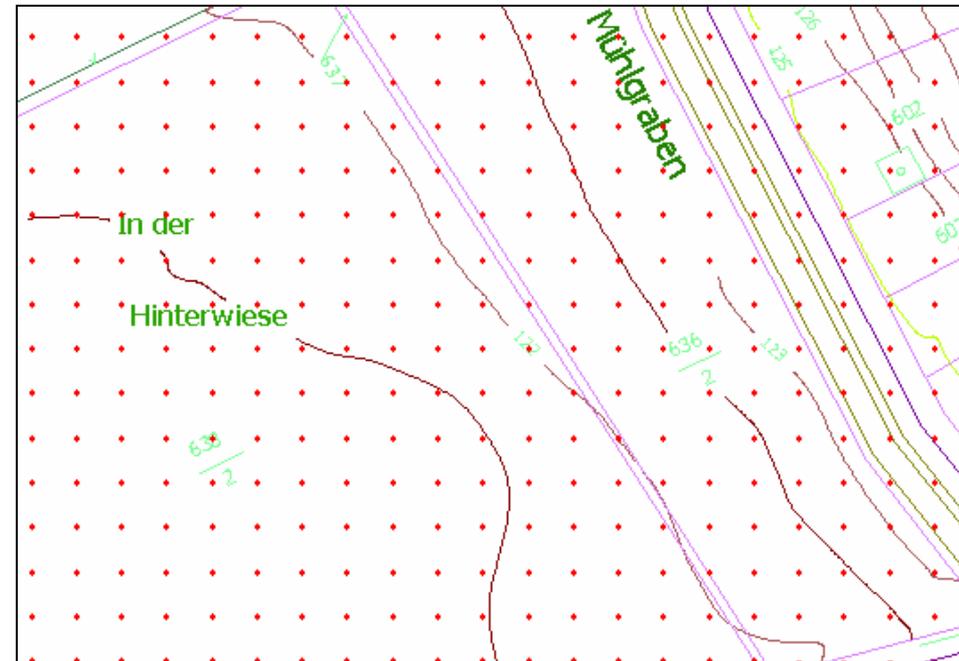
Ableitung eines 1m Höhenraster mit
Konverter (FME)
(ASCII Format, 7 MB) Januar 2006



MK1 – Model-key-points
Ausdünnung unter Einhaltung einer
Höhenabweichung von 5 cm
(Las Format, 5 MB)

MK2 – Model-key-points
Ausdünnung unter Einhaltung einer
Höhenabweichung von 10 cm
(Las Format, 2 MB)

Datenumsetzung in ASCII Format mit
Konverter
(FME / LAS CAD)



(2) Datengrundlage: Ableitung des Digitalen Geländemodells

Neues digitales Geländemodell (DGM) aus 1m Höhenraster

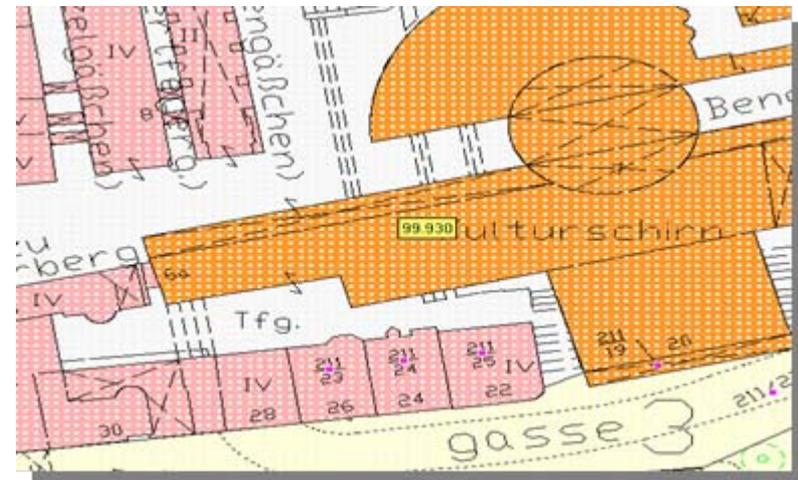
Bisheriges DGM:

20m-Raster, gerechnet aus mehreren Datenquellen, DGM5 (HLBG) und Höhen-
daten von Amt 62, Genauigkeit
(inhomogen): dh > mehrere Dezimeter



Neues DGM:

1m-Raster, homogen für das gesamte
Stadtgebiet einschließlich Stadtwald
Genauigkeit: $dh \leq 0,15 \text{ m}$



(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau des 3D – Stadtmodells

- Grundlage: Definitionen des Level of Detail (CityGML)

- LOD 0 – Regionalmodell

- 2,5D DGM

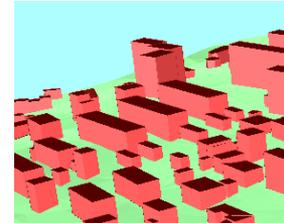
- Maßstabsbereich: kleiner 1:50.000



- LOD 1 – Stadt- / Standortmodell

- „Klötzchenmodell“ ohne Dachstrukturen

- Maßstabsbereich: 1:5.000-1:50.000



- LOD 2 – Stadt- / Standortmodell

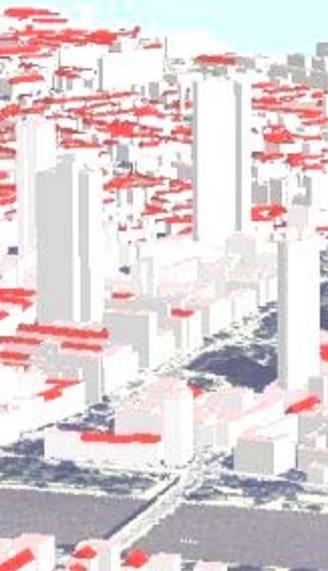
- texturiert, differenzierte Dachstrukturen

- Maßstabsbereich: 1:500-1:1.000



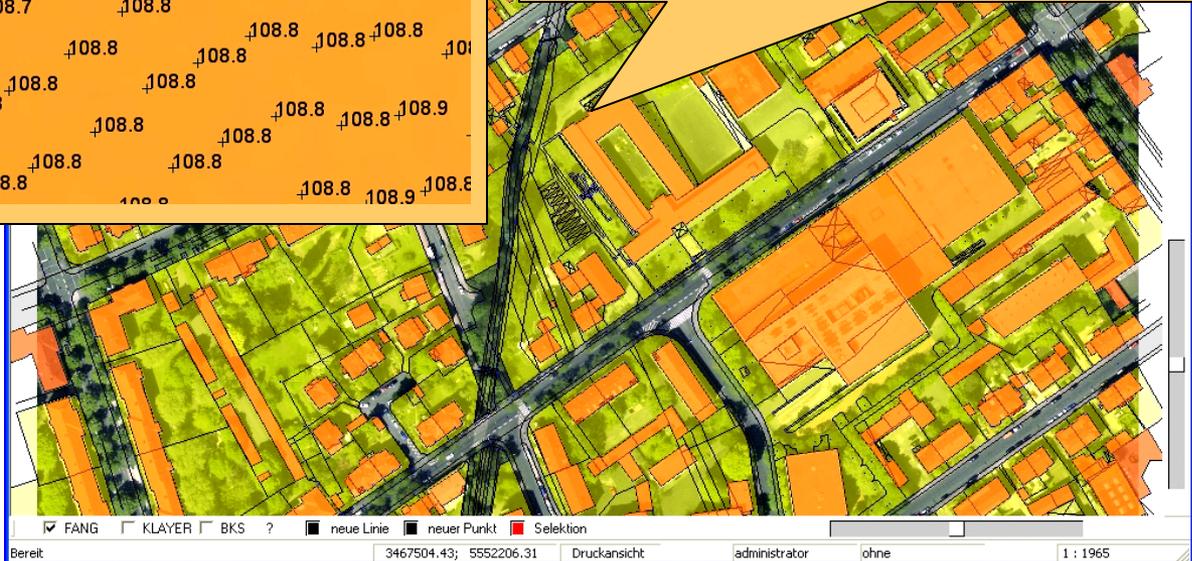
- LOD 3 – Stadt- / Standortmodell

- detaillierte Architekturmodelle



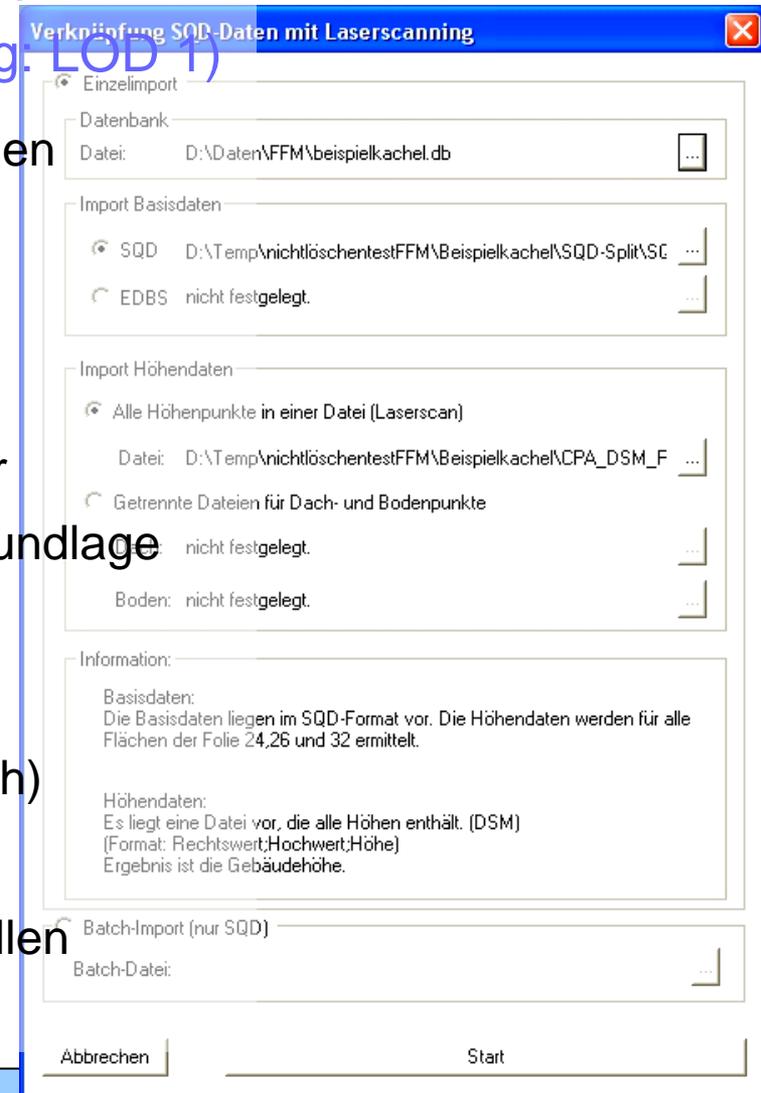
(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau de

- Datenbankgestützte Inf

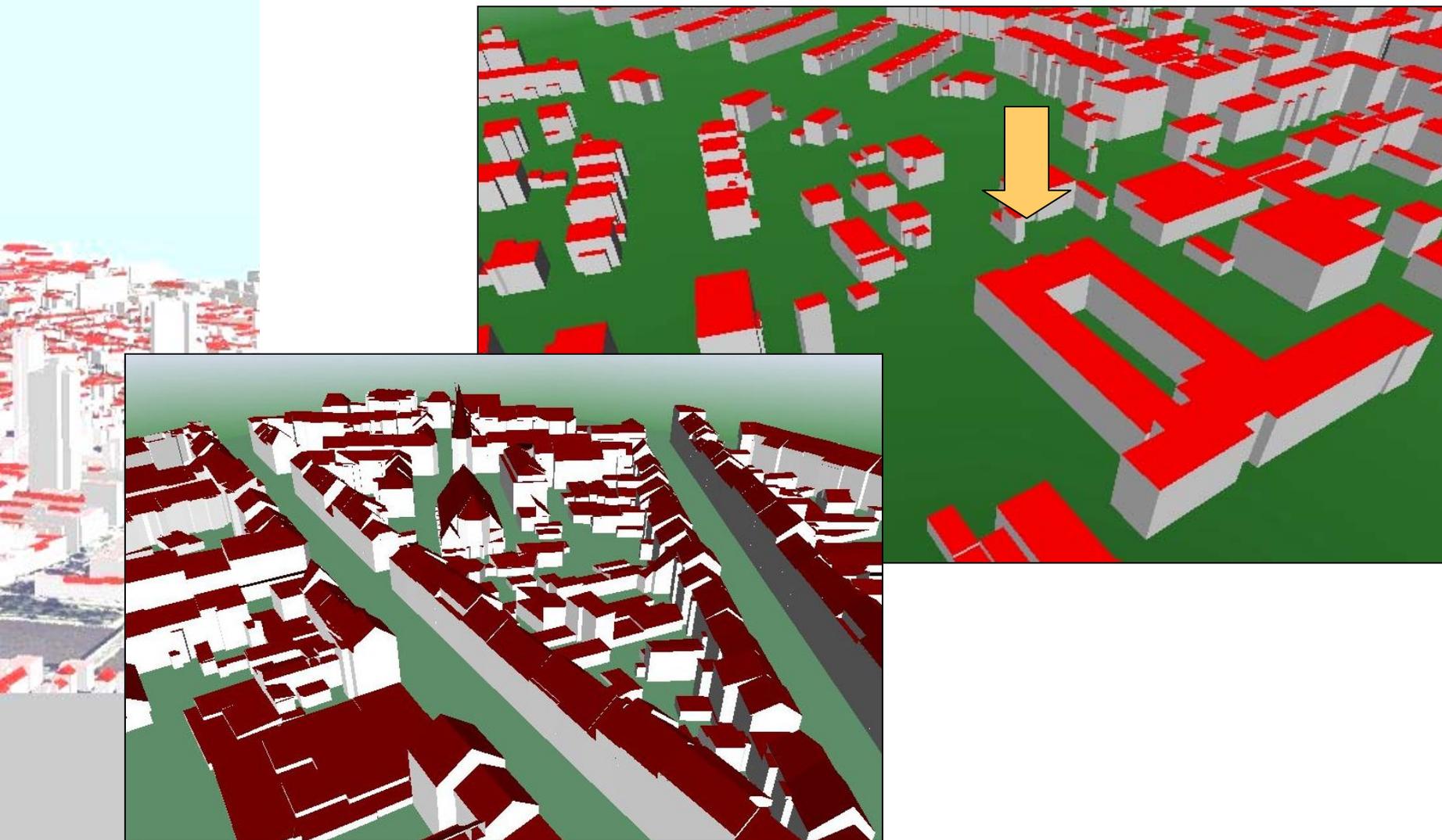


(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau des 3D – Stadtmodells

- Vorgehensweise zur Ableitung von Gebäudemodellen (Auflösung: LOD 1)
 - Verschneidung des DSM mit den Gebäudeflächen
 - Ermitteln einer „plausiblen“ Gebäudehöhe
 - Automatische Konstruktion der Seitenwandobjekte auf der Grundlage der Gebäudegrundrisse
 - Automatische Berechnung der Dachflächenobjekte (Flachdach)
 - Abgabe der Daten im Format normbasierter Datenschnittstellen (VRML, CityGML)



(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau des 3D – Stadtmodells



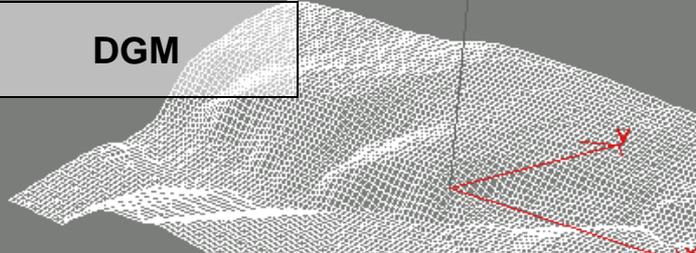
(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau des 3D – Stadtmodells

- Vorgehensweise zur Integration von Gebäudemodellen (Auflösung: LOD 2)
 - Konstruktion hochdetaillierter Gebäudemodelle
 - mit spezialisierten Software-Tools
 - Über erweiterte Auswertung der Laserscanning-Daten (z.B. für Dachformen)
 - Konvertierung der Gebäudemodelle in normbasierte Datenformate (VRML, CityGML)



(3) Methodischer Ansatz zum Aufbau des 3D – Stadtmodells

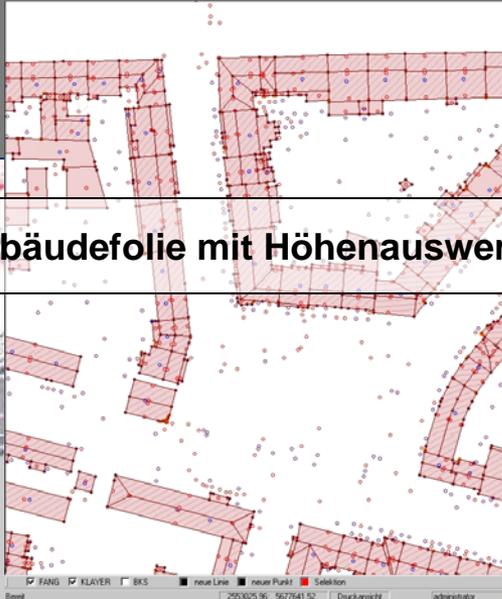
DGM



Gebäudekonstruktion



Gebäudefolie mit Höhengauswertung



```
http://localhost:8080/SG_W3DS/Exchange3D/prefix31492.gml? - Microsoft Internet Explorer
Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?
Zurück Suchen Favoriten Medien
Adresse http://localhost:8080/SG_W3DS/Exchange3D/prefix31492.gml? Wechseln zu
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <CityModel xmlns="http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d/pilot3d" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d/pilot3d CityGML.xsd">
  <gml:name>ServerDB.db</gml:name>
  - <gml:boundedBy>
  - <gml:Envelope>
  - <gml:pos>2567391,465412 5726608,670000 -5,000000</gml:pos>
  - <gml:pos>2569129,200000 5727581,971816 30,000000</gml:pos>
  - </gml:Envelope>
  - </gml:boundedBy>
  - <siteMember>
  - <Building gml:id="06010">
  - <lod1SolidProperty>
  - <gml:Solid srsName="">
  - <gml:exterior>
  - <gml:CompositeSurface>
  - <gml:surfaceMember>
  - <gml:TexturedSurface>
  - <gml:LinearRing>
  - <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 0,000000</gml:pos>
  - <gml:pos>2568781,256000 5727156,850000 0,000000</gml:pos>
  - <gml:pos>2568781,256000 5727156,850000 12,500000</gml:pos>
  - <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 12,500000</gml:pos>
  - <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 0,000000</gml:pos>
  - </gml:LinearRing>
  - </gml:surfaceMember>
  - </gml:exterior>
  - <Texture>
  - <TextureCoordinates>0,000000 0,000000 1,000000 0,000000 1,000000 1,000000
```

Abgabeschchnittstelle: CityGML

(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- Entscheidungen für ...
 - das Datenmodell
 - CityGML der SIG 3D der GDI NRW
 - die Daten(bank)struktur:
 - CityGML der SIG 3D der GDI NRW
 - die Softwaretechnologie:
 - SupportGIS-Technologie der CPA Geo-Information
 - Generische, objektorientierte 2-4D-Geodatenbearbeitung, -verwaltung und -visualisierung
 - das/die Datenbankmanagementsystem(e):
 - Oracle 10g Standard Edition, PostgreSQL 8.1.1



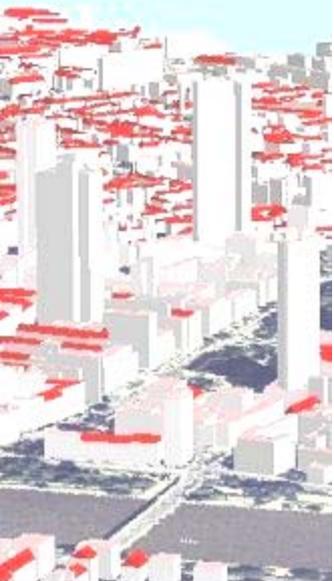
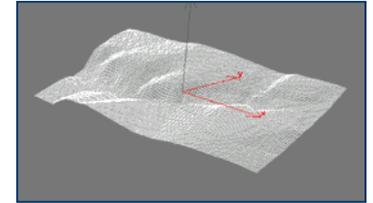
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML-Datenmodell
 - Entwickelt von der SIG 3D der GDI NRW (gegr. Mai 2002)
 - Standard zum Austausch von 3D-Stadtmodellen
 - Berücksichtigung Internationaler Standards
 - ISO 19100-Normenreihe
 - GML (Geographic Markup Language) des Open Geospatial Consortiums
 - Gemeinsames semantisch-geometrisches 3D-Modell
 - Differenzierte thematische Klassen und Attribute
 - Relationen (Bestandteilhierarchien)
 - Ermöglicht multifunktionale Anwendungen
 - Verschiedene Detaillierungsgrade (LoD)
 - Diskussionpapier des OGC



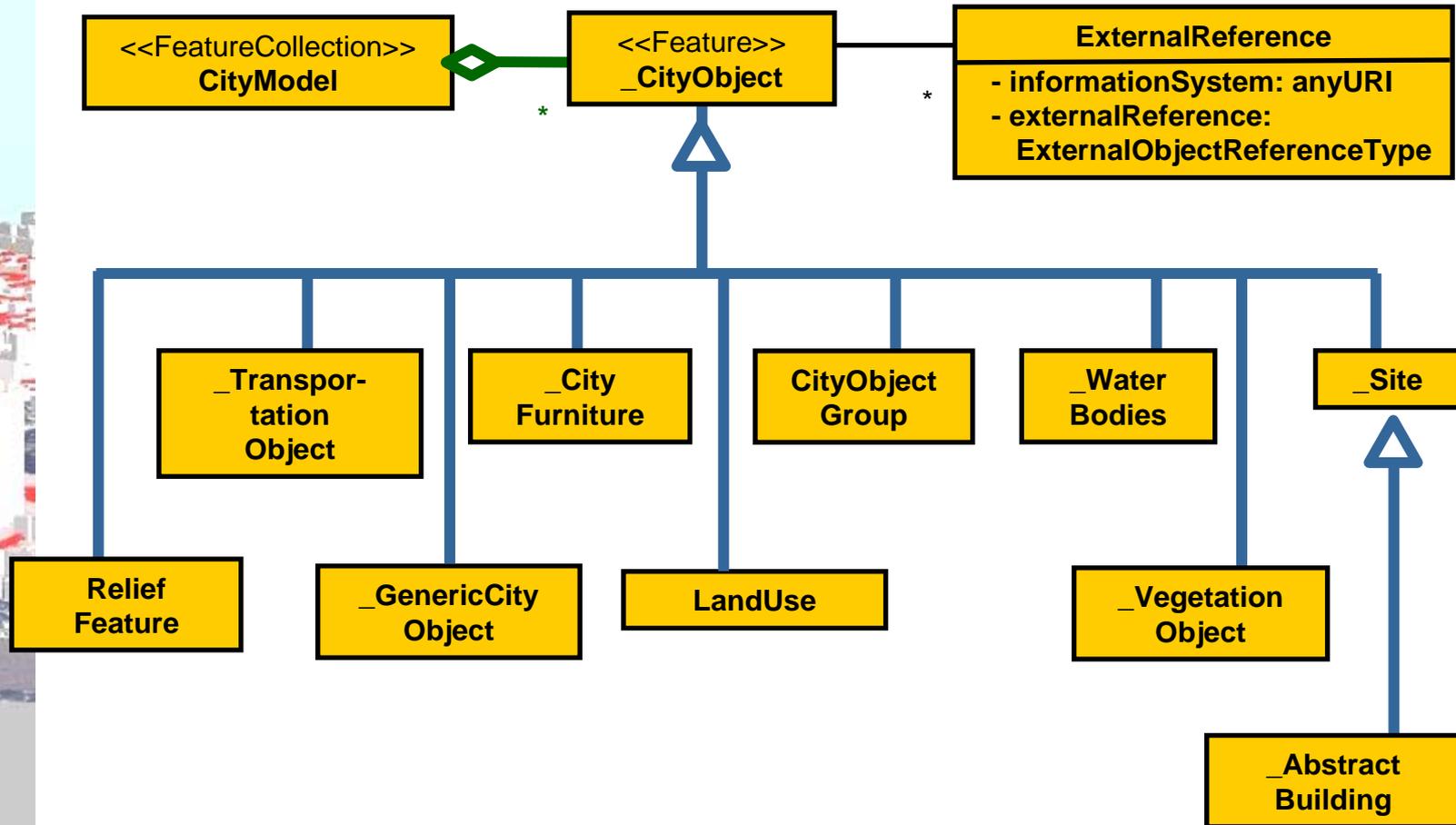
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- Bestandteile des CityGML-Datenmodell
 - Digitale Geländemodelle
 - Anlagen
 - Gebäude, Brücken, Tunnel, ...
 - Verkehrsobjekte
 - Straßen, Schienenverkehr
 - Gewässer
 - Vegetationsobjekte
 - Stadtmöbel
 - Ampel, Bänke, Straßenlaternen, ...



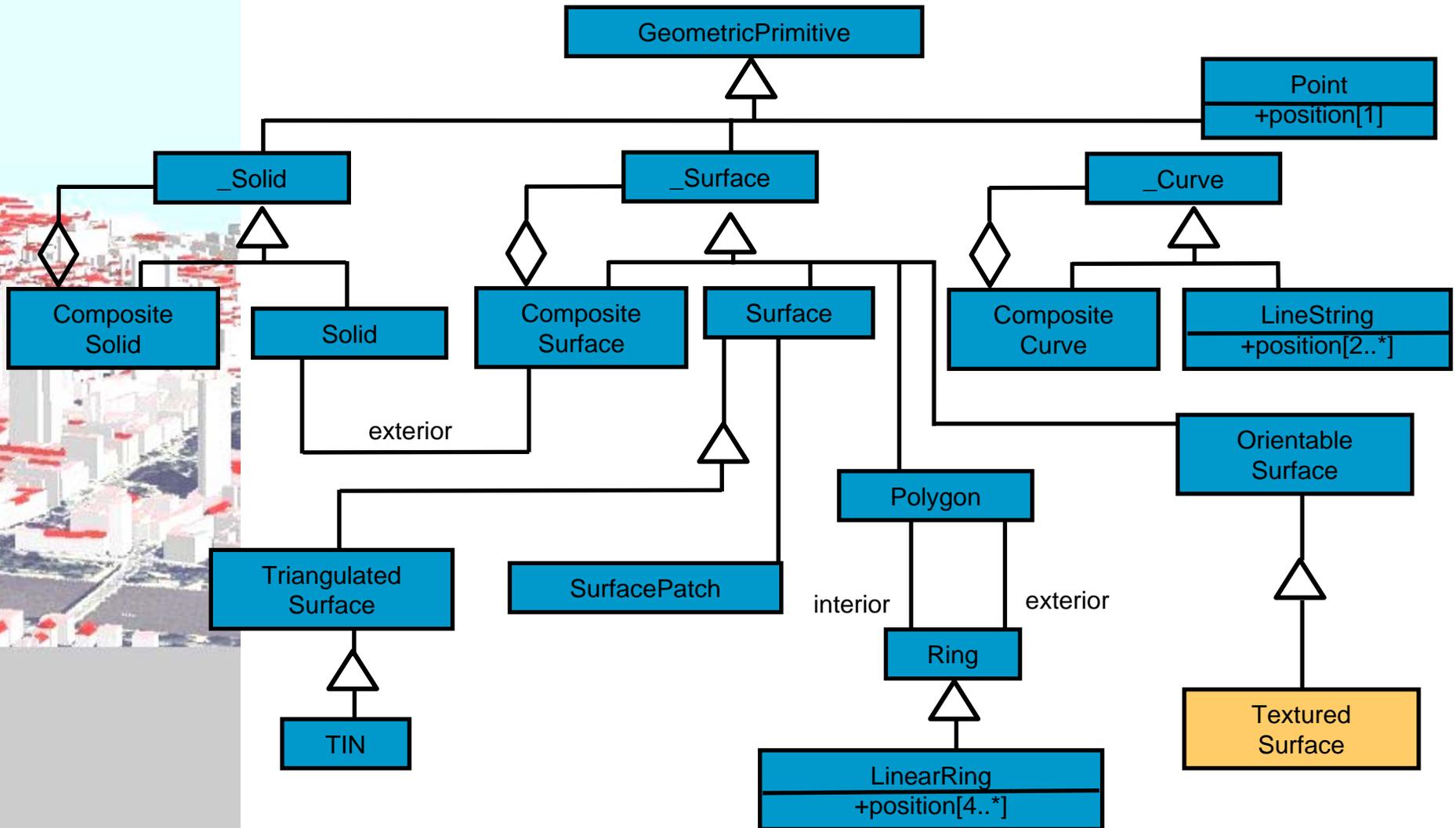
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML-Anwendungsmodell



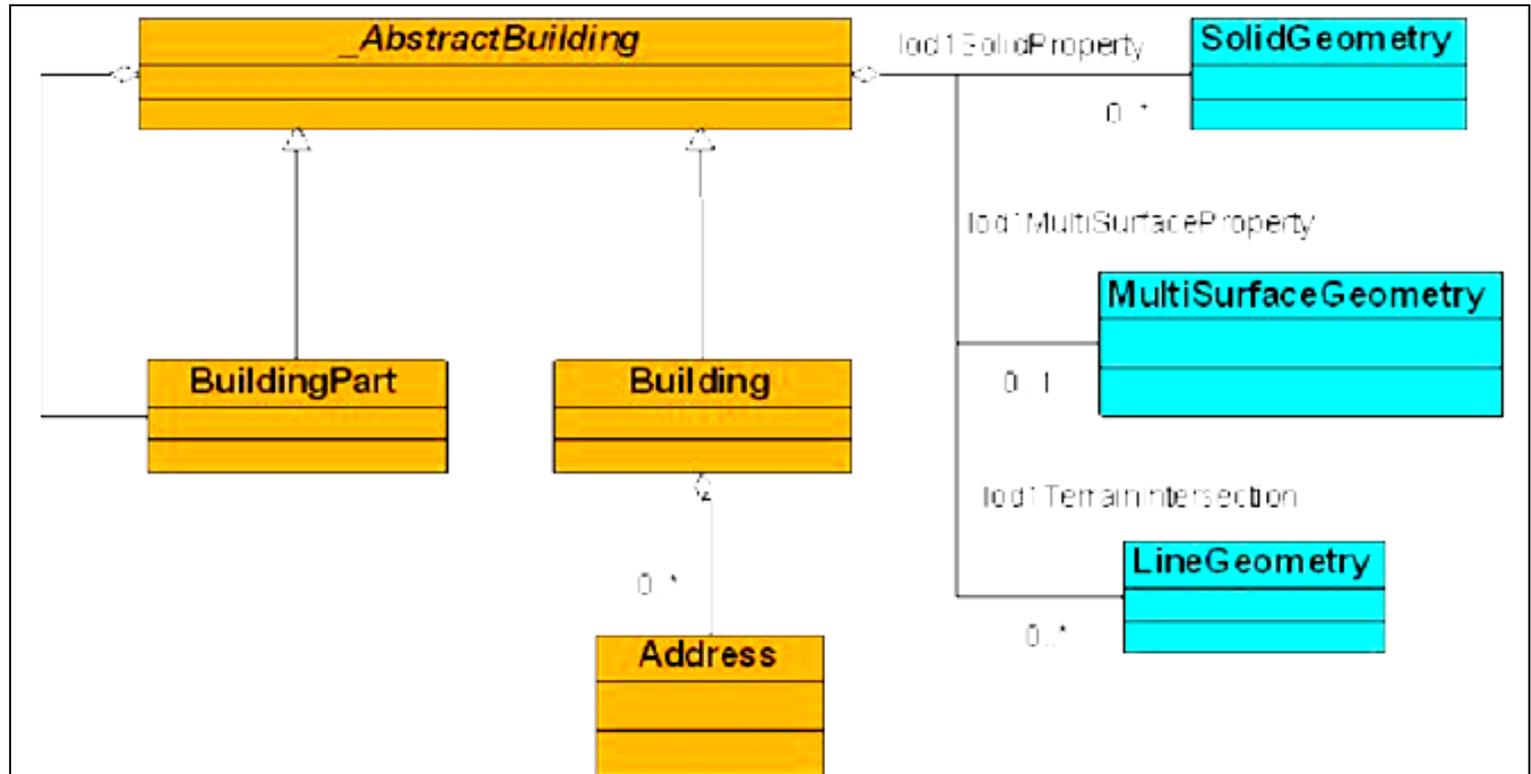
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML-Geometriemodell



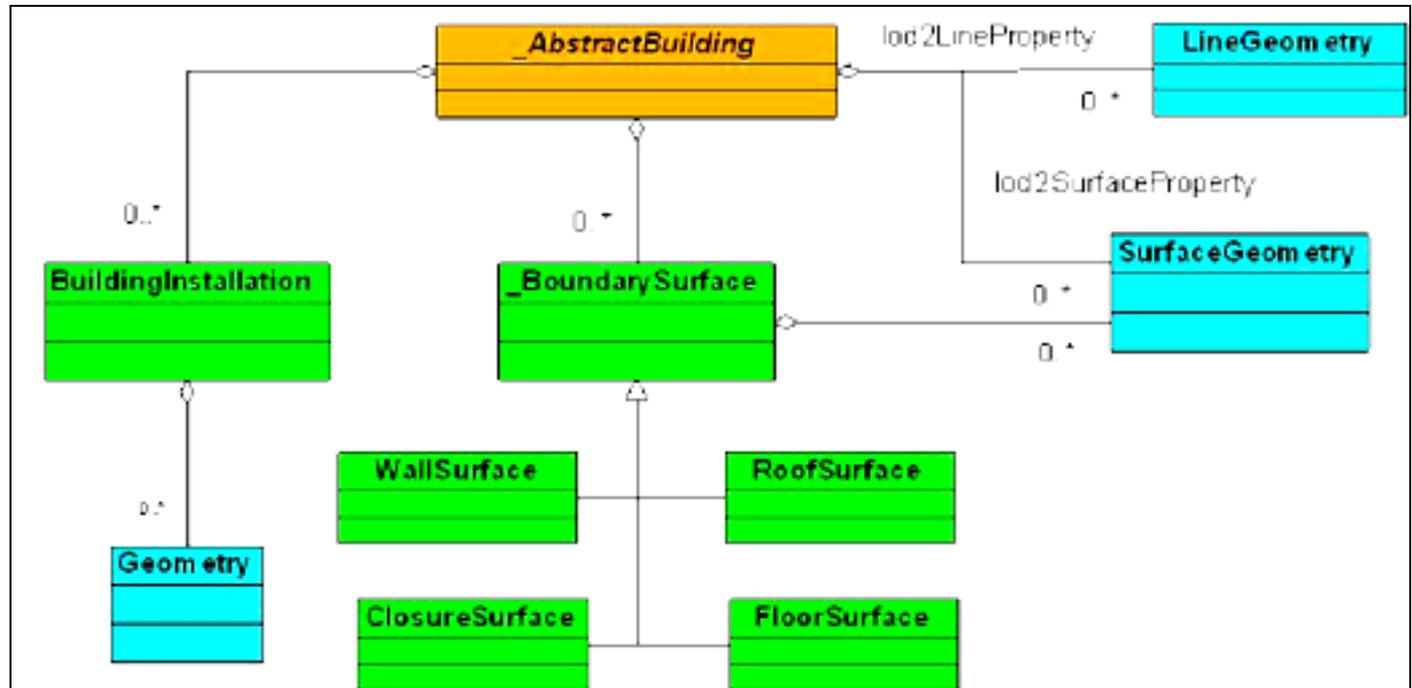
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML – Gebäude in LoD 1



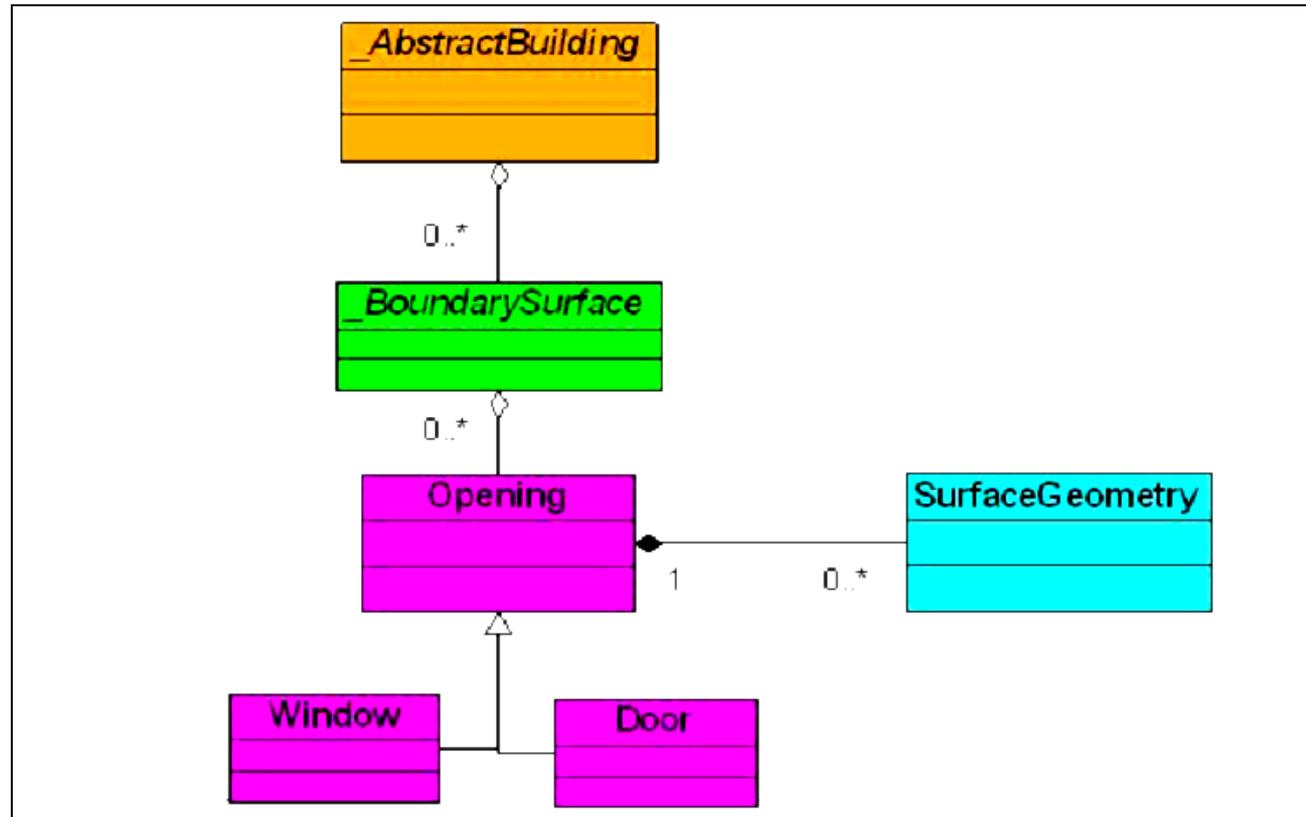
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML – Gebäude in LoD 2



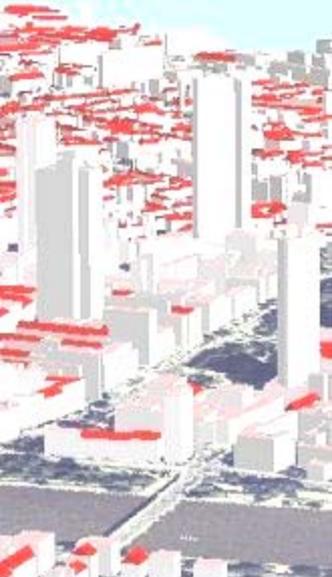
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML – Gebäude in LoD 3



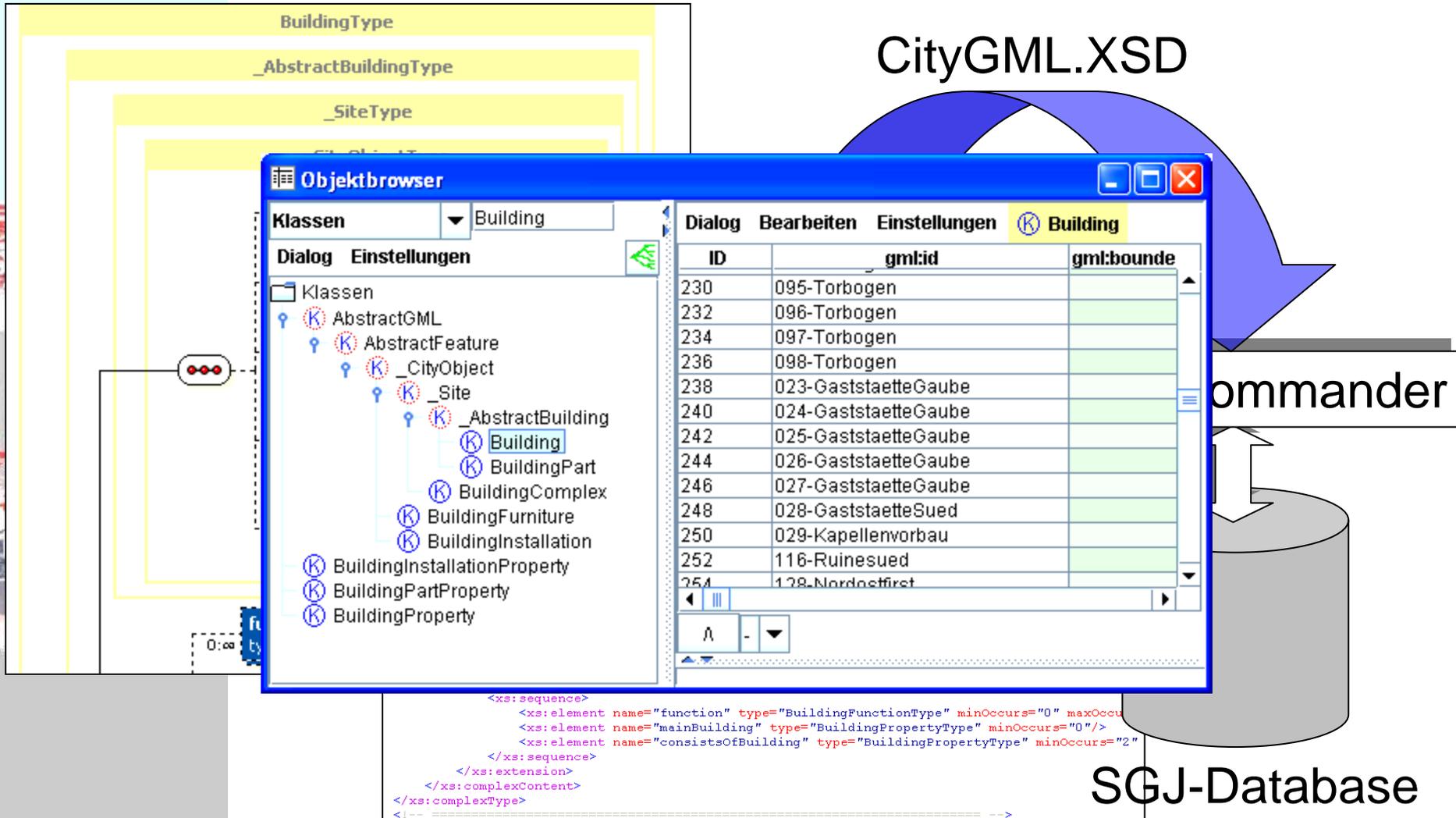
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- SGJ-Datenbankstruktur und -Softwaretechnologie
 - **Direkte Abbildung von ISO-/OGC-konformen GML-Daten**
 - Unterstützung gängiger objektrelationaler Datenbanken
 - Plattformneutralität (Datenbanken, Betriebssysteme)
 - Orientierung an Normen und Standards (ISO 19100, OGC, AdV, XML, SQL, ...)
 - **Generische Abbildung bzw. frei definierbare ISO-/OGC-konforme Datenmodelle in der Datenbank**
 - OGC-konforme Interoperabilität der Gesamtanwendung
 - Webbasierende Fortführung und Benutzung
 - Anfrageumfang des wfs:filter-Encoding



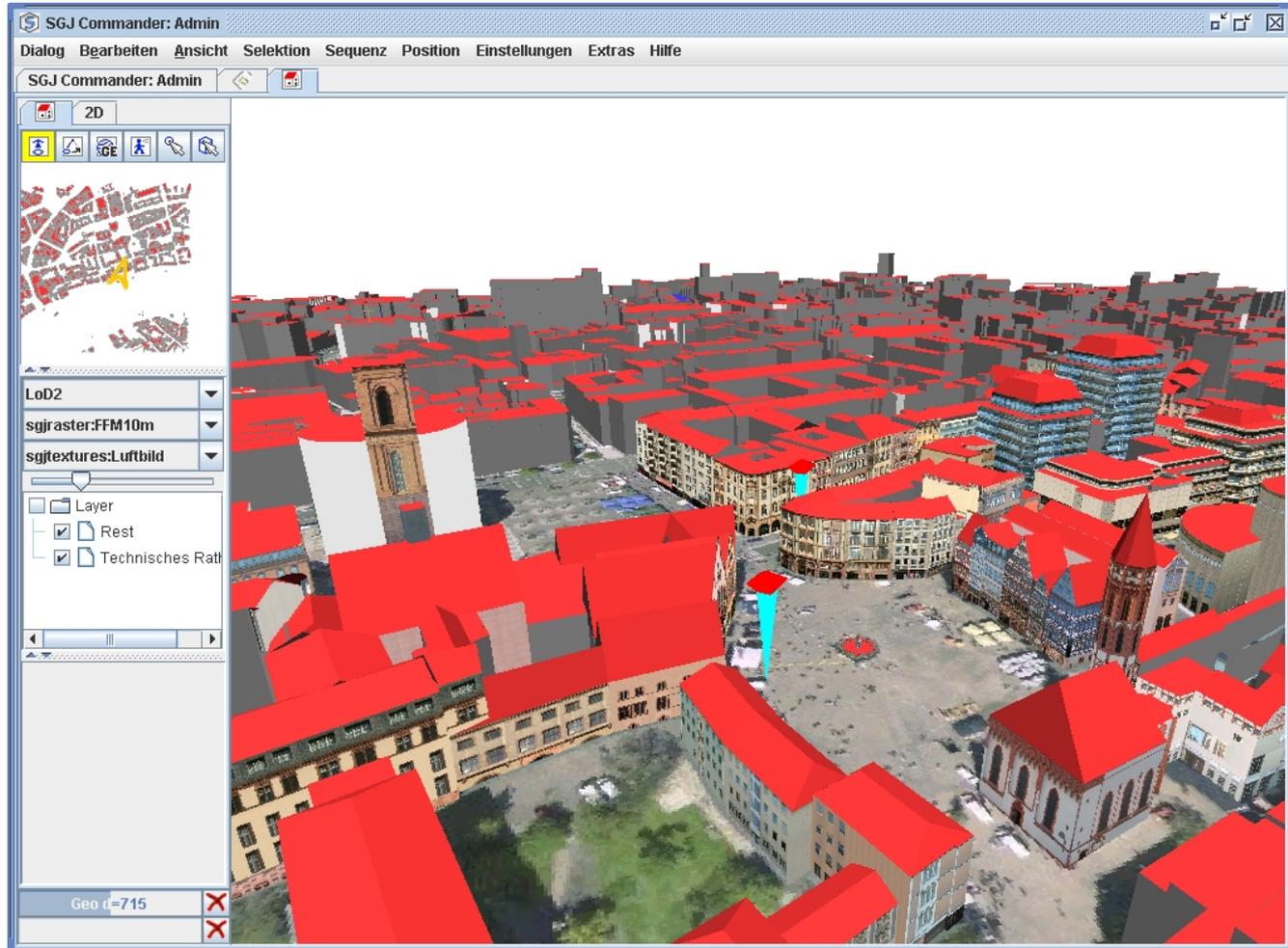
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- SGJ-Datenhaltung: Generische Schemaerzeugung



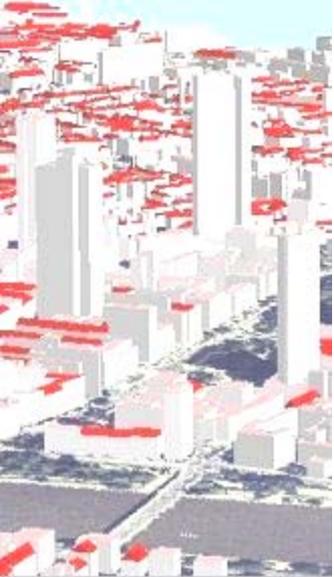
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- CityGML – Gebäude in LoD 1 und LoD 3



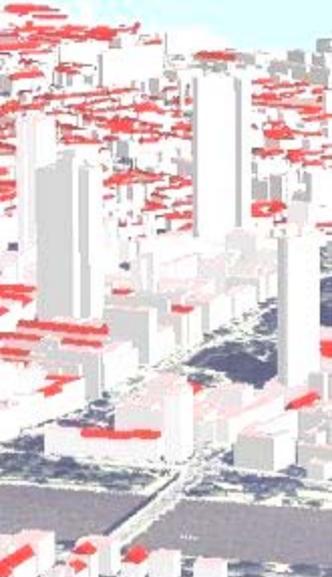
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- **SGJ-DHK: Versionierung und Historisierung**
 - Abbildung von Objekthistorien mit Standard-SQL-Operationen
 - Metadatentabellen enthalten Spalten für die Lebenszeitintervalle
 - Objekte existieren in Versionen mit Lebenszeitintervall
 - Objekt-ID bleibt eindeutig
 - Fortführung steuert automatisch die Versionierung
 - Versionierte Objekte stehen in Relation zu ihren Vorgängern/Nachfolgern
 - Generierte Views verweisen auf einen Zustand in der Datenbank
 - Datenbank- und Objektzustände können nach Zeitpunkt abgefragt werden



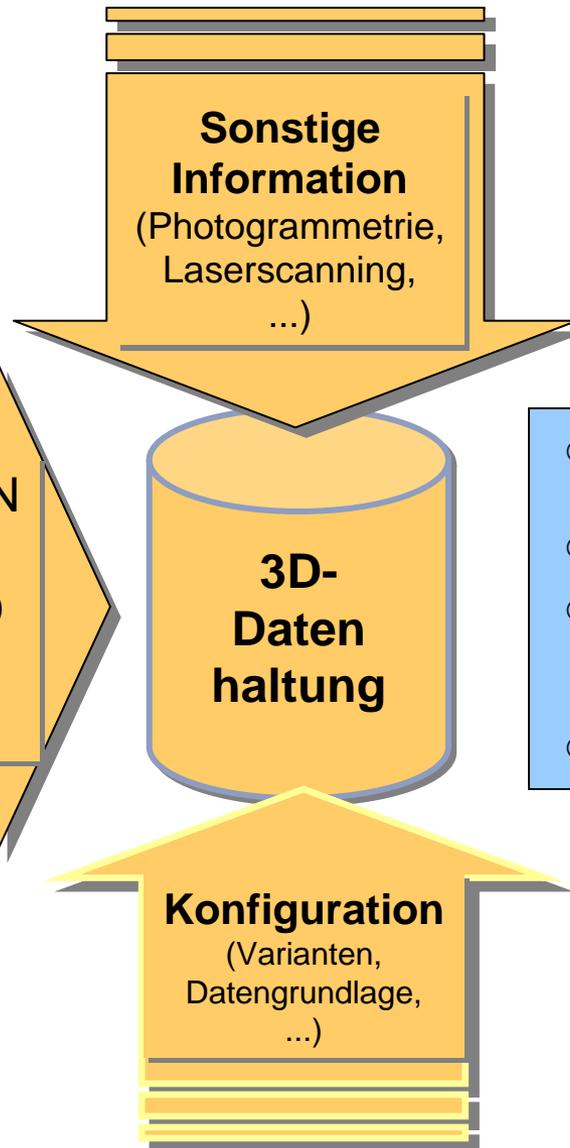
(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- SGJ-3D: Eigenschaften der Software
 - Teil- und vollautomatische 3D-Gebäudegenerierung (Laserscan, manuelle Konstruktion, ...)
 - Fachdatenmodelle: CityGML, AAA, ALK, ...
 - DGM-Integration beliebiger Auflösung (Raster, TIN)
 - Datenschnittstellen: EDBS, SQD, DXF (2D, 3D), Shape (2D, 3D), NAS, CityGML, ...
 - Texturen: JPG, PNG, TIFF, GIF, BMP, EMF+
 - Thematische Visualisierung, Analyse (WFS-Filter), Navigation und Video-Clipping
 - Datenbankgestützter leistungsstarker Online-3D-Viewer (Intranet/Internet)
 - Fortführung über GML-/ALK-/ALKIS-/ATKIS-Fortführungsprozesse



(4) Technologischer Ansatz zur Verwaltung und Fortführung

- SGJ-3D:
Verwaltungs-
strukturen

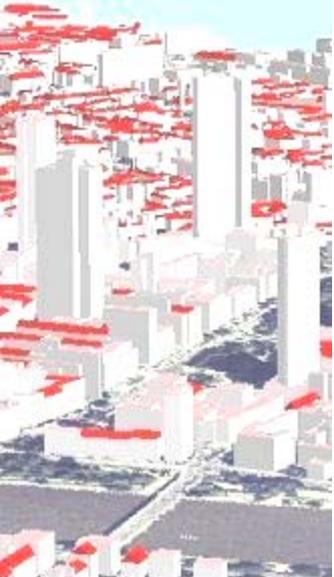


- ① Ziel: Speicherung, Auswertung und Präsentation großer Gebiete.
- ② Es existiert nur eine 3D-DB.
- ③ Sowohl Bearbeitung als auch schneller Zugriff auf große Gebiete möglich.
- ④ Datenquelle: GML-Daten.

ORACLE[®]
D A T A B A S E

(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

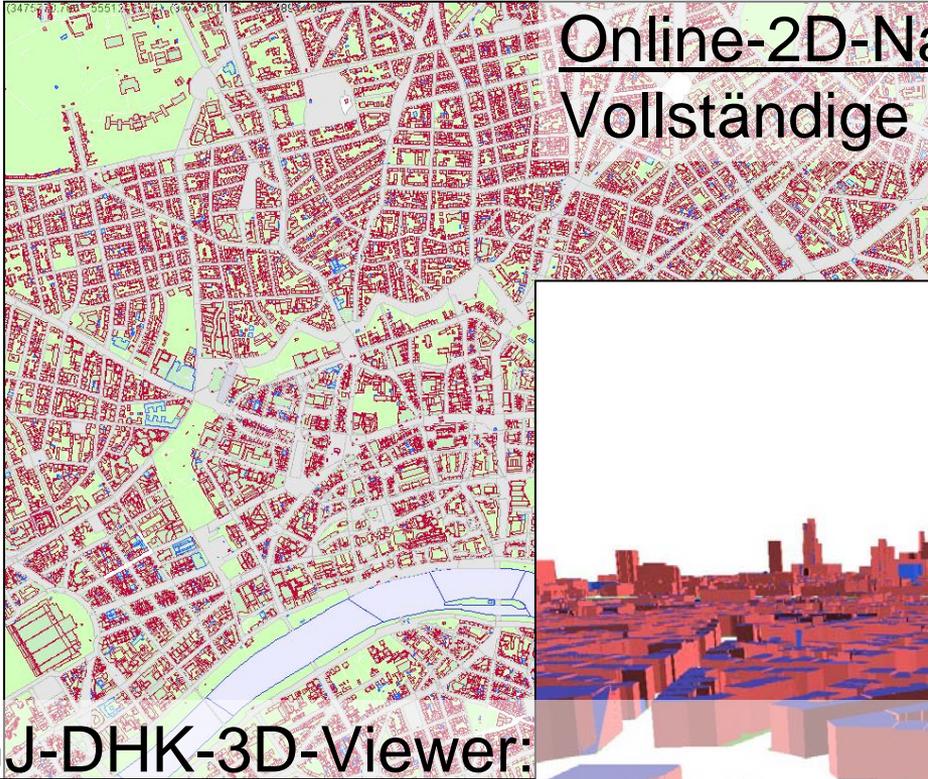
- Erreichbarkeit des 3D-Stadtmodells über ...
 - **SGJ-3D-Viewer**: Online 3D-Datenbank-Viewer für beliebige Gebietsgrößen und Detaillierungsgrade
 - Lauffähigkeit im Intranet und Internet
 - JAVA-Webstart-fähig
 - Benutzerprofile für den Datenzugriff
 - Visualisierung von
 - 2D-Datenbeständen
 - Inhalte des CityGML-Datenmodells
 - Bodentexturen
 - Digitale Geländemodelle
 - Datenschnittstellen
 - CityGML, VRML, Shape (2D, 3D), KML (Google Earth)



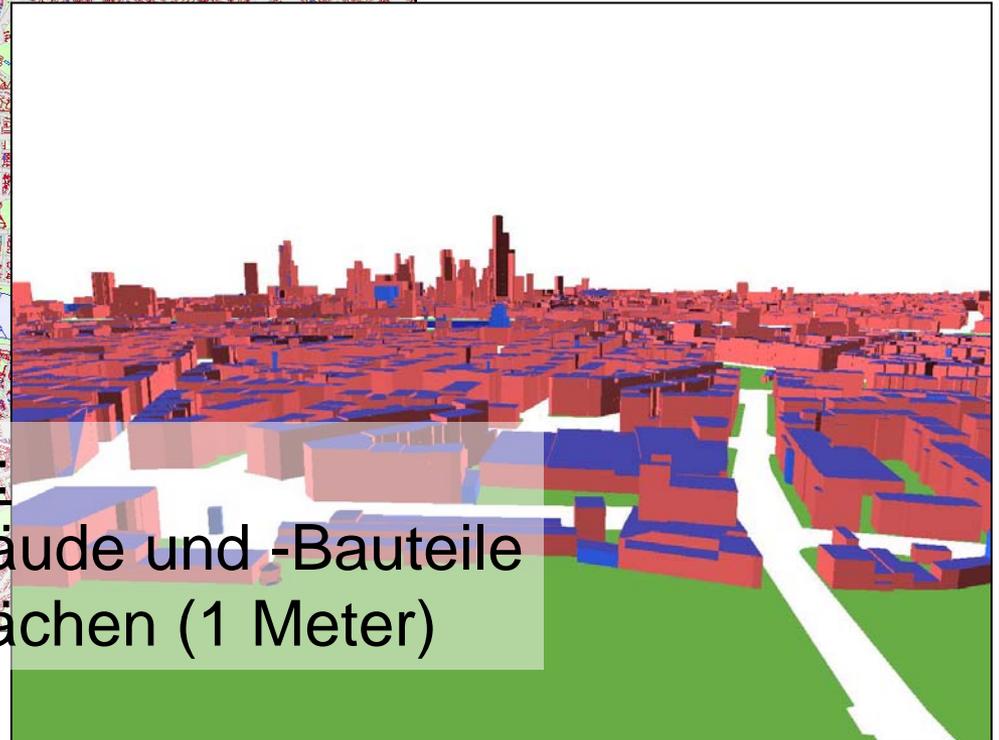
(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- SGJ-3D-Viewer

Online-2D-Navigation:
Vollständige Stadtgrundkarte

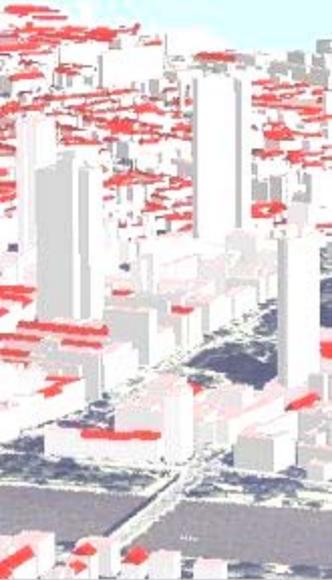


SGJ-DHK-3D-Viewer:
Ca. 250.000 3D-Gebäude und -Bauteile
300 Mio. 3D-DGM-Flächen (1 Meter)



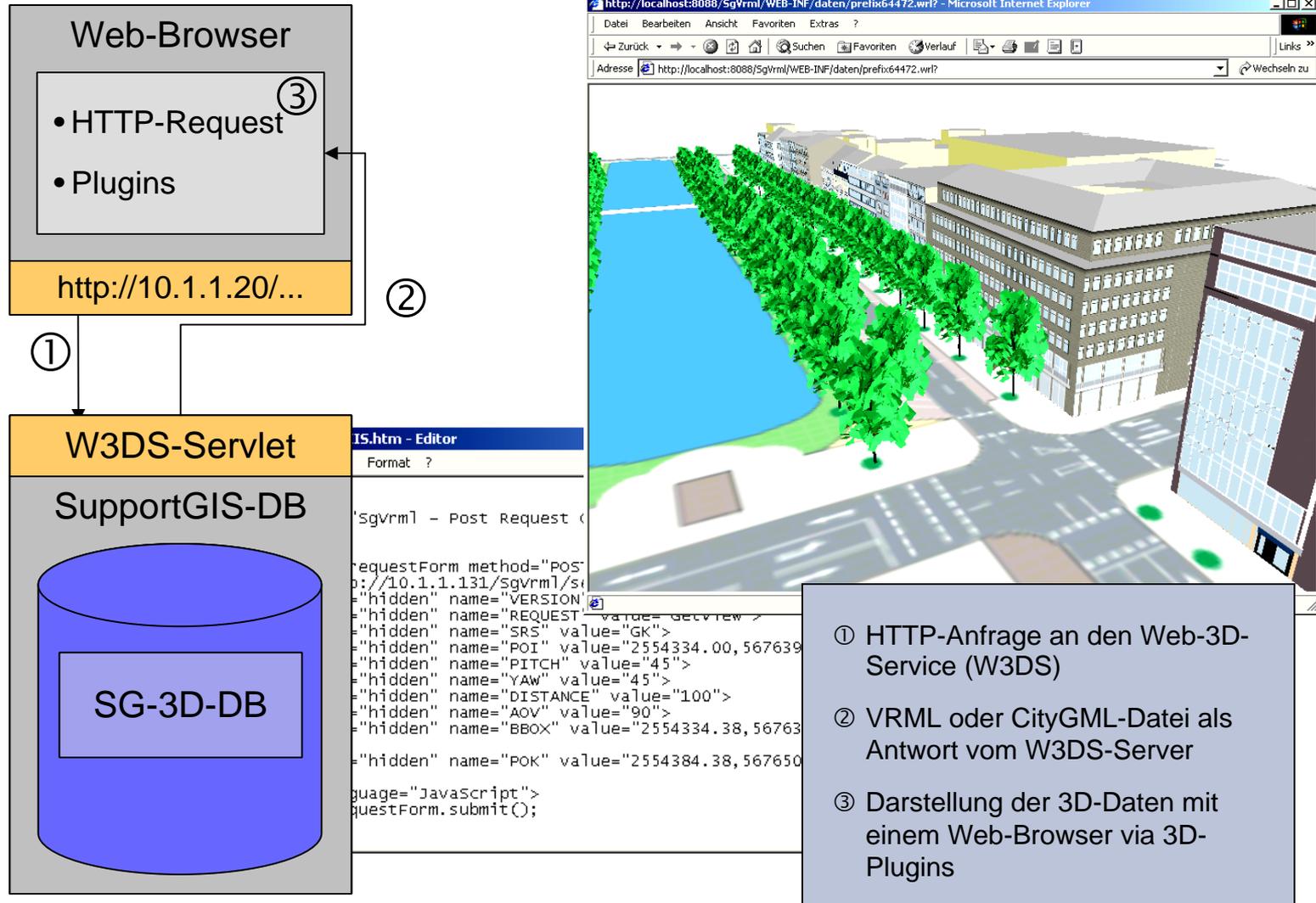
(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- Erreichbarkeit des 3D-Stadtmodells über ...
 - **SGJ-W3DS**: OGC-konformer Web-3D-Service
 - Basiert auf dem OGC-konformen Web Terrain Service
 - web-basierender 3D-Datendienst im Internet/Intranet
 - Unterstützung von VRML- und CityGML-Plugins in diversen Netzwerkbrowsern
 - Datenschnittstellen
 - CityGML, VRML



(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

• SGJ-W3DS



- ① HTTP-Anfrage an den Web-3D-Service (W3DS)
- ② VRML oder CityGML-Datei als Antwort vom W3DS-Server
- ③ Darstellung der 3D-Daten mit einem Web-Browser via 3D-Plugins

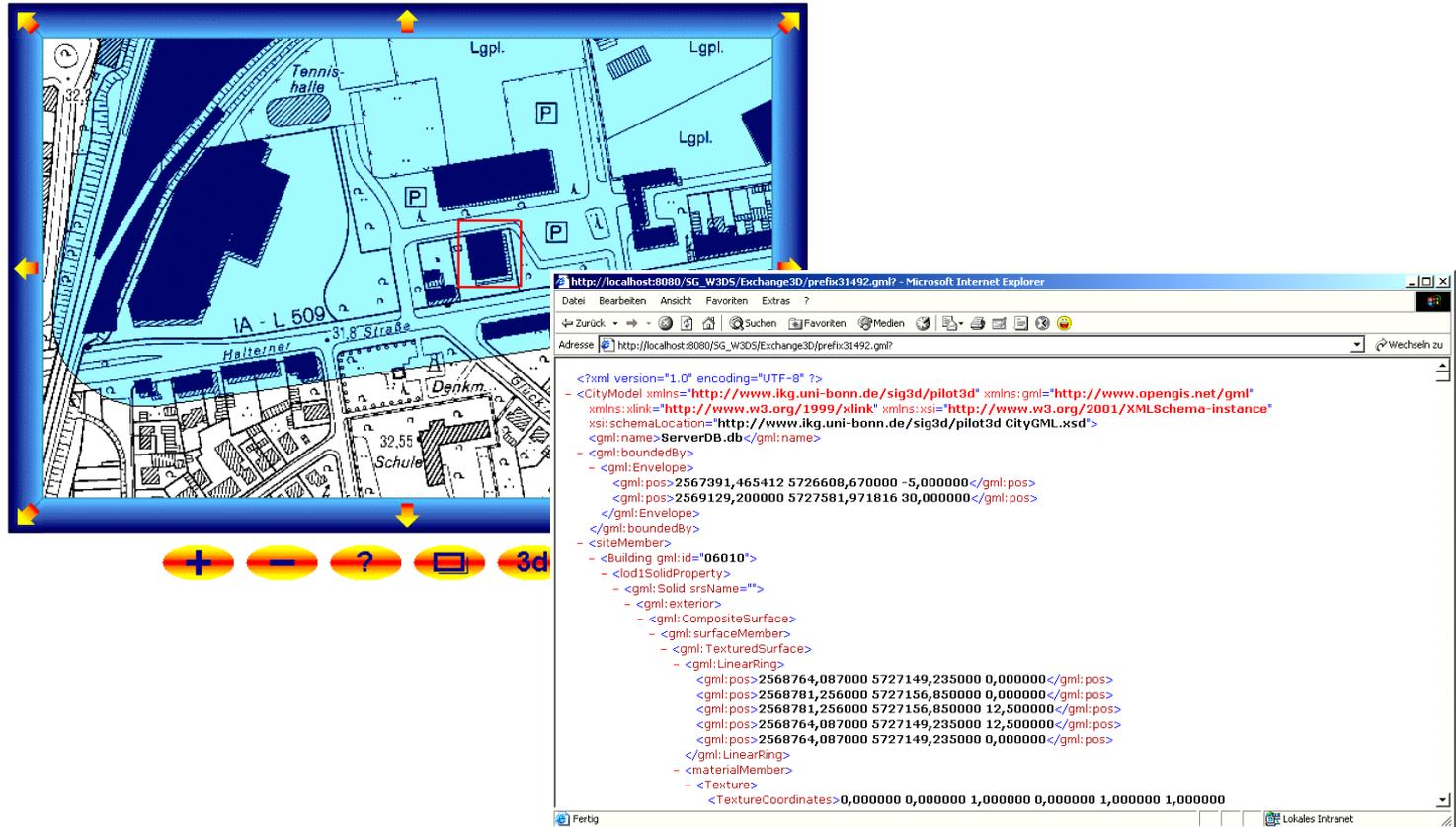
(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- SGJ-W3DS

http://localhost:8080/SG_W3DS/servlet/SG_W3DS?

BBOX=2567105.85,5726368.40,2569438.84,5727866.05

&DIRECT=0&LAYER=ALL&VERSION=WTS'0.1&FORMAT=GML

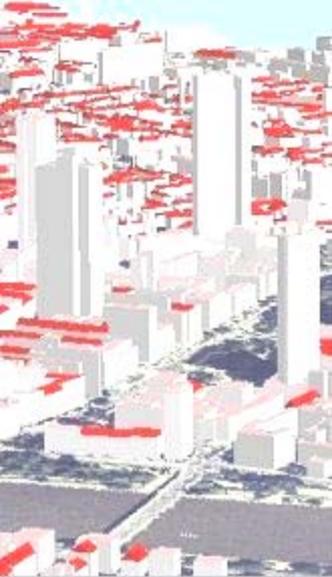


The image shows a 3D city model on the left and a GML data viewer on the right. The 3D model displays a cityscape with buildings and a river. The GML viewer shows the following XML structure:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<CityModel xmlns="http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d/pilot3d" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d/pilot3d CityGML.xsd">
  <gml:name>ServerDB.db</gml:name>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope>
      <gml:pos>2567391,465412 5726608,670000 -5,000000</gml:pos>
      <gml:pos>2569129,200000 5727581,971816 30,000000</gml:pos>
    </gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
  <siteMember>
    <Building gml:id="06010">
      <lod1SolidProperty>
        <gml:Solid srsName="">
          <gml:exterior>
            <gml:CompositeSurface>
              <gml:surfaceMember>
                <gml:TextureSurface>
                  <gml:LinearRing>
                    <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 0,000000</gml:pos>
                    <gml:pos>2568781,256000 5727156,850000 0,000000</gml:pos>
                    <gml:pos>2568781,256000 5727156,850000 12,500000</gml:pos>
                    <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 12,500000</gml:pos>
                    <gml:pos>2568764,087000 5727149,235000 0,000000</gml:pos>
                  </gml:LinearRing>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:CompositeSurface>
            </gml:exterior>
          </gml:Solid>
        </gml:TextureCoordinates>0,000000 0,000000 1,000000 0,000000 1,000000 1,000000
      </lodge1SolidProperty>
    </Building>
  </siteMember>
</CityModel>
```

(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- Interoperabilität ...
 - **OGC-Konformität:**
 - Online-Datenintegration per Web Feature Service
 - Informationen über Eigentum
 - Einwohnermeldedaten
 - Nutzung der Immobilien
 - Straßendaten (Klassifikation)
 - ...
 - Online-Datenintegration per Web Mapping Service
 - Mapping von Themenkarten
 - Gewässerpläne
 - Einsatzleitplanung
 - ...



(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- Interoperabilität ...
 - **WFS-Integration**

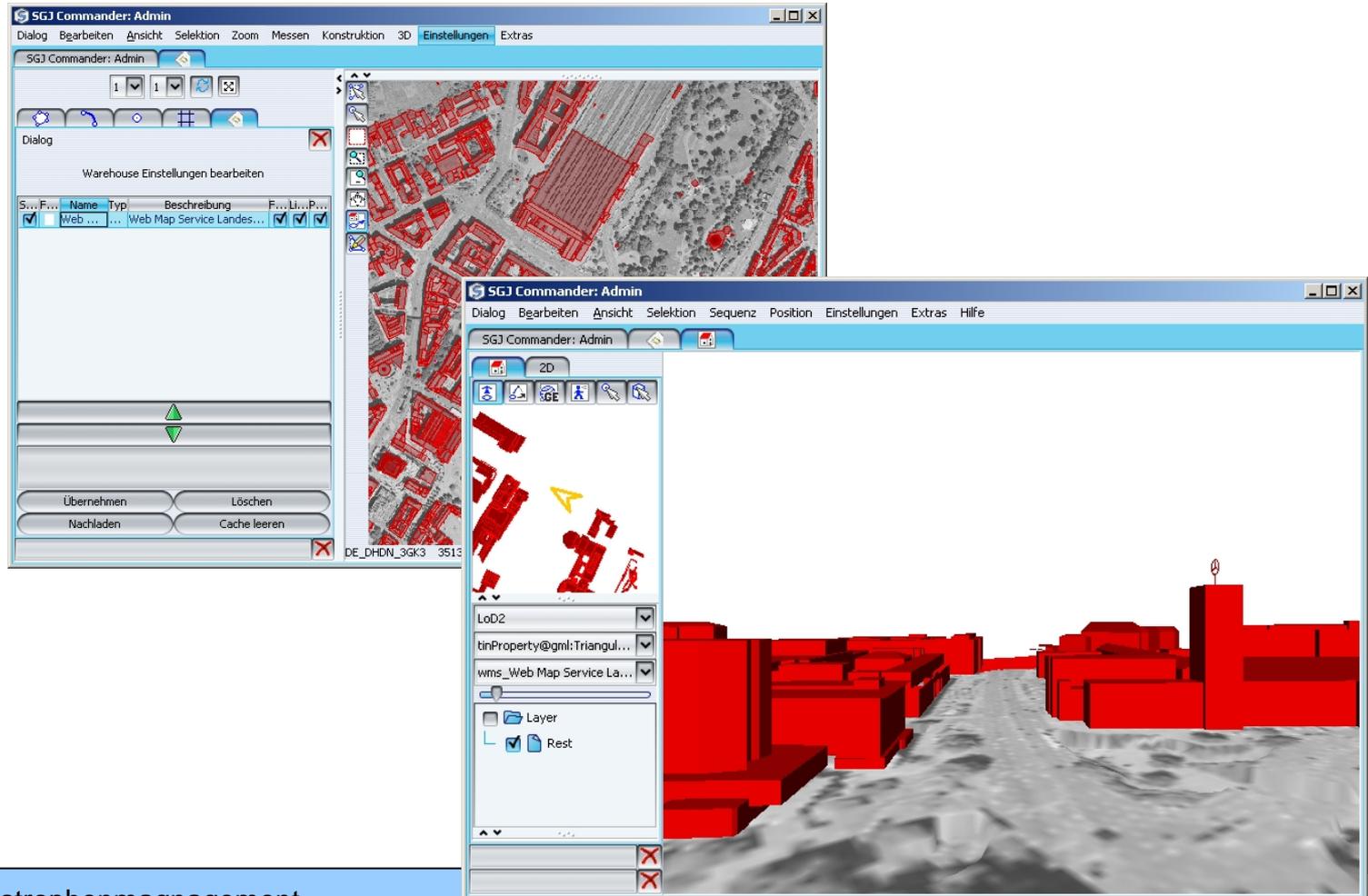
The image displays two overlapping windows from the 'SGJ Commander: Admin' application. The background window shows a 3D city model with red-roofed buildings. The foreground window is a 'Dialog' box titled 'Warehouse Einstellungen bearbeiten' (Warehouse Settings Edit). It features a table with columns for selection, name, description, and other attributes. The table contains one entry: '001' with the description 'Dies ist das W...'. Below the table are buttons for 'Übernehmen' (Accept), 'Löschen' (Delete), 'Nachladen' (Reload), and 'Cache leeren' (Clear Cache). To the right of the dialog is a 2D map view showing a green highlighted area with a red boundary. The map includes a toolbar and coordinate information at the bottom: '2584029.603 5627286.443 Kein Objekt gewählt'. The dialog also shows XML code for a BBOX filter and a 'Geoselektion' section with 'Lade BBOX aus aktueller A...'.

```
<ogc:Filter>
<ogc:BBOX>
<ogc:PropertyName>_</ogc:PropertyName>
<gml:Envelope>
<gml:pos>2583950.435 5627106.247835989</gml:pos>
<gml:pos>2584160.0392224635 5627295.557590211</gml:pos>
</gml:Envelope>
</ogc:BBOX>
</ogc:Filter>
```

S...	F...	NameT...	Beschreibung	F...	L...	P...
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	001...	Dies ist das W...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

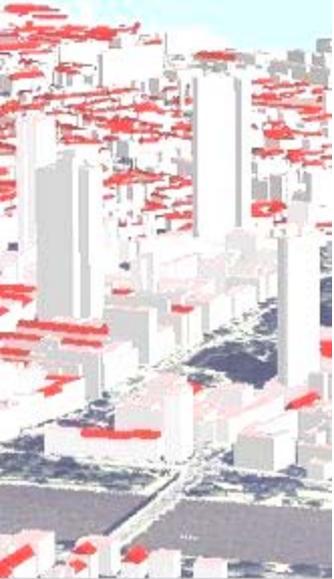
(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- Interoperabilität ...
 - **WMS-Integration**



(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- Analyse und Auswertung ...
 - **OGC-konforme Filterverfahren:**
 - WFS-Filter-Editor zur Definition von Anfragen
 - Webfähigkeit
 - Auswertung ISO-/GML-konformer Datenschemata
 - Unterstützt Benutzerprofile für den Datenzugriff
 - Graphische und tabellarische Visualisierung der 2D/3D-Ergebnisse



(5) Anforderungen im Katastrophenmanagement

- SGJ-Datenhaltung: Generische wfs:filter-Anfrage

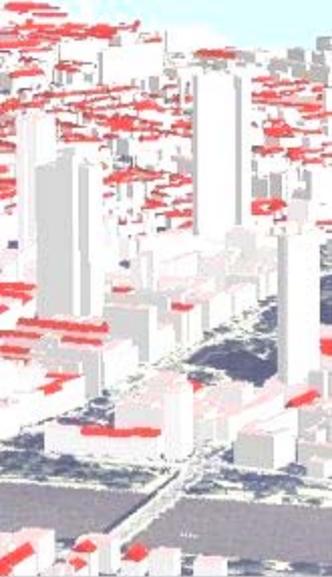
The screenshot displays the SGJ Commander software interface, which is used for managing 3D geospatial data. The main window is titled "SGJ Commander: Admin" and features a menu bar with options: Dialog, Bearbeiten, Ansicht, Selektion, Zoom, Konstruktion, Einstellungen, and Extras. The interface is divided into several panels:

- Left Panel:** Contains a list of queries under the heading "Anfragen". One query, "Gebäude-2D-Raum", is selected.
- Center Panel:** Shows the "Anfrage Bearbeiten" (Edit Query) dialog. It includes a dropdown menu for "Building", a "Within" filter type, and a "SPATIAL" dropdown. Below this, there is a "lod2MultiSurface" dropdown and a "Geoselektion" button. The XML query code is displayed in a text area:

```
<wfs:Query typeName="Building">
  <ogc:Filter>
    <ogc:Within>
      <ogc:PropertyName>lod2MultiSurface</ogc:PropertyName>
      <gml:Polygon>
        <gml:exterior><gml:LinearRing>
          <gml:pos>2601719.3099170504 5709.
          <gml:pos>2601806.572559849 570951.
          <gml:pos>2601836.2249141973 5709.
          <gml:pos>2601892.1991930744 5709.
        </gml:LinearRing>
      </gml:Polygon>
    </ogc:Within>
  </ogc:Filter>
</wfs:Query>
```
- Right Panel:** Displays a 2D aerial map with a yellow highlighted area. A toolbar on the right side of the map contains various navigation and editing tools.
- Bottom Panel:** Shows a 3D perspective view of the buildings. The selected building is highlighted in yellow. The interface includes a "2D" button, a toolbar with "3D" and "SGE" options, and a "LoD2" dropdown menu. Below the dropdown, there is a "sgjtextures:Luftbild200" dropdown and a slider control.

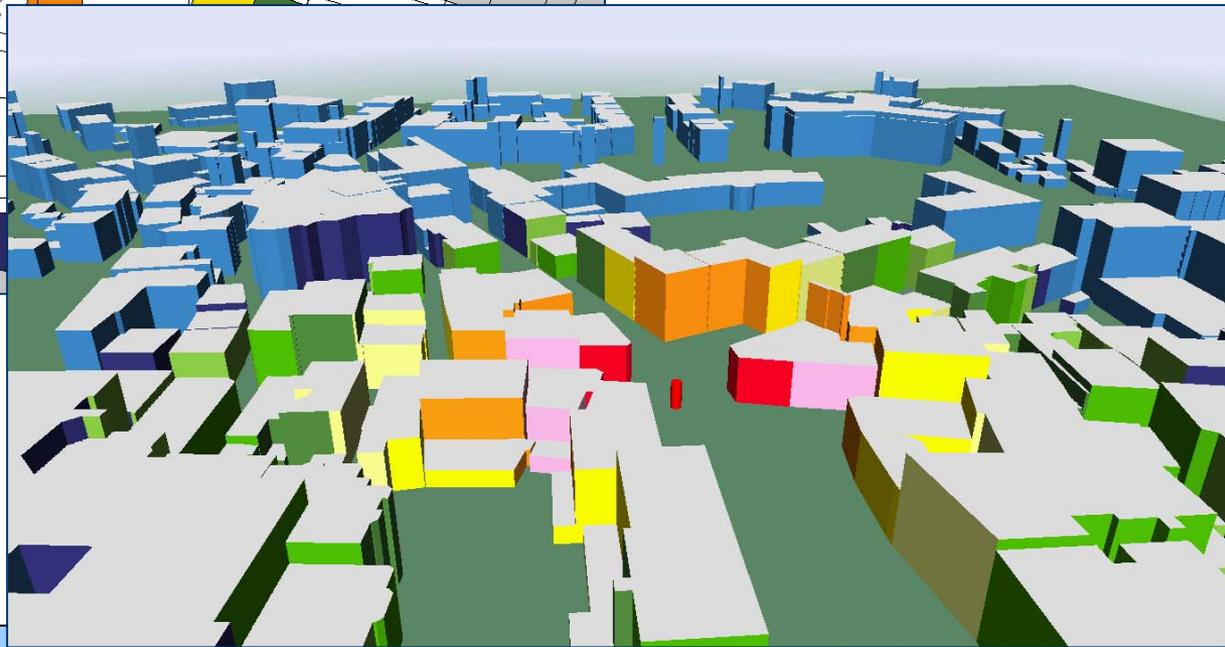
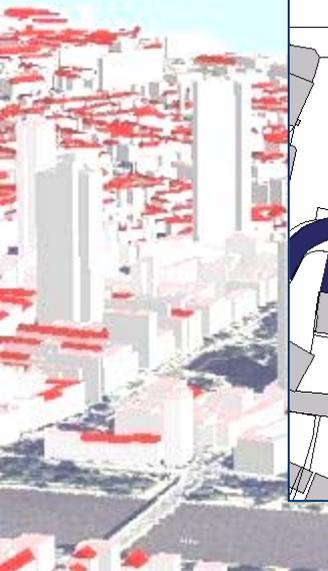
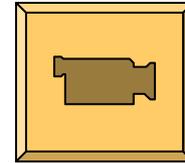
(6) Anwendungsszenarien

- 3D-Geodaten im Katastrophenmanagement
 - Kombination von Einsatzplanung und Eigentümerdaten
 - Vorbereitende Orientierung ortsfremder Einsatzkräfte während des Anmarsches
 - Online-GPS-Tracking von Fahrzeugen
 - Mobiler Einsatz (PDA, Notebook) in Verbindung mit UMTS-Datenzugriff auf externe Informationen
 - Fähigkeit zur 3D-Fahrzeugnavigation
 - Lokalisierung von Emissionsquellen und deren Ausbreitung
 - Simulation von Störfällen
 - Darstellung temporaler Hochwassersituationen
 - Abgabe an sonstige Webportale (z.B. Google Earth)
 - ...



(6) Anwendungsszenarien

- 3D-Geodaten im Katastrophenmanagement



(6) Anwendungsbeispiele

