



# CityGML 1.0

**AG Modellierung der SIG 3D**

13. Januar 2006

**Plenarsitzung der SIG 3D**

# Übersicht

- Allgemeines
- Allgemeine Eigenschaften von CityGML
- Geometriemodell/Texturen
- Thematische Ebene
- Gebäudemodell
- Digitales Geländemodell
- Generische Objekte/Attribute
- Gewässermodell
- Vegetationsmodell
- Verkehrsmodell

# Rückblick

- Kick-off: 8.5.2002
- 6 Sitzungen der AG Anwendungsmodellierung
  - Sprecher: Prof. Przybilla, Uni Essen
- 26 Sitzungen der AG Modellierung
  - davon 7 Sitzungen der AG Basismodellierung
  - u.a. in Recklinghausen, bei T-Mobile

# CityGML

- **gemeinsamer** Standard zum Austausch von 3D-Stadtmodellen
- beruht auf **offenen**, internationalen **Standards** der **ISO** (Int. Standardisierungsorganisation) und des **OGC** (Open Geospatial Consortium)
  - Interoperabilität, Zugriff durch Web Services
- **gemeinsames semantisch-geometrisches Modell**
  - differenzierte thematische Klassen und Attribute
  - Relationen (Bestandteilshierarchien)
  - ermöglicht multifunktionale Anwendungen
  - verschiedene Detaillierungsgrade (LoD)
- entwickelt von **SIG 3D** der GDI NRW

# CityGML: verwendete Normen (ISO, OGC)

- ISO 19XXX-Reihe (Geoinformation), ISO TC 211
  - ISO 19107 Spatial Schema (Geometrie)
  - ISO 19111 Koordinatenreferenzsysteme
  - ISO 19119 Rules for Applic. Schema (Anwendungsschema)
  - ISO 19115 Metadaten
  - ISO 19124 Coverages (Raster, DGM)
  - .....
- OGC GML (Geographic Markup Language) 3.1

# GML: Geograpy Markup Language

- setzt die Konzepte der ISO 19er Normen um
- Ebene des Datenaustauschs
- beruht auf XML (Extensible Markup Language)
- XML Schema:
  - Schema-Datei mit Modellierungsvorschriften (.xsd)
  - Instanzendatei mit Daten (.xml)
- aktuell: Version 3.1 von GML

# Realweltobjekte (Features) in GML 3

- Anwendungsschema definiert **Features**
  - z.B. Haus, Straße,...
- **Attribute**, z.B. Baujahr, Funktion,...
- **Generalisierungshierarchien**
  - z.B. eine Autobahn ist eine Straße
- **Relationen** zwischen Features
  - z.B. Garage gehört zu Gebäude
- Raumbezug: **GeometryProperty**
  - z.B. Feature Gebäude hat SolidProperty
  - mehrere GeometryProperties pro Feature möglich
- **FeatureCollection**: Menge von Features
  - GML-Instanzendatei besteht aus **einer FeatureCollection**

# CityGML und GML

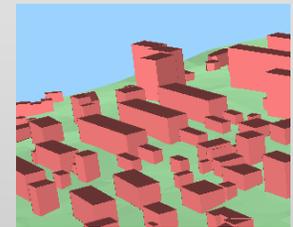
- CityGML ist ein GML-Anwendungsschema
  - Definition konkreter Features für urbane Objekte, Teilobjekte, DGM-Objekte,...
    - mit konkreten Attributen und Beziehungen
  - Einschränkung der reichhaltigen Geometriemodellierungen von GML auf handhabbare Menge
    - Ergänzung um Texturen

# CityGML: Allgemeine Eigenschaften

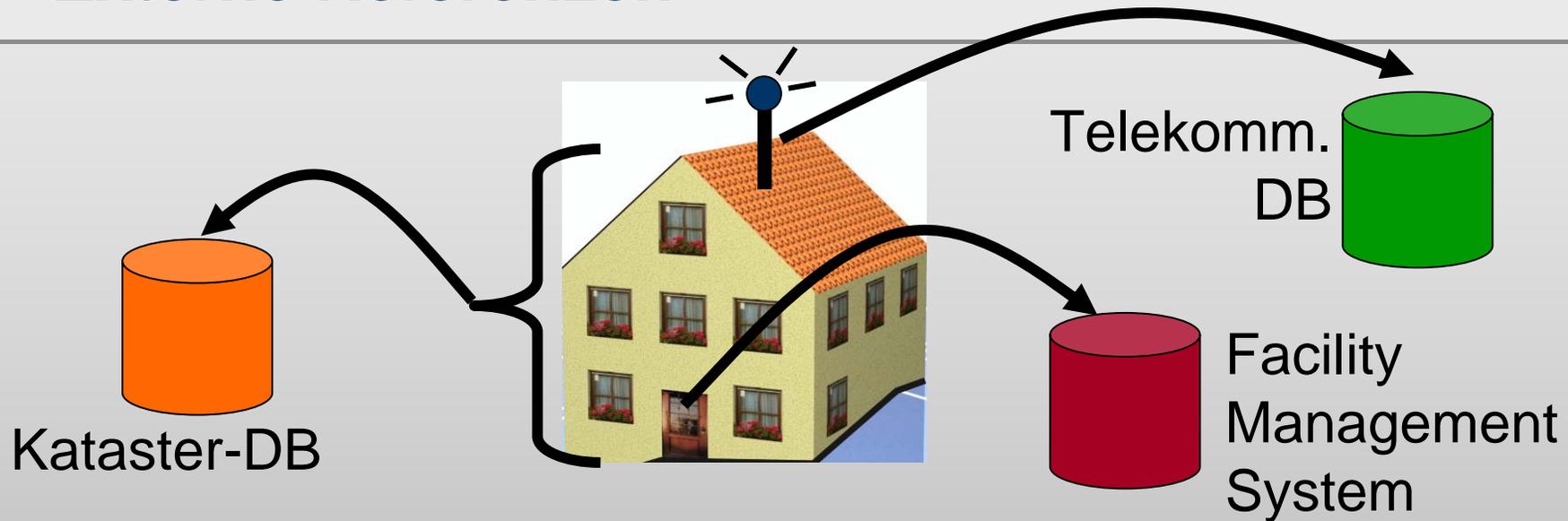
- LoDs
- Fachdatenverbindung
- Abschlussflächen
- Gebäudeschnittlinie
- Gruppierungen
- Namen
- Möblierung (später, bei Vegetation)

# Detailierungsgrade (Level-of-Detail, LoD)

- LOD 0 – Regionalmodell
  - 2,5D DGM
- LOD 1 – Stadt- / Standortmodell
  - „Klötzchenmodell“ ohne Dachstrukturen
- LOD 2 – Stadt- / Standortmodell
  - texturiert, differenzierte Dachstrukturen
- LOD 3 – Stadt- / Standortmodell
  - detaillierte Architekturmodelle
- LOD 4 – Innenraummodell
  - „Begehbare“ Architekturmodelle



# Externe Referenzen



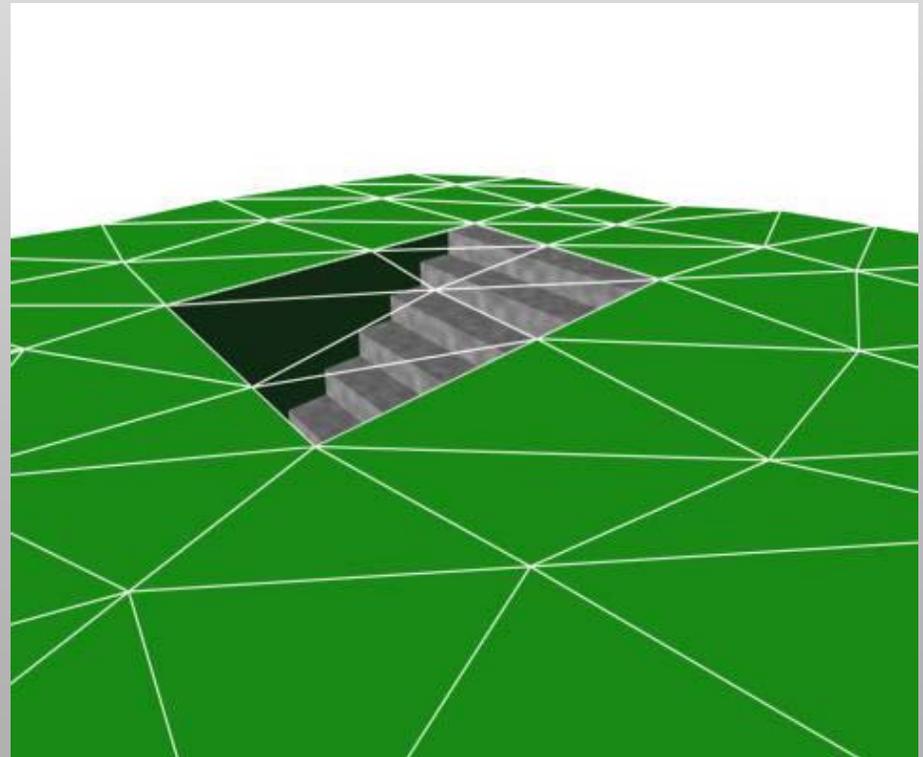
- Jedes Objekt(teil) kann **Verweise** auf **entsprechende Objekte** in **externen Datenbanken** besitzen
- Verbindung mit externen Informationen, z.B.:
  - Gebäude: Link zum Kataster, Info über Eigentümer
  - Tür, Antenne: Link zu Facility Management Systems

# Fachdatenverbindung (Externe Referenzen)

- ermöglicht Verbindung zu dem entsprechenden Objekt in Fachinformationssystemen (ALKIS, ALK, GDF, ATKIS, ....)
- in CityGML für jedes Feature (CityObject): Gebäude, Gebäudeteile, Wand, Dach, Gebäudemerkmale, DGM-Komponente, ...
- mehrere Fachdatenverbindungen pro CityObject
- Attribute zur Realisierung:
  - informationssystem: string
  - externeObjektreferenz: URI

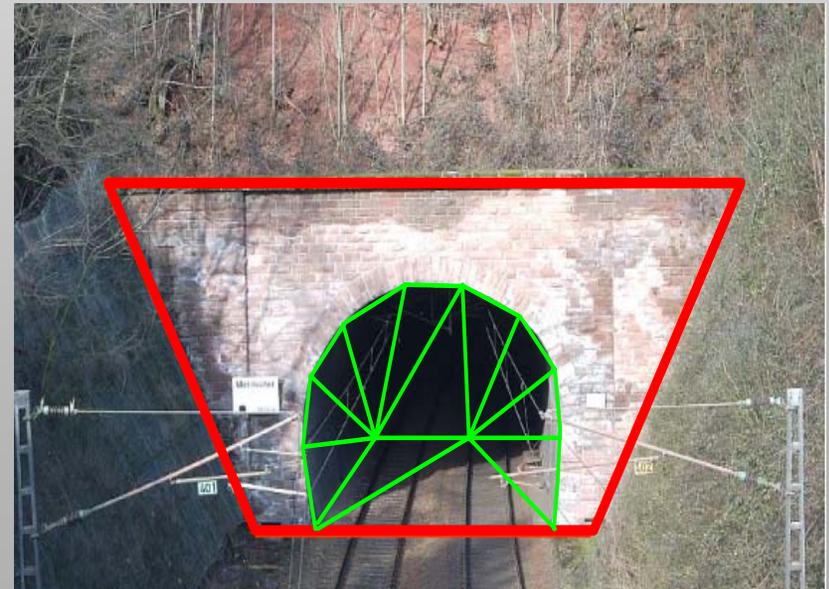
# Abschlussflächen

- „Versiegelung offener 3D-Objekte“
  - notwendig, um ihr Volumen berechnen zu können

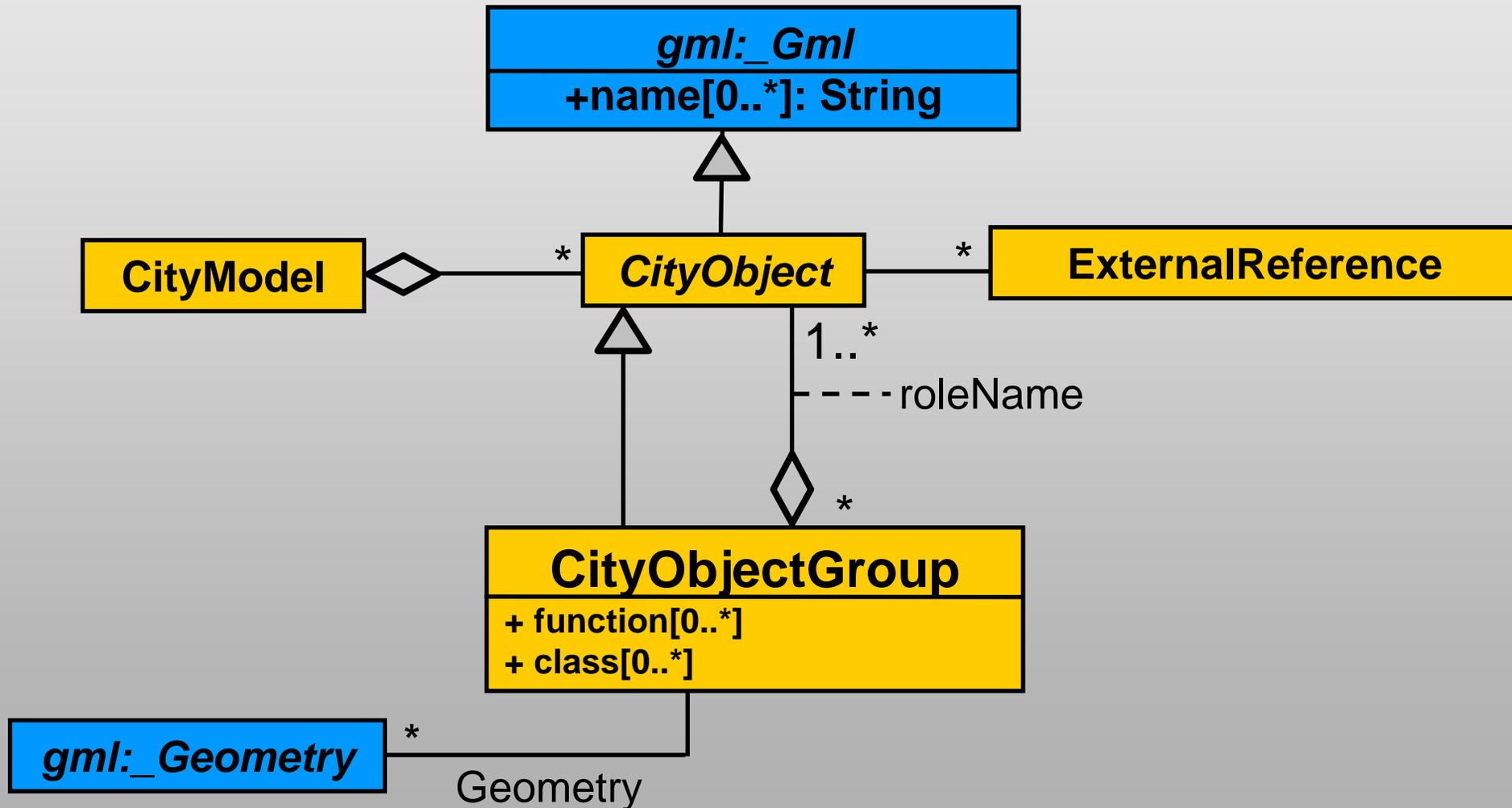


# Geländeschnittlinie (TIC)

- „Schnittstelle zwischen 3D-Objekten und Gelände“
  - Einpassung von Objekttexturen mit dem DGM
  - DGM kann lokal an TIC angepasst werden



# Gruppierungen: UML-Diagramm



# GML 3: Namen

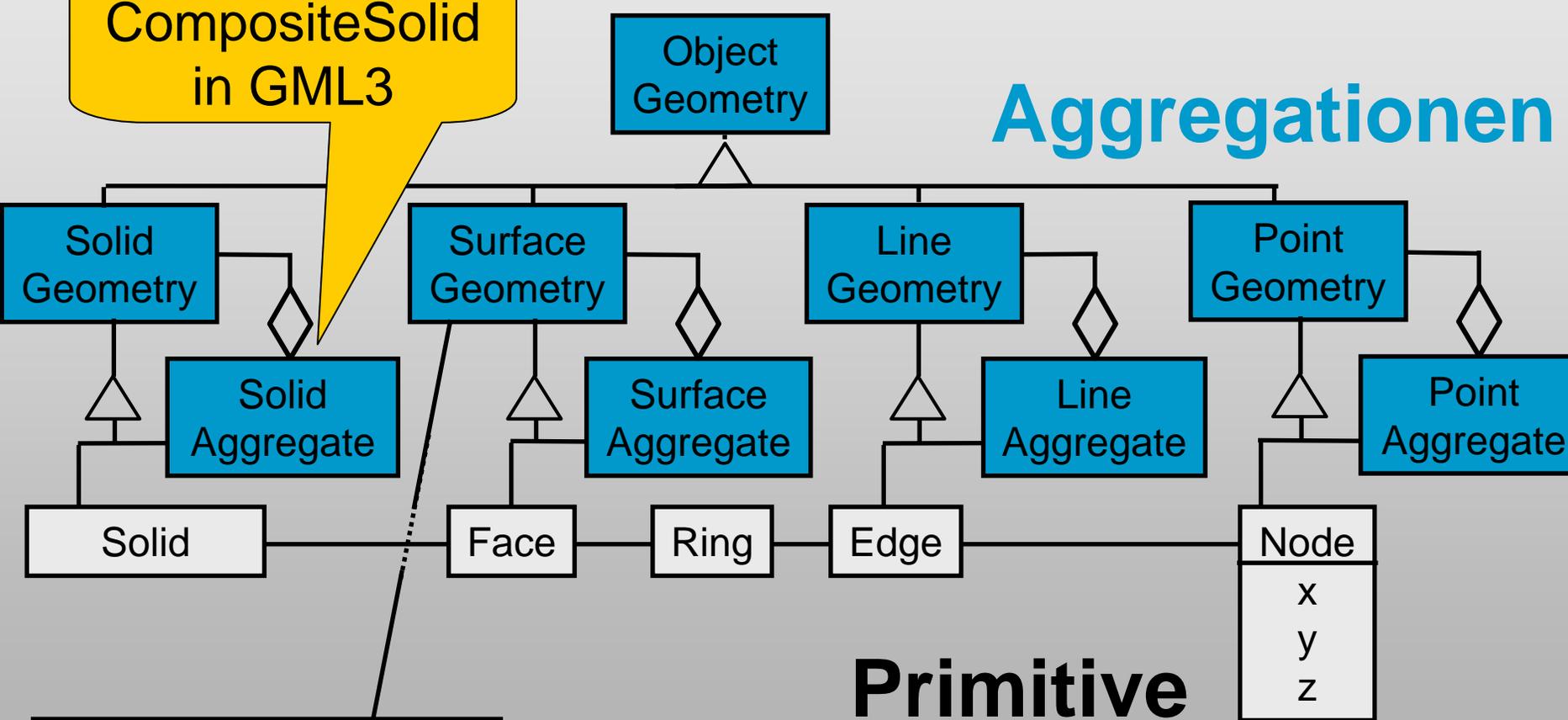
- GML 3-Objekte können mehrere Namen haben
  - qualifiziert durch **codeSpace** (Art des Namens)
  - Bsp.:  
`<gml:name codeSpace="urn:AmtlicherName"> Berliner Strasse </gml:name>`  
`<gml:name codeSpace="urn:AmtlicheNummerierung"> B 5 </gml:name>`
- jedes CityObject ist ein GML 3-Objekt (Vererbung)  
⇒ jedes CityObject kann Namenskonzept nutzen

# Geometriemodell/Texturen

# Geometrisch-topologisches Basismodell

Aggregationen

CompositeSolid  
in GML3

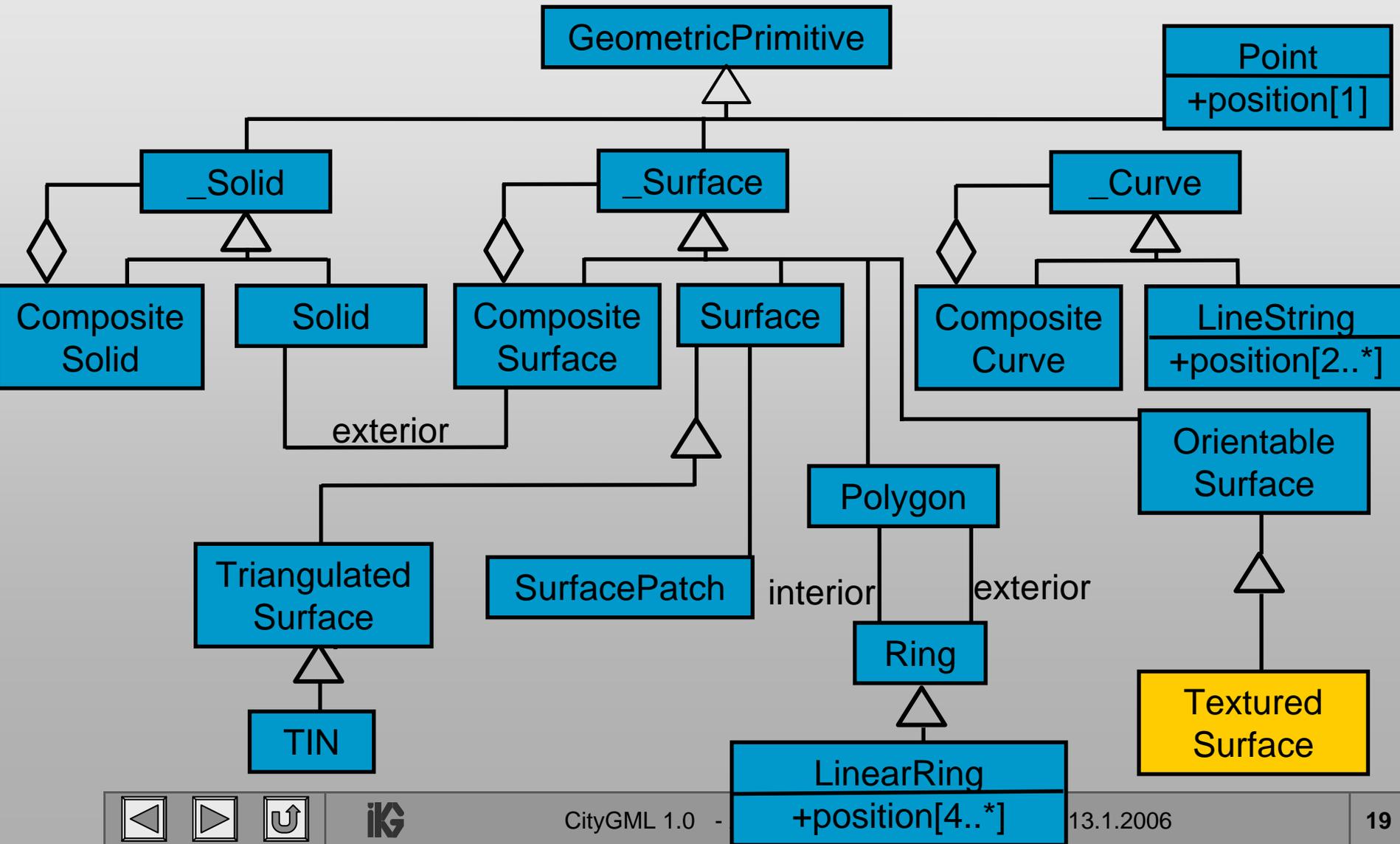


Material properties  
(texture, color)

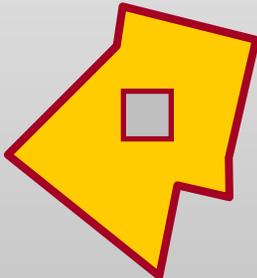
Primitive

„Simple Topology“ aus ISO 19107

# Geometry Model (GML 3)

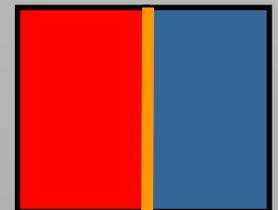
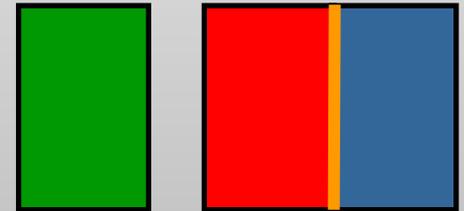
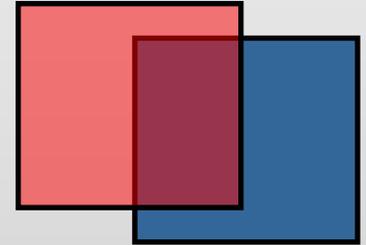


# Geometriemodell von ISO Spatial Schema/GML3

- Raumbezugssystem (ISO 19111)
- Metadaten (ISO 19115)
- Primitive Geometrien
  - Punkt (Point) 
  - Linien (Curve) 
  - Fläche (Surface) 
  - Volumenkörper (Solid) 
- zusammengesetzte Geometrien
  - Aggregate (Aggregate)
  - Komplexe (Complex)
  - Komposite (Composit)
- Topologie (in CityGML 1.0 nicht berücksichtigt)

# Zusammengesetzte Geometrien

- GM\_Aggregate
  - unstrukturiert
  - GM\_MultiPoint (nur Punkte), GM\_MultiCurve, GM\_MultiSurface,...
- GM\_Complex
  - strukturiert
  - Innere disjunkt
  - Berührung höchstens in **Rändern**
  - gemeinsame Benutzung der **Ränder**
- GM\_Composit
  - Komplex, der isomorph zu Primitiv ist
  - CM\_CompositCurve: zusammenhängende Kurve
  - GM\_CompositSurface: zusammenhängende Fläche
  - GM\_CompositSolid: zusammenhängender Solid

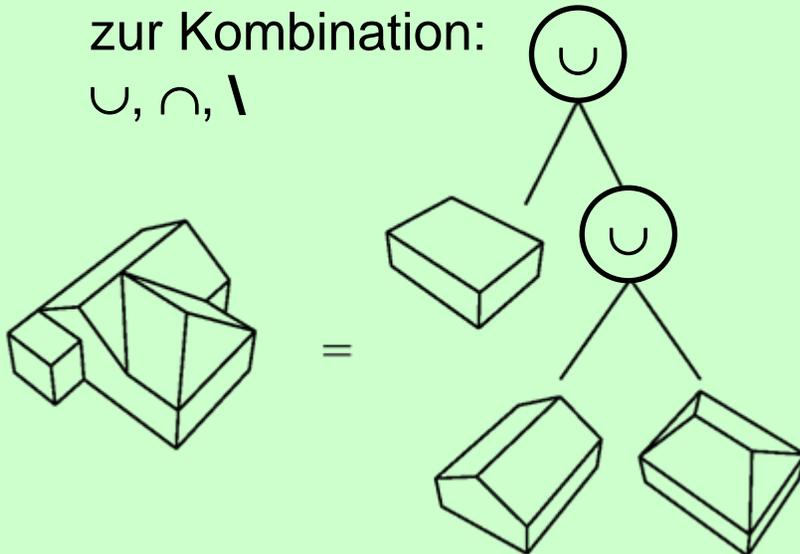


# Exkurs: Modellierung von 3D-Objekten

## Constructive Solid Geometry CSG

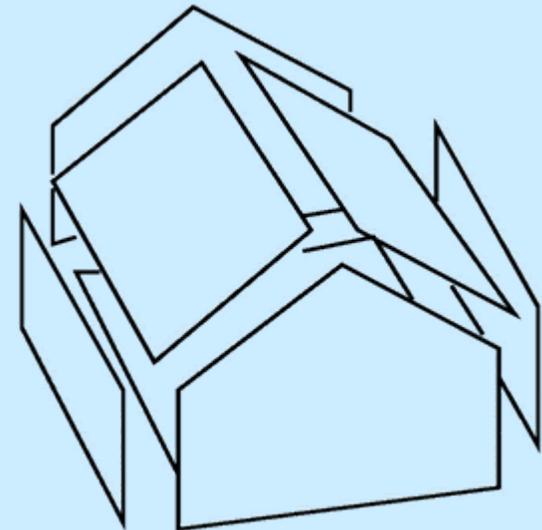
- Volumenprimitive
- Mengentheor. Operatoren zur Kombination:

$\cup, \cap, \setminus$



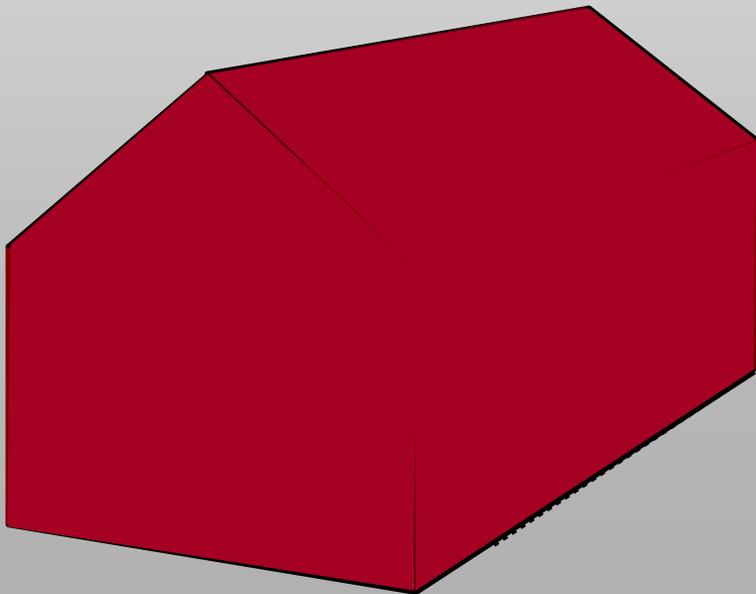
## Boundary Representation BRep

- Angabe der umschließenden Begrenzungsflächen



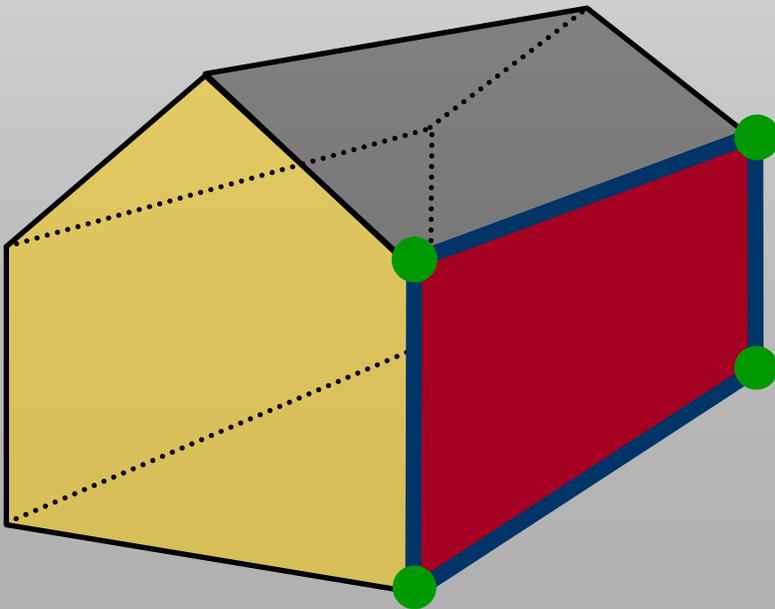
# Spatial Schema: Boundary Representation

- Volumenkörper („Solids“)
- geschlossen
- begrenzt von beliebig vielen Flächen, die benachbart sind



# Spatial Schema: Boundary Representation

- Volumenkörper („Solids“)
- geschlossen
- begrenzt von beliebig vielen Flächen, die benachbart sind

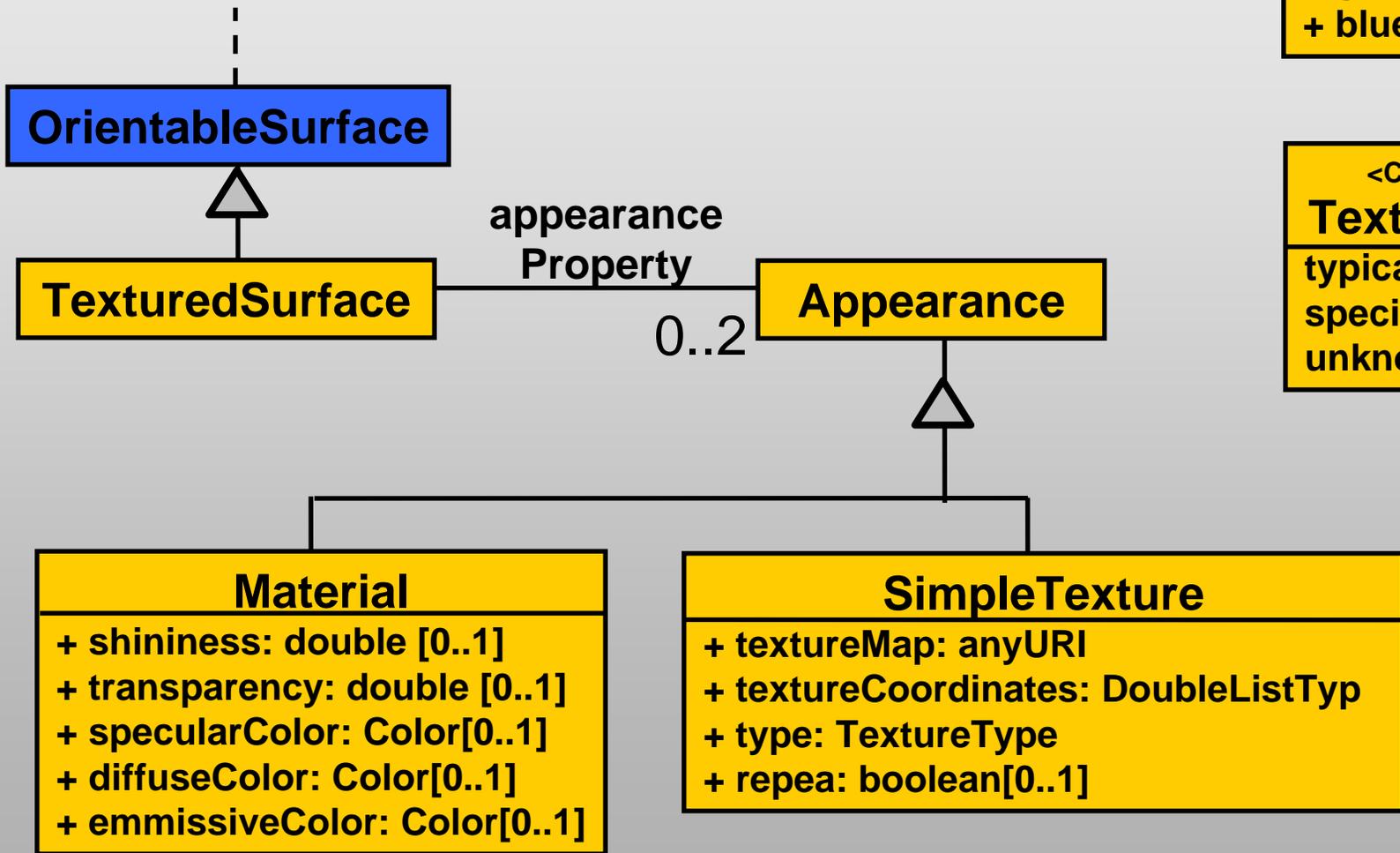


- **Flächen** werden von **Linien** begrenzt
- **Linien** haben **Anfangs-** und **Endknoten**

# Materialieigenschaften in CityGML

- Anlehnung an Graphik-Standard X3D (VRML-Nachfolger)
- Positionierung von Texturen:  
Texturkoordinaten

# Materialeigenschaften: UML



**Color**

- + red: double
- + green: double
- + blue: double

<Code List>

**TextureType**

- typical
- specific
- unknown

# Reflexionseigenschaften

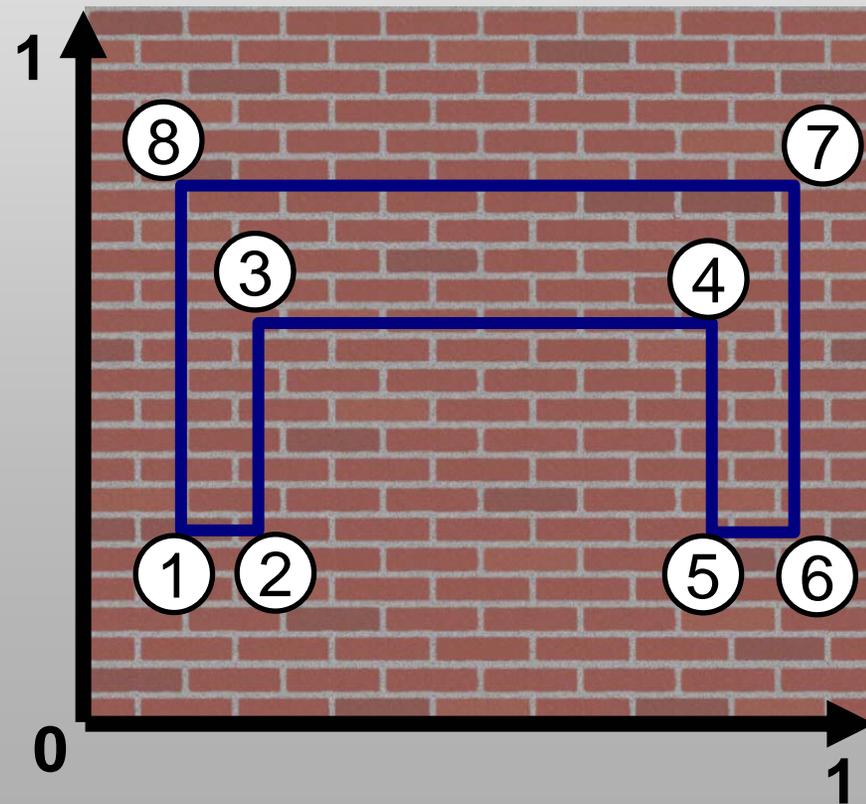
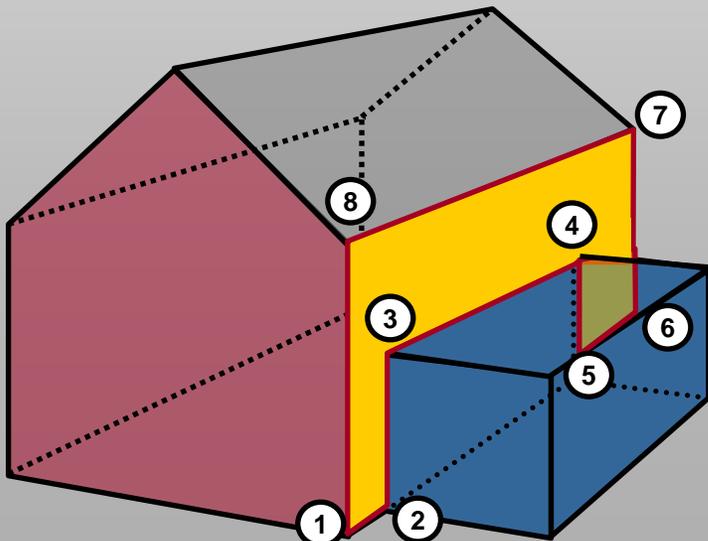
- **diffuseColor:**  
Farbe bei Anstrahlung durch Lichtquelle
- **emissiveColor:**  
Farbe bei "Eigenleuchten".
- **specularColor/shininess:**  
Farbe glänzende Objekte
- **transparency** (Wert zwischen 0 und 1)

# Georeferenzierung von Texturen: Beispiel

- Texturkoordinaten:

1. 0,1 ; 0,05
2. 0,15 ; 0,05
3. 0,15 ; 0,5
4. 0,8 ; 0,5
- .....
8. 0,1 ; 0,6

Jede Texturkoordinate entspricht genau einer 3D-Koordinate der zu texturierenden Fläche



# Texturierung: Metadaten

- Attribut 'TextureType':
  - **typical**: nicht individuell, typisch für die Art von Gebäude
  - **specific**: individuelle Textur, Photo oder nachbearbeitete Textur
  - **unknown**

# Thematische Ebene

# Anwendungsmodell: UML-Diagramm

