The background of the slide is a detailed 3D model of a city, likely Bonn, showing various buildings, streets, and green spaces. The model is rendered in a light, semi-transparent style, allowing the text to be clearly visible over it.

SIG 3D
Plenarsitzung 17.11.2006

Präsentation der Ergebnisse der Masterarbeit zum Thema

***Potentialanalyse für den Einsatz von
CityGML-basierten 3D-Stadtmodellen
in der Denkmalpflege***

von
Dipl.-Geogr. Christof Schuppert

Inhalt

1. Einführung
2. Arbeitshypothesen / Fragestellungen
3. Methodischer Ansatz
4. Grundlagen der Modellierung und Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Objekte in CityGML
5. Modellierung der Zeit in GML und Modellierungsvorschlag für Darstellung der Zeit in CityGML
6. Beispiel für denkmalgeschütztes Gebäude in einem CityGML-Instanzdokument
7. Zusammenfassung

1. Einführung

Was sind die Aufgabengebiete der Denkmalpflege ?

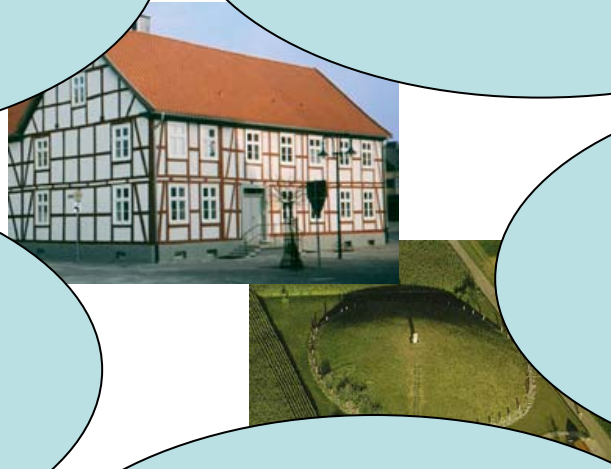
Inventarisieren

Konservieren

Rekonstruieren

Informieren

**Restaurieren
/ Renovieren**



Mögliche Anwendungsbereiche in der Denkmalpflege

- **Inventarisierung** der Bau- und Kunstdenkmäler
 - **Planung** (Prüfung von Bebauungs- und Flächennutzungsplänen im Hinblick auf denkmalpflegerische Belange)
 - **Bürgerinformation, Öffentlichkeitsarbeit**
 - **Verkauf von Baudenkmälern**
 - **Forschung**, z.B. flächenbezogene Denkmalforschung
- durch **Integration der Fachdaten in 3D-Modell** würden weniger Ressourcen für alltägliche Vorgänge/Anfragen benötigt

2. Arbeitshypothesen, Fragestellungen

- Denkmalschutzobjekte lassen sich in CityGML integrieren
→ Wie baut man Denkmalpflege-Fachschale in Vererbungshierarchie von CityGML ein?
- Darstellung der temporalen Aspekte ist durch die Verwendung der GML-Zeitmodellierung möglich
→ Passt Zeitkonzept von GML zu Anforderungen der Denkmalpflege?

3. Methodischer Ansatz (1)

- **Experteninterviews nach Gesprächsleitfaden**
 - Interviews mit (Bau)denkmalpflegern aus BAY, BW, NRW und RLP
 - Erfassung der für Modellierung notwendigen Daten
 - Abgefragte Bereiche
 - Datenbestände und bisherige GIS-Nutzung
 - Objektmodellierung und Abfragemöglichkeiten in 3D-GIS
 - Modellierung der Zeit in 3D-Stadtmodellen
 - Genauigkeit und Metadaten
 - Praxis (Relevanz von 3D-Stadtmodellen in der Denkmalpflege)

3. Methodischer Ansatz (2)

- **Vorschläge für Integration der Fachdaten in CityGML**
(Denkmalpflege-Fachschale für CityGML)
 - Erweiterung UML-Modellierung von CityGML
 - Berücksichtigung der zeitlichen Komponente
 - Umsetzung in XML-Schema

4. Grundlagen der Objektmodellierung (1)

- Welche Anforderungen an die **semantische Objektmodellierung** gibt es, d.h. welche Fachobjekte sollen abgebildet werden?
- Einteilung der Denkmäler nach Gründen für Unterschutzstellung sowie Beispiele für Gattungsbegriffe in den jeweiligen Kategorien

- wissenschaftlich
 - Gattung: technik-geschichtlich



- Gattung: landschaftsgestalterisch



Grundlagen der Objektmodellierung (2)

– künstlerisch



– heimatgeschichtlich

- Gattung: volkskundlich
- Gattung: sozialgeschichtlich
- Gattung: kulturlandschafts-
geschichtlich



Grundlagen der Objektmodellierung (3)

- Städtebaulicher Denkmalschutz / Ensembleschutz
 - Unterschutzstellung von Gesamtanlagen, z.B. historischer Altstadt kern, Platz mit Bebauung, Stadtmauer



Grundlagen der Objektmodellierung (4)

- Neben den Gebäuden können auch
 - Straßenmöbel (z.B. Brunnen, Statuen)
 - Freiflächen (z.B. Plätze, Sichtachsen)
 - Grünflächen (z.B. Parks, Gärten)
 - Wasserflächen (z.B. Kanäle, Hafenbecken)

denkmalgeschützt sein



Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Objekte in CityGML (1)

- vom Denkmalschutz betroffene Objekte existieren bereits in CityGML
- Präfix **ch_** (**C**ultural **H**eritage) für Klassen mit denkmalgeschützten Objekten ausreichend, die Spezialisierung der jeweiligen Objektklassen darstellen und zusätzlich fachbezogene Attribute enthalten
- Betreffende CityGML-Klassen (Themes):
 - **Building** (Gebäude)
 - **CityFurniture** (Statuen, Brunnen)
 - **TransportationObject** (Straßen- und Plätze)
 - **WaterObject** (Wasserflächen)
 - **CityObjectGroup** (Ensembles, Anlagen)
 - **VegetationObject** (Frei- und Grünflächen)

Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Objekte in CityGML (2)

- Welche Attribute sollen jeweilige **ch**-Objektklassen beinhalten?
 - Grund für Unterschutzstellung
 - Denkmalgattung
 - Datum der Unterschutzstellung (und ggf. einer Ausweisungsänderung)
 - Bauzeit
 - Bauperiode
 - Architekt
 - Erhaltungsgrad (1-5)
 - bauliche Veränderungen
 - Restaurierungen
 - ehemalige Nutzungsarten [nur Gebäude]
 - ehemalige Nutzer (Berufsgruppe etc.) [nur Gebäude]
 - Bestandsdaten aus Brandversicherungskataster [nur Gebäude]
 - ggf. Information zu Nebengebäuden [nur Gebäude]
- Da Klassen, die denkmalgeschützte Objekte enthalten, viele gemeinsame Attribute aufweisen, ist die Bildung einer neuen Klasse *CulturalHeritageObject* sinnvoll

Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Objekte in CityGML (3)

<<Feature>>

CulturalHeritageObject

- + causeOfProtection[0..*]:causeOfProtectionType
- + dateOfProtection[0..*]:gml:TimeInstantPropertyType
- + categoryOfMonument[0..1]:categoryOfMonumentType
- + historicalPeriod[0..1]:historicalPeriodType
- + constructionTime[0..1]:gml:TimePeriodPropertyType
- + architect[0..*]:xs:string
- + constructionalChange[0..*]:constructionalChangeType
- + degreeOfPreservation[0..1]:nonNegativeInteger
- + restoration[0..*]:restorationType

<<Feature>>

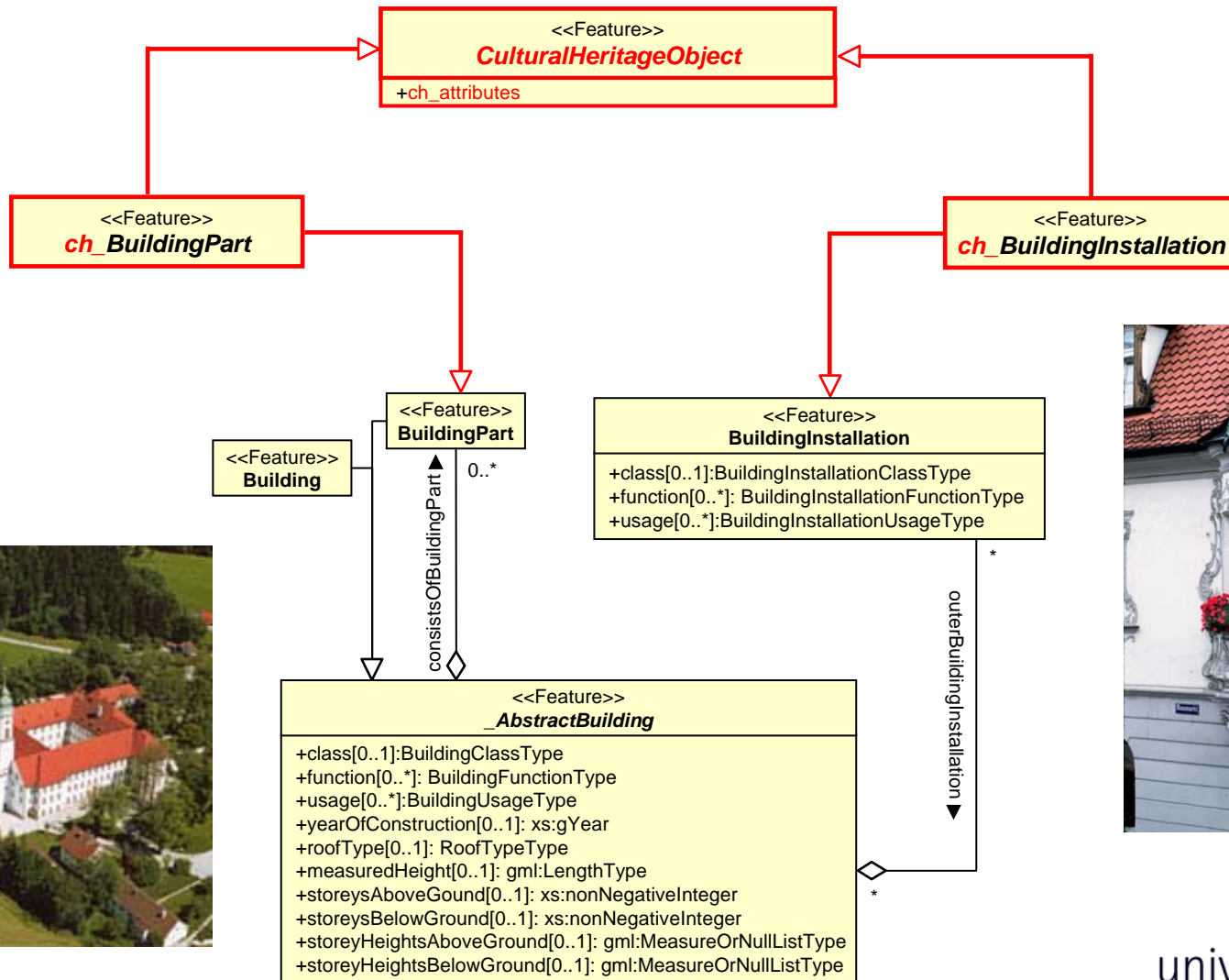
ch_Building

- + occupationalGroup
[0..*]:formerOccupationalGroupType
- + fireInsuranceData
[0..*]:formerFireInsuranceDataType
- + numberOfBuildingParts[0..*]:xs:nonNegativeInteger

Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Objekte in CityGML (5)

- Ansätze zum Umgang mit der Mehrfachvererbung auf Implementierungsebene:
 - zuvor in einer Klasse zusammengefassten Attribute wieder an alle vorhandenen ch_Klassen anhängen, wodurch allerdings Redundanzen entstehen, die durch Einfügen der Klasse *CulturalHeritageObject* vermieden werden sollten
 - attributeGroup
 - Einbindung von Referenzen mittels xlink
 - komplexes Element in Form eines Attributs vom Typ *CulturalHeritageObject*

Modellierungsvorschlag für denkmalgeschützte Gebäudeteile



Bsp. für XML-Schemadokument von CityGML mit integrierten denkmalpflegerischen Informationen

```
<xs:complexType name="ch_Building">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="Building">
      <xs:element name="causeOfProtection" type="causeOfProtectionType"
        minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
      <xs:element name="categoryOfMonument" type="categoryOfMonumentType"
        minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
      <xs:element name="....." />
    </xs:extension>
  </complexContent>
</xs:complexType>
```

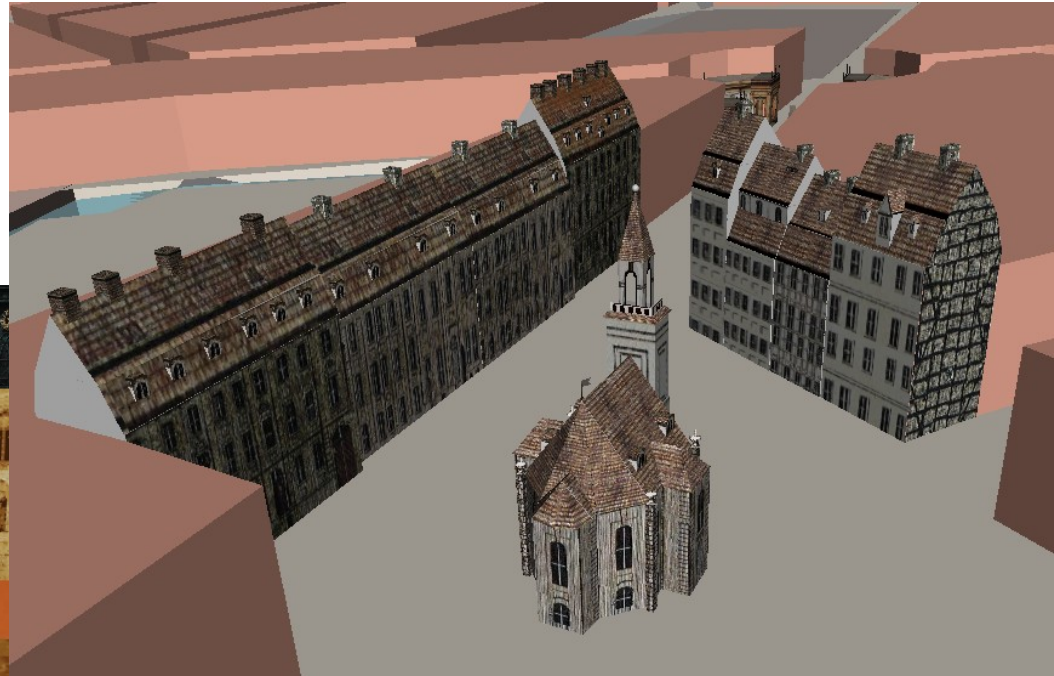
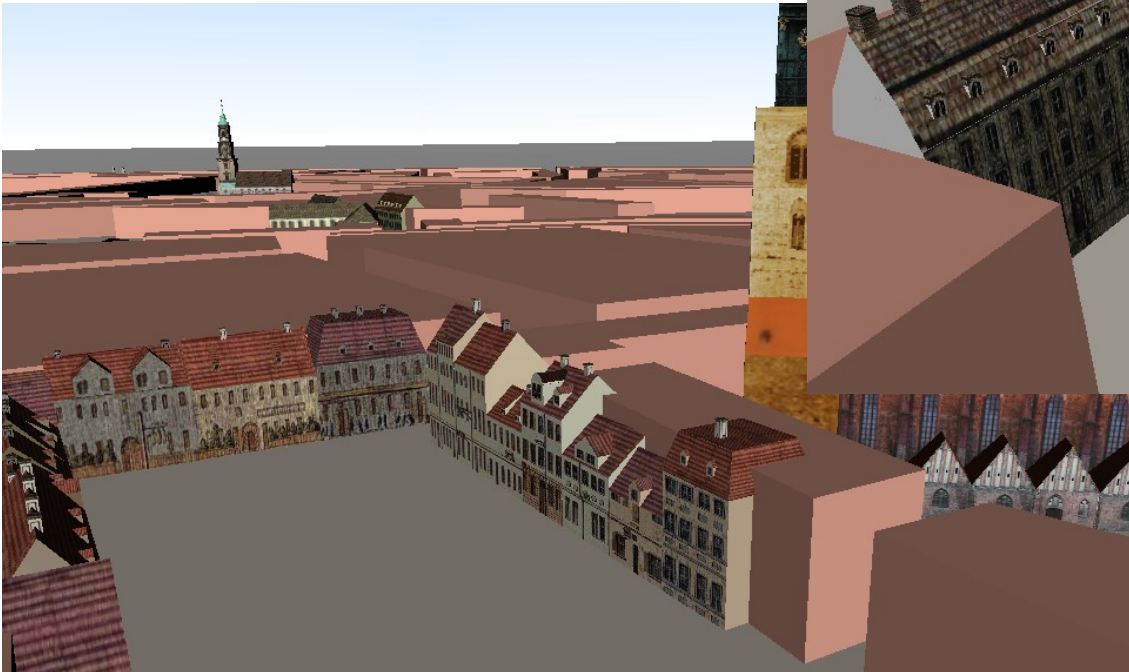
→ Problem: Wie werden temporale (zeitvarianten)
Attribute repräsentiert?

Anwendung: Visualisierung historischer Zustände

- Informationen aus historischen Bilddokumenten
→ zeitvariante Modellierung z.B. der Fassaden notwendig

„Berlin um 1800“

Projekt der FH Berlin (2003)



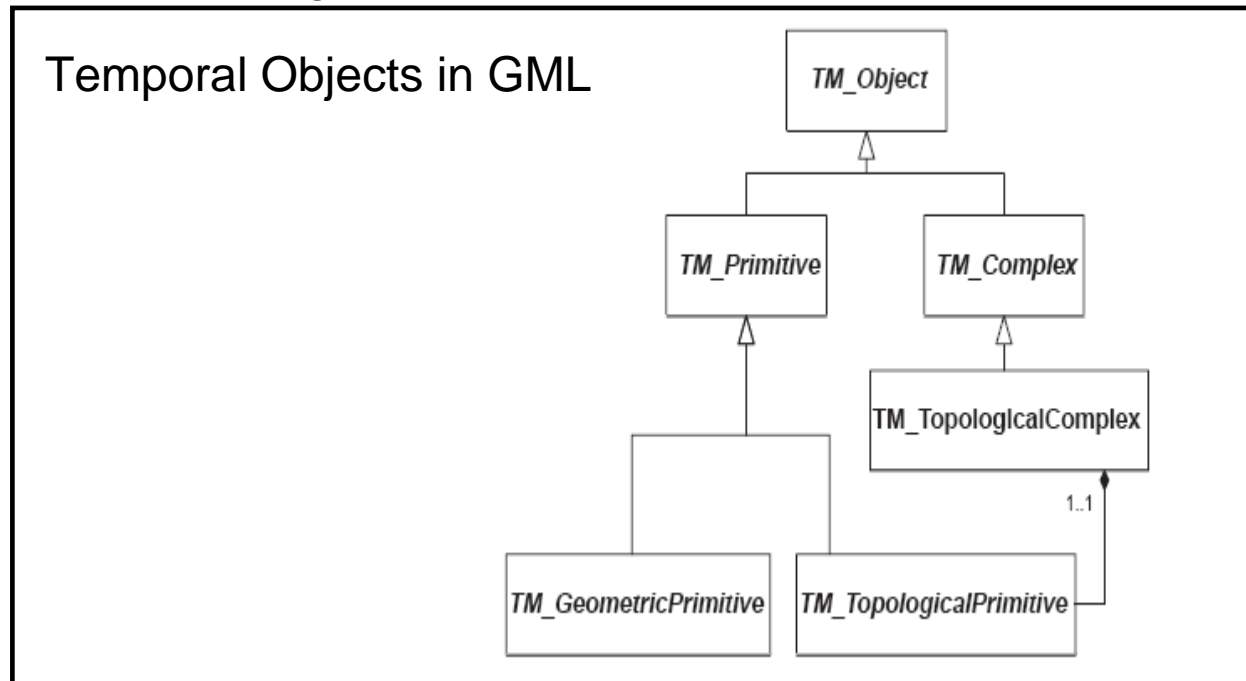
<http://www.f4.fhtw-berlin.de/people/tj/b18/berlin18.wrl>

Welche Anforderungen an die Modellierung der Zeit in einem 3D-Modell hat die Denkmalpflege?

- **Lebenslauf eines Denkmalobjektes**, der durch Ereignisse bzw. Vorgänge markiert wird, wird dokumentiert
→ **Zeitpunkte** der Ereignisse ergeben Granularität des Lebenslaufs
- Ereignisse betreffen bei Baudenkmalern:
 - **Baugeschichte** (Planung, Baubeginn, Umbauten, Restaurierung, Zerstörung) → betreffen Veränderung der Geometrie und Textur
 - **Nutzungsgeschichte**
 - **Erforschungsgeschichte**
 - **administrative Geschichte** (Ausweisung, Ausweisungsänderung, Aberkennung der Ausweisung)

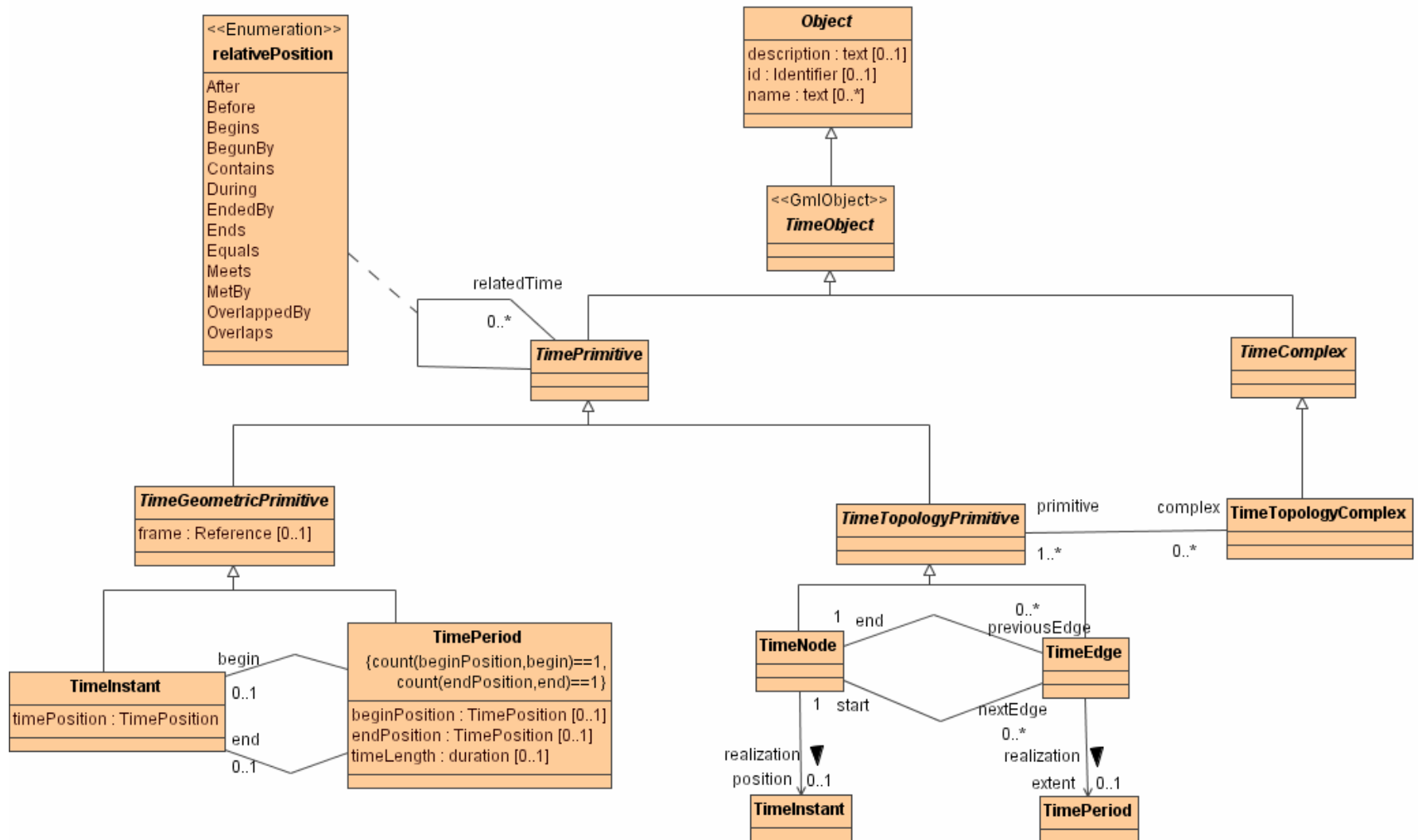
5. Modellierung der Zeit in GML (1)

- bislang nicht in CityGML vorgesehen (aber implizit vorhanden)
- für Denkmalpflege-Fachschale unbedingt notwendig, um Abfragen temporalen Inhalts zu ermöglichen
- Grundidee
 - Zeit ist wie Raum aus **Knoten (Zeitpunkte)** und **Kanten (Zeiträume)** aufgebaut, zwischen denen neben **geometrischen** auch **topologische** Beziehungen existieren



Quelle: ISO 19108 –
Temporal Schema

Modellierung der Zeit in GML (2)



Modellierung der Zeit in GML (3)

- **Valid Time (Zeitstempel)** beschreibt Zeitpunkt oder Zeitintervall, auf das ein Fakt zutrifft
 - kann vom Benutzer festgelegt werden
 - kann sich beliebig weit in Vergangenheit und Zukunft erstrecken

	Keine Unterstützung transaction time	Unterstützung transaction time
Keine Unterstützung valid time	Statische Datenbank	Rollback Datenbank
Unterstützung valid time	Historische Datenbank	Bitemporale Datenbank

Abb. 2.17: Valid und transaction time in temporalen Datenbanken, Quelle: nach WORBOYS 1994

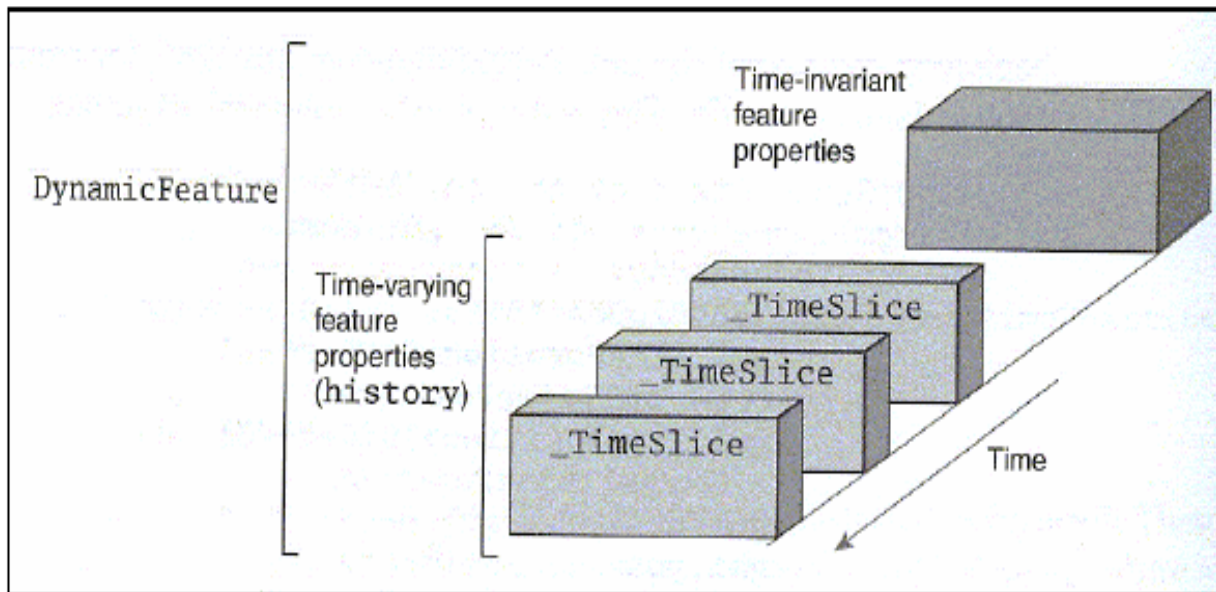
Quelle: Hosse 2005

Modellierung der Zeit in GML (4)

- GML beinhaltet zwei Modelle zur Beschreibung von Objekten, die einer zeitlichen Entwicklungen unterliegen (**Dynamic Feature**):
 - **SnapShot**
 - **History** mit **TimeSlices**
- **SnapShot**-Modell beinhaltet keine Organisation der **SnapShots** in irgendeiner Art zeitlicher Entwicklung (keine Darstellung der Entwicklung einzelner Objekteigenschaften über große Zeiträume möglich)

Modellierung der Zeit in GML (5)

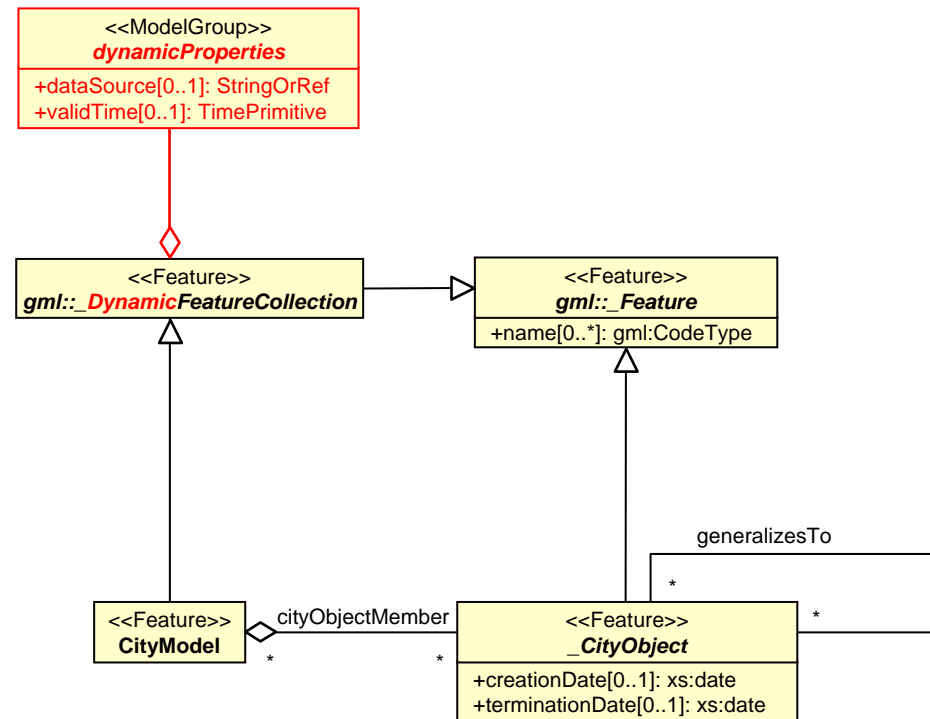
- Organisation der SnapShots wird durch das Konzept einer **History**, die aus einer Menge von **TimeSlices** besteht, bereitgestellt
- einzelne **TimeSlices** enthalten beliebig viele dynamische Attribute eines Objektes (wird im Anwendungsschema definiert)
- diejenigen Attribute eines Objektes, die zeitinvariant sind, befinden sich außerhalb der **History**



Quelle: LAKE et al. 2004, S. 184

Zeitkonzept für die CityGML-Denkmalpflegefachschale auf der Basis von GML3 (1)

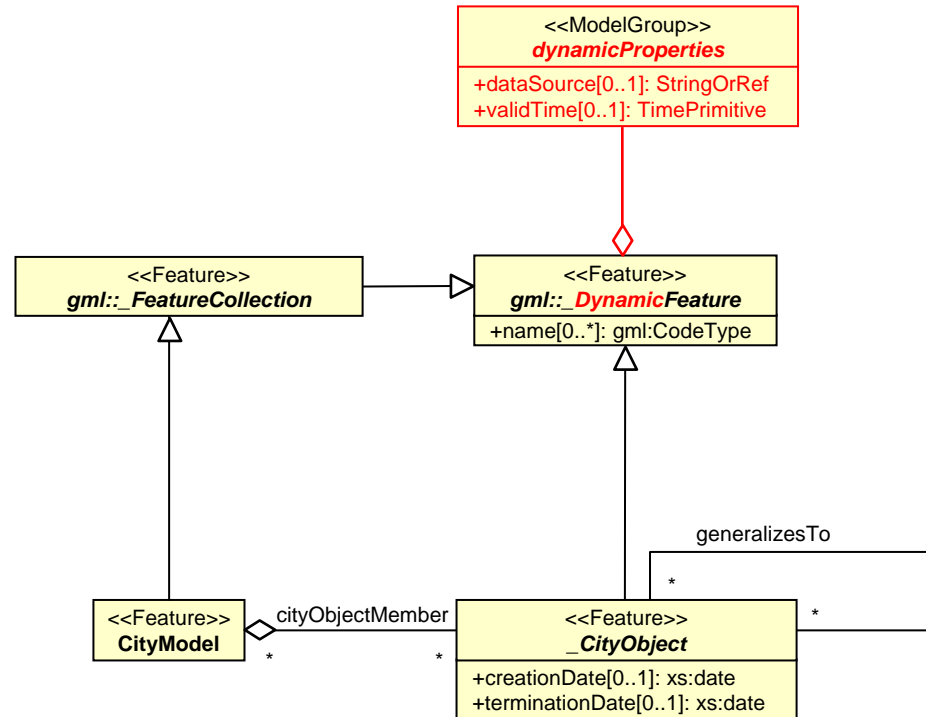
Snapshot mit Zeitstempel für
Dynamic Feature Collection



→ Zeitstempel auf Ebene der Feature Collection

Zeitkonzept für die CityGML-Denkmalpflegefachschale auf der Basis von GML3 (2)

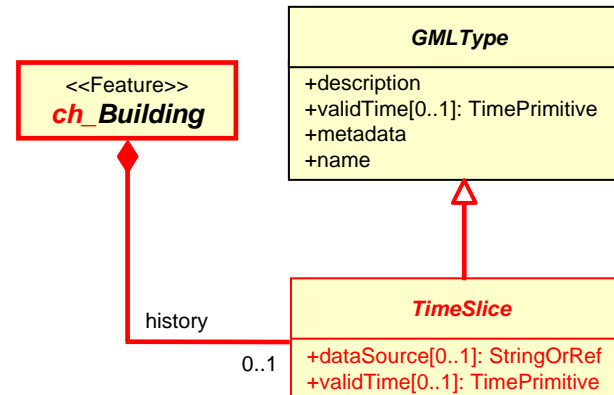
Snapshot mit Zeitstempel für
Dynamic Features



→ Zeitstempel auf Ebene der Features

Zeitkonzept für die CityGML-Denkmalpflegefachschale auf der Basis von GML3 (3)

History mit Time Slices



→ Zeitstempel auf Attributebene

6. Beispiele für Umsetzung in CityGML-Instanzdokumenten

Zeitstempel auf Ebene der Feature Collection

```
<CityModel>
  <validTime>
    <gml:TimeInstant>
      <gml:TimePosition>1800</gml:TimePosition>
    </gml:TimeInstant>
  </validTime>
  <CityObjectMember>
    <Building>...</Building>
  </CityObjectMember>
  ...
</CityModel>
```

Zeitstempel auf Ebene der Features

```
<CityModel>
  <CityObjectMember>
    <Building>
      <validTime>
        <gml:TimeInstant>
          <gml:TimePosition>1900</gml:TimePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </validTime>
      ...
    </Building>
  </CityObjectMember>
  ...
</CityModel>
```

Zeitstempel auf Attributebene

```
<ch_Building gml:id="I01">
  <causeOfProtection>wissenschaftlich,heimatgeschichtlich</causeOfProtection>
  <categoryOfMonument>Technikgeschichte</categoryOfMonument>
  <historicalPeriod>Industrialisierung</historicalPeriod>
  <constructionTime>
    <gml:TimePeriod gml:id="I01">
      <gml:begin>
        <gml:TimeInstant>
          <gml:timePosition>1901</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:begin>
      <gml:end>
        <gml:TimeInstant>
          <gml:timePosition>1903</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:end>
    </gml:TimePeriod>
  </constructionTime>
  <dateOfProtection>
    <TimeInstant>
      <TimePosition>1991</TimePosition>
    </TimeInstant>
  </dateOfProtection>
  <gml:history>
    <gml:timeSlice gml:id="I01">
      <gml:validTime>
        <gml:TimeInstant>
          <gml:timePosition>1950</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:validTime>
      <Usage>Hochofenwerk</Usage>
      <OccupationalGroup>Stahlindustrie</OccupationalGroup>
    </gml:timeSlice>
    <gml:timeSlice gml:id="I02">
      <gml:validTime>
        <gml:TimeInstant>
          <gml:timePosition>2000</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:validTime>
      <Usage>Veranstaltungshalle</Usage>
      <OccupationalGroup>Veranstalter,Kunstschaffende</OccupationalGroup>
    </gml:timeSlice>
  </gml:history>
</ch_Building>
```

History with timeVaryingAttributes



7. Zusammenfassung (1)

Generell

- großes Interesse am Einsatz von 3D-Stadtmodellen in der Denkmalpflege
 - insbesondere bei städtebaulicher Denkmalpflege besteht Bedarf an geeignetem Instrument, das auch Visualisierungs- und damit anschauliche und zeitgemäße Vermittlungsmöglichkeiten denkmalpflegerischer Belange bietet
- derzeitige Probleme
 - 3D-Modelle bisher nur eingeschränkt verfügbar und teuer
 - viele Denkmalpflegebehörden verfügen noch nicht über geeignete Datenbestände
 - Aufbau CityGML-konformer Datenbank für Denkmalpflege würde viele Ressourcen (v. a. zusätzliches Personal, Schulungen der Mitarbeiter) beanspruchen

Zusammenfassung (2)

Technische Realisierung

- Denkmalobjekte lassen sich durch **Unterklassen in Vererbungshierarchie von CityGML** abbilden
 - keine Modellierung geometrisch eigenständiger Objekte notwendig
- Darstellung temporaler Aspekte der Denkmalobjekte durch explizite **Übernahme der Zeitmodellierung** aus **GML 3.1.0** in CityGML möglich
 - hier sind je nach Anwendung Entwurfsentscheidungen notwendig
 - für Einsatz in der Denkmalpflege ist SnapShot-Modell mit Zeitstempel auf Feature-Ebene ausreichend

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!