



Technische Universität München

# **Forschungsprojekt „Umsetzung von 3D-Gebäudemodellen nach INSPIRE“**

## **Abschlussbericht**

05.03.2015

Prof. Dr. rer. nat. Thomas H. Kolbe  
Dr.-Ing. Andreas Donaubauer  
Tatjana Kutzner  
Mandana Moshrefzadeh

Lehrstuhl für Geoinformatik  
Technische Universität München  
Arcisstraße 21  
80333 München

## 1. Hintergrund und Zielstellung des Forschungsprojekts

- Das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) baut einen bayernweit flächendeckenden Datenbestand für 3D-Gebäudemodelle mit standardisierten Dachformen – im sogenannten Level of Detail 2 (LoD2) - auf.
- Noch bevor die Ersterfassung der 8 Millionen 3D-Gebäudemodelle im LoD2 in Bayern abgeschlossen wird, soll in einem Forschungsvorhaben geprüft werden, ob der derzeit erfasste bayerische 3D-Gebäudebestand in ein EU-weites Datenmodell – dem INSPIRE-konformen Datenschema – transformiert werden kann.
- Zur Transformation von 3D-Gebäudemodellen im LoD2 nach INSPIRE steht ein erster Entwurf einer von der AdV erstellten Umsetzungstabelle (Mapping-Tabelle) online zur Verfügung unter <http://www.adv-online.de/Veroeffentlichungen/Veroeffentlichungen-Geotopographie/Beispielsammlungen/>. Ausgehend vom CityGML-Profil und der GeoInfoDok 7.0 (beta) der AdV enthält die Mapping-Tabelle sämtliche Objekttypen und Attribute sowohl des bayerischen 3D-Gebäudemodells als auch die des Datenschemas von INSPIRE.
- Im Rahmen des Forschungsvorhabens ist zu untersuchen, ob die von der AdV bereitgestellte Mapping-Tabelle eine vollständige und korrekte Transformation des bayerischen 3D-Gebäudemodells nach INSPIRE ermöglicht. Fehlende Attribute oder fehlerhafte Objekte in der Mapping-Tabelle der AdV oder im bayerischen Datenmodell sind zu identifizieren.
- Über diese Untersuchung hinaus soll auch eine Prüfung der strukturellen Eignung der Tabelle zur Transformation nach ALKIS 3D gemäß GeoInfo Dok 7.0 (beta) erfolgen.
- Der praktische Nachweis der Transformierbarkeit von bayerischen 3D-Gebäudemodellen im LoD2 in das INSPIRE-BU-Thema ist durch die Entwicklung eines FME-Workspace zu erbringen. Dabei sind die im LoD2 erfassten bayerischen 3D-Gebäudemodelle, die derzeit entsprechend dem AdV-CityGML-Profil aufgebaut werden nach INSPIRE zu migrieren. Es sollen etwaig notwendige Änderungen, aufgrund fehlender Migrierbarkeit in das INSPIRE-konforme Datenschema, identifiziert werden noch bevor die Ersterfassung der 3D-Gebäudemodelle in Bayern abgeschlossen ist und umfangreiche interaktive Nachbearbeiten erforderlich werden.
- Der konkrete Test der Transformation soll auf zwei vom LDBV zur Verfügung gestellten Testdatensätzen durchgeführt werden.
- Die Untersuchung und Durchführung von Koordinatentransformationen ist nicht Gegenstand des Projekts.

## 2. Arbeitspakete und zu erbringende Leistungen

Arbeitspaket	zu erbringende Leistung
A1	Prüfung der von der AdV zur Verfügung gestellten Mapping-Tabelle auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Transformationsregeln zwischen dem CityGML 1.0 AdV Profil und INSPIRE in Abstimmung mit dem Autor der Mapping-Tabelle.
A2	Für die Transformation zwischen AAA und INSPIRE soll geprüft werden, ob generell die Transformation mittels der Tabelle strukturell machbar ist.
B1	Erstellung eines FME Workspace zur Transformation von Testdaten des LDBV (CityGML 1.0 AdV Profil LoD2) nach INSPIRE (CityGML INSPIRE ADE core) inkl. Benutzerdokumentation auf der Grundlage der Mapping-Tabelle der AdV.
B2	Prozessierung der vom LDBV zur Verfügung gestellten Testdaten und Prüfung der Ergebnisse (zwei Testgebiete)
B3	Prüfung wie auch INSPIRE BU als Ziel der Transformation verwendet werden kann.
B4	Ableitung von Korrekturvorschlägen für die Mapping-Tabelle aus den Erfahrungen der Transformation der Testdaten und Modifikation des FME Workspace unter Berücksichtigung der Korrekturvorschläge.
C	Erstellung Abschlussbericht
D	Projektorganisation

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Arbeitspakete A1 (Überprüfung des Mappings zwischen CityGML und INSPIRE) und B4 (Korrekturvorschläge)

Die von der AdV zur Verfügung gestellte Mapping-Tabelle wurde auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Transformationsregeln zwischen dem CityGML 1.0 AdV Profil und INSPIRE geprüft. Fragen und Korrekturvorschläge wurden in die Tabelle integriert (siehe digitaler Anhang) und an den Autor der Tabelle gesendet.

Die Fragen und Korrekturvorschläge lassen sich wie folgt zusammenfassen:

#### 1. Allgemeine Anmerkungen:

- a. Es ist nicht klar, ob sich die Tabelle auf die XML-Schema-Dateien oder die UML-Modelle der Anwendungsschemata bezieht. Es scheint, dass bei CityGML die XML-Schemata herangezogen wurden und bei INSPIRE das UML-Modell. Es würde die Umsetzung der Transformation erleichtern, wenn das Mapping auf identischen konzeptuellen Ebenen beschrieben wäre. Im jetzigen Zustand ist die Tabelle damit nur für den menschlichen

Leser geeignet, Maschineninterpretierbarkeit, beispielsweise zur automatischen Erstellung eines Transformationswerkzeugs, ist nicht gegeben. Neben dem o.g. Punkt müssten hierfür auch noch diverse Tippfehler in den Attributnamen etc. beseitigt werden.

- b. Es wäre aus unserer Sicht übersichtlicher und auch ausreichend, bei den Zielattributen nur den Namen des Attributs bzw. den Rollennamen der Assoziation anzugeben, statt den kompletten Pfad mit Vererbungshierarchie. Zudem wurde eine UML-ähnliche Notation für die Pfadangaben verwendet, welche jedoch nicht der UML-Semantik entspricht und damit zu Verwirrung führen kann.
- c. Das Appearance Schema von INSPIRE BU erscheint unvollständig. Dies betrifft insbesondere die Assoziation zwischen ParameterizedTexture und TextureParametrization. Diese Assoziation enthält nicht die Beziehungsklasse TextureAssociation aus dem CityGML Schema und somit ist ein Mapping aus unserer Sicht nicht möglich, da der Bezug zwischen den Texturen und den Geometrien verloren geht.

## 2. Vollständigkeit:

- a. Folgende Attribute müssen in die Mappingtabelle zusätzlich aufgenommen werden, da sie voidable und mandatory sind. Es muss für diese Attribute eine VoidValueReason definiert werden (Vorschlag: "unpopulated"):
  - conditionOfConstruction
  - floorDistribution
- b. Für folgende Attribute ist das Mapping nicht detailliert genug beschrieben, da sie in INSPIRE komplexe Datentypen haben: heightAboveGround, name (GeographicalName), inspireId, address, geometry3DLoD1, geometry3DLoD2
- c. INSPIRE-Klasse BoundarySurface: Es müsste für die Transformation vorgegeben werden, ob die CityGML \_boundarySurfaces auf BoundarySurface oder auf eine der Subklassen (RoofSurface...) gemappt werden sollen.
- d. Für folgende Attribute müssten Abbildungstabellen definiert werden:
  - i. verticalGeometryEstimatedAccuracy: im Quellmodell ist dies ein Code, im Zielmodell wird jedoch ein skalarer Wert vom Typ Length erwartet
  - ii. horizontalGeometryEstimatedAccuracy: im Quellmodell ist dies ein Code, im Zielmodell wird jedoch ein skalarer Wert vom Typ Length erwartet
  - iii. verticalGeometryReference3DBottom: Eine Abbildung zwischen den Werten der Codeliste „Datenquelle Bodenhöhe“ und den entsprechenden Length-Werten muss definiert werden, damit dieses Attribut verwendet werden kann? Ist es überhaupt möglich, eine derartige Abbildungstabelle zu erstellen? Die CityGML-Daten enthalten ja Werte wie "Verschneidung mit DGM", INSPIRE fordert

Werte wie "Lowest Ground Point", "Lowest Floor Above Ground", "Bottom of Construction"

- iv. buildingNature: Dieses Attribut ist in INSPIRE BU definiert als:  
 "physical aspect of the building; however, this physical aspect is often expressed as a function (e.g. stadium, silo, windmill); this attribute aims to fulfil mainly mapping purposes and addresses only specific, noticeable buildings. This is a rather short and simple list of possible values, with focus on two international use cases: air flights where buildings may be obstacles and marine navigation where buildings may be landmarks. Value: arch, bunker, canopy, castle, cave building, chapel, church, dam, greenhouse, lighthouse, mosque, shed, silo, stadium, storage tank, synagogue, temple, tower, windmill, wind turbine", d.h. CityGML function kann nur dann auf buildingNature gemappt werden, wenn der Code in CityGML function einem der obigen Werte entspricht. Hierzu wäre eine Abbildungstabelle zwischen der Codelist BuildingFunctionTypeAdV und BuildingNatureValue erforderlich. Ein Vorschlag für eine derartige Abbildungstabelle findet sich im Anhang.
- v. currentUse: Da die Werte in CityGML function nur in ganz bestimmten Fällen gemappt werden können (siehe Anmerkung zu buildingNature oben), wäre zu diskutieren, ob CityGML function statt dessen auf currentUse gemappt werden sollte, damit diese Information nicht verloren geht. Falls das gemacht werden soll, müsste eine Mappingtabelle zwischen der codelist BuildingFunctionTypeAdV und CurrentUseValue definiert werden.
- vi. roofType: Eine Abbildungstabelle zwischen den Codelisten RoofTypeTypeAdV und RoofTypeValue müsste definiert werden. Ein Vorschlag für eine derartige Abbildungstabelle findet sich im Anhang.
- vii. buildingNature (Klasse BuildingInstallation): Eine Abbildungstabelle zwischen den Codelisten INSPIRE InstallationNatureValue und CityGML BuildingInstallationFunctionType
- viii. heightAboveGround:
  - 1. Attribute heightReference und lowReference: Eine Abbildungstabelle zwischen den Werten des generischen CityGML-Attributs „Bezugspunkt Dachhoehe“ bzw. „Datenquelle Bodenhoehe“ und der Codelist ElevationReferenceValue muss definiert werden. Folgende Abbildung wird vorgeschlagen:  
 1000->highestRoofEdge,  
 2000->generalRoof,  
 2100->generalRoof,  
 2200->generalRoof,  
 3000->generalEave,  
 4000->voidable(unpopulated)

2. Attribute status: Eine Abbildungstabelle zwischen den Werten des generischen CityGML-Attributs „Datenquelle Dachhoehe“ bzw. „Datenquelle Bodenhoehe“ muss definiert werden. Folgende Abbildung wird vorgeschlagen:
- 1000->measured,
  - 2000->estimated,
  - 3000->estimated,
  - 4000->measured,
  - 5000->measured,
  - 6000->measured

3. Richtigkeit:

- i. Attribut informationSystemName: In INSPIRE BU steht der informationSystemName als Name für das Informationssystem. In CityGML steht der name als Name für das referenzierte Objekt. Müsste also CityGML name auf reference gemappt werden, genau wie CityGML uri auf INSPIRE reference gemappt wird? Das würde passen, weil in CityGML entweder name oder uri als Identifikator für das externe Objekt steht. Nur eines der beiden Attribute darf in CityGML belegt sein.
- ii. Ein Mapping zwischen CityGML lod2MultiCurve und INSPIRE geometry3DLoD2 ist nicht möglich, da in INSPIRE BU MultiCurve-Geometrien nur für TerrainIntersection verwendet werden.
- iii. Mapping der Assoziations-Rollen parts und installations: Der Eintrag "Reference" sollte durch den Namen der Zielklasse, also BuildingPart bzw. Installation ersetzt werden, da der Wert des Attributs vom Typ BuildingPart bzw. Installation ist. Dass es sich um eine Referenz auf ein Objekt handelt, ist bereits im UML-Modell als Tagged-Value hinterlegt und muss daher nicht in den Mapping-Regeln definiert werden.
- iv. Mapping zwischen Date und DateTime: ein konstanter Wert muss für das verpflichtende Attribut „hour“ definiert werden.

### 3.2 Arbeitspaket A2 (Überprüfung des Mappings zwischen AAA und INSPIRE)

Für die Transformation zwischen AAA und INSPIRE sollte geprüft werden, ob generell die Transformation mittels der Tabelle strukturell machbar ist.

Das Ergebnis der Prüfung wird wie folgt zusammengefasst:

Die Transformation ist mit Hilfe der Tabelle strukturell machbar, jedoch fallen folgende Punkte auf:

1. Die Struktur der AAA-Daten ist nicht einheitlich auf Ebene des konzeptuellen Schemas (UML) bzw. der NAS-XML-Schema-Dateien beschrieben (z.B. Attribut „name“ der Klasse „AX\_Gebaeude“ ist auf UML-Ebene beschrieben, Attribut „gebaeudedefunktion“ ist auf Ebene XML-Schema beschrieben).
2. Für die bereits unter 3.1. 2.d genannten Attribute sind auch für das Mapping zwischen AAA und INSPIRE entsprechende Abbildungstabellen zu erstellen.
3. INSPIRE-Klasse BoundarySurface: Es müsste für die Transformation vorgegeben werden, ob die CityGML \_boundarySurfaces auf BoundarySurface oder auf eine der Subklassen (RoofSurface...) gemappt werden sollen.
4. Für folgende Attribute ist das Mapping nicht detailliert genug beschrieben, da sie in INSPIRE komplexe Datentypen haben: heightAboveGround, name (GeographicalName), inspireId, address, geometry3DLoD1, geometry3DLoD2
5. Beim Attribut informationSystemName gelten die Anmerkungen unter 3.1. 3.i

### 3.3 Arbeitspaket B1 - Erstellung eines FME Workspace zur Transformation von Daten nach dem CityGML 1.0 Profil der AdV nach CityGML INSPIRE ADE

Folgende FME Workspaces wurden erstellt (siehe digitaler Anhang):

- Workspace „Pruefplan2FME.fmw“ zur Prüfung der Quelldaten für die Transformation.  
Dieser Workspace setzt die Prüfkriterien nach dem Prüfplan für Gebäudemodelle LoD1/LoD2 der AdV um. Ergebnis des Workspace ist eine Excel-Tabelle, die auf einem Tabellenblatt pro Prüfkriterium alle fehlerhaften Objekte auflistet und auf einem weiteren Tabellenblatt eine Fehlerstatistik ausgibt. Um Missverständnisse bei der Interpretation der Prüfkriterien zu vermeiden, wurden mehrfach Rückfragen an die Autoren des Prüfplans gestellt und deren Antworten berücksichtigt.  
Der Workspace besteht aus mehreren Subworkspaces (siehe Abschnitt 7)
- Workspace „CityGMLAdV2CityGMLINSPIREADE.fmw“ zur Transformation der Daten in die CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D  
Der Workspace liest CityGML-Daten in LoD1 und LoD2, die dem CityGML 1.0 AdV Profil entsprechen und gemäß des Prüfplans für Gebäudemodelle korrekt sind und transformiert diese nach CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D. Da die Mappingtabelle, wie unter 3.1. 2 beschrieben, nicht vollständig ist, wurden entsprechende Annahmen für ein korrektes Mapping getroffen bzw. wurden für



die ebenfalls unter 3.1. 2 geforderten Abbildungstabellen entsprechende „AttributeCreator“-Transformer vorgesehen und mit Dummy-Werten belegt. Auftragsgemäß wurde keine Koordinatentransformation implementiert.

- Workspace „CityGMLINSPIREADEValidierung.fmw“: Dieser Workspace führt eine XML-Schema-Validierung für Daten nach der CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D durch.

Für die Entwicklung der Workspaces wurden die Beispieldatensätze AdV CityGML Profil LOD1 und LOD2 sowie die von der Bayerischen Vermessungsverwaltung zur Verfügung gestellten LOD2-Daten verwendet.

Eine kurze Dokumentation befindet sich in einem Textfenster innerhalb der Workspaces.

Bei der Entwicklung der Workspaces trat folgendes Problem mit dem FME-CityGML-Writer auf, das von Safe Software behoben werden konnte: Attribute mit Multiplizität größer 1 wurden beim Import der Feature-Typ-Definition nicht als FME-Listenattribute angelegt. Dieses Problem wurde in FME 2015.1 beta behoben. Die Workspaces sollten daher nur mit FME 2015.1 beta ausgeführt werden. Ein weiteres Problem entstand dadurch, dass das INSPIRE BU XML Schema weitere INSPIRE XML Schemata importiert, die selbst wiederum INSPIRE XML Schemata importieren, welche sich auf unterschiedliche Versionen der INSPIRE Data Specification beziehen. Die Schemata haben unterschiedliche Namensraum-URIs, die jedoch in INSPIRE Instanzdokumenten durch identische Namensraum-Präfixe abgekürzt werden sollen. Um dieses Problem zu umgehen, wurden die INSPIRE-Schemata im Projekt modifiziert. Der FME Workspace funktioniert nur mit diesen modifizierten Schemata korrekt. Für die Validierung werden jedoch die Original-Schemata verwendet.

### 3.4 Arbeitspaket B2 (Prozessierung der Testdaten und Prüfung der Transformation)

Die von der Bayerischen Vermessungsverwaltung zur Verfügung gestellten LOD2-Daten wurden mit den entwickelten Workspaces geprüft und transformiert.

Folgende Fehler/Warnungen mit Bezug auf den Prüfplan wurden festgestellt:

- Im XML-Attribut „schemaLocation“ wird nicht auf das CityGML 1.0 AdV Profil sondern auf das Standard-CityGML-Schema verwiesen.
- Der Name der Datei entspricht nicht dem GML-Namen des CityModel-Elements.
- Für alle Objekte gilt:
  - a. Die Koordinaten enthalten nur zwei Nachkommastellen.
  - b. Die Werte des Attributs „function“ entsprechen nicht der von der AdV definierten Codelist
  - c. Das Attribut srsName befindet sich bei jedem Geometrieobjekt und nicht nur im Envelope.
  - d. Das Element „LocalityName“ in der Adressinformation ist leer.
  - e. Es gibt länderspezifische Attribute.
- Für einige Objekte gilt:
  - a. Das Attribut „storeysAboveGround“ fehlt.
  - b. Der Wert im Attribut „storeysAboveGround“ ist nicht plausibel im Vergleich mit der Gebäudehöhe (als Stockwerkshöhe wurde 3,5 m angenommen)



- c. Solids sind nicht gültig bei ca. 6% der Gebäude: Eine genaue Prüfung einiger ungültiger Solids ergab, dass die Verweise mittels xlink auf BoundarySurface-Polygone ins Leere führen. Bei der Geometrie der betreffenden BoundarySurface-Objekte fehlt das gml:id-Attribut. Bei weiteren Solids erscheinen die FME-Fehlermeldungen „Invalid Solid Boundaries“ oder „Invalid Solid Voids“<sup>1</sup>
- d. Flächen sind nicht planar bei <1% der Objekte (Toleranz von 1 cm wurde verwendet)
- e. Wandflächen sind nicht vertikal bei <1% der Objekte

Die Transformation nach CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D funktioniert, die transformierten Daten sind gültig bezogen auf die XML-Schema-Datei.

### 3.4 Arbeitspaket B3

Die Prüfung wie neben der CityGML INSPIRE ADE auch INSPIRE BU als Zielformat für Transformation verwendet werden kann wurde in einer Bachelorarbeit durchgeführt. Als Ergebnis der Untersuchung kann festgehalten werden, dass der FME INSPIRE Writer geeignet ist, um die Transformation nach INSPIRE BU Core 3D durchzuführen. Die Bachelorarbeit befindet sich im digitalen Anhang.

---

1

[http://docs.safe.com/fme/2015.1/html/FME\\_Desktop\\_Documentation/FME\\_Desktop\\_Help.htm#./Subsystems/FME\\_Transformers/Content/Transformers/geometryvalidator.htm#InvalidSolidVoids](http://docs.safe.com/fme/2015.1/html/FME_Desktop_Documentation/FME_Desktop_Help.htm#./Subsystems/FME_Transformers/Content/Transformers/geometryvalidator.htm#InvalidSolidVoids)

#### 4. Anhang: **Abbildungstabelle buildingNature**

<b>Code</b>	<b>BuildingFunctionAdV</b>	<b>INSPIRE BU</b>
11_1174	Schutzbunker	Bunker
31001_3074	Schutzbunker	Bunker
51009_1610	Oeberdachung	Canopy
51009_1611	Carport	Canopy
11_2367	Oeberdachter Stellplatz	Canopy
11_1131	Schloss, Burg	Castle
31001_3031	Schloss	Castle
31001_3038	Burg, Festung	Castle
31001_3043	Kapelle	Chapel
11_1143	Kapelle	Chapel
11_1141	Christliche Kirche	Church
31001_3041	Kirche	Church
11_2741	Gewaechshaus, Treibhaus Auf Schienen verschiebbares	Greenhous
11_2742	Gewaechshaus	Greenhous
11_2748	Gewaechshaus (allgemein)	Greenhous
11_2882	Gewaechshaus	Greenhous
31001_2740	Treibhaus, Gewaechshaus	Greenhous
31001_2741	Treibhaus	Greenhous
11_1148	Kirchliche Einrichtung	Church
31001_2742	Treibhaus	Greenhous
31001_3272	Gewaechshaus (Botanik)	Greenhous
31001_3273	Pflanzenschauhaus	Greenhous
51001_1006	Leuchtturm	Lighthouse
31001_3046	Moschee	Mouque
11_1743	Lagerhalle	Shed
31001_3042	Synagoge	Synagogue
31001_2143	Lagerhalle, Lagerschuppen, Lagerhaus	Shed
51003_1201	Silo	Silo
11_2725	Futtersilo (soweit nicht OS 1742, 3931)	Silo
11_1142	Synagoge	Synagogue
31001_3047	Tempel	Temple
51001_1001	Wasserturm	Tower
51001_1002	Kirchturm	Tower
51001_1003	Aussichtsturm	Tower
51001_1004	Kontrollturm	Tower
51001_1005	Kühlturm	Tower
51001_1007	Feuerwachturm	Tower
51001_1008	Sende-, Funkturm	Tower

51001_1009	Stadt-, Torturm	Tower
51001_1210	Wachturm	Tower
11_1196	Kontrollturm	Tower
11_2514	Wasserturm	Tower
11_2541	Sendeturm, Fernmeldeturm	Tower
11_2891	Aussichtsturm	Tower
31001_2211	Windmühle	Windmill
11_1911	Windmühle	Windmill
51002_1220	Windrad	Wind turbine
51001_1012	Schloss-, Burgturm	Tower
51001_1011	Bohrturm	Tower
51001_1010	Förderturm	Tower
11_2322	Lockschuppen, Wagenhalle	Shed
31001_2422	Lockschuppen, Wagenhalle	Shed
31001_2723	Schuppen	Shed

## 5. Anhang Abbildungstabelle RoofType

Code	Wert	INSPIRE BU
1000	Flachdach	flatRoof
2100	Pulldach	monopitchRoof
	Versetztes	
2200	Pulldach	dualPentRoof
3100	Satteldach	gabledRoof
3200	Walmdach	hippedRoof
3300	Krüppelwalmdach	halfHippedRoof
3400	Mansardendach	MansardRoof
3500	Zeltdach	pyramidalBroachRoof
3600	Kegeldach	coneRoof
3700	Kuppeldach	copulaRoof
3800	Sheddach	sawToothRoof
3900	Bogendach	archRoof
4000	Turmdach	Void
5000	Mischform	Void
9999	Sonstiges	Void

## 6. Anhang: Beispieldateien (gekürzt)

### 8.1 Quelldatei für die Transformation: Beispieldatensatz „AdV CityGML Profil LOD2.gml“

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- Beispieldatensatz AdV-Profil LoD 2 -->
<core:CityModel
  xmlns="http://www.opengis.net/citygml/1.0"
  xmlns:core="http://www.opengis.net/citygml/1.0"
  xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/1.0"
  xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/1.0"
  xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/1.0"
  xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xal="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/1.0 http://repository.gdi-
de.org/schemas/adv/citygml/1.0/cityGMLBaseLoD2.xsd
http://www.opengis.net/citygml/building/1.0 http://repository.gdi-de.org/schemas/adv/citygml/building/1.0/buildingLoD2.xsd
http://www.opengis.net/citygml/appearance/1.0 http://repository.gdi-
de.org/schemas/adv/citygml/appearance/1.0/appearanceLoD2.xsd
http://www.opengis.net/citygml/generics/1.0 http://repository.gdi-de.org/schemas/adv/citygml/generics/1.0/genericsLoD2.xsd">
  <gml:name>LoD2_354_5715_1_NW</gml:name>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="urn:adv:crs:ETRS89_UTM32*DE_DHHN92_NH">...</gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
  <core:cityObjectMember>
    <bldg:Building gml:id="DENW_779fa37b-81a0-4938-999d-b7a4dfbe101d">
      <gml:name>Brauhaus</gml:name>
      <core:creationDate>2013-11-05</core:creationDate>
      <core:externalReference>
        <core:informationSystem>
          http://repository.gdi-de.org/schemas/adv/citygml/fdv/art.htm#_9100</core:informationSystem>
        <core:externalObject>
          <core:name>HA05512000162910001_001</core:name>
        </core:externalObject>
      </core:externalReference>
      <gen:stringAttribute name="Gemeindeschluessel">
        <gen:value>05512000</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <bldg:function>11_1301</bldg:function>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:BuildingPart gml:id="GUID_1366028267494_173043">
          <core:creationDate>2013-11-05</core:creationDate>
          <gen:stringAttribute name="DatenquelleDachhoehe">
            <gen:value>1000</gen:value>
          </gen:stringAttribute>
          <gen:stringAttribute name="DatenquelleLage">
            <gen:value>1000</gen:value>
          </gen:stringAttribute>
          <gen:stringAttribute name="DatenquelleBodenhoehe">
            <gen:value>1400</gen:value>
          </gen:stringAttribute>
          <bldg:roofType>3100</bldg:roofType>
          <bldg:measuredHeight uom="urn:adv:uom:m">7.236</bldg:measuredHeight>
          <bldg:storeysAboveGround>2</bldg:storeysAboveGround>
          <bldg:lod2Solid>...</bldg:lod2Solid>
          <bldg:lod2TerrainIntersection>...</bldg:lod2TerrainIntersection>
          <bldg:boundedBy>
            <bldg:WallSurface gml:id=
              "UUID_2a83c54e-23ac-4223-8e34-
              278063a64692">...</bldg:WallSurface>
          </bldg:boundedBy>
        </bldg:BuildingPart>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
    </bldg:Building>
  </core:cityObjectMember>
</core:CityModel>
```

```

        <bldg:ClosureSurface gml:id=
        "UUID_ced30f88-210f-4bdc-916c-35bc62881a20">...</bldg:ClosureSurface>
    </bldg:boundedBy>
    ...
</bldg:BuildingPart>
</bldg:consistsOfBuildingPart>
<bldg:consistsOfBuildingPart>...</bldg:consistsOfBuildingPart>
<bldg:address>
    <core:Address>
        <core:xalAddress>
            <xal:AddressDetails>
                ...
            </xal:AddressDetails>
        </core:xalAddress>
        <core:multiPoint>
            ...
        </core:multiPoint>
    </core:Address>
</bldg:address>
</bldg:Building>
</core:cityObjectMember>
</core:CityModel>

```

## 8.2 Ergebnis der Transformation: CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
xmlns:luse="http://www.opengis.net/citygml/landuse/2.0" xmlns:bu-core3d-ade="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/bu-core3d-ade"
xmlns:smil20="http://www.w3.org/2001/SMIL20/" xmlns:gss="http://www.isotc211.org/2005/gss"
xmlns:gts="http://www.isotc211.org/2005/gts" xmlns:smil20lang="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language"
xmlns:pfx0="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:wtr="http://www.opengis.net/citygml/waterbody/2.0"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0" xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0"
xmlns:pbase="http://www.opengis.net/citygml/profiles/base/2.0" xmlns:sc="http://www.interactive-instruments.de/ShapeChange/AppInfo"
xmlns:tran="http://www.opengis.net/citygml/transportation/2.0"
xmlns:base="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/base/3.3" xmlns:gn="urn:x-inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:tex="http://www.opengis.net/citygml/texturedsurface/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0" xmlns:sch="http://www.ascc.net/xml/schematron"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:bu-base="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/bu-base/3.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:bridge="http://www.opengis.net/citygml/bridge/2.0"
xmlns:veg="http://www.opengis.net/citygml/vegetation/2.0" xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
xmlns:tun="http://www.opengis.net/citygml/tunnel/2.0" xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0" xmlns:gsr="http://www.isotc211.org/2005/gsr"
xmlns:frn="http://www.opengis.net/citygml/cityfurniture/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xsi:schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/bu-core3d-ade BuildingsCore3D_ADE.xsd">
  <gml:name>LoD2_354_5715_1_NW</gml:name>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="EPSG:25832" srsDimension="3">...</gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
  <cityObjectMember>
    <bldg:Building gml:id="DENW_779fa37b-81a0-4938-999d-b7a4dfbe101d">
      <gml:name>Brauhaus</gml:name>
      <creationDate>2013-11-05</creationDate>
      <externalReference>
        <informationSystem>http://repository.gdi-de.org/schemas/adv/citygml/fdv/art.htm#_9100</informationSystem>
        <externalObject>
          <name>HA05512000162910001 001</name>
        </externalObject>
      </externalReference>
      <bldg:function>11_1301</bldg:function>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:BuildingPart gml:id="GUID_1366028267494_173043">
          <creationDate>2013-11-05</creationDate>
          <bldg:roofType>3100</bldg:roofType>
          <bldg:measuredHeight uom="urn:adv:uom:m">7.236</bldg:measuredHeight>
          <bldg:storeysAboveGround>2</bldg:storeysAboveGround>
          <bldg:lod2Solid>...</bldg:lod2Solid>
          <bldg:lod2TerrainIntersection>...</bldg:lod2TerrainIntersection>
          <bu-core3d-ade:heightAboveGround>
            <bu-base:HeightAboveGround>
              <bu-base:heightReference
xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/ElevationReferenceValue/highestEave"/>
            </bu-base:heightReference>
            <bu-base:lowReference
xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/ElevationReferenceValue/bottomOfConstruction"/>
            </bu-base:lowReference>
            <bu-base:status xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/HeightStatusValue/measured"/>
            <bu-base:value uom="urn:ogc:def:uom:OGC:1.0:metre">7.236</bu-base:value>
          </bu-base:HeightAboveGround>
        </bu-core3d-ade:heightAboveGround>
      </bu-core3d-ade:heightAboveGround>
      <base:Identifier>
        <base:localId>GUID_1366028267494_173043</base:localId>
        <base:namespace>http://www.adv-online.de/namespaces/adv/gid7.0</base:namespace>
      </base:Identifier>
      <bu-core3d-ade:inspireId>
      <bu-core3d-ade:geometry3DMetadataLoD2>
        <bu-core3d-ade:BuildingGeometry3DMetadataLoD2>
          <bu-core3d-ade:verticalGeometryReference3DBottom
codeSpace="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/ElevationReferenceValue/bottomOfConstruction">bottomOfConstruction</bu-core3d-ade:verticalGeometryReference3DBottom>

```

```

        <bu-core3d-ade:horizontalGeometryEstimatedAccuracy uom="urn:ogc:def:uom:OGC:1.0:metre">0.3</bu-
core3d-ade:horizontalGeometryEstimatedAccuracy>
        <bu-core3d-ade:verticalGeometryEstimatedAccuracy uom="urn:ogc:def:uom:OGC:1.0:metre">0.2</bu-
core3d-ade:verticalGeometryEstimatedAccuracy>
        </bu-core3d-ade:BuildingGeometry3DMetadataLoD2>
</bu-core3d-ade:geometry3DMetadataLoD2>
<bu-core3d-ade:beginLifespanVersion>2013-11-05T00:00:00Z</bu-core3d-ade:beginLifespanVersion>
</bldg:BuildingPart>
</bldg:consistsOfBuildingPart>
<bldg:consistsOfBuildingPart>...</bldg:consistsOfBuildingPart>
    <bu-core3d-ade:inspireId>
        <base:Identifier>
            <base:localId>DENW_779fa37b-81a0-4938-999d-b7a4dfbe101d</base:localId>
            <base:namespace>http://www.adv-online.de/namespaces/adv/gid7.0</base:namespace>
        </base:Identifier>
    </bu-core3d-ade:inspireId>
    <bu-core3d-ade:name>
        <gn:GeographicalName>
            <gn:language>German</gn:language>
            <gn:nativeness>endonym</gn:nativeness>
            <gn:nameStatus>official</gn:nameStatus>
            <gn:sourceOfName nilReason="Unknown"/>
            <gn:pronunciation>
                <gn:PronunciationOfName>
                    <gn:pronunciationIPA/>
                </gn:PronunciationOfName>
            </gn:pronunciation>
            <gn:spelling>
                <gn:SpellingOfName>
                    <gn:text>Brauhaus</gn:text>
                    <gn:script>Latn</gn:script>
                </gn:SpellingOfName>
            </gn:spelling>
        </gn:GeographicalName>
    </bu-core3d-ade:name>
    <bu-core3d-ade:beginLifespanVersion>
        2013-11-05T00:00:00Z
    </bu-core3d-ade:beginLifespanVersion>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```



## 7. Inhalt digitaler Anhang:

- um Kommentare sowie die Abbildung nach CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D ergänzte Mappingtabelle
- Dateiarchiv „PruefPlan.zip“: FME Workspaces zur Prüfung von CityGML Daten gemäß des Prüfplans der AdV. Das Archiv enthält den Hauptworkspace „Pruefplan2FME.fmw“, der folgende Subworkspaces aufruft:
  - „Comparison.fmw“: Ermittlung von länderspezifischen Attributen in den zu prüfenden Daten. Prüfnummer 4800
  - „Profilecheck.fmw“: alle Prüfnummern 1000 bis einschließlich 2620
  - „GeometryCheck.fmw“: Prüfnummern 2630 und 3110 bis einschließlich 5000 außer 4800
  - „StatisticalErrorReport.fmw“: Aggregation und statistische Auswertung der ermittelten Fehler
  - Im Ordner „Fehlerbericht“ sind die Fehlerberichte für die dem Projekt zur Verfügung gestellten LOD2-Daten enthalten
- Dateiarchiv „Transformation2Inspire.zip“:
  - FME Workspace „CityGMLAdV2CityGMLINSPIREADE.fmw“: Transformation der Daten von CityGML 1.0 AdV Profil nach CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D.
  - FME Workspace „CityGMLINSPIREADEValidierung.fmw“: Validierung von Daten gemäß CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D
  - XML Schemadateien und FME CityGML-Writer-Konfigurationsdatei für die CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D. Der Writer funktioniert nur korrekt mit diesen modifizierten XML Schemadateien.
  - Im Ordner „Output“ sind die für das Projekt zur Verfügung gestellten und nach CityGML INSPIRE ADE BuildingsCore3D transformierten LOD2-Daten enthalten.
- Bachelorarbeit „Semantische Transformation von 3DGebäudedaten nach INSPIRE“ von Frau Laura Popp, Studiengang Geodäsie und Geoinformation.