Phase0 - Journal für integriertes Planen, Bauen und Betreiben • Issue 3 - Transdisziplinarität

Integration von Geodaten in BIM/IFC - ein Open-Source-Ansatz für die Daten der amtlichen Vermessung

Lukas Schildknecht[1] Oliver Schneider[1] Jonas Meyer[2] Joel Gschwind[1] Christian Gamma[2]

[1]Institut Digitales Bauen FHNW, [2]Institut Geomatik FHNW

Published on: Dec 18, 2025

URL: https://phase0.pubpub.org/pub/eonm2jeb

License: Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

ABSTRACT

In der Bau- und Infrastrukturbranche verzeichnet Building Information Modelling (BIM) ein signifikantes Wachstum. Für den Datenaustausch innerhalb dieses Sektors hat sich Industry Foundation Classes (IFC) als Austauschformat durchgesetzt. Die Geodaten von Bund und Kantonen, insbesondere die Daten der amtlichen Vermessung (AV), sind aktuell jedoch nicht oder nur spärlich im IFC-Format verfügbar. Hauptherausforderungen für die Bereitstellung von Geodaten im IFC-Format sind die zumeist fehlende dritte Dimension sowie fehlende Standards für die Modelltransformation. In diesem Beitrag wird ein Ansatz vorgestellt, der darauf abzielt, den Austausch von Daten der amtlichen Vermessung zu vereinfachen und die Nutzbarkeit von Geodaten für BIM-Projekte deutlich zu verbessern. Als Basis für den Proof of Concept (PoC) wurde ein generisches Lösungskonzept für die Modelltransformation und eine offene Systemarchitektur entwickelt, welche im Prinzip auf beliebige Geodaten anwendbar ist. Für die Geometriekonvertierung wurde ein Ansatz entwickelt, der 2D-Geodaten auf das digitale Terrain projiziert und dadurch die Informationen der dritten Dimension wiederherstellt. Der im Rahmen eines PoC implementierte prototypische Dienst wurde auf den Geobasisdaten Grundstücke und Bodenbedeckung getestet und dessen Praxistauglichkeit deutlich demonstriert. Der entwickelte Dienst ist unter dem folgenden Link öffentlich verfügbar: https://github.com/idibau/cs2bim

Keywords: GeoBIM, Geodaten, amtliche Vermessung, INTERLIS, IFC

Review: Dr.-Ing. Christian Clemen, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät Geoinformation

---

Einleitung

Geodaten sind eine wichtige Grundlage für alle Planungs- und Bauprojekte sowie auch für viele Betriebsaspekte von Bauwerken. Die stetig zunehmende Anwendung der BIM-Methode im Baubereich erhöht die Notwendigkeit einer einfachen, hindernisfreien Integration von Geodaten in die BIM-Systeme.

Der Bezug von Geobasisdaten[1] (Art. 3 GeoIG) erfolgt aktuell vorwiegend über Stellen und Dienste, welche Teil der Nationalen Geodateninfrastruktur der Schweiz (NGDI) sind. Die NGDI ist ein System zur Bereitstellung von Geobasisdaten, welches politische, institutionelle und technologische Massnahmen auf allen Stufen der öffentlichen Verwaltung, insbesondere Bund und Kantone, umfasst ("Botschaft Zum Bundesgesetz Über Geoinformation (Geoinformationsgesetz, GeoIG)", 2006). Als Teil der NGDI wird von den Kantonen eine technische Plattform betrieben ("Geodienste.ch"), in welcher ausgewählte Geobasisdaten der Kantone harmonisiert bereitgestellt werden. Der Betrieb von "Geodienste.ch" wird von der Konferenz der kantonalen Geoinformations- und Katasterstellen (KGK) sichergestellt.

Um die Geobasisdaten im Rahmen von BIM-Projekten nutzbar zu machen, sollen diese über die Plattform "Geodienste.ch" im offenen und weit verbreiteten Format IFC (Industry Foundation Classes, (ISO, 2024a)) bereitgestellt werden. Die KGK, als Betreiberin der Plattform "Geodienste.ch", hat daher einen Proof of Concept (PoC) mit dieser Funktionalität erarbeiten lassen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen sollen ab 2026 erste Geodaten in IFC über die Plattform zur Verfügung stehen.

Zur Erreichung dieses Ziels stellen sich verschiedene Herausforderungen:

- **2D/3D:** Die zentrale Herausforderung stellt die in der Regel fehlende dritte Dimension (3D) der Geodaten dar. Für eine sinnvolle Nutzung der Geodaten im BIM-Kontext ist eine automatisierte Überführung von 2D-Geometrien in 3D-Oberflächen mit identischer 2D-Ausdehnung notwendig.
- **Geometrie-Datentypen:** Neben der Dimensionalität der Geometrieobjekte ist auch die Definition der Datentypen für Geometrieobjekte in GIS- und BIM-Systemen nicht einheitlich. Die im GIS-Bereich relativ etablierten Geometriedatentypen, welche sich an (ISO, 2006) orientieren, sind im Kontext von IFC anders definiert. IFC kennt auch eine viel grössere Anzahl an Geometrietypen (ca. 130) (buildingSmart International, 2023). Bei einer Transformation von Geodaten nach IFC muss daher eine möglichst passende Auswahl des Ziel-Geometrietyps erfolgen.
- **Informationsanforderungen und Mapping IFC:** Aktuell fehlen einheitliche Vorgaben, wie Geodaten im BIM-Kontext und insbesondere im Datenmodell von IFC bereitgestellt werden sollen. Konkret fehlen einheitliche Vorgaben und Erfahrungen, welche Fachklassen (IFC-Entitys), Attribute und Propertys sowie auch Raumstrukturen für die Abbildung der Geodaten sinnvollerweise genutzt werden sollen.
- **Standardisierung/modellbasierte Methode:** Die in der Schweiz konsequent verfolgte modellbasierte Methode zur Beschreibung, Erfassung und Bereitstellung von Geodaten auf der Basis von INTERLIS (ecH, 2024) hat zu einer systematischen und klaren Spezifikation der verfügbaren Geobasisdaten geführt. Bei einer nicht systematischen, einheitlichen und transparenten Überführung dieser Geodaten ins Format und Modell IFC besteht die Gefahr des Verlusts dieser Stringenz und damit der Qualität der Daten bei der Nutzung im BIM-Kontext. Dies ist darin begründet, dass das Datenmodell von IFC einerseits sehr generisch und variabel aufgebaut ist und andererseits die ergänzenden Methoden und Werkzeuge (z.B. Information Delivery Specification (IDS) (buildingSmart International, 2024)) zu wenig präzis wirken (Schildknecht et al., 2025).
- **Mehrsprachigkeit:** Die Geobasisdaten der NGDI sollen in unterschiedlichen Landessprachen verfügbar gemacht werden. Mit dem Standard INTERLIS ist in der Schweiz ein Verfahren für die Bereitstellung von Modelldefinitionen sowie auch der Übersetzung von Geodaten definiert (ecH, 2024). Für die Bereitstellung von Daten in IFC fehlen heute Verfahren zur stringenten Unterstützung der Mehrsprachigkeit.

Dieses Paper beschreibt das Vorgehen und die Erkenntnisse aus der Entwicklung der Applikation „cs2bim" im Rahmen des PoC. In Kapitel 2 „Hintergrund" werden relevante theoretische Konzepte erläutert und eine kurze Übersicht zu verwandten Arbeiten gegeben. Kapitel 3 „Methodik: Workflow mit Transformationsdienst" beschreibt die entwickelte Lösung für die prototypische Applikation im Detail. Kapitel „ Erkenntnisse und

Diskussion“ beschreibt die mit dem Prototyp durchgeführten Analysen und es werden die Erkenntnisse daraus diskutiert. Im abschliessenden Kapitel „Fazit und Ausblick“ wird die Arbeit zusammengefasst und Erwägungen zu weiterführenden Arbeiten gemacht.

Hintergrund

Die Digitalisierung der Bau- und Immobilienbranche erfordert zunehmend eine nahtlose Verknüpfung von unterschiedlichen Datenquellen. Die Integration von Geodaten in BIM-Projekte ist von zentraler Relevanz, um Bauvorhaben präzise im geographischen Kontext zu verorten (Abbildung 1). Geodaten stellen grundlegende Informationen über die natürliche und gebaute Umwelt bereit, wie z.B. topografische Gegebenheiten, Grundstücksgrenzen oder Naturgefahren. Die Einbindung von Geodaten verbessert die Interoperabilität zwischen Fachdisziplinen, steigert die Planungsgenauigkeit und unterstützt die frühzeitige Identifikation von Risiken. In einer zunehmend vernetzten Bau- und Planungswelt stellt die Verbindung von BIM und Geoinformation einen entscheidenden Schritt hin zu nachhaltigen, effizienten und lebenszyklusorientierten Projekten dar.

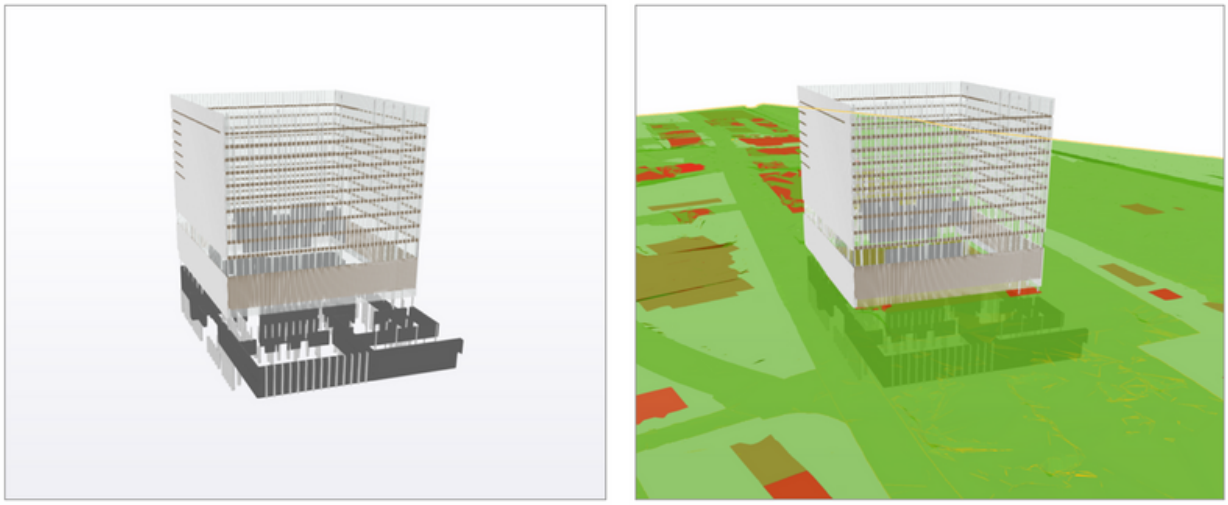

Abbildung 1
BIM-Modelle (links) erhalten einen räumlichen Bezug zu der Umgebung und dem Bestand (rechts) mit dem entsprechenden digitalen Terrainmodell inkl. der Informationen aus der amtlichen Vermessung (eigene Darstellung).

Initiativen in der Schweiz

Um die Bedeutung der Integration von Geodaten in BIM-Projekte weiter zu unterstreichen, lohnt sich ein Blick auf aktuelle Projekte in der Schweiz und international. Verschiedene Städte, Kantone sowie der Bund haben in den letzten Jahren Initiativen gestartet, um die Verknüpfung von Geodaten und digitalen Bauwerksmodellen voranzutreiben. Diese Projekte zeigen exemplarisch auf, wie Geodaten in der Praxis für BIM-Anwendungen

aufbereitet, bereitgestellt und genutzt werden können. Im Folgenden werden ausgewählte Entwicklungen von Städten, Kantonen und dem Bund vorgestellt.

Stadt Zürich

Die Stadt Zürich hat die Strategie "BIM@TAZ" entwickelt, um BIM im Tiefbauamt zu etablieren und stellt entsprechende Informationen sowie Arbeitshilfen, wie zum Beispiel digitale 3D-Modelle von städtischen Objekten, als verbindliche Grundlagen für alle BIM-Projekte bereit. Die Stadt Zürich stellt eine Vielzahl von Geodaten in unterschiedlichen Formaten bereit, darunter DXF, GeoPackage und Shapefiles. Allerdings werden derzeit keine Geodaten direkt im IFC-Format angeboten (Stadt Zürich, 2025).

Kanton Genf

Seit Juli 2021 stellt das Système d'Information du Territoire à Genève (SITG) Geodaten im offenen IFC-Format (Industry Foundation Classes) zur Verfügung (Système d'Information du Territoire à Genève (SITG), 2022). Dies umfasst verschiedene Datensätze, wie Gebäude, Bäume und digitale Terrainmodelle, sowie regulatorische Informationen wie Plan Localisé de Quartier (PLQ), öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen und Gefahrenzonen. Einige Daten zum Untergrund, wie Informationen zu Abwasserkanälen, Trinkwasserleitungen und Gasleitungen, sind ebenfalls verfügbar, jedoch mit eingeschränktem Zugriff für berechtigte Fachleute.

Im April 2022 wurde eine verbesserte Version der Datenextraktion veröffentlicht, die eine höhere Präzision des Terrainmodells, Anpassungen bei der Darstellung von Baumstrukturen, die Integration von Ingenieurbauwerken und teilweise die Berücksichtigung der Höhenlage von Abwasserkanälen umfasst (Système d'Information du Territoire à Genève (SITG), 2022).

Bundesamt für Landestopografie

Das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) hat im Rahmen der sogenannten geoBIM-Strategie verschiedene Handlungsfelder identifiziert und entsprechende Massnahmen formuliert, mit dem Ziel, schweizweite Standards für harmonisierte und qualitativ hochwertige Datengrundlagen für BIM-Projekte zu etablieren (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2022a).

Ein konkretes Ergebnis dieser Strategie ist die Bereitstellung von Gebäude- und Terraindaten im IFC-Format. Diese optimierten Umgebungsdaten stehen für BIM-Projekte zur Verfügung und eignen sich insbesondere für Visualisierungen in BIM-Viewern sowie für die Kombination mit eigenen BIM-Daten. Für die Datenbestellung braucht es eine Anfrage an swisstopo. Die Dienstleistung ist kostenpflichtig (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2024).

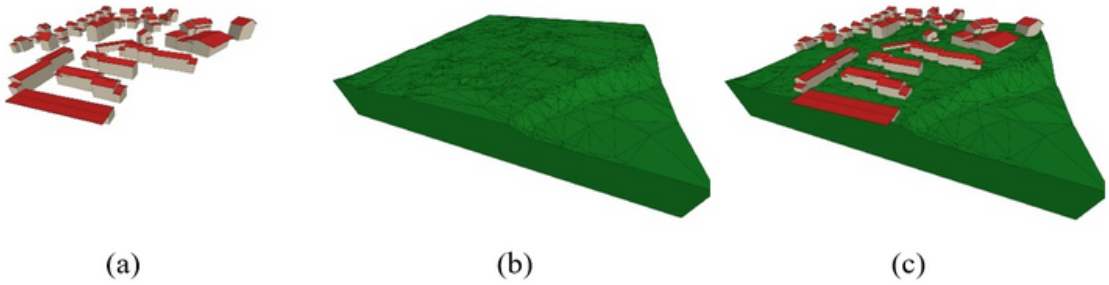

Abbildung 2
Für die Datenbestellung stehen folgende Produkte zur Auswahl: (a) Gebäudedaten, (b) Terraindaten als Blockmodell (Terrain Solid) und (c) die Kombination von Gebäude- und Terraindaten (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2024).

Sämtliche aufgeführten Projekte basieren auf einer Geometrie-Transformation mittels der Software FME (Feature Manipulation Engine) (Safe Software Inc., 2025). Dieser Ansatz findet auch in internationalen Projekten Anwendung und wird dort empfohlen (Frey, Dahmen & Clemen, 2024).

Übersicht der Literatur zum Thema GIS to BIM

Zum Themenbereich der Integration von GIS und BIM gibt es einige wissenschaftliche Publikationen. Eine gute Übersicht dazu bieten (Zhu & Wu, 2022), die eine systematische Literaturrecherche zur Integration von GIS- und- BIM Daten gemacht haben. Darin ist eine wesentliche Feststellung, dass praktisch alle für ihre Fragestellung gefundenen Artikel den Übergang von BIM nach GIS untersuchen, jedoch kaum Literatur zur umgekehrten Richtung von GIS nach BIM vorhanden ist. Eigene Recherchen in wissenschaftlichen Datenbanken wie Science Direct und Google Scholar zu Schlagworten der GIS zu BIM/IFC Integration oder Transformation stützen diese Beobachtung.

Es kann zudem festgestellt werden, dass sehr stark auf den Übergang zwischen BIM/IFC und GIS in der dritten Dimension (3D-GIS) fokussiert wird. Sehr zentral und häufig sind dabei Untersuchungen zur Nutzung von BIM-Daten für LADM (Land Administration Domain Model, (ISO, 2024b) und CityGML (OGC, 2020) . Speziell zum Themenbereich LADM wurde in den letzten Jahren intensiv untersucht, wie z.B. in (Broekhuizen, Kalogianni & Oosterom, 2025) in einer aktuellen Übersicht aufgezeigt wird. Neben anderen entwickeln (Atazadeh, Rajabifard & Kalantari, 2018) einen Vorschlag zum semantischen Mapping zwischen LADM und IFC.

Analysen zum Übergang zwischen den nach wie vor weitaus am verbreitetsten 2D-GIS und BIM sind kaum vorhanden. Eine ähnliche Fragestellung, wie in unserer Arbeit betrachtet, wurde von (Frey, Dahmen & Clemen, 2024) untersucht, wobei dort eine proprietäre Software (FME) verwendet wurde. (Atazadeh et al., 2021) macht einen Vorschlag für das semantische Mapping von Vermessungsdaten (cadastral survey) ins Datenmodell von IFC.

Etwas vereinfacht lässt sich die Situation zur vorhandenen Literatur im Kontext der Transformation von GIS nach BIM/IFC wie folgt darstellen:

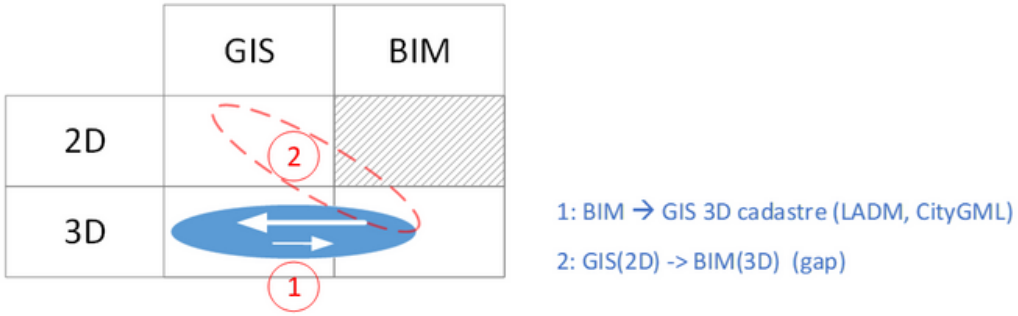

Abbildung 3
Fokus der wissenschaftlichen Publikationen (eigene Darstellung).

Relevante Aspekte des Datenmodells IFC (Industry Foundation Classes)

Das Datenmodell von IFC ist sehr umfangreich und deckt fachlich sehr viele Aspekte von Bauwerken ab. Es behandelt nicht nur die physisch-materiellen Objekte, sondern auch logische und funktionale Strukturen für deren Gliederung. Darüber hinaus bietet es auch Strukturen für planerische und betriebliche Sachverhalte (z.B. Prozess- und Kostenplanung). Aufgrund der beabsichtigten weltweiten Nutzung ist das Datenmodell bewusst sehr generisch und offen spezifiziert. Dessen Anwendung in einem konkreten Austauschprozess bedarf daher immer einer zusätzlichen Spezifikation über die tatsächlich und konkret zu nutzenden Strukturen und Konzepte.

Zur Speicherung von Daten des Leitungskatasters (utility system) in IFC werden von (Schildknecht, 2023) einige relevante Konzepte identifiziert und diskutiert. Diese grundlegenden IFC-Konzepte und -strukturen sind auch allgemein für die Geodaten relevant und bei einer Definition der Transformationsfunktionen zu berücksichtigen. Konkret werden bei (Schildknecht, 2023) die folgenden Basiskonzepte aufgeführt (Abbildung 4).

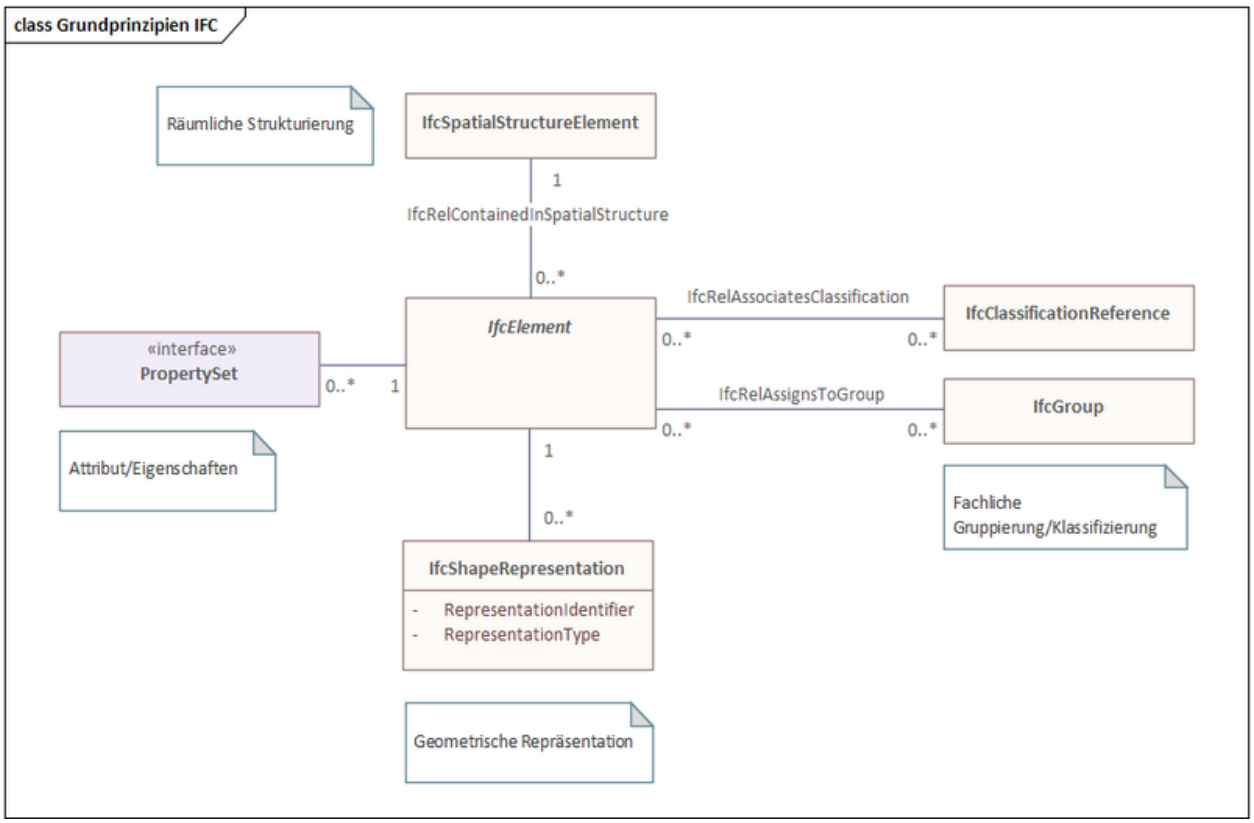

Abbildung 4
Grundprinzipien von IFC (Grafik in Anlehnung an buildingSmart International 2023; Schildknecht, 2023).

- *IfcElement*: IfcElement ist eine abstrakte Entität, die sich mit vielen verschiedenen, konkreten fachlichen Entitäten spezialisieren lässt, z.B. IfcDoor, IfcWall usw. Die individuelle Semantik aller Entitäten ist definiert in (buildingSmart International, 2023).
- *IfcPropertySet*: IfcPropertySet (mit seinen IfcPropertys) ist eine generische Struktur, die die Zuordnung beliebiger Eigenschaften zu einem IfcElement ermöglicht. Ausserhalb des eigentlichen Datenmodells, auf Instanzebene, sind durch den Standard IFC einige hundert Eigenschaften bereits vordefiniert. Diese vordefinierten Eigenschaften sind in (buildingSmart International, 2023) zu finden. Ansonsten lassen sich individuelle, anwendungsfallspezifische Instanzen bestimmter Eigenschaften und Mengen selbst festlegen.
- *IfcShapeRepresentation*: Ein IfcElement kann null, eine oder mehrere geometrische Repräsentationen haben. Der „RepresentationIdentifier“ definiert die Art der Repräsentation. Mögliche Identifikatoren können unter anderem „Body“ (für eine 3D-Darstellung) oder „Axis“ sein. Der Geometrietyp wird durch den „RepresentationType“ definiert und kann Punkt, Kurve, Fläche, SweptSolid und andere sein. Je nach spezifiziertem Geometrietyp gibt es verschiedene individuelle Entitäten (es werden mehr als 130 Geometrie-Entitäten unterschieden), die verwendet werden können, um die Geometrieinformationen detailliert zu speichern.

- *IfcSpatialStructureElement*: IfSpatialStructureElements werden verwendet, um eine räumlich-logische Struktur des Projekts zu definieren. Bei Gebäuden handelt es sich typischerweise um eine Hierarchie von Areal – Gebäude – Stockwerk - Raum, bei Infrastrukturobjekten typischerweise um eine Hierarchie von Segmenten und Querschnitten. Jedes IfcElement ist einem räumlichen Strukturelement zugeordnet, so dass sich diese aufgrund ihrer räumlichen Zuordnung auswerten lassen.
  Bei der Transformation von Geodaten zu IFC wird die IfcSpatialStructure häufig für eine rein thematische Gruppierung der Elemente „missbraucht“ (ohne räumlich-logische Bedeutung).
- *IfcGroup*: In IFC können beliebig Gruppen definiert werden. Damit lassen sich Strukturen festlegen, mit denen die Elemente thematisch oder funktional gegliedert werden können. Die Gruppen können auch hierarchisch strukturiert sein. Ein IfcElement kann beliebig vielen Gruppen zugeordnet werden. Gruppen sind ein leistungsfähiges Konzept, um eine semantisch reiche Struktur von Objekten für multidimensionale Analysen zu definieren.
- *IfcClassificationReference*: Als Alternative zu IfcGroup können IfcElemente auch (beliebig vielen) Klassifikationswerten zugeordnet werden. Klassifikationswerte gehören zu Klassifikationen, die außerhalb von IFC definiert sind.
- *IfcRelAssignsToGroup, IfcRelAssociatesClassification, IfcRelContainedInSpatialStructure*: Im Datenmodell IFC werden Assoziationen zwischen Entitäten über eigene Relationsentitäten abgebildet (objektifizierte Relationsklassen). Um auf die Fachlichkeit fokussieren zu können, wurde in Abbildung 4 auf die Darstellung dieser Klassen verzichtet und stattdessen der Name der Relationsklasse als Assoziationsname gesetzt.

Transformation GIS nach IFC

Wie oben dargelegt, spricht man in IFC von Entitys (Fachklassen), die über Propertys und eine geometrische Repräsentation verfügen können und verschiedenen räumlichen und logischen Strukturen zugewiesen werden. Demgegenüber spricht man bei Geodaten typischerweise von Klassen oder auch Featuretypes, welche über Propertys verfügen. Die Propertys können dabei Attribute, Operationen oder auch Assoziationsrollen sein. Wobei bei den Attributen die räumlichen (SpatialAttribute) eine besondere Stellung einnehmen (gemäss General Feature Model in (ISO, 2016b)).

Grundsätzlich können bei einer Transformation von Geodaten nach IFC zwischen semantischen und geometrischen Aspekte unterschieden werden die für jede Transformation individuell zu spezifizieren sind (Abbildung 5).

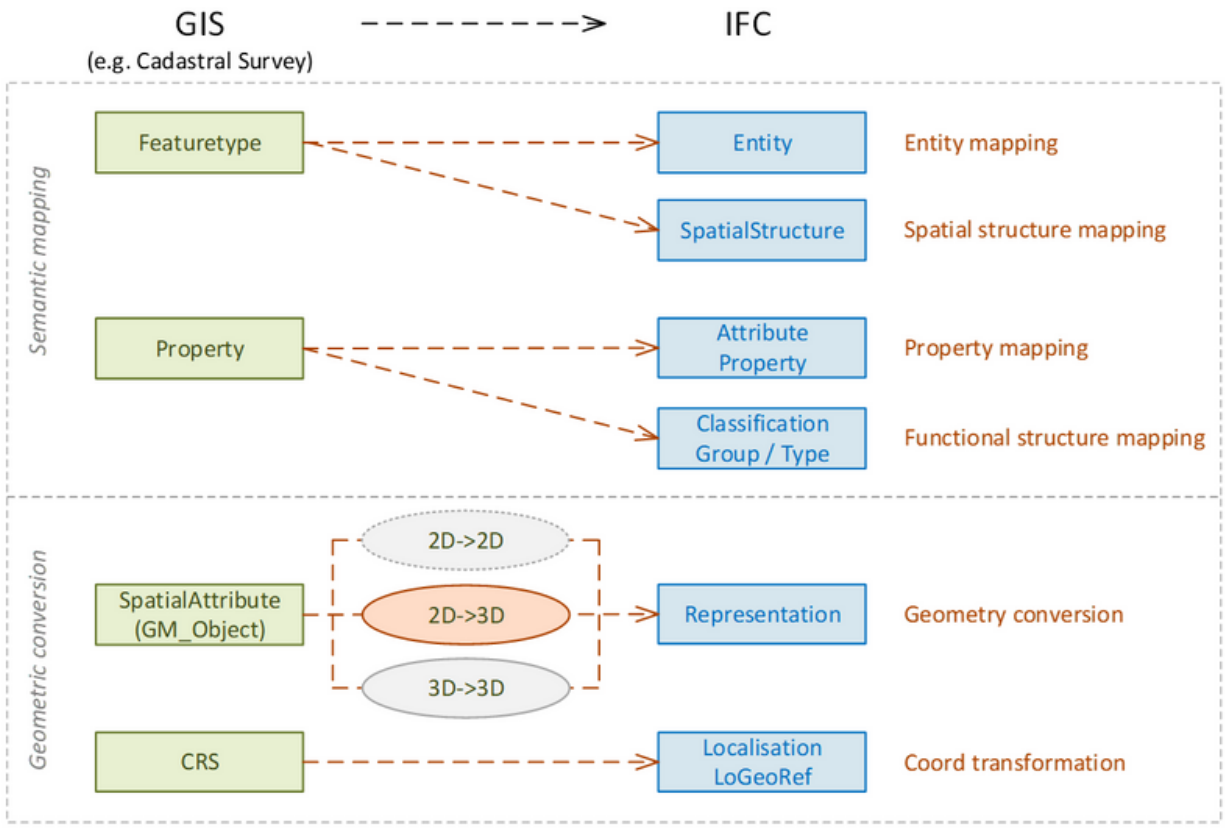

Abbildung 5
Transformationsprinzip GIS nach IFC (eigene Darstellung).

Semantisches Mapping

Für einen Featuretype aus einem Geodatensatz ist eine möglichst passende fachliche Entsprechung im Datenmodell von IFC zu detektieren und zuzuweisen (entity mapping). Dazu müssen die semantischen Beschreibungen des Datenmodells von IFC geprüft und miteinbezogen werden. Typische eher generische Kandidaten für GIS-Datensätze sind dabei IfcGeographicElement und IfcSpatialZone. IfcGeographicElement eignet sich besonders für reale geographische Objekte wie z.B. Seen oder Wälder, während IfcSpatialZone eher für administrativ-logische, funktionale Objekte geeignet ist. Bei entsprechender semantischer Übereinstimmung kommen aber auch «normale» Entitys in Frage, z.B. IfcBuilding oder auch konkrete Bauteile, falls der Featuretype einem Bauteil entspricht.

Wichtig ist beim Entity-Mapping auch die Berücksichtigung und Festlegung des so genannten Predefined Types. Dabei handelt es sich um Aufzählungswerte (Enumerations), welche vordefinierte Spezialisierungen der jeweiligen Entity definieren und somit eine grössere semantische Präzision in der Abbildung der Geoinformation erlauben. Die vordefinierten Werte lassen sich bei Bedarf über einen generischen

Erweiterungsmechanismus ergänzen (Attribut ObjectType). Die Erweiterungen sollen möglichst breitgestützt koordiniert genutzt werden.

Für einen Featuretype wird zudem festgelegt, in welcher Raumstruktur dieser eingeordnet wird.

Die Festlegung einer Raumstruktur für administrative und planerische Geodaten (z.B. Parzellen, Schutzzonen, Grenzlinien etc.) ist aus semantischer Sicht problematisch, da die in IFC beabsichtigte Raumstrukturierung bezüglich der Bauwerke vorgenommen wird und sich diese fachlich nicht zur Strukturierung übergeordneter administrativer Zonen eignen. Oft wird die Raumstruktur zweckentfremdet genutzt, um die Geodaten thematisch zu gruppieren (Abbildung 6, (a)). Dieses Verfahren ergibt zwar unmittelbar für den Benutzer eine "schöne" und einfach erkennbare Strukturierung der Geodaten im BIM-Werkzeug, sie bildet aber nicht die gemäss IFC vorgesehene Semantik der genutzten Raumstrukturklassen ab und wird daher bezüglich Datenqualität als nicht optimal eingestuft. Als passendere Möglichkeit zur fachlichen Strukturierung der Geodaten wird die Nutzung des Gruppierungskonzepts (IfcGroup) betrachtet (Abbildung 6, (b)).

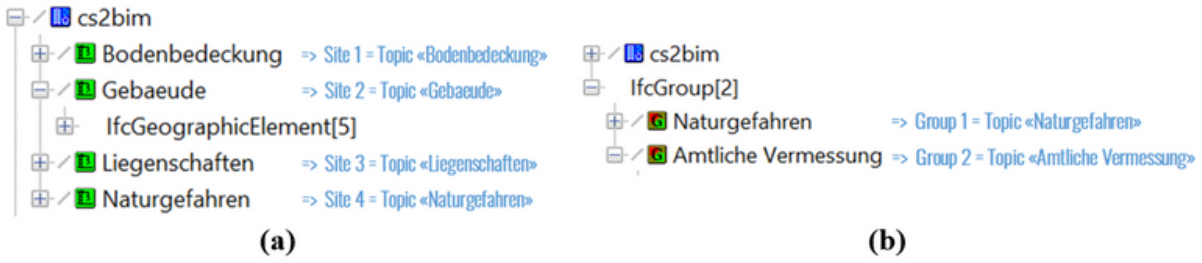

Abbildung 6
Thematische Strukturierung von Geodaten in IFC: (a) zweckentfremdete Nutzung der Raumstruktur (b) Nutzung von IfcGroup (eigene Darstellung).

Die Propertys eines Featuretypes können je nach fachlichem Inhalt in unterschiedliche Strukturen von IFC überführt werden. Handelt es sich um individuelle, direkt durch die Instanz geprägte Informationen, so werden diese in IFC als Property zur Entity hinzugefügt (property mapping). Beschreibt das Property des Geodatensatzes hingegen eher eine klassifizierende oder funktionale Eigenschaft des Objekts, die auch andere Objekte umfassen kann, so ist eine Modelltransformation in die höherwertigen IFC-Konzepte IfcGroup oder IfcClassification zu bevorzugen, weil damit eine modellgestützte, semantisch präzisere Abbildung und auch Auswertung unterstützt wird (functional structure mapping).

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Modelltransformation von Assoziationen nicht behandelt, da sowohl bei den Quell-Geodaten als auch auf der Nutzerseite in IFC die Beziehungen zwischen den behandelten Objekten kaum von Bedeutung sind.

Geometrie-Konvertierung

Bei der Modelltransformation der räumlichen Propertys (Geometrien) nach IFC sind verschiedene Wege der geometrischen Konvertierung zu unterscheiden.

2D → 2D

Im einfachsten Fall werden die 2D-Geometrien der Geodaten in 2D-Geometrien in IFC umgewandelt. Dazu muss die GIS-Geometriedefinition in einen passenden Geometriedaten-typen in IFC konvertiert werden. Die 2D-Repräsentation von Geometrien ist im BIM-Kontext jedoch von untergeordneter Bedeutung.

3D → 3D

In Zukunft, wenn mehr Geodaten bereits originär in 3D vorliegen werden, kann die Überführung von 3D nach 3D wichtig werden. Dabei ist – analog zur Überführung von 2D- in 3D-Geometrien – eine Konvertierung der individuellen Geometrietypen zwischen GIS und IFC vorzunehmen. Da in den Geodaten wohl primär Boundary Representationen oder einfache Extrusionsverfahren für die Geometrie genutzt werden, und für diese Verfahren auch in IFC Geometriedefinitionen vorliegen, sind für diese Konvertierung keine prinzipiellen Schwierigkeiten zu erwarten.

2D → 3D

Das aktuell häufigste Szenario betrifft die automatische Überführung von 2D-Geometrien in die dritte Dimension. Dabei können drei prinzipielle Varianten der Konvertierung unterschieden werden.

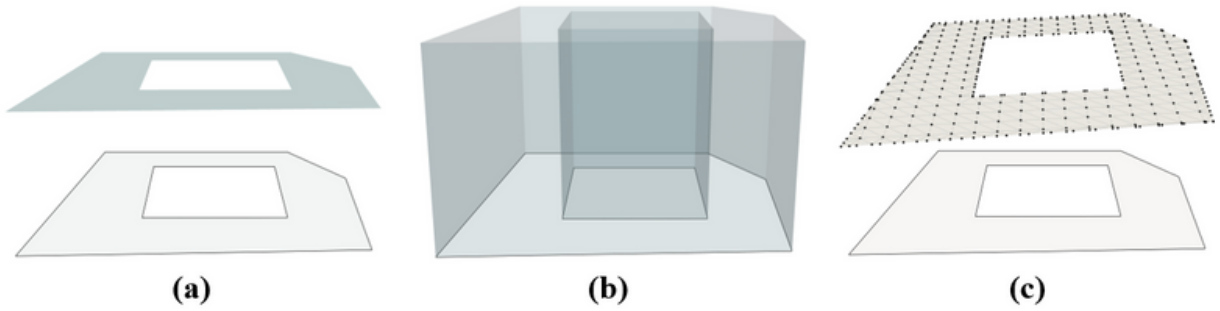

Abbildung 7
Varianten der Geometriekonvertierung 2D → 3D (a) Plane Shift (b) Extrusion (c) Projektion (eigene Darstellung).

- Variante A, Plane Shift (Abbildung 7 (a)):
  Die Geometrie wird von einer 2D- in eine 3D-Repräsentation überführt, wobei allen z-Koordinaten ein einheitlicher Wert zugewiesen wird. Dieser kann z.B. der Höhe des Projektnullpunkts entsprechen. Der prinzipielle Geometrietyp des Objekts bleibt erhalten, z.B. eine Fläche bleibt eine Fläche, jedoch dargestellt im dreidimensionalen Raum.

- Variante B, Extrusion (Abbildung 7 (b)):
  Die 2D-Geometrie wird vertikal in die dritte Dimension extrudiert. Dabei verändert sich der prinzipielle Geometrietyp, z.B. eine Linie wird zu einer (vertikal ausgerichteten) Fläche, eine Fläche wird zu einem Körper etc. Die Höhe der Extrusion resp. deren Start- und Endhöhe wird aus konstanten oder berechneten Werten bestimmt.
- Variante C, Projektion (Abbildung 7 (c)):
  Die 2D-Geometrie wird auf eine dreidimensionale Fläche projiziert. Typischerweise wird dafür die Terrainoberfläche genutzt. Wie bei der Variante A bleibt der prinzipielle Geometrietyp erhalten, die z-Koordinaten werden aus der (nicht ebenen) Projektionsfläche abgeleitet.Variante A kann auch als Spezialfall der Varianten C, mit ebener Projektionsfläche, betrachtet werden. Aufgrund der sehr vereinfachten Berechnungswege wird sie jedoch als eigenständige Variante aufgeführt.

2.5D → 3D

Für gewisse Geodaten kann auch die Konvertierung von 2.5D nach 3D von Relevanz sein. Mit 2.5D sind in diesem Kontext insbesondere 2D- Vektorgeometrien mit zusätzlichen, attributiven Höhen- und Dimensionsinformationen gemeint, wie dies z.B. für Leitungskataster oft der Fall ist Basierend auf der 2D-Geometrie können mit den Höhen- und Dimensionsinformationen vereinfachte Körpergeometrien automatisiert gebildet werden.
In Abgrenzung zu den vektorbasierten Daten können auch digitale Terrainmodelle (DTM) als 2.5D-Daten betrachtet werden. Auch diese lassen sich in Körpergeometrien transformieren, wie dies z.B. in (Clemen et al., 2021) gezeigt ist.

An dieser Stelle wird nicht weiter auf diese Konvertierungen eingegangen, da sie für die Daten der Amtlichen Vermessung von geringer Relevanz sind.

Georeferenzierung und Koordinatenreferenzsysteme

Die Georeferenzierung ist ein wesentlicher Aspekt der Projektrahmenbedingung, der zu Beginn jedes Projekts festgelegt werden muss. Um verschiedene Fachmodelle in einem Koordinationsmodell zusammenzuführen, sind ein klar definiertes Bezugssystem und ein gemeinsamer Ursprungspunkt notwendig. Ohne diese Grundlage wird die Koordination erschwert oder erfordert manuelle Geometrie-Transformationen.

Geodätische Bezugssysteme sind grundsätzlich verzerrungsbehaftet, wodurch bei Geometrie-Transformationen Ungenauigkeiten entstehen können. Auch ohne geodätisches System treten bei grossflächigen Projekten Verzerrungen aufgrund der Erdkrümmung auf. Die Art des Projekts bestimmt daher die Wahl des geeigneten Bezugssystems und mögliche Massstabsanpassungen (Barmettler, Holdener & Marti 2021). Die grossen Koordinatenwerte in geodätischen Bezugssystemen führen oft zu Problemen in BIM-Systemen (DVW e.V., Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.) 2025). Durch die Spezifizierung eines Projektnullpunkts können diese in lokale Projektkoordinaten transformiert und dadurch erheblich reduziert werden.

Clemen & Görne (Clemen & Görne, 2019) haben ein Konzept mit fünf Stufen des „Level of Georeferencing“ (LoGeoRef) entwickelt Diese Stufen definieren unterschiedliche Detaillierungsgrade der Georeferenzierung und spezifizieren, mit welchen Konzepten von IFC diese abgebildet werden können: je höher das Level, desto präziser die Verortung. Die Wegleitung von Bauen Digital Schweiz empfiehlt das LoGeoRef-Prinzip für die Schweizer Bauindustrie (Barmettler, Holdener & Marti 2021).

Methodik: Workflow mit Transformationsdienst

Die im vorherigen Kapitel aufgezeigten theoretischen Konzepte werden mittels einer prototypischen Implementierung einer Applikation im Rahmen eines PoC validiert. Von Seiten der Auftraggebenden wurden die folgenden Anforderungen an die Applikation definiert:

- Die Applikation muss als Open-Source-Lösung entwickelt werden.
- INTERLIS-Daten der amtlichen Vermessung (Datenmodell DM01-AV-CH) als Eingabe behandeln und auf das Terrain projizieren, um eine IFC-Datei zu erzeugen.
- Es soll das digitale Terrainmodell Schweiz, swissALTI^{3D} (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2022b) als ASCII-Datei verwendet werden.
- Die Applikation soll in der Lage sein, eine Kachel des swissALTI^{3D} Datensatz (räumliche Ausdehnung von 1x1 km) zu verarbeiten und sie mit der ausgewählten Geometrie zu verschneiden.
- Die Ausgabe soll eine einzige IFC-Datei mit verschiedenen Informationsebenen (Parzellen, Bodenbedeckung, Gebäude...) in verschiedenen IFC-Sites Entitys sein.
- IFC-Datei von offener und geschlossener BIM-Software lesbar sein (IFC 4 add 2-Format). Die Kompatibilität mit verbreiteten BIM-Softwareprogrammen solle geprüft werden (Autodesk Revit, Nemetschek_Archicad, BIMCollabZoom, BIM Vision, ...).
- Die Applikation soll als Dienst realisiert werden. Das Design soll eine spätere Integration in die NDGI der Schweiz erlauben.

Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt, die im PoC realisierte, konzeptuelle Systemarchitektur. Die einzelnen Komponenten werden nachfolgend detailliert erläutert. Der Programmcode der Applikation ist in Python geschrieben, wobei verschiedene spezialisierte Bibliotheken genutzt werden. Der ganze Dienst wird über einen Docker-Container verteilt und installiert.

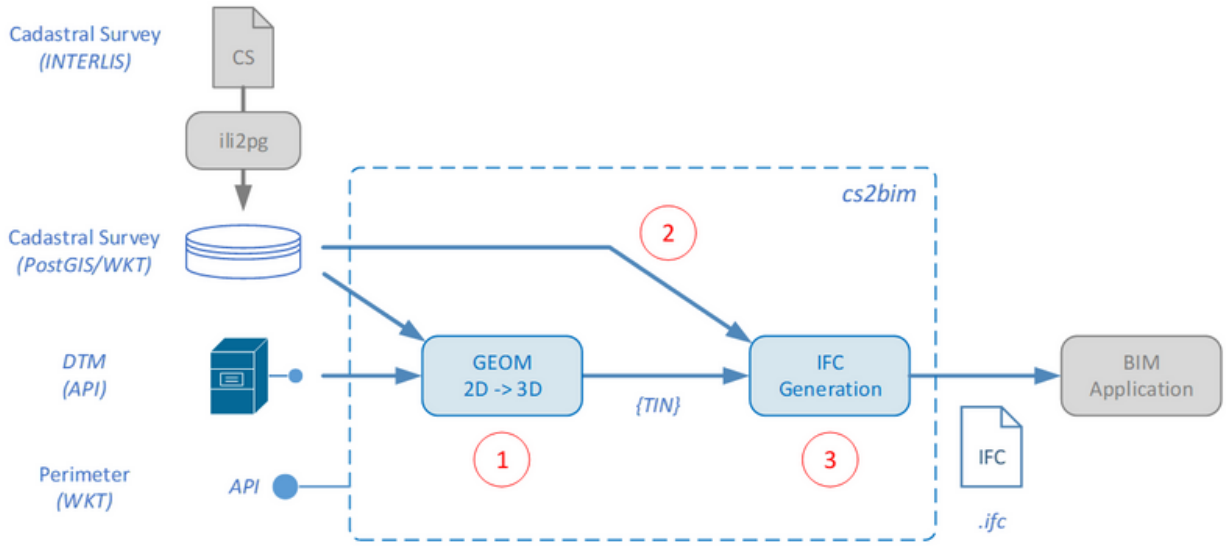

Abbildung 8
Systemarchitektur (eigene Darstellung).

Eingabedaten und Parametrisierung

Amtliche Vermessung

Die zu transformierenden Geodaten liegen in einer PostGIS-Datenbank vor. Die räumlichen Informationen werden als Well-Known Text (WKT) Repräsentation (ISO, 2006) direkt von der Datenbank bezogen. Der Zugriff auf diese Geodaten kann dank vollständiger Konfiguration für beliebige Geodatenstrukturen erfolgen und ist somit offen für eine Nutzung über die amtliche Vermessung hinaus. Die Bereitstellung der Geodaten in der Datenbank bedarf eines separaten Präprozess mit dem Standardwerkzeug ili2pg als Teil von ili2db (Eisenhut, Polania & Ackermann, 2024). Das Tool erlaubt den Import beliebiger Geodaten im INTERLIS-Format automatisiert in eine PostGIS Datenbank. Diese Art der Vorprozessierung ist für Geodaten etabliert und wird vollständig modellgestützt konfiguriert (model driven approach).

Digitales Terrainmodell

Das digitale Terrainmodell der Schweiz, swissALTI^{3D} (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2022b), liegt als gleichmässiges Punktraster im Abstand von 0.5m oder 2m über die gesamte Schweiz vor. Die Daten werden direkt über eine STAC-API[2] von einem zentralen Dienst der Bundesgeodateninfrastruktur als ASCII-Datei bezogen. Die Daten werden nicht gespeichert, wodurch der Datenbezug für jede Verarbeitung erneut erfolgt.

Projektparameter

Als wesentlicher Eingabeparameter wird ein Bearbeitungsperimeter als Flächenobjekt im WKT-Format übergeben. Der Perimeter dient als räumlicher Operator zur Ermittlung der zu verarbeitenden Daten der amtlichen Vermessung und des abzurufenden Ausschnitts des DTM. Zusätzlich zum Perimeter kann als weiterer Parameter die zu erzeugende IFC-Version bestimmt werden. Aktuell werden die Versionen 4 und 4.3 unterstützt. Ebenfalls kann ein Projektnullpunkt in Schweizer Landeskoordinaten (LV95/LN02, EPSG: 2056/5728) definiert werden. Wenn ein Projektnullpunkt übergeben wird, werden die finalen Geometrien um diese Translation reduziert. Die Spezifizierung einer Rotation des Koordinatensystems ist aktuell nicht möglich.

Des Weiteren kann durch Angabe eines maximal zulässigen Höhenfehlers definiert werden, wie stark die finalen 3D-Oberflächen vereinfacht werden sollen. Dies ist hinsichtlich der Nutzung der 3D-Oberflächen in BIM-Systemen, welche oft schlecht mit grossen Datenmengen umgehen können, von hoher Relevanz.

Geometrie-Konvertierung

Die in dieser Arbeit implementierte Geometrie-Konvertierung kann der Variante Projektion (Abbildung 7 c) aus Kapitel 2.3.2 „Geometric Conversion“ zugeordnet werden. Die Lösung nutzt mehrheitlich die Funktionalitäten der Python Bibliothek PyVista (Sullivan & Kaszynski, 2019) welche wiederum auf der Software VTK (Schroeder, Martin & Lorensen, 2006) aufbaut. Der Ablauf der Geometrie-Konvertierung für eine 2D-Fläche ist in Abbildung 9 schematisch abgebildet. Es ist zu beachten, dass dieser Ablauf für jede 2D-Fläche im Perimeter wiederholt wird.

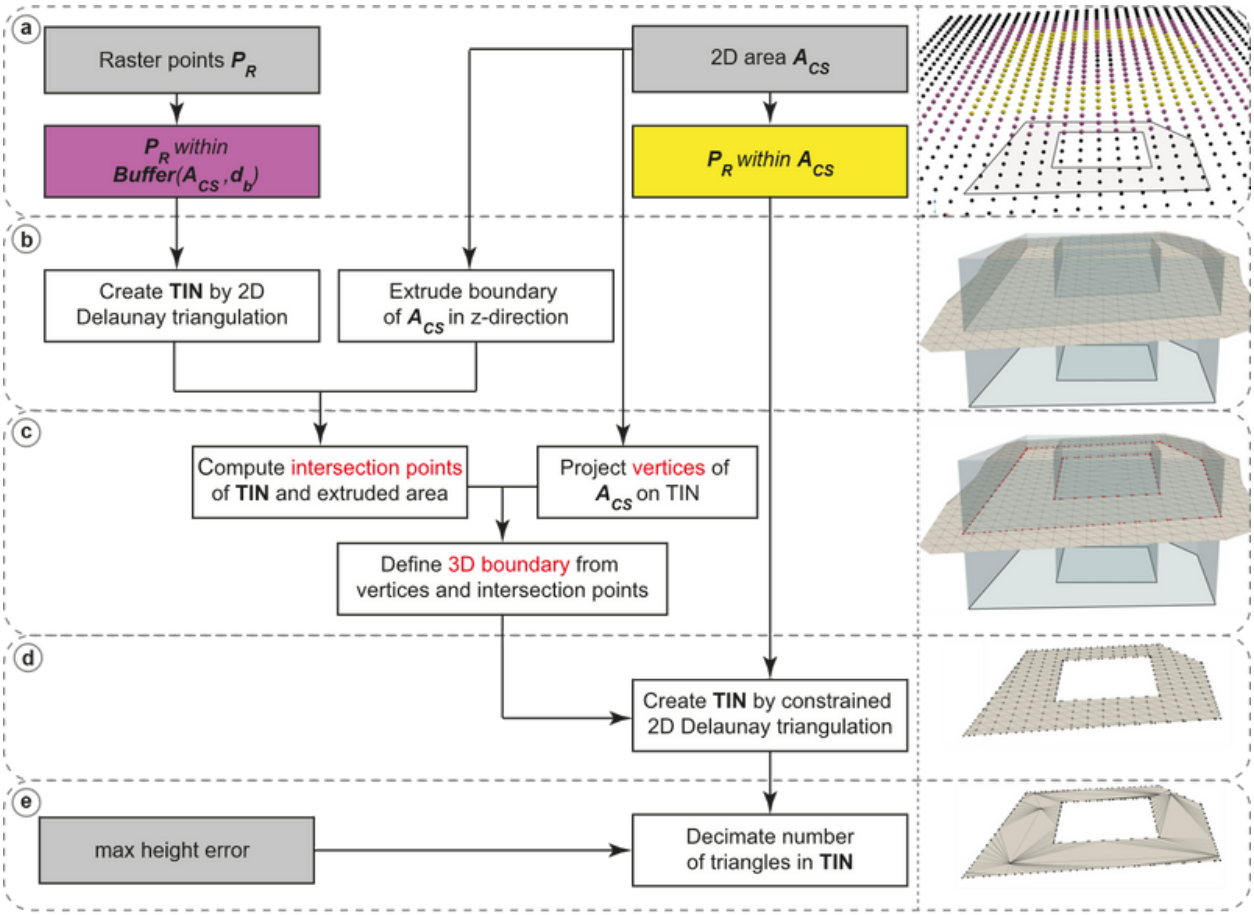

Abbildung 9
Entwickelter Workflow zur Geometrie-Konvertierung von 2D-Geodaten nach 3D-Oberflächen durch Projektion auf das vorhandene Oberflächenmodell. Graue Boxen markieren Eingabedaten und Parameter durch die Nutzenden (eigene Darstellung).

Zunächst werden die Rasterpunkte $\mathbf{P}_R$ und die 2D-Fläche $\mathbf{A}_{cs}$ der Geometrie-Konvertierungsfunktion übergeben. In einem ersten Vorverarbeitungsschritt (Abbildung 9, a) werden sämtliche $\mathbf{P}_R$ die innerhalb eines Buffers um $\mathbf{A}_{cs}$ mit einer Bufferdistanz $\mathbf{d}_b = 3 * Grid\ size$ liegen sowie alle $\mathbf{P}_R$ die innerhalb $\mathbf{A}_{cs}$ liegen abgefragt.

Anschliessend wird eine 2D-Delaunay Triangulation auf $\mathbf{P}_R\ within\ \mathbf{Buffer}(\mathbf{A}_{CS}, \mathbf{d}_b)$ angewendet um aus den diskreten Rasterpunkten eine Oberfläche, repräsentiert als TIN, zu erzeugen (Tsai, 1993). Zusätzlich wird die Umrandung von $\mathbf{A}_{cs}$ in z-Richtung extrudiert, sodass die extrudierte Umrandung den höchsten z-Wert in $\mathbf{P}_R$ um 10m übersteigt (Abbildung 9, b).

Im nächsten Schritt (Abbildung 9, c) wird die extrudierte Umrandung mit dem TIN verschnitten. Dazu werden die Schnittpunkte zwischen Dreieckkanten und extrudierter Oberfläche berechnet. Zusätzlich werden die 3D-Koordinaten der Eckpunkte der 2D-Fläche berechnet. Ausgehend von jedem Eckpunkt wird der Schnittpunkt eines Strahls entlang des Einheitsvektors in z-Richtung $\mathbf{e_3} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{1})$ mit dem TIN berechnet. Die

berechneten 3D-Punkte entlang der Schnittline von TIN und extrudierter Umrandung führen zu einer 3D-Umrandung.

Mithilfe einer Constrained Delaunay Triangulation (Chew, 1987) im 2D-Raum wird aus den Punkten $\mathbf{P}_R \; within \; \mathbf{A}_{CS}$ und der 3D-Umrandung aus dem vorhergehenden Schritt die finale 3D-Oberfläche als TIN erzeugt (Abbildung 9, d). Zum Schluss wird das TIN anhand des spezifizierten maximal erlaubten Höhenfehlers ausgedünnt (Abbildung 9, e). Hierbei werden benachbarte Dreiecke zusammengefasst, sofern die dadurch entstehende Höhendifferenz kleiner als der spezifizierte Wert ist. Es gilt zu beachten, dass nur Punkte innerhalb der Oberfläche entfernt werden aber keine Punkte auf der Umrandung. Durch das Entfernen von Umrandungspunkten könnten aneinander grenzende Oberflächen grosse Differenzen in z-Richtung entlang der Umrandung aufweisen.

IFC Generierung

Für die Generierung der finalen IFC-Datei wird zuerst eine Modelltransformation vorgenommen und anschliessend die IFC-Datei im vorgegebenen Transferformat geschrieben. Bei der Modelltransformation werden die Geodaten gemäss den konfigurierten Mapping-Regeln in das Zieldatenmodell von IFC überführt. Dabei wird jede Feature-Instanz in eine IFC-Entity-Instanz überführt und der Zielinstanz die definierten Attribut- und Propertywerte gesetzt sowie auch die Raumstruktur und allfällige Gruppierungen zugewiesen. Jeder Instanz wird zudem die prozessierte 3D-Fläche zugewiesen.

Die konfigurierbaren Mapping-Regeln beziehen sich jeweils auf eine Featuretype-Definition. Die Featuretypen sind jeweils auch frei über die SQL-Abfrage definierbar, d.h. es können auch beliebige SQL-Views als Featuretyp genutzt werden und somit bereits datenbankseitig eine Vorstrukturierungen der Geodaten vorgenommen werden. Für jeden Featuretyp muss ein Attribut als WKT-Flächengeometrie definiert sein. Für die Bildung dieser Geometrien können alle in PostGIS verfügbaren räumlichen Operatoren (spatial operators) genutzt werden.

Die Serialisierung und der Export der Daten erfolgt in das von IFC verwendete Dateiformat Step Physical File (ISO, 2016a). Für die Generierung der IFC-Instanzobjekte sowie deren Serialisierung wird die Komponente IfcOpenShell verwendet (IfcOpenShell, 2025).

Erkenntnisse und Diskussion

Die entwickelte prototypische Anwendung wurde in 5 Testgebieten evaluiert. Die Testgebiete erstrecken sich über zwei Kantone, haben unterschiedliche räumliche Ausdehnungen und bilden verschiedene topographische Gegebenheiten ab. Nebst den Grundstücksinformationen wurde die Applikation auf weiteren Geodaten wie die Bodenbedeckung oder die Naturgefahren angewendet. Sämtliche Testgebiete konnten erfolgreich verarbeitet werden. Basierend auf den durchgeführten Tests kann konstatiert werden, dass der implementierte Dienst

aufgrund der homogen strukturierten Eingangsdaten und der Konfigurierbarkeit für die gesamte Schweiz anwendbar ist.

Die Anforderungen von Seiten der Projekt Auftraggebenden konnten allesamt erfüllt werden. Der Dienst basiert ausschliesslich auf Open-Source Technologien, nutzt das swissALTI^{3D} als Grundlagedaten und verarbeitet in INTERLIS vorliegende Eingangsdaten (derzeit nur Flächengeometrien). Die Rechenzeit für die Konvertierung von 2D-Geodaten nach 3D-Oberflächen variiert abhängig von der Anzahl Parzellen sowie deren Form und Fläche. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Geometrie-Konvertierung für eine Kachel 1x1km unter 30 min durchgeführt wird. Die erzeugte Datei nutzt nur etablierte und breit unterstützte IFC-Geometrietypen, so dass sie von den gängigen BIM-Applikationen verarbeitet werden kann. Der Geometrietyp Tesselation (IfcTriangulatedFaceSet) hat sich dabei für die Dreiecksvermaschung als besser herausgestellt als BRep (IfcFacetedBrep), da der Speicherbedarf in der Transferdatei sowie die Ladezeiten in den BIM-Applikationen kürzer sind. Diese Resultate unterstreichen die Praxistauglichkeit und demonstrieren die Einsatzfähigkeit für die gesamte Schweiz.

Eine aktuelle Limitierung sind Kreisbogen. Diese werden in der entwickelten Applikation nicht unterstützt, obwohl sie in der amtlichen Vermessung der Schweiz weit verbreitet sind. Weiter können aktuell Differenzen in z-Richtung zwischen den Umrandungen zweier benachbarten Oberflächen auftreten, wodurch die gesamte Oberfläche nicht wasserdicht ist. Durch Anwendung einer 2D-Delaunay Triangulation auf ein regelmässiges Raster kann die Vermaschung einer Rasterzelle unterschiedlich erfolgen und dadurch eine leicht abweichende Ausgangsoberfläche resultieren.

Die entwickelten Prinzipien für die semantische Modelltransformation (vgl. Kapitel “Transformation GIS nach IFC”) konnten im Prototyp durch eine sehr weitgehende konfigurative Implementierung gut umgesetzt werden. Die Transformationsregeln lassen sich sehr detailliert festlegen und insbesondere im Zusammenspiel mit weitergehenden SQL-Abfragen auf die Eingabedaten lassen sich die relevanten IFC-Konzepte der Gruppierung sehr gut nutzen und werden von den gängigen BIM-Applikationen auch unterstützt.

Allerdings erfordert die Konfiguration der Transformationsregeln ein gutes Verständnis der in IFC genutzten Konzepte. Die feingliedrigen Möglichkeiten der Konfiguration haben ihren Preis in einer gewissen Komplexität. Herausfordernd ist dabei auch die Berücksichtigung verschiedener Metaebenen in IFC (Metaebenen gemäss (OMG, 2016)): Einige Transformationen müssen auf Datenmodell-Ebene definiert werden (Entity, Attribute), andere werden auf Instanzebene definiert (Property, Group, Spatial Strucuture).

Die Regeln für die Modelltransformation liegen in der Applikation als Systemkonfiguration strukturiert vor. Allerdings handelt es sich dabei um eine proprietäre, selbstdefinierte Struktur, die in dieser Art nicht für eine offene und allen zugängliche Dokumentation der Transformationsregeln geeignet ist. Die Regeln sollten jedoch transparent kommuniziert werden können, damit die Nachvollziehbarkeit der Daten gewährleistet ist (Datenqualität) und eine einheitliche Implementierung auch in anderen Systemen ermöglicht wird. Die

Modelltransformationen sollten idealerweise in einem systemneutralen Standard, der möglichst auch an die modellbasierte Methode von INTERLIS anschliesst, bereitgestellt werden. Entsprechende Standards sind aber derzeit nicht vorhanden.

Die Berücksichtigung unterschiedlicher IFC-Versionen wurde nicht vollständig umgesetzt. Das System unterstützt zwar die Versionen 4 und 4.3, jedoch gibt es einige Einschränkungen in der Systemkonfiguration. Eine vollständige Unterstützung der Versionen erforderte zusätzliche, versionsabhängige Verarbeitungslogik oder eine zusätzliche Unterscheidung in der Konfiguration, mit entsprechend weiterer Steigerung der Komplexität.

Die fachliche Gruppierung der Geodaten über das IfcGroup-Konzept konnte sehr gut umgesetzt werden und es wird empfohlen, diese Gruppierung zu verwenden (an Stelle der Zweckentfremdung der Raumstrukturierung).

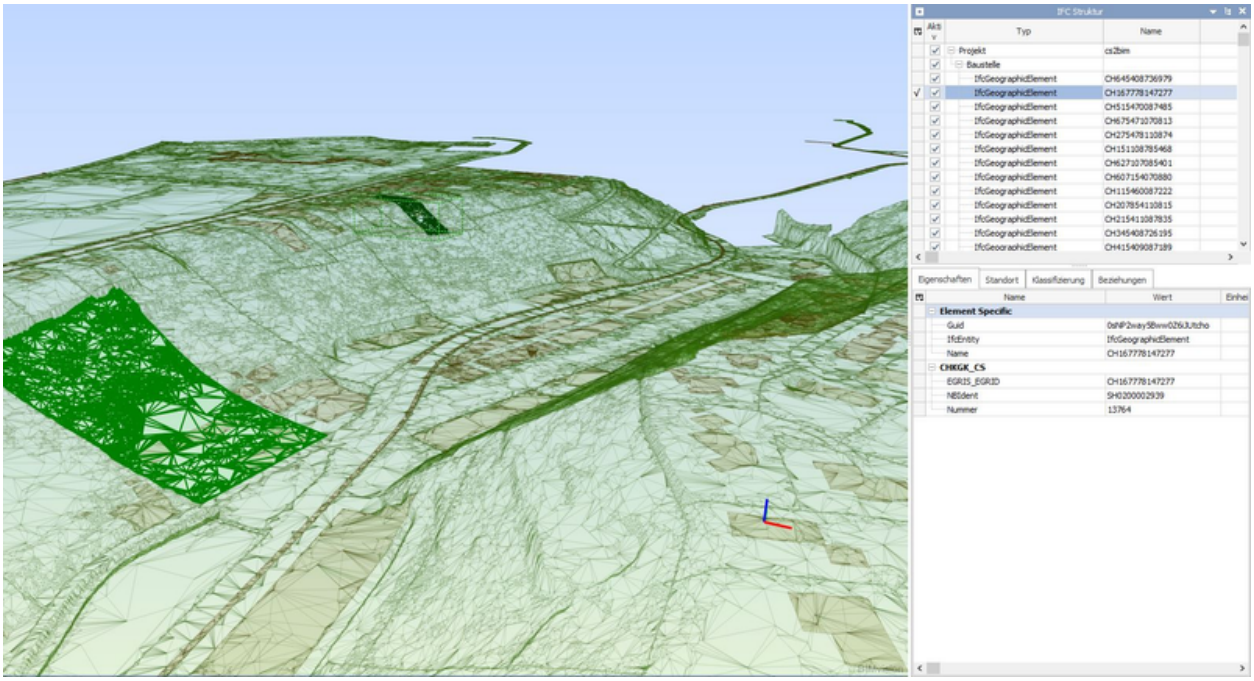

Abbildung 10
Die resultierende IFC-Datei enthält die Daten der amtlichen Vermessung mit “Liegenschaften”, “Bodenbedeckung” and “Gebäude” (eigene Darstellung).

Fazit und Ausblick

Geodaten stellen eine wichtige Planungsgrundlage für die Bau- und Immobilienbranche dar. Die hindernisfreie Bereitstellung und Nutzung der Daten in Branchen üblichen Formaten ist von hoher Relevanz. Die zumeist fehlende dritte Dimension von Geodaten, insbesondere von Geobasisdaten, wie z.B. die Daten der amtlichen Vermessung, stellt aktuell eine wesentliche Herausforderung in der Bereitstellung dieser Daten im gängigen Datenformat IFC dar.

In diesem Artikel werden aktuelle Herausforderungen, konzeptuelle Lösungsansätze sowie ein erster PoC für die automatische Transformation von 2D-Geodaten nach 3D-Geodaten beschrieben. Die implementierte Applikation orientiert sich an dem Konzept der Projektion von 2D-Geodaten auf ein Oberflächenmodell und liefert somit den grösstmöglichen Informationsgehalt verglichen mit anderen Varianten zur Geometrie-Konvertierung.

Neben der geometrischen Konvertierung stellt auch die semantische Modelltransformation zwischen GIS und IFC eine Herausforderung dar. Das in vielen Teilen generische und wegen seiner offenen Formulierungen unterschiedlich nutzbare Datenmodell von IFC kann ohne klare Vorgaben nicht standardisierend wirken. Bei der Bereitstellung von standardisierten Geodaten mit IFC müssen daher sehr präzise und einheitlich angewandte Transformationsregeln festgelegt und umgesetzt werden. Diese Arbeit zeigt einige grundsätzliche Prinzipien für die Transformationsregeln zwischen Geodaten und IFC auf. Mit der Implementierung des Prototyps konnte die Umsetzbarkeit dieser Konzepte mit einer hochgradig konfigurierbaren Lösung gezeigt werden.

Der entwickelte Prototyp nutzt die standardisierten Daten der amtlichen Vermessung und das Terrainmodell der Schweiz swissALTI^{3D}. Tests wurden in 5 Testgebieten mit unterschiedlichen topographischen Gegebenheiten und räumlicher Ausdehnung verteilt über zwei Kantone durchgeführt. Nebst den Grundstücksinformationen wurde der Prototyp erfolgreich auf weitere Geodaten wie die Bodenbedeckung oder die Naturgefahren angewendet. Die Konvertierung einer Fläche von 1km^2 (1x1km) in ländlichem Siedlungsgebiet dauert weniger als 30 min. Diese Resultate unterstreichen die Praxistauglichkeit und demonstrieren die Einsatzfähigkeit für die gesamte Schweiz.

Die Anwendung der entwickelten Geometrie-Konvertierung auf andere Geometrien wie Punkte oder Linien ist mit den entwickelten Basiskomponenten einfach umsetzbar z.B. für die Ausweitung auf andere Geodaten. Als Limitierung können die Oberflächen betrachtet werden, die aktuell noch nicht wasserdicht sind aufgrund möglicher Differenzen in z-Richtung zwischen zwei benachbarten Flächen. Weiter werden Kreisbogen, welche in der amtlichen Vermessung der Schweiz weit verbreitet sind, nicht unterstützt.

In einer nächsten Phase soll die prototypische Applikation zu einem MVP (minimum viable product) erweitert werden. Dabei soll basierend auf den bereits vorliegenden Grundfunktionen eine systematische und produktive Integration in die Plattform “Geodienste.ch” vorgenommen werden. Eine wichtige zusätzliche funktionale Anforderung stellt dabei die Mehrsprachigkeit dar, für die IFC selbst keine konzeptuelle Lösung auf Stufe Datenmodell bereitstellt. Es ist eine Lösung zu entwickeln, wie der mit INTERLIS definierte Ansatz der Mehrsprachigkeit für die Bereitstellung von sprachspezifischen IFC-Dateien genutzt werden kann.

Als neues Element sollen zusätzlich auch 3D-Gebäude aus den kantonalen Geodaten nach IFC überführt werden (3D → 3D-Konvertierung). Die Herausforderung dürfte dabei in der Heterogenität der zu verarbeitenden Quelldaten liegen. Neben der bisher vorhandenen Geometriekonvertierung mittels Projektion

auf das Terrain sollten weitere automatisierbare Konvertierungsarten für 2D-Geometrien ergänzt werden. Dazu müssen zuerst konzeptuelle Lösungsansätze entwickelt werden. Im Vordergrund stehen dabei weitere Varianten der 2D → 3D-Geometrie-Konvertierung. Mit der mittelfristig geplanten Einführung eines schweizweiten Leitungskatasters wird zudem ein standardisiertes Verfahren zur Bildung von Körpergeometrien aus 2.5D-Objekten des Leitungskatasters (Leitungen, Schächte) mittels Extrusionsverfahren eine hohe Wichtigkeit erlangen.

Parallel zu diesen technischen Weiterentwicklungen ist der Standardisierung der bereitgestellten Geodaten in IFC, und damit der Festlegung, Publikation und Kommunikation einheitlicher Transformationsregeln, eine hohe Priorität beizumessen.

Footnotes

1. Geobasisdaten sind Geodaten, die auf einem rechtsetzenden Erlass des Bundes, eines Kantons oder einer Gemeinde beruhen. ↩

2. SpatioTemporal Asset Catalogs: https://stacspec.org ↩

References

- Atazadeh, B., Halalkhor, L., Olfat, H., Rajabifard, A. und Shojaei, D., 2021. *Integration of cadastral survey data into building information models*. Geo-spatial Information Science, 24(3), pp. 387–402. ↩
- Atazadeh, B., Rajabifard, A. und Kalantari, M., 2018. *Connecting LADM and IFC Standards – Pathways towards an Integrated Legal-Physical Model*. ↩
- Barmettler, A., Holdener, D. und Marti, T., 2021. *Wegleitung zum Use Case Georeferenzierung (GeoRef). Use Case Management buildingSMART*. ↩
- Broekhuizen, M., Kalogianni, E. und Oosterom, P.V., 2025. *BIM/IFC as input for registering apartment rights in a 3D Land Administration Systems – A prototype webservice.* Land Use Policy, 148, p. 107368. ↩
- buildingSmart International, 2023. *IFC4.3.2.0 Documentation (official 4.3.2.0)*. https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_3/index.html (Zugriff am 04.12.2025). ↩
- buildingSmart International, 2024. *Information Delivery Specification (IDS) - Documentation*. https://github.com/buildingSMART/IDS/tree/master/Documentation (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2022. *geoBIM-Strategie swisstopo*. https://backend.swisstopo.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-swisstopoch-files/files/2023/11/14/5f7c21b3-da2e-4e5a-83fb-e36daf2fd262.pdf. Available at: https://backend.swisstopo.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-swisstopoch-files/files/2023/11/14/5f7c21b3-da2e-4e5a-83fb-e36daf2fd262.pdf (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2022. s*wissALTI3D Das hoch aufgelöste Terrainmodell der Schweiz*. https://backend.swisstopo.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-swisstopoch-files/files/2023/11/14/6d40e558-c3df-483a-bd88-99ab93b88f16.pdf. Available at: https://backend.swisstopo.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-swisstopoch-files/files/2023/11/14/6d40e558-c3df-483a-bd88-99ab93b88f16.pdf (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2024. *Gebäude und Terrain als IFC*. https://www.swisstopo.admin.ch/de/gebaeude-terrain-ifc (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Chew, L.P., 1987. Constrained Delaunay triangulations, in *Proceedings of the third annual symposium on Computational geometry - SCG '87*. Waterloo, Ontario, Canada: ACM Press, pp. 215–222.

↩

- Clemen, C. and Görne, H., 2019. *Level of Georeferencing (LoGeoRef) using IFC for BIM*. Journal of Geodesy, p. 6.

↩

- Clemen, C., Schröder, M., Kaiser, T., Romanschek, E., 2021. *IfcTerrain – A free and open source tool to convert digital terrain models (DTM) to openbim Industry Foundation Classes (IFC).* ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, VIII-4/W2-2021, pp. 145–151.

↩

- DVW e.V., Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.), 2025. *Leitfaden Geodäsie und BIM Version 5.0*. Bühl/München. https://www.dvw.de/BIM-Leitfaden.pdf (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- ecH, 2024. *eCH-0031 INTERLIS 2 – Referenzhandbuch, Version 2.1.0*. https://www.ech.ch/de/ech/ech-0031/2.1.0 (Zugriff am 04.12.2025)

↩

- Eisenhut, C., Polania, Y. und Ackermann, P., 2024. *ili2db - imports/exports interlis transfer files to a sql db*. Eisenhut Informatik AG

  ↩

- Frey, C., Dahmen, C. und Clemen, C., 2024. *Conception, Validation and Publication of ETL Processes for the Conversion of Geospatial Data for openBIM Projects with FME*.

  ↩

- IfcOpenShell, 2025. *IfcOpenShell v.0.8.0*. https://github.com/IfcOpenShell/IfcOpenShell (Zugriff am 04.12.2025).

  ↩

- ISO, 2006. *ISO 19125-1:2006 Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture*.

  ↩

- ISO, 2016. *ISO 10303-21 Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure*.

  ↩

- ISO, 2016. *ISO 19109:2016 Geographic information - Rules for application schema*.

  ↩

- ISO, 2024. *ISO 16739-1:2024 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema*.

  ↩

- ISO, 2024. *ISO 19152-1:2024 Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM) - Part 1: Generic conceptual model*.

  ↩

- OGC, 2020. *OGC City Geography Markup Language (CityGML) Part 1: Conceptual Model Standard*.

  ↩

- OMG, 2016. *Meta Object Facility (MOF) Core Specification 2.5.1*. OMG Object Management Group.

  ↩

- Safe Software Inc., 2025. *FME - Feature Manipulation Engine.* Safe Software Inc.

  ↩

-

↩

- Schildknecht, L., Gnägi, H. R., Ingensand, J., Blanc, N. Dorfschmid, S., 2025. *ILI3DGeomBIM Ergebnisbericht: Weiterentwicklung INTERLIS – 3D-Geometrie: Auslegeordnung, Konzept, Vorschläge zur INTERLIS-Spracherweiterung (Aktion 3-24-03)*. Strategie Geoinformation Schweiz (SGS).

↩

- Schroeder, W.J., Martin, K. und Lorensen, W.E., 2006. *Visualization Toolkit: An Object-Oriented Approach to 3D Graphics*. 4. Clifton Park, NY: Kitware, Inc.

↩

- Schweizerische Eidgenossenschaft, 2006. *Botschaft zum Bundesgesetz über Geoinformation (Geoinformationsgesetz, GeoIG)*.

↩

- Stadt Zürich, 2025. *BIM@TAZ*. https://www.stadt-zuerich.ch/de/planen-und-bauen/bauvorschriften-und-planerische-grundlagen/oeffentlicher-raum/bim-taz.html (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Sullivan, C. and Kaszynski, A., 2019. *PyVista: 3D plotting and mesh analysis through a streamlined interface for the Visualization Toolkit (VTK)*. Journal of Open Source Software, 4(37), p. 1450.

↩

- Système d'Information du Territoire à Genève (SITG), 2022. *Améliorations des extractions des données du SITG pour le BIM | Catalogue SITG*. https://sitg.ge.ch/actualites/ameliorations-des-extractions-des-donnees-du-sitg-pour-le-bim? (Zugriff am 04.12.2025).

↩

- Tsai, V.J.D., 1993. *Delaunay triangulations in TIN creation: an overview and a linear-time algorithm*. International journal of geographical information systems, 7(6), pp. 501–524.

↩

- Zhu, J. and Wu, P., 2022. *BIM/GIS data integration from the perspective of information flow*. Automation in Construction, 136, p. 104166.

↩