

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Integration von Building Information Modeling und Geoinformationssystemen
im Bauwesen: Potenziale, Herausforderungen und praxisnahe Lösungsansätze

verfasst von | submitted by

Nikolaus Palka BSc

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2026

Studienkennzahl lt. Studienblatt |
Degree programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 066 856

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree pro-
gramme as it appears on the student record
sheet:

Masterstudium Kartographie und Geoinformation

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl

„You can't manage what you can't measure. “

Peter Drucker

Danksagung Masterarbeit

Mein herzlicher Dank gilt Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl für die engagierte und unterstützende Betreuung meiner Masterarbeit. Seine fundierten Anregungen, präzisen Hinweise und die konstruktive Kritik während des gesamten Verlaufs haben mich zur Motivation unterstützt und seine offene Kommunikation und gute Erreichbarkeit halfen mir wesentlich bei der Umsetzung der Arbeit.

Ein besonderer Dank gebührt Michael Gerstmayr MSc. von der Swietelsky AG. Das bereits beim Kennenlernen aufgebaute Vertrauen sowie sein Interesse an der gemeinsamen Projektentwicklung waren für mich von Beginn an sehr wertvoll. Die produktiven Besprechungen und praktischen Anregungen haben dazu beigetragen, sowohl die Zielsetzung als auch den Umfang der Masterarbeit ideal zu definieren. Die Bereitstellung sensibler Unternehmensdaten und die rasche Beantwortung all meiner Fragen waren während meines Arbeitsprozesses enorm hilfreich.

Beide Betreuende haben mir stets das Gefühl vermittelt, an einem sinnvollen und nachhaltigen Projekt zu arbeiten. Darüber hinaus wurde ich auch in herausfordernden Phasen und bei entstandenen Problemen stets hervorragend und kompetent betreut. Dafür gilt beiden mein herzlicher Dank.

Ich bedanke mich bei allen Softwarefirmen, die mir Studenten-Softwarepakete zur Verfügung gestellt haben.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Verlobten, meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich nicht nur während der Entstehung dieser Masterarbeit, sondern während des gesamten Studiums unterstützt haben.

Nikolaus Palka

Mödling, Jänner 2026

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	ix
Abkürzungsverzeichnis	x
Kurzfassung.....	xii
Abstract - English.....	xiii
Abstract - Deutsch	xiv
1. Einleitung.....	1
1.1 Motivation	2
1.2 Problemstellung der wissenschaftlichen Arbeit.....	3
1.3 Zielsetzung(en) der wissenschaftlichen Arbeit	4
1.4 Relevanz der Themenstellung (vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstand)	5
1.5 Darstellung der Forschungsfrage, Hypothese, nebst Arbeitsfragen	6
1.6 Methodische Vorgangsweise	7
1.7 Vorstellung der Struktur der Arbeit	8
2. Stand der Forschung.....	9
2.1 Geoinformationssystem (GIS)	9
2.1.1 Definition und Grundlagen	9
2.1.2 Anwendungsgebiete von GIS	14
2.1.3 Aktuelle Trends und Entwicklungen	17
2.2 Building Information Modeling (BIM)	21
2.2.1 Definition und Grundlagen	21
2.2.2 Potenziale von BIM im Bauwesen	30
2.2.3 Aktuelle Trends und Entwicklungen	30
2.3 Software – aktuelle Standards	35
2.3.1 Bedeutung der GIS -Schnittstellen.....	35
2.3.2 Einführung in die BIM-Software	39

2.4	Integration von BIM in GIS	43
2.4.1	Koordinatenreferenzsysteme	43
2.4.2	Modellierung von BIM und GIS.....	44
2.4.3	Industry Foundation Classes vs. City Geography Markup Language	46
2.4.4	Gemeinsamkeiten von IFC und CityGML	47
2.4.5	Herausforderungen	47
2.4.6	Probleme	48
2.4.7	Erfolgreiche Verknüpfung von GIS und BIM	49
2.4.8	Geospatial Information Modeling (GIM)	50
2.4.9	Zusammenfassung - Integration IFC und CityGML	51
3.	Methodischer Ansatz	52
3.1	Konzept.....	53
3.1.1	Forschungslücke	53
3.1.2	Vorstellung des Untersuchungsgebietes und des Projektpartners	53
3.1.3	Auswahl des Untersuchungsgebiets.....	54
3.1.4	Voraussetzungen für das Untersuchungsgebiet.....	55
3.2	Theoretische Vorstellung der Arbeitsabfolgen	56
3.3	Kooperation mit Swietelsky Team – BIM und GIS.....	57
3.4	Bestandsaufnahme Ortsentlastung Wagrain	57
3.5	Datendesign.....	59
3.6	Angewandte Software.....	60
3.6.1	Softwareüberblick Fokus GIS	60
3.6.2	Softwareüberblick Fokus BIM.....	60
3.7	Fotogalerie der Swietelsky Baustelle Wagrain.....	61

4. Machbarkeitsnachweis - Praxisanwendung	69
4.1 Autodesk Civil 3D – ArcGIS Connector	69
4.2 IFC Import ArcGIS Pro	75
4.3 FME-Arbeitsablauf „Erstellung einer neuen Geodatabase“	80
5. Analyse der BIM-GIS Integration.....	82
5.1 Beschreibung der Arbeitsabläufe	82
5.1.1Autodesk Civil 3D -ArcGIS Connector	82
5.1.2IFC-Import ArcGIS Pro.....	83
5.1.3FME-basierte Erstellung einer Geodatabase	83
5.2 Bewertungskriterien.....	84
6. Diskussion.....	85
6.1 Beantwortung der Forschungsfrage.....	85
6.2 Diskussion der Arbeitsfragen	86
6.2.1Arbeitsfrage 1	86
6.2.2Arbeitsfrage 2	87
6.2.3Arbeitsfrage 3	88
6.3 Prüfung der Hypothese	90
6.4 Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext	90
6.4.1Kritische Bewertung	91
6.4.2Zusammenführung der aktuellen Forschung mit dieser Masterarbeit	91
6.5 Limitationen der Masterarbeit.....	91
6.6 Strategieplan für die Swietelsky AG	92
6.7 Ausblick	93
7. Fazit.....	94
8. Hilfsmittelverzeichnis - Einsatz von KI-Tools.....	95
9. Literatur.....	96

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: City GML Werkzeug ArcGIS Pro – Quelle: Internetlink https://arcgis.esri.de/citygml-konform-auch-im-web-das-neue-citygml-werkzeug-fuer-arcgis/	11
Abbildung 2: Hybrid GIS-Kombination – Quelle: Internetlink https://www.educba.com/applications-of-gis/	13
Abbildung 3: Flächenwidmungs- und Bebauungsplan Stadt Wien – Quelle: Internetlink https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/	14
Abbildung 4: GIS-Einsatz in der Flugplanung – Quelle: Internetlink https://www.geoplana.de/post/10-fragen-rund-um-die-bildflugplanung	16
Abbildung 5: Mobiles GIS-Datenerfassung – Quelle: Internetlink https://www.agsgis.com/Adopting-Mobile-GIS_b_9.html	18
Abbildung 6: GEOAI Erkennung Starkregenereignis – Quelle: Internetlink https://www.esri.com/about/newsroom/publications/wherenext/nexttech-modeling-storm-impacts	20
Abbildung 7: Building Information Modeling Kreislauf – Quelle: Buch (Borrman et al., 2021) Seite 5	21
Abbildung 8: Staatenüberblick BIM Stand 2021 – Quelle: Internetlink https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/images/world-map-r1-white-1920x1000.png	24
Abbildung 9: Beispiel BIM-Brückenbauprojekt – Quelle: eigene Darstellung.....	25
Abbildung 10: LoD Geoinformationssysteme – Quelle: Internetlink https://georiga.eu/en/rokasgramata/kas-ir-lod-un-ko-nozime-cipars-lod-nosaukuma/	26
Abbildung 11: Level of Development Beispiel Stahlbetonträger – Quelle: Buch (Borrman et al., 2021) Seite 167	27
Abbildung 12: BIM LoD 400 – Quelle: Internetlink https://www.acht.at/bim-starter-paket/?utm_source=chatgpt.com	28
Abbildung 13: BIM Robotik – Quelle: Internetlink https://www.kaarwan.com/blog/architecture/bim-for-robotics-automation-construction?id=612	31

Abbildung 14: BIM Internet of Things Verknüpfung – Quelle: Internetlink https://geneat.vn/he-thong-iot/	32
Abbildung 15: Field to BIM Technologie – Quelle: Buch (Borrman et al., 2021): Seite 495	33
Abbildung 16: Verknüpfung KI und BIM – Quelle: Internetlink https://www.studiocaspar.com/digitalisierung/	34
Abbildung 17: ArcGIS Pro Software – Quelle: Internetlink https://cartovista.com/cartovista-arcgis-online-review/	35
Abbildung 18: ArcGIS Enterprise Anwendung Scene Viewer – Quelle: Internetlink https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-enterprise/3d-gis/whats-new-in-scene-viewer-may-2025	36
Abbildung 19: QGIS-Plugin go2streetview – Quelle: Internetlink https://ieqgis.com/wp-content/uploads/2015/02/street-view1.png	37
Abbildung 20: FME-Software – Quelle: Internetlink https://fme.safe.com/blog/2021/05/ultimate-guide-apis/	38
Abbildung 21: BIM Software Autodesk Revit – Quelle: Internetlink https://www.autodesk.com/in/products/revit/overview	39
Abbildung 22: Autodesk Civil 3D Software – Quelle: Internetlink https://www.autodesk.com/de/products/civil-3d/features	40
Abbildung 23: Graphisoft Archicad Software – Quelle: Internetlink https://www.graphisoft.com/de/case-studies/morph-intuitive-bim	41
Abbildung 24: Allplan BIMPLUS Software – Quelle: Internetlink https://www.allplan.com/at/newsprese/news-detail/allplan-stellt-update-seiner-vollintegrierten-4d-bim-loesung-fuer-den-brueckenbau-vor/	41
Abbildung 25: Solibri Office Software – Quelle: Internetlink https://www.pbctoday.co.uk/news/digital-construction-news/bim-news/from-risk-to-reliability-with-solibris-cloud-based-bim-model-validation/150212/	42
Abbildung 26: Lokal vs. Global Koordinatenreferenzsystem – Quelle: Internetlink https://www.linkedin.com/pulse/bim-vs-gis-paul-christian-max-uy9le/	43
Abbildung 27: Modellierungsunterschiede BIM versus GIS – Quelle: Buch (Kauer et al., 2021) Seite 90	45
Abbildung 28: Stadtplan 3D - Stadtplanvermessung Wien – Quelle: Internetlink https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/viewer/stadtplan3d/	46

Abbildung 29: Datenformate BIM und GIS – Quelle: Internetlink https://chgeol.org/wp-content/uploads/2022/07/GrundlagenBimMethode.pdf	47
Abbildung 30: Zentrum am Berg, Leoben – Quelle: Internetlink https://www.georesearch.ac.at/de/bereiche/forschung/forschungsprojekte/projekt-bim-in-tunneling/	49
Abbildung 31: GIM und BIM Integration – Quelle: Wissenschaftliches Paper (Herle et al., 2020) Seite 37	50
Abbildung 32: GIS -BIM Brücke – Quelle: Internetlink https://www.digicorp.it/news/gis-e-bim-il-nuovo-modo-di-progettare-e-costruire-le-infrastrutture/	52
Abbildung 33: Swietelsky Logo – Quelle: Internetlink https://de.wikipedia.org/wiki/Swietelsky#/media/Datei:Swietelsky-Logo-2025.svg	53
Abbildung 34: Ortsumfahrung Wagrain Untersuchungsgebiet – Blickrichtung Süd – Quelle: Internetlink https://www.salzburg.gv.at/fileadmin/SP-Dateien/bauenwohnen/_OE_Wagrain_Visualisierung.pdf	54
Abbildung 35: Ortsumfahrung Wagrain Untersuchungsgebiet nach Fertigstellung– Blickrichtung Süd – Quelle: Internetlink https://www.salzburg.gv.at/fileadmin/SP-Dateien/bauenwohnen/_OE_Wagrain_Visualisierung.pdf	55
Abbildung 36: BIM-GIS Integration – Quelle: Internetlink https://biblus.accasoftware.com/de/was-ist-bim-gis-integration-die-vorteile-fuer-den-fachmann/	56
Abbildung 37: Ortsentlastung Wagrain - Land Salzburg Karte – Quelle: Internetlink https://www.salzburg.gv.at/themen/verkehr/strassenverkehr/ortsentlastung-wagrain	58
Abbildung 38: Ortsentlastung Wagrain – Blickrichtung Nordwest – Quelle: Internetlink https://www.salzburg.gv.at/fileadmin/SP-Dateien/bauenwohnen/_OE_Wagrain_Visualisierung.pdf	58
Abbildung 39: Hangsicherung – Quelle: Swietelskly Datenbank	61
Abbildung 40: Böschungen und Geländesprünge – Quelle: Swietelskly Datenbank	62
Abbildung 41: Leitungskollektor – Quelle: Swietelskly Datenbank.....	63
Abbildung 42: Entwässerung – Quelle: Swietelskly Datenbank.....	64
Abbildung 43: Begrünung und Entwässerung – Quelle: Swietelskly Datenbank	65

Abbildung 44: Unterbau und Entwässerung – Quelle: Swietelskly Datenbank	66
Abbildung 45: Erdbauarbeiten – Quelle: Swietelskly Datenbank	67
Abbildung 46: Bachbettarbeiten – Quelle: Swietelskly Datenbank	68
Abbildung 47: Import ICF-Datei – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	69
Abbildung 48: Umwandlung IFC-Datei – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	69
Abbildung 49: Visualisierung Koordinatensystem 0,0,0 – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	70
Abbildung 50: Layouterstellung Autodesk Civil 3D – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	70
Abbildung 51: Zuweisung eines Koordinatensystems – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	71
Abbildung 52: Geoposition definieren – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	71
Abbildung 53: Markierung des Referenzpunkts – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	72
Abbildung 54: Wahl des Koordinatensystems – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	72
Abbildung 55: Kartenerstellung mit BIM – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	73
Abbildung 56: Korrekte Ausrichtung der geographischen Markierung – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	73
Abbildung 57: ESRI-Karte mit BIM-Layer – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	74
Abbildung 58: Cloud Upload des Projekts – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	74
Abbildung 59: Projekterstellung ArcGIS Pro – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	75
Abbildung 60: Ordnerverbindung ArcGIS Pro – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	75
Abbildung 61: Erster Import der IFC-Datei in ArcGIS Projekt – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	76
Abbildung 62: Benachrichtigung "unbekanntes Koordinatensystem" – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	76
Abbildung 63 BIM-Daten Georeferenzierung – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	77
Abbildung 64: Verschieben Tool BIM-Daten – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	77
Abbildung 65: Georeferenzierung BIM – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	77

Abbildung 66: Skalierung Tool – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	78
Abbildung 67: Drehen Tool – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	78
Abbildung 68: 3D Ansicht Final Open Street Map – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	79
Abbildung 69: 3D Ansicht Final ESRI Dunkle Straßen – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	79
Abbildung 70: FME-Workflow – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot)	80
Abbildung 71: IFC-dwg Umwandlung – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	86
Abbildung 72: Leere Attribut-Tabelle Exterior Shell – Quelle: eigene Darstellung (Screenshot).....	87
Abbildung 73: 3D Visualisierung Aushubmodell Swietelsky – Quelle: eigene Darstellung.....	89
Abbildung 74: Entscheidungsbaum Swietelsky – Quelle: eigene Darstellung	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Level of Detail LoD CityGML - Quelle: Buch (Kolbe, 2009)	26
Tabelle 2: Vergleich der Koordinatensysteme - Quelle: eigene Darstellung	44
Tabelle 3: IFC vs. CityGML - Quelle: Buch (Bill.2016)	44
Tabelle 4: Probleme der Verschmelzung von GIS und BIM - Quelle: Buch (Kauer et al., 2021)	48
Tabelle 5: Rohdaten OE Wagrain - Quelle: Swietelsky Datenbank	59
Tabelle 6: Projektbezogene Software GIS - Quelle: eigene Darstellung	60
Tabelle 7: Projektbezogene Software BIM - Quelle: eigene Darstellung	60
Tabelle 8: Bewertungskriterien der Workflows - Quelle: (Kauer et al. 2021), (Borrmann, et al., 2021) und eigenen Erkenntnissen	84
Tabelle 9: Hilfsmittelverzeichnis - Einsatz von KI-Tools - Quelle: eigene Darstellung	95

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
GIS	Geoinformationssystem
BIM	Building Information Modeling
IP	Internetprotokoll
OGC	Open Geospatial Consortium
WMS	Web Map Service
WFS	Web Feature Service
GML	Geography Markup Language
ISO	International Organization for Standardization
GNSS	Global Navigation Satellite System
WGS84	World Geodetic System 1984
IFC	Industry Foundation Classes
LoD	Level of Detail
LOD	Level of Development
LOIN	Level of Information Need
IoT	Internet of Things
CAD	Computer-Aided Design
KI	Künstliche Intelligenz
GeoAI	Geospatial Artificial Intelligence
GIM	Geographic Information Modeling
UTM	Universal Transverse Mercator
CityGML	City Geography Markup Language

CRS	Geographic Reference System
KB	Kilobyte
dwg	DraWinG
Xml	eXtensible Markup Language
MGI	Militär Geographisches Institut
GK M31	Gauß Krüger Projektion Meridianstreifen 31

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit befasst sich mit der digitalen Transformation in der Baubranche, insbesondere mit der bisher unzureichenden technischen Integration von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS). Trotz großer Potenziale für Infrastrukturprojekte erschweren unterschiedliche Datenstrukturen und Koordinatensysteme eine nahtlose Zusammenarbeit der Fachdisziplinen. Die zentrale Forschungsfrage untersucht, ob eine strukturierte Verknüpfung beider Systeme die räumliche Konsistenz verbessert und somit die Planungseffizienz steigert, wobei von einem messbaren Mehrwert ausgegangen wird. Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine methodische Untersuchung durchgeführt, die aktuelle Literatur analysiert und gängige Softwarelösungen auf ihre Interoperabilität prüft.

Im praktischen Teil wurde anhand realer Projektdaten der Swietelsky AG ein durchgängiges Ablaufszenario für ein Bauvorhaben simuliert. Die Ergebnisse zeigen, dass eine technische Fusion grundsätzlich möglich ist, jedoch eine präzise Handhabung von Referenzsystemen und semantischen Daten zwingend erfordert. Die Arbeit kommt zu dem Schluss, dass die kombinierte Anwendung von BIM und GIS einen erheblichen Vorteil für die Erstellung Digitaler Zwillinge bietet. Abschließend wird betont, dass standardisierte Workflows essenziell sind, um Informationsverluste zu minimieren und die Bauqualität langfristig zu sichern.

Abstract - English

The fragmented integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) is currently hindering digital transformation in the construction industry. Despite their considerable potential, different data structures and coordinate systems often prevent seamless interdisciplinary collaboration on complex infrastructure projects.

This study examines whether a structured connection between these systems improves spatial consistency and planning efficiency and brings measurable professional benefits. The study follows a methodological approach that combines a comprehensive literature review with systematic interoperability testing of industry-standard software solutions. To assess the feasibility of a continuous, data-driven workflow scenario, a practical simulation was conducted using authentic project data from the Swietelsky company.

The results suggest that while technical convergence is feasible, strict management of elevation reference systems and semantic data integrity is necessary to avoid inaccuracies. Furthermore, the analysis shows that the loss of topological relationships during data transfer is one of the biggest challenges for practitioners.

The thesis concludes that the successful convergence of BIM and GIS is critical for the creation of functional, reliable digital twins. Bridging the gap between detailed building models and their geographic context enables a more holistic view of a structure's lifecycle. Ultimately, the study shows that implementing standardized workflows is critical to avoiding information loss and maintaining high construction quality throughout all project phases.

Abstract - Deutsch

Die fragmentierte Integration von Building Information Modeling (BIM) und Geografischen Informationssystemen (GIS) behindert aktuell die digitale Transformation im Bauwesen. Trotz des erheblichen Potenzials dieser Systeme verhindern unterschiedliche Datenstrukturen und Koordinatensysteme oft eine nahtlose interdisziplinäre Zusammenarbeit bei komplexen Infrastrukturprojekten.

In dieser Masterarbeit wird untersucht, ob eine strukturierte Verbindung dieser Systeme die räumliche Konsistenz und Planungseffizienz verbessert und messbare, praxisorientierte Vorteile bringt. Die Studie verfolgt einen methodischen Ansatz, der eine umfassende Literaturrecherche mit systematischen Interoperabilitätstests von in der Branche üblichen Softwarelösungen kombiniert. Um die Machbarkeit eines kontinuierlichen, datengesteuerten Ablauf-Szenarios zu bewerten, wurde eine praktische Simulation mit geeigneten Projektdaten der Swietelsky AG durchgeführt.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine technische Fusion zwar möglich ist, eine strikte Verwaltung der Höhenreferenzsysteme und der semantischen Datenintegrität jedoch erforderlich ist, um Ungenauigkeiten zu vermeiden. Darüber hinaus zeigt die Analyse, dass der Verlust topologischer Beziehungen während der Datenübertragung eine der größten Herausforderungen für Praktiker darstellt.

Die Arbeit kommt zu dem Schluss, dass die erfolgreiche Konvergenz von BIM und GIS für die Erstellung funktionaler, zuverlässiger digitaler Zwillinge von entscheidender Bedeutung ist. Die Überbrückung der Lücke zwischen detaillierten Gebäudemodellen und ihrem geografischen Kontext ermöglicht eine ganzheitlichere Sicht auf den Lebenszyklus eines Bauwerks. Schlussendlich zeigt die Studie, dass die Implementierung standardisierter Arbeitsabläufe entscheidend ist, um Informationsverluste zu vermeiden und eine hohe Bauqualität in allen Projektphasen sicherzustellen.

1. Einleitung

Die aktuell stark anwachsende Digitalisierung und Vernetzung in der Baubranche führen zu interdisziplinären Arbeitsweisen. Räumliche und zeitliche Informationen werden in Bruchteilen von Sekunden dazu verwendet, konzeptionelle Ideen in reale Bauwerke umzuwandeln. Während Geoinformationssysteme die Verortung und Analyse dieser Informationen im geographischen Kontext untersuchen, stellt das Building Information Modeling den detaillierten Lebenszyklus von Bauwerken bereit (Kauer et al., 2021).

In der Forschung gibt es zahlreiche Publikationen und Studien zur theoretischen und praktischen Verknüpfung dieser beiden Technologien. Anwendungsmöglichkeiten, GIS- und BIM-Systeme mit den darin enthaltenen Daten an Projekten nutzbringend anzuwenden, ist groß. Diese vorliegende Masterarbeit im Fachbereich Kartographie und Geoinformation untersucht den aktuellen Stand der Forschung, und untersucht gleichzeitig die aktuellen Möglichkeiten eine Fusion von BIM und GIS zu darzustellen.

1.1 Motivation

Die Verknüpfung von Geoinformationssystemen (GIS) und Building Information Modeling (BIM) scheint ein Weg für die Optimierung von Planungsprozessen zu sein. Bei der Projektierung von Infrastrukturprojekten und bei Kalkulationsaufgaben können lineare, bisher übliche einander folgende Ablaufschritte, durch vernetzte Bearbeitungsschritte ersetzt werden (vgl. Borrman et al., 2021, S. 659). Digitale Zwillinge, die das Ergebnis aus unterschiedlichen Datenquellen in ein großes gemeinsames Datenmodell fusionieren, verdeutlichen, sollen geschaffen werden. Dass die Effizienz in der Organisation von komplexen Datenstrukturen gesteigert werden kann, müssen Herausforderungen der Datenorganisation bewältigt werden (vgl. Triantafyllidis et al., 2025, S. 2). Alle Projektbeteiligten sollen gleichermaßen von der Verknüpfung von GIS und BIM profitieren, um einen aus der Datenauswertung resultierenden Wettbewerbsvorteil erzielen können.

Meine Motivation mich mit diesem Thema auseinanderzusetzen, rührt einerseits aus meinem beruflichen Werdegang als Mitarbeiter in einem Architekturbüro, und andererseits aus den abgeschlossenen Lehrveranstaltungen des Bachelorstudiums in Geographie und des Masterstudiums in Kartographie und Geoinformation her. Beide oben genannten Interessensgebiete motivieren mich die Untersuchung des Themas der Integration von GIS und BIM als Arbeitsthema aufzuarbeiten.

Ein praxisorientiertes Arbeitsmodell, dass auf Erkenntnisse aus aktueller Fachliteratur basiert, soll entwickelt werden. Das Ergebnis dieser Arbeit soll zeigen, dass theoretische Konzepte und praktische Umsetzungen verknüpfbar sind. Weiters soll untersucht werden, dass die Integration von GIS und BIM in der Baubranche Potenziale in sich birgt aber auch Grenzen hat. Ein tatsächlich umgesetztes Infrastruktur-Projekt des Bauunternehmens Swietelsky stellt die Datengrundlage für die vorliegende Masterarbeit dar.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der Daten eines umgesetzten Projektes nachzuweisen, wie Planungsabläufe unter Nutzung von BIM und GIS Daten verknüpft und nutzbringend ablaufen können. Mit bestehenden Standard-Softwarelösungen wurden dazu Analysen durchgeführt, die ein methodisches Konzept für die kombinierte Anwendung beider Technologien (BIM und GIS) vorstellen. Ein Strategieplan soll entwickelt werden, der auf zukünftig Bauprojekte übertragbar ist.

1.2 Problemstellung der wissenschaftlichen Arbeit

Weil die Verbindung von BIM und GIS große Potenziale für die digitale Planung und Verwaltung von Infrastrukturprojekten bietet, ist die praktische Umsetzung und Umsetzung bislang mit Herausforderungen verbunden. Beide Systeme verfolgen unterschiedliche Zielsetzungen. BIM behandelt den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. GIS dient der Erfassung, Analyse und Visualisierung von Objekten im geographischen Raum (vgl. Borrman et al., 2021, S.1). Die Detailtiefe an Informationen, in geometrischer und semantischer Hinsicht, variiert bei den erfassten Objekten stark. Je nach BIM oder GIS-Modell unterscheiden sich beispielsweise Datentiefe, Koordinatenreferenzsysteme und Softwarearchitekturen. Eine verallgemeinerte Koppelung von BIM und GIS-Modellen ist aufgrund von unterschiedlich definierten Modelldaten komplex.

Trotz für BIM bzw. GIS vereinheitlichter Standard-Dateiformate, wie Industry Foundation Class (IFC) und City Geography Markup Language (CityGML), ist eine allgemeine Verknüpfung von BIM und GIS derzeit nur eingeschränkt möglich. Aktuelle Studien und Ansätze, diese beiden Systeme gemeinsam in einem einheitlichen Modell zu verbinden, weisen oft Schwächen auf. Beispielsweise können topologische Unterschiede oder auch Informationsverluste und Ungenauigkeiten bei der Datenübertragung auftreten. Daraus folgend können über den gesamten Projektverlauf, Planung bis Ausführung, Probleme die Folge sein. In der Planungspraxis wird daher bisher auf eine Verknüpfung von BIM und GIS wegen des großen Abstimmungsaufwandes weitgehend verzichtet (vgl. Herle et al., 2020, S. 37)

Weiters ist zu erwähnen, dass es bei Test- und Forschungsprojekten gelungen ist, BIM und GIS erfolgreich zu kombinieren, eine einheitliche, durchgängige und praxisnahe Strategie fehlt weiterhin (vgl. Kauer et al., 2021, S. 91). Insbesondere die korrekte Umwandlung und Datentreue von Höhen- und Koordinatenreferenzsystemen ist ein von Standardsoftwareprogrammen ungelöstes Problem.

Die vorliegende Masterarbeit untersucht, ob ein Ansatz für eine durchgängige BIM-GIS Verknüpfung erarbeitet werden kann. Basierend auf realen Unternehmensdaten und aktueller BIM- sowie GIS-Software soll getestet werden, ob Interoperabilität geschaffen werden kann, um die Effizienz im Planungsprozess zu steigern.

1.3 Zielsetzung(en) der wissenschaftlichen Arbeit

Als Basis dieser Masterarbeit wurde aktuelle Literatur und branchenspezifische Software verglichen. Es wurde der aktuelle Forschungsstand von BIM und GIS untersucht, um darauf aufbauend konkrete Schlüsse in Form von Modelldaten, Ablaufschemen und Anwendungsmöglichkeiten für einen praxistauglichen Anwendungsablauf eines österreichischen Bauunternehmens zu erstellen. Der Fokus liegt dabei auf der Integration von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS). Im Detail wird untersucht, wie ein digitales Bauwerksmodell strukturiert wird, und korrekt und lagegenau in ein gemeinsames GIS-Modell integriert werden kann.

Die vorliegende Masterarbeit soll dabei einen zweistufigen Ansatz verfolgen:

- Konzeptionelle Ebene
 - Ausarbeitung von bestehenden Methoden, Softwarelösungen und Lösungsansätzen.
- Praxisorientierte Ebene
 - Anwendung des entwickelten Arbeitsablaufes mit realen Projektdaten der Swietelsky AG

Dabei soll besonders auf die Datenqualität und die Visualisierung von Projektdaten geachtet werden.

Die vorliegende Masterarbeit sollte nicht nur theoretisch fundiert sein, sondern auch einen Praxisbezug haben.

1.4 Relevanz der Themenstellung (vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstand)

Die Baubranche befindet sich im Wandel. Moderne, leistungsfähige Hard- und Softwarelösungen sowie Investitionen in Digitalisierung führen dazu, dass bislang getrennte Fachbereiche immer stärker zusammenwachsen. Gleichzeitig zeigt sich ein deutlicher Trend weg von traditionellen, linearen und teilweise veralteten Planungs- und Bauprozessen hin zu integrierten und zirkulären Abläufen. Ziel ist es, die Zusammenarbeit über alle Projektphasen hinweg zu verbessern und Informationsverluste zu minimieren (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 294).

Aktuell sind Softwarehersteller aus allen Disziplinen stark daran interessiert, bestimmte Anwendungen und Schnittstellen branchenübergreifend zu programmieren. Das Ziel besteht in einer einheitlichen Datenbasis und einer fehlerfreien Abwicklung von Bauprojekten (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 297). So ist es beispielsweise mittlerweile möglich, gewisse Überschneidungen in GIS- und BIM-Softwarepaketen laufen zu lassen. Der Open-Geospatial-Consortium-Standard (OGC) und IFC von buildingSMART sind hierbei wichtige Bausteine, die eine gemeinsame Sprache für digitale Bauwerks- und Geodaten etablieren sollen. ("OGC-Standards | Geospatial Standards and Resources," n.d.)

Bei Bauprojekten spielt die Interoperabilität von BIM und GIS eine zentrale Rolle. Je nach Projekt spielen Themengebiete wie Topografie, Umwelt, öffentlicher Verkehr, Bauwerksplanung und Politik sowie unzählige weitere eng miteinander einher. Die Verknüpfung von BIM und GIS soll einen erheblichen Mehrwert schaffen (vgl. Georesearch, 2025).

Zusammenfassend sind drei relevante Hauptthemen hervorzuheben, die im Umfeld dieser Masterarbeit von Bedeutung sind:

- Digitale Transformation der Baubranche
- Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft verbessern
- Effizienz und Qualität im Allgemeinen steigern

Vor den oben genannten Themen und den damit verbundenen Entwicklungen leistet diese Arbeit einen Beitrag zur Analyse bestehender Methoden, und zur Erstellung von Modellen für einen praxisnahen Arbeitsablauf eines Bauunternehmens, mittels Verknüpfung von Building Information Modeling und Geoinformationssystemen.

1.5 Darstellung der Forschungsfrage, Hypothese, nebst Arbeitsfragen

Die nachfolgend gestellte Forschungsfrage umschreibt die grundsätzliche Struktur dieser Masterarbeit und soll im Verlauf der Arbeit beantwortet werden. Die formulierten Arbeitsfragen dienen dabei als Strukturierungshilfe und liefern Orientierung für die methodische Vorgehensweise. Abschließend wird überprüft, ob die ausgearbeitete Hypothese bestätigt werden kann.

Forschungsfrage:

Führt eine strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) führt zu einer höheren räumlichen Konsistenz von Bauwerksdaten und steigert die Effizienz in Planungs- und Entscheidungsprozessen in der Bauwirtschaft.

Arbeitsfragen:

- Wie präzise und reproduzierbar lässt sich BIM in ein einheitliches Raum-/Höhensystem integrieren und in GIS überführen?
- In welchem Umfang bleiben topologische Beziehungen und Semantik aus BIM im GIS erhalten bzw. sind rekonstruierbar?
- Welchen messbaren Mehrwert (Zeit, Fehler, Präsentation) bringt die Integration von BIM und GIS für ein Bauunternehmen?

Hypothese:

Eine strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) führt zu einer höheren räumlichen Konsistenz von Bauwerksdaten und steigert die Effizienz in Planungs- und Entscheidungsprozessen in der Bauwirtschaft.

1.6 Methodische Vorgangsweise

In einem ersten Schritt wird grundsätzlich die verwendete Literatur zusammengefasst und es werden aktuelle Trends und Entwicklungen von BIM und GIS näher beleuchtet. Dabei werden bestehende Interoperabilitätsstandards untersucht und Softwareschnittstellen präsentiert. Dieser erste Schritt dient als Grundlage, um die Forschungslücke klar zu identifizieren (vgl. Kauer et al., 2021, S. 100).

Auf Basis der untersuchten Literatur soll anschließend ein Ablaufszenario die nutzbringende Verbindung von BIM mit GIS für die Swietelsky AG erstellt werden. Ein Entscheidungsbaum und erläuternde Grafiken sollen die Ergebnisse der Analysen anschaulicher machen. Die Arbeitsfragen werden Schritt für Schritt beantwortet und dienen als Leitlinie. Der Fokus liegt dabei auf:

- Höhen-/ Raumsystem
- Topologie und semantische Informationen
- Nachhaltiger Mehrwert für die Baubranche

Die den Untersuchungen zugrunde gelegte Software soll auf Anwendbarkeit getestet werden. Es wird geprüft, ob eine durchgängige Verknüpfung von BIM und GIS möglich ist. Anschließend soll mithilfe von Projektdaten eines Bauprojekts im Land Salzburg ein komplettes Arbeits- und Ablaufszenario simuliert werden. Dabei sollen Stärken und Schwächen von unterschiedlichen Softwareprodukten gegenübergestellt und dokumentiert werden. In einer anschließenden Diskussion der Ergebnisse sollen die Forschungsfrage, die Arbeitsfragen und die Hypothese geprüft werden.

Durch diese gewählte methodische Vorgehensweise wird gewährleistet, dass die Forschungsfrage schlüssig beantwortet werden kann.

1.7 Vorstellung der Struktur der Arbeit

Die vorliegende Masterarbeit ist in aufeinander aufbauende Kapitel untergliedert, um eine systematische Beantwortung der gestellten Forschungsfrage zu gewährleisten.

Zu Beginn werden die thematische Einleitung, die Motivation sowie die zentrale Problemstellung dargelegt. Danach widmet sich die Arbeit dem aktuellen Stand der Forschung und erläutert die theoretischen Grundlagen von Building Information Modeling und Geoinformationssystemen. Hierbei werden insbesondere die technologischen Merkmale sowie bestehende Interoperabilitätsstandards erläutert.

Darauf aufbauend wird im darauffolgenden Teil der Arbeit die methodische Vorgehensweise der Untersuchung detailliert beschrieben. Ein wesentlicher Teil dieser methodischen Herleitung ist die Entwicklung eines konzeptionellen Modells zur Verknüpfung der beiden Datensysteme BIM und GIS.

Der praktische Abschnitt der Arbeit befasst sich anschließend mit der Anwendung dieses Konzepts auf ein reales Infrastrukturprojekt der Swietelsky AG. Dabei werden spezifische Softwarelösungen im Rahmen eines praxisnahen Szenarios auf ihre Tauglichkeit und Effizienz hin untersucht. Die durchgeführten Analysen und Simulationen bilden die notwendige Basis für die anschließende Auswertung der gewonnenen Daten.

Im Rahmen einer inhaltlichen Diskussion werden die Ergebnisse reflektiert und die eingangs aufgestellten Arbeitsfragen überprüft.

Abschließend fasst ein Fazit die wesentlichen Kernpunkte der Untersuchung zusammen und leitet daraus konkrete Handlungsempfehlungen ab.

Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf zukünftige technologische Entwicklungen und zeigt potenziellen weiteren Forschungsbedarf auf.

2. Stand der Forschung

Die zentralen Hauptthemen werden im folgenden Kapitel dieser Arbeit erläutert. Die Baubranche befindet sich in einem digitalen Transformationsprozess. Zunehmende Forschung und parallele Nutzung von Technologien und Methoden verändern das Denken, Handeln und Nutzung im Allgemeinen. Softwareschnittstellen ermöglichen digitale Modelle in einer Auflösung und Detailgenauigkeit die noch vor kurzem undenkbar gewesen wären. Geoinformationssysteme und Building Information Modeling haben für sich Stärken. Sie bieten enorme Potenziale für die Zukunft.

2.1 Geoinformationssystem (GIS)

2.1.1 Definition und Grundlagen

Der Begriff Geoinformationssystem (GIS) ist wie folgt zu definieren:

„Ein Geo-Informationssystem (GIS) ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software und Daten besteht und mit dem sich raumbezogenen Problemstellungen in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten modellieren und bearbeiten lassen. Die dafür benötigten raumbezogenen Daten /Informationen können digital erfasst und redigiert, verwaltet und reorganisiert, analysiert und graphisch präsentiert werden. GIS bezeichnet sowohl eine Technologie, Produkte als auch Vorhaben zur Bereitstellung und Behandlung von Geoinformationen (Bill, 2016, S. 8).“

Das verbindende Element bei GIS- Systemen ist der Raumbezug. Dieser wird entweder in primärer Metrik wie im Vermessungswesen angegeben, das heißt einem definierten Koordinatenreferenzsystem. Sekundäre Metriken, wie die amtliche Statistik verwenden Adressen, Namen oder Kennziffern, um Daten einen Raumbezug zu geben. Wichtig ist es, anzuführen, dass die Geoinformation im Allgemeinen eine interdisziplinäre Anwendung ermöglicht. Erfasste Geo-Daten verfügen über eine lange Lebensdauer, sind aber in der Beschaffung meist kostenintensiv. Durch die ausgedehnte Nutzung hat die Geoinformation allerdings eine lange Lebensdauer. Das **Vier Komponenten Modell in GIS** erläutert am folgenden praktischen Beispiel wie ein Arbeitsablauf aussehen könnte. Ein neues Schienensystem soll für ein Straßenprojekt errichtet werden.

1. **Erfassung** -> Geodaten werden von ExpertInnen direkt im Feld mittels geeigneter Hardware aufgenommen und abgespeichert.
2. **Verwaltung und Modellierung** -> anschließend werden die Geo-Daten im Büro aufbereitet und anhand der Anforderungen in die GIS-Software eingespielt. Wichtige Entscheidungen werden dabei schon getroffen, welcher Detaillierungsgrad gewählt wird oder welches Datenmodell im Weiteren verwendet wird. Eine erste 3D-Modellierung des Straßensystems findet mithilfe einer Punktwolke im Landschaftsmodell statt.

3. Analyse -> Kosten, rechtliche Auflagen sowie Zeitmanagement können analysiert und abgeleitet werden. Details wie genauer räumlicher Bezug, Bodenbeschaffenheit oder Logistik werden mit allen Beteiligten abgeklärt. Eine ständige Weiterentwicklung des Projektes findet statt.

4. Präsentation -> in einem letzten, finalen Schritt wird der Leitung des Projekts das fertige GIS präsentiert. Unter anderem kann eine graphische Visualisierung vorgezeigt werden. Dies wird oft auch als Geovisualisierung verstanden. Weiters können die wichtigsten Aspekte des GIS und der dahinterliegenden Daten präsentiert werden. Die VertreterInnen jedes Fachgebiets erläutern die wichtigsten Schritte für die Realisierung des Bauvorhabens (vgl. Bill, 2016, S. 36)

Dieses Beispiel soll einen typischen GIS-Prozessablauf in einer vereinfachten Form darstellen. Jede einzelne der genannten vier Komponenten kann geringeren oder dominierenden Einfluss haben. Beispielsweise können bei der Datenerfassung, Daten vorhanden sein. Mit Bezug auf Verwaltung und Modellierung können zum Beispiel Bauherren bereits Vorarbeiten bei der Datenpflege geleistet haben und können somit schon über ein eigene GIS-Architektur verfügen. Bei den Analysemöglichkeiten können unterschiedliche Bereiche interpretiert werden. Wichtig ist zu erwähnen, dass die GIS-Umgebung Daten von Projektbeteiligten beinhalten soll. Sie ist daher die Schnittstelle von digitalisierten Prozessen einzelner am Projekt Beteiligter. Durch Geoinformationssysteme beschleunigen sich Abläufe, neue Aspekte werden beleuchtet und ein dynamisches Arbeiten wird ermöglicht. Die genannten vier Komponenten fassen die Grundfunktionen von GIS zusammen.

Ohne wesentliche Hauptdatentypen, kann kein Geoinformationssystem funktionieren. Eine kompakte Zusammenfassung der wichtigsten Termini soll einen Überblick verschaffen, welche Daten für das Funktionieren eines Geoinformationssystems unumgänglich sind.

➤ Geometriedaten

Sie werden in räumlicher Form bzw. nach relativer Lage und Größe beschrieben. Die Geometriedaten können mithilfe von Distanzen oder Winkel angegeben werden. Im GIS werden dann punkthafte Gebilde (z.B. Messtationen, Bushaltestellen oder Gipfelkreuze), linienhafte Gebilde (z.B. Flüsse, Fahrradwege oder Stromleitungen) und flächenhafte Gebilde (z.B. Siedlungsgebiete, Waldfläche oder Bauland) repräsentiert. Eine Straße kann zum Beispiel in einem GIS als Linie gespeichert werden und ist eine Aneinanderreihung von Punkten mit Anfangs- und Endpunkt (vgl. Bill, 2016, S. 28)

➤ Topologie

Sie beschreibt immer die räumlichen Nachbarschaftsbeziehungen und dient der Datenintegrität und Analyse von geometrischen Objekten, indem Regeln festgelegt werden. Fehler können überprüft werden, wenn beispielsweise kontrolliert wird, ob Flächen überlappen. Das Zusammenspiel von Geometrie und Topologie ist daher eine Grundvoraussetzung für die Verwendung jedes Geoinformationssystems (vgl. Kappas, 2012, S. 63).

➤ strukturierte Modellierung raumbezogener Daten

Sie ist ein weiteres zentrales Element von Geoinformationssystemen. Neben einfachen Vektor- und Rastermodellen, haben sich spezialisierte Datenmodelle zur Abbildung komplexer Geodaten etabliert. Dazu zählt CityGML. Es ist ein XML-basiertes Austauschformat zur Modellierung und Visualisierung von 3D-Stadtplänen, das eine semantische Strukturierung und Hierarchisierung von Stadtobjekten ermöglicht (vgl. Kolbe, 2009, S. 18). Auch Formate wie InfraGML oder LandInfra, die vom Open Geospatial Consortium (OGC) entwickelt wurden, spielen insbesondere für die Darstellung infrastruktureller Geodaten eine zunehmende Rolle. Die Wahl des richtigen Datenmodells spielt für unterschiedliche Anwendungen eine wesentliche Rolle für die Qualität und Interoperabilität von Geodaten

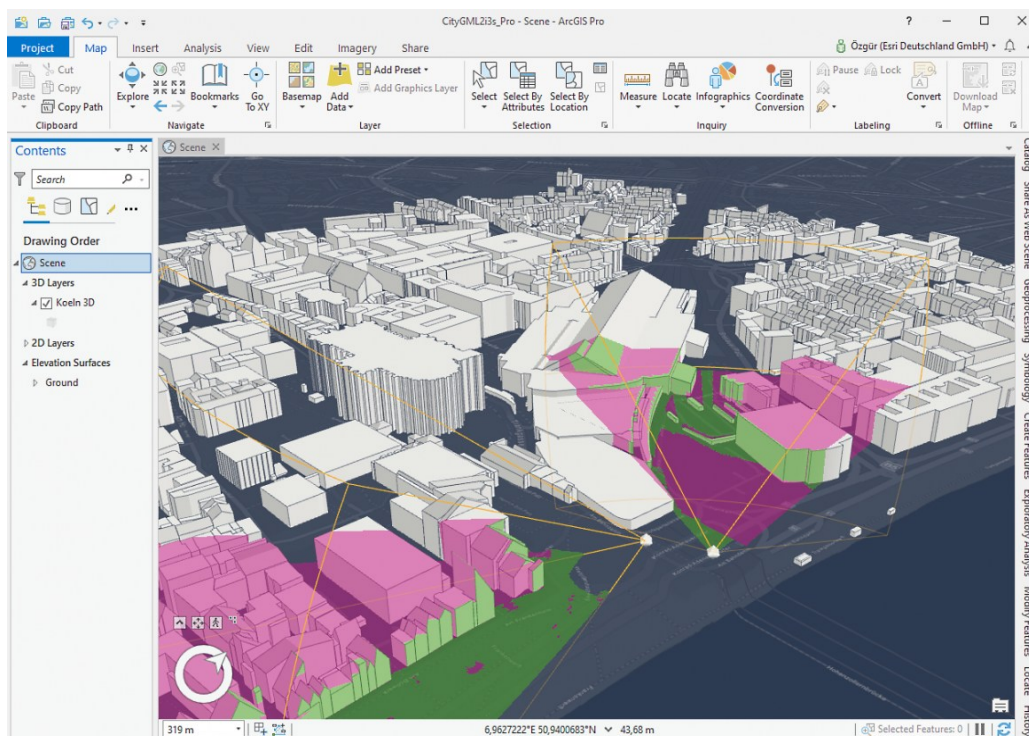


Abbildung 1: CityGML Werkzeug ArcGIS Pro (ESRI Deutschland, 2025)

➤ OGC-Standards - Open Geospatial Consortium

Die Vielfalt der Datenquellen, Softwarelösungen und Anwendungsbereiche im GIS-Bereich erfordert standardisierte Verfahren zur Sicherstellung der Interoperabilität. Eine wichtige Rolle spielen dabei OGC-Standards wie WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) oder GML (Geography Markup Language). Allgemein ermöglichen diese Technologien eine strukturierte Bereitstellung und Verarbeitung von Geodaten. Ergänzend dazu definieren internationale Standards wie beispielsweise ISO 19115, einheitliche Schemata zur Beschreibung von Geodaten und deren Metadaten (vgl. "OGC Standards | Geospatial Standards and Resources," n.d.).

➤ Raumbezug

Er ist das entscheidende Merkmal von Geographischen Informationssystemen. Jedes Objekt in einem GIS ist durch Koordinaten eindeutig im Raum verortet. In der Regel kommen globale Referenzsysteme, wie das World Geodetic System 1984 (WGS84), oder projektionsbasierte Systeme, wie das Universal Transverse Mercator (UTM), zum Einsatz. Der korrekte Umgang mit Koordinatensystemen und deren Transformation ist insbesondere bei der Integration unterschiedlicher Datensätze aus unterschiedlichen Quellen von großer Bedeutung. Neben der geometrischen Lage spielt auch der semantische Raumbezug – wie zum Beispiel administrative Zugehörigkeiten oder funktionale Eigenschaften - eine wichtige Rolle bei der Analyse und Interpretation räumlicher Zusammenhänge (vgl. Bill, 2016, S. 10).

➤ Rasterdaten und Vektordaten

Rasterdaten bestehen aus einem System von Pixeln (Bildpunkten). Sie eignen sich gut für die Darstellung von Fotos. Sie werden beim Vergrößern unscharf.

Vektordaten basieren auf mathematischen Formeln und bestehen aus Punkten, Linien und Polygonen. Damit wird eine verlustfreie Skalierung ermöglicht. Vektordaten eignen sich ideal für die Darstellung von technischen Zeichnungen und Geodaten (Punkte, Linien, Flächen). Der Hauptunterschied zwischen Raster- und Vektordaten liegt in der Auflösungsabhängigkeit (Raster) beziehungsweise Auflösungsunabhängigkeit (Vektor) (vgl. Bill, 2016, S. 29–30).

➤ Visualisierung

Sie ist ebenfalls eine wichtige Komponente im GIS. Mittels graphikbeschreibender Daten kann festgelegt werden, auf welche Art und Weise ein räumliches Objekt dargestellt wird. Füllung, Strichstärke, Flächenstil oder Textfonts sind dafür gängige Beispiele. Diese graphischen Elemente der Darstellung, von Raster- oder Vektordaten, werden im Normalfall aufeinander so abgestimmt, dass in der Geovisualisierung das bestmögliche Ergebnis erzielt wird. Die Elemente der

genannten Graphikdaten variieren je nach Datentypen. Mit Hilfe der Konvertierung ist es jedoch möglich, Raster- in Vektorgrafiken umzuwandeln und umgekehrt.

➤ Hybrid-GIS

Hybrid-GIS bezeichnet die kombinierte Nutzung von vektor- und rasterbasierten Daten innerhalb eines Geoinformationssystems. Das Ziel besteht darin, die jeweiligen Vorteile beider Datentypen zu nutzen. Vektordaten eignen sich dabei gut zur präzisen Darstellung diskreter Objekte (Gebäude, Straßen, etc.). Rasterdaten werden häufig für kontinuierliche Phänomene wie Höhenmodelle oder Satellitenbilder verwendet. In einem Hybrid-GIS können Siedlungen beispielsweise als Flächenobjekte (Vektor) visualisiert werden, während zusätzliche Informationen wie Luftbilder in Rasterform eingebunden sind. Beide Datenformen werden gemeinsam genutzt und analysiert (vgl. Bill, 2016, S. 34–35).

Wie bereits beschrieben, fungiert ein GIS als eine ineinandergreifende Disziplin von Datentypen. Sachdaten nehmen in diesem Zusammenspiel die Rolle der Attribute ein. Sie beleuchten die darzustellenden Inhalte unter dem Blickwinkel einer speziellen Thematik. Nummern, Texte, Codierungen oder Namen sind hierfür Beispiele. Wenn eine neue Brücke errichtet wird, und dafür flächenhafte Signaturen in Form von Vektordaten ins GIS eingespielt werden, wären hierfür folgende Attribute die Sachdaten:

Objekt: Brücke Neu

Sachdaten: Typ der Einrichtung (Infrastrukturbau), räumliche Ausdehnung, Namen, Koordinaten, Nutzungszwecke.

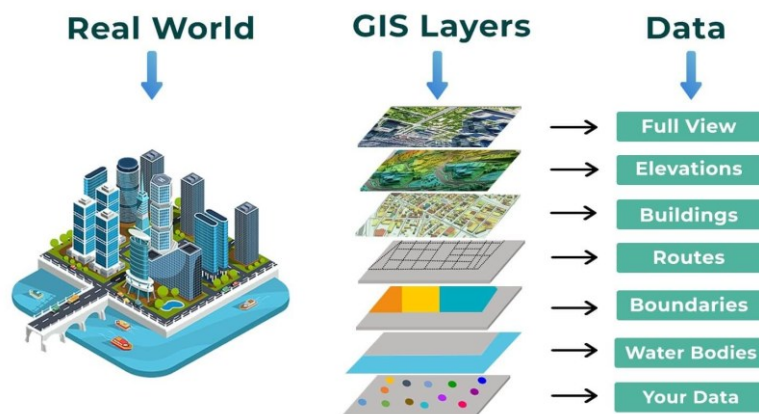


Abbildung 2: Hybrid GIS-Kombination (Educba, 2025)

2.1.2 Anwendungsgebiete von GIS

Die Anwendungsbereiche, wo Geoinformationssysteme eingesetzt werden, weiten sich ständig aus. In immer mehr Branchen werden firmeninterne GIS-Methoden angewandt. Raumbezogene Daten nehmen dabei eine immer wichtigere Bedeutung ein. Geodaten spielen zunehmend eine zentrale Rolle für zahlreiche Entscheidungsprozesse, sei es in der Stadt- und Verkehrsplanung, in der Umweltforschung, bei Infrastrukturprojekten, im Katastrophenmanagement oder im Geo-Marketing. Durch die Möglichkeit, räumliche Zusammenhänge sichtbar zu machen, und damit komplexe Datenmengen intuitiv zu analysieren, bieten GIS-Lösungen einen entscheidenden Vorteil gegenüber traditioneller Nutzung von Geoinformationen.

Es können fünf Unterkategorien für die Anwendung von GIS definiert werden:

➤ Landinformationssysteme

Sie werden in der Regel für Katasterplanungen und Vermessungsplanungen eingesetzt. Allgemein sind diese Systeme sehr präzise und erfordern eine ständige, teils automatisierte Aktualisierung der Daten. Dateien verschiedenster Parteien werden ins GIS eingepflegt. Meist sind diese Datenstrukturen wenig attribuiert und unterliegen bestimmten Hierarchien. Beispielsweise findet bei der Datenpflege des österreichischen Liegenschaftskatasters ein ständiger Austausch und eine Interaktion von einfließenden Daten statt. GIS stellt dabei die Umgebung für Veränderungen/Erneuerungen bereit, und wird von Gemeinden, Behörden, PlanerInnen, bis hin zu ImmobilienmaklerInnen als Werkzeug genutzt.

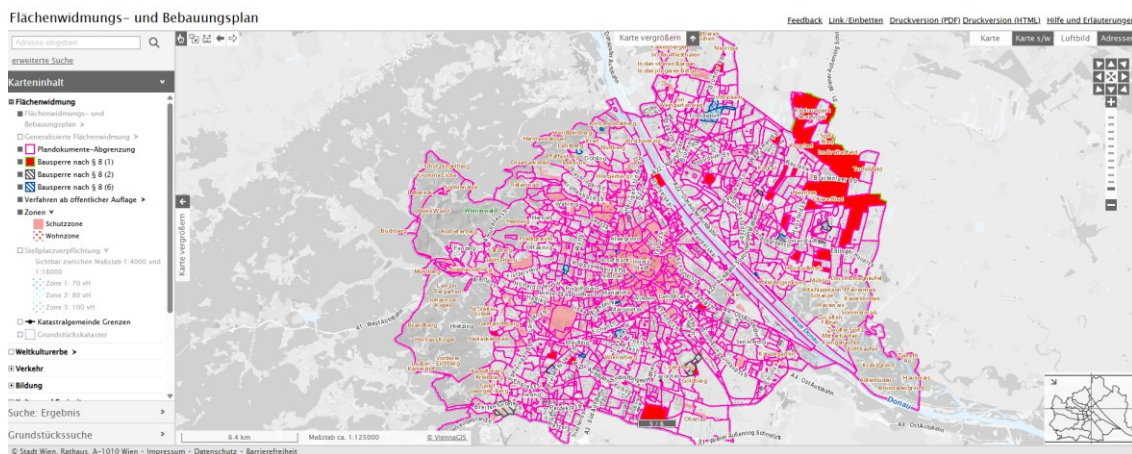


Abbildung 3: Flächenwidmungs- und Bebauungsplan Stadt Wien (Stadt Wien, 2025)

➤ Rauminformationssysteme

werden in zwei Hauptgebiete unterteilt.

Sogenannte Planungsinformationssysteme können von unterschiedlichen Disziplinen genutzt werden. Ein Beispiel für die Nutzung von Planungsinformationssystemen ist der Planungsprozess von einem Renaturierungsprojekt einer Gemeinde in Österreich. RaumplanerInnen, PolitikerInnen und NaturschützerInnen und dazugehörige FachplanerInnen, wie Verkehrs- und PflanzenexpertInnen oder BürgerInnen wirken am Projekt mit. Die unterschiedlichen Anforderungen aller Projektbeteiligten an das verwendete GIS sind unterschiedlich und führen dazu, dass im GIS eine Hierarchie benötigt wird. Die während des Projektablaufes erfassten und entstandenen Daten werden schließlich, hierarchisch geordnet, im GIS fusioniert. Ableitungen und Analysen bieten Raum für einen ständigen Austausch. Alle am Projekt Beteiligten können damit eingebunden werden, unterschiedliche Szenarien lassen sich simulieren, bewerten und transparent kommunizieren. Das GIS dient dabei als zentrale Plattform, um raumbezogene Entscheidungsprozesse nachvollziehbar, datenbasiert und effizient zu steuern.

Statistische Informationssysteme beinhalten die Basisdaten für hierarchisch organisierte Datenstrukturen. Als Beispiel sei hier die Postleitzahl für Innsbruck genannt. Die Zahl 6020 beinhaltet raumgebundene, statistische Informationen über die ihr zugeordnete, Stadt Innsbruck, über den Bezirk Innsbruck, das Bundesland Tirol und der Staat Österreich. Statistische Informationssysteme werden auch als nicht graphische Systeme bezeichnet. Im aufgezeigten Beispiel ist eine vierstellige Nummer die Basis für weitere statistische. Die Zahl 6020 kann unkompliziert in ein GIS eingetragen werden und beinhaltet je nach Anwendung wesentliche Informationen. Diese statische GIS-Daten sind oftmals öffentlich zugänglich, und können einfach benutzt werden.

➤ Umweltinformationssysteme

Sie werden vorteilhaft dafür angewandt mithilfe von raumbezogenen Daten komplexe Prozesse zu visualisieren. Landwirtschaft, Industrie, Verkehr oder auch die Stadtplanung profitieren von detaillierten 3-D Modellen. Als Beispiel kann die Schadstoffausbreitung einer neuen, geplanten Industrieanlage visualisiert werden. StadtplanerInnen oder UmweltschützerInnen können Zusammenhänge visuell erkennen, mögliche umweltrelevante Folgen ableiten, und sich danach in den aktiven Entscheidungsprozess datenbasiert einbringen.

Der Begriff Umweltmonitoring leitet sich ebenfalls aus den Umweltinformationssystemen ab und findet immer breitere Anwendung. Als Beispiel kann hier die Beobachtung des Rückganges von Gletschern genannt werden. Mit Fernerkundungsmethoden werden über einen gewissen Zeitraum

hochauflösende Bilder erstellt. Im GIS werden alle aus den Bildern ableitbaren Parameter zusammengefügt. So bietet sich eine neue Basis für weitere Entscheidungen. Allgemein haben Umweltinformationssysteme immer einen hohen Visualisierungsgrad. Ein Austausch von unterschiedlichen, interdisziplinären Themengebieten kann stattfinden. Szenarien wie beispielsweise „Was wäre, wenn die Winter in Österreich zunehmend milder und die Sommer immer heißer werden?“ werden auf GIS basierend analysiert. GIS dient dabei als zentrale Schnittstelle zur Verarbeitung und Auswertung dynamischer Klimadaten.

➤ Netzinformationssysteme

Sie werden allgemein bei Fragestellungen im Ver- und Entsorgungsbereich angewandt. Das GIS dient zur Verwaltung und Dokumentation von Daten, die für den Betrieb von Netzen relevant sind. Die Planung oder Visualisierung von Energieversorgungs-, Wasserversorgungs- oder Abfallwirtschaftssystemen können als Beispiele genannt werden. Die Nutzung von raumbezogenen Daten beschleunigen und vereinfachen in diesen Branchen Projektabwicklungen. Oft verfügen Behörden, Unternehmen oder Institutionen über eigene GIS-Abteilungen, die für die Pflege, Nutzung und Aktualisierung von Raumdaten zuständig sind. Wenn beispielsweise BürgerInnen Probleme im Bereich der Wasserversorgung melden, können GIS-Spezialistinnen mit Hilfe von Geodaten in Netzinformationssystemen auf Ursachen schließen. Weitere Anwendungen sind unter anderem die Erstellung von fundierten Planungsgrundlagen und die Erstellung präziser Statistiken (vgl. Bill, 2016, S. 663–711).

Abschließend haben sich in den vergangenen Jahrzehnten einige spezielle Anwendungen von Geoinformationssystemen entwickelt. Beispiele dafür sind: GIS im Transportwesen, GIS im Schienen- oder Luftverkehr, GIS in der Logistik, GIS in nautischen Anwendungen, GIS im Marketing, GIS im Bauwesen, GIS im Ressourcenmanagement, GIS in der Telekommunikation, GIS im Gesundheitswesen. Diese Aufzählung verdeutlicht, wie vielfältig und branchenübergreifend GIS-Technologien aktuell eingesetzt.

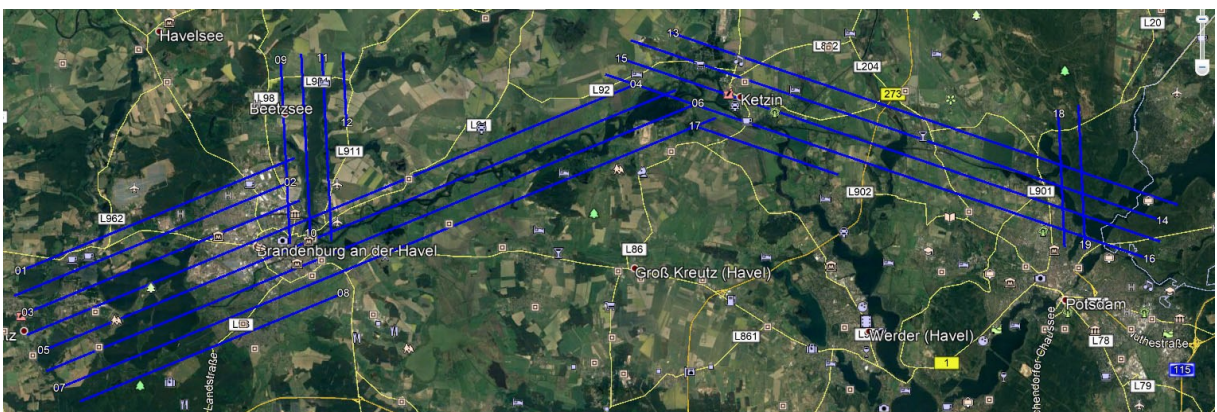


Abbildung 4: GIS-Einsatz in der Flugplanung (Geoplana, 2025)

2.1.3 Aktuelle Trends und Entwicklungen

Wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, werden Geoinformationssysteme in immer mehr Anwendungen und Branchen eingesetzt. Mit dem Fokus auf GIS im Bauwesen werden im Folgenden einige technologische Tendenzen und Neuerungen aufgezeigt.

„**Web-GIS** ist alles, das sich Internet-Technologien bedient und mit dem sich räumliche Informationen darstellen, verteilen und bearbeiten lassen“ (Seip et al., 2017, S. 35). Viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Geoinformationssystemen haben sich in den letzten Jahrzehnten ergeben:

- Durch eine sehr große Nutzerzahl erreicht Web-GIS viele Personen
- Geodaten im Allgemeinen werden leichter zugänglich
- Der einfache Austausch von raumbezogenen Daten über das Internet ermöglicht neue Modellierungen und Projekte
- Software- und Lizenzkosten fallen meist gering aus oder sind kostenlos

Ähnlich dem vier Komponenten Modell aus Kapitel 2.1.1 können die Web-GIS Funktionen in sechs Schritte eingeteilt werden:

1. Präsentieren
2. Analysieren
3. Gestalten
4. Vergleichen
5. Berechnen
6. Abfragen

Man kann feststellen, dass es sich dabei um eine Spezialisierung der grundlegenden GIS-Funktionen handelt. Alle Daten müssen in ein Internetprotokoll (IP) übertragen werden. Beispielsweise möchte eine Stadtverwaltung mit RaumplanerInnen ein neues Projekt zur Neugestaltung von Grünflächen in einem bestimmten Bezirk organisieren. Ein sogenanntes Web-GIS-Portal wird eingerichtet. Auf diesem Portal können alle Interessierten (anonym) auf interaktiven Karten ihre Ideen, Vorstellungen oder Wünsche (Spielplätze, Sportmöglichkeiten, Hundezonen, etc.) einzeichnen und direkt mit den Projektverantwortlichen teilen. Außerdem können Fotos oder Verbesserungsvorschläge von bestehenden Grünflächen der interaktiven Karte zugeordnet werden. Aus den eingepflegten Fotos können im Anschluss Pläne für neue Grünflächen entstehen und Umsetzungsschritte diskutiert werden. Im Web-GIS-Portal können anschließend konkrete

Planungsergebnisse an die BürgerInnen herangetragen werden. Der Gesamtaufwand ist gering, die Reichweite jedoch groß (vgl. Seip et al., 2017, S. 433).

Der Begriff **Open Data- Open Source** gewinnt immer mehr an Bedeutung. Dabei handelt es sich um kostenlose und lizenzfreie GIS-Lösungen für den täglichen Alltagsgebrauch. Über offene Internetportale wie beispielsweise data.gv.at (für Österreich) können Geo-Daten gratis genutzt und im GIS weiterverarbeitet werden. Weit verbreitet ist die Software **QGIS**. Sie unterstützt zahlreiche Dateiformate, und bietet eine Umgebung für Plugins. Kartenanalyse, Geodatenbearbeitung und Visualisierung sind von vielen NutzerInnen täglich in Verwendung. Im Web-GIS hat sich das Programm **Leaflet** etabliert. Interaktive Webkarten können schnell und einfach erstellt werden. Es basiert auf der Programmiersprache Javascript und wird auch für mobile Karten, wie von Smartphoneanwendungen genutzt, angewandt (vgl. Seip et al., 2017, S. 387).

Für **Mobile Geoinformationssysteme** grundsätzlich festzuhalten, dass es mittlerweile durch die leistungsfähigen Software-Applikationen möglich ist, komplexe Datenstrukturen in vereinfachter Form auf Smartphones oder Feldcomputer zu übertragen. Für die Datenerfassung direkt im Feld können diese Software-Applikationen alle relevanten Informationen einbringen und somit große Prozessbeschleunigungen für das finale GIS erzielen. Mobilfunknetze und GNSS-Empfänger werden immer genauer. Durch einen wachsenden Markt an NutzerInnen und der Vergrößerung der damit verbundene Zielgruppe der Geodaten-Interessierten, wird der Bedarf an einfach zugreifbaren und leicht zu bedienenden GIS-Daten immer umfangreicher. Mit Software wie **ArcGIS Pro** können die Rahmenbedingungen für ein GIS von dessen NutzerInnen erstellt und definiert werden, und mit passender Applikation wie **ArcGIS Field Maps** können präzise Daten im Feld gesammelt und in dieses Web-GIS eingespielt werden (vgl. Bill, 2016, S. 144).



Abbildung 5: Mobiles GIS-Datenerfassung (AGS GIS, 2025)

Nach (Li et al., 2019) sind **Real Time GIS** Anwendungen jene, die Geodaten in Echtzeit erfassen, verarbeiten, analysieren und visualisieren. Neue Möglichkeiten ergeben sich aus dieser Technologie vor allem durch die Verfügbarkeit kontinuierlicher Datenströme. Die kontinuierlichen Datenströme können weiterverwendet werden. Anwendungen dafür

sind das Live-Tracking in der Logistik oder für die Frühwarnung vor Naturgefahren. So kann beispielsweise ein Waldbrand von Betroffenen per Smartphone an die Behörden gemeldet werden. Die eingehenden Daten werden automatisiert verarbeitet und in Karten integriert. Die Lage und Ausbreitung des Waldbrandes werden aktuell erfasst, um gezielte Maßnahmen einzuleiten. Eine Visualisierung in Echtzeit hilft dabei, Informationen gezielt an die Bevölkerung oder Einsatzkräfte weiterzugeben.

Der Begriff **3D-GIS** wird häufig mit Web-GIS in Verbindung gebracht. Durch Softwarelösungen wie ArcGIS oder QGIS ist die dreidimensionale Darstellung eines Geoinformationssystems möglich. Das ist für bestimmte Branchen von großer Bedeutung. Im Bauwesen, bei der Projektierung von komplexen Infrastrukturenprojekten, helfen diese Visualisierungen das Planungsgebiet mit Höhen, Breiten und Tiefen anschaulich darzustellen. Erdschichten oder Bohrprofile können ebenfalls in ein 3D-GIS eingearbeitet und damit dargestellt werden.

Der Begriff des **digitalen Zwillings** leitet sich aus 3D GIS ab. Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines realen Objekts, (oder auch Systems oder auch Prozesses), das durch kontinuierliche Datenströme (manchmal in Echtzeit) aktualisiert wird, um sein Verhalten, seine Leistung und seinen Zustand simulieren und analysieren zu ermöglichen. Häufig werden digitale Zwillinge im Bauwesen, für touristische Zwecke oder in der Stadtplanung verwendet. Speziell für 3D-Objekte hat sich das Dateiformat CityGML für die Anwendung bei digitalen Zwillingen etabliert. Vorteile dabei sind die einfache Datenausgabe oder die Möglichkeit, den Detaillierungsgrad des untersuchten Objekts einzustellen bzw. zu verändern (vgl. Hamza and Chmit, 2022, S. 1).

Geoinformationssysteme sind in der Lage mit **Big Data** raumbezogene Daten zu analysieren oder zu modellieren. Big Data bezeichnet große, komplexe und schnell wachsende Datenmengen (Volumen, Geschwindigkeit, Vielfalt), die herkömmliche Datenbanken überfordern und spezielle Technologien zur Analyse benötigen. Laut (vgl. Bill, 2016, S. 559) entstehen diese großen Datensätze durch Rasterdaten wie hochauflösende Satellitenbilder, hochaufgelöste Geländevisualisierungen oder detaillierte 3D-Punktwolken. Außerdem können beispielsweise aus Mobilfunkdaten Bewegungsmuster errechnet werden. Dabei steht das eigentliche Ziel der Analyse im Fokus, da durch Big Data enorme Rechenleistungen und ein hoher Ressourcenverbrauch entsteht. Big Data hat im Geoinformationsbereich in den vergangenen Jahrzehnten einen immer höheren Stellenwert bekommen. Der Umgang mit Big Data in GIS erfordert leistungsfähige Hardware, intelligente Algorithmen und optimierte Datenstrukturen, um relevante Informationen effizient herausfiltern zu können.

Wie in vielen anderen Disziplinen eröffnet auch im Bereich der Geoinformation **Künstliche Intelligenz (KI)** neue Möglichkeiten für Prozesse, Methoden und Anwendungen. Insbesondere das wachsende Interesse an KI seitens NutzerInnen sowie die milliardenschweren Investitionen großer Technologieunternehmen haben in den letzten Jahren zu einer rasanten Weiterentwicklung des Bereichs **GeoAI** geführt. Der Begriff GeoAI beschreibt die Integration von künstlicher Intelligenz (Artificial Intelligence,

AI) mit Geodaten, raumbezogener Wissenschaft und räumlichen Technologien, was ein besseres Verständnis von Zusammenhängen und die Lösung räumlicher Probleme ermöglicht. Die Forschung in diesem Bereich ist äußerst dynamisch. Durch Erweiterungen und Plug-ins in modernen GIS-Softwarelösungen sind heute Prozesse realisierbar, die früher kaum vorstellbar waren. GeoAI kommt beispielsweise in der automatischen Objekterkennung in der Fernerkundung zum Einsatz. So können Naturkatastrophen frühzeitig erkannt werden (vgl. Paschke, 2021). **Deep-Learning-Modelle** sind komplexe neuronale Netze mit vielen Schichten, die selbstständig Muster in großen Datenmengen erkennen und lernen, ohne explizit programmiert zu werden. Sie sind der Kern moderner KI für Aufgaben wie Bild-, Sprach- und Texterkennung. Deep-Learning-Modelle werden ständig automatisiert weiterentwickelt, um immer präziser agieren zu können. Automatische räumliche Analysen, wie die Beobachtung und Darstellung von Hochwasserereignissen oder Verkehrsflüssen können mithilfe von GeoAI berechnet werden. Eine weitere Anwendung ist die Bewertung, Analyse und Kategorisierung von Immobilien. Die KI fusioniert alle relevanten Einflussfaktoren von und auf Immobilien, und errechnet innerhalb kurzer Zeit relevante Kenndaten von Immobilien (vgl. Puengdang et al., 2023, S. 1).

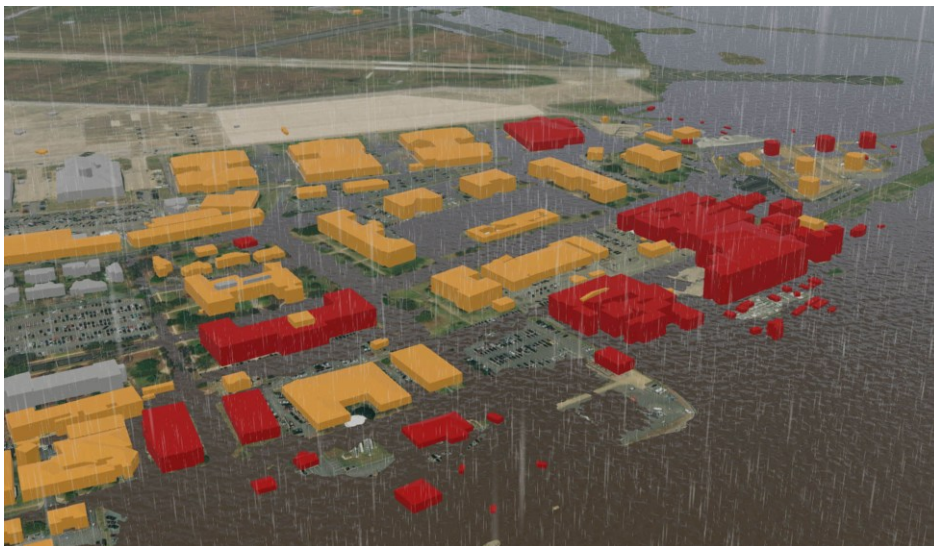


Abbildung 6: GEOAI Erkennung Starkregenereignis (ESRI, 2025)

2.2 Building Information Modeling (BIM)

2.2.1 Definition und Grundlagen

Laut (vgl. Borrman et al., 2021, S. 5) kann Building Information Modeling wie folgt definiert werden: „Unter einem Building Information Modeling (BIM) versteht man ein umfassendes digitales Abbild eines Bauwerks. Es enthält typischerweise eine dreidimensionale Geometrie der einzelnen Elemente des Bauwerks in einem definierten Detaillierungsgrad. Darüber hinaus umfasst es auch nicht-physische Objekte, wie z.B. Räume oder Zonen, sowie eine hierarchische Projektstruktur. Diese Objekte sind typischerweise mit einem definierten Satz semantischer Informationen verbunden, wie z.B. dem Komponententyp, den Materialien, den technischen Eigenschaften sowie den Beziehungen zwischen den Komponenten und anderen physischen oder logischen Einheiten.“ Ein BIM kann dazu verwendet werden ein Bauwerk mit digitalen Softwarewerkzeugen zu erstellen, zu ändern oder zu verwalten. Dieses erschaffene digitale Modell kann über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks relevante Informationen liefern und in weiterer Folge zur Planung, Ausführung oder Bewirtschaftung dienen. Neue Arbeitsmethoden sowie transparente Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten ermöglichen ein „Digitales Planen und Bauen“. Als gemeinsame Methode fördert BIM insbesondere die modulare Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen innerhalb eines gemeinsamen, zentralen Datenmodells. Abbildung 7 zeigt in fünf Kategorien einen typischen Kreislauf. Nicht jeder dieser Schritte kommt bei der Anwendung von BIM in der Baubranche zu Einsatz, allerdings zeigt es gut, wie eine Zusammenarbeit stattfinden kann (vgl. Borrman et al., 2021, S. 5).



Abbildung 7: Building Information Modeling Kreislauf (Borrman et al., 2021, S. 5)

Nach der allgemeinen Einführung in BIM müssen zunächst einige wichtige Fachtermini definiert werden.

Little Bim beschreibt die fachspezifische Anwendung der Building Information Modeling (BIM)-Methode innerhalb einer einzelnen Disziplin oder eines einzelnen Büros, z.B. nur bei Architekten oder Ingenieuren, ohne umfassenden Datenaustausch mit anderen

Projektbeteiligten. Es werden bei dieser Insellösung, nur einzelne Fachdisziplinen bedient. Beispielsweise wird in der Bauplanung nur die Kostenermittlung eines Projektes betrachtet. Es können zwar alle Beteiligten des Planungsprozesses auf Daten, die Kosten des Projekts betreffend, Einfluss nehmen (z.B. auf diese zugreifen oder mit ihnen kalkulieren), eine gesamtheitliche BIM Lösung kommt bei diesem Projekt nicht zur Anwendung.

Big BIM steht im Gegensatz zu Little BIM dafür, eine integrierte, ganzheitliche Anwendung zur Verfügung zu stellen. Alle an diesem BIM beteiligten Fachdisziplinen verwenden das gleiche Dateiformat und können somit am digitalen Zwilling gleichzeitig interagieren. Alle Informationen werden in einem zentralen digitalen Gebäudemodell zusammengeführt, vernetzt und können geteilt werden, um Effizienz im Planungs- und Nutzungsprozess eines Gebäudes zu steigern oder um Fehler frühzeitig zu vermeiden. Im Gegensatz zu "Little BIM", das oft nur einzelne Bereiche oder Phasen eines Projektes betrachtet, ermöglicht Big BIM die Koordination von allen am Planungsprozess Beteiligten und Facility Management in einem gemeinsamen digitalen Raum, was die Qualität und Effizienz von der Planung bis zum Betrieb sichert.

Closed BIM wird derzeit überwiegend angewandt. Gemeint damit ist, dass alle Projektbeteiligten an einem Datenmodell mit einer Software arbeiten, um so ein zentrales Bauwerksmodell zu erarbeiten und Daten über definierte Standards bzw. Formate (also nicht über offene Standards) auszutauschen. Dies ermöglicht eine scheinbar reibungslose Koordination bei der Erstellung des BIM, schränkt aber die Wahl der Werkzeuge ein und macht abhängig von Softwareherstellern.

Open BIM ist ein zukunftsorientierter Ansatz, bei dem unterschiedliche Softwarelösungen und Dateiformate in einem Projekt zusammenwirken können. Das finale Modell wird dann aus allen Fachbereichen zusammengeführt. Wichtig dabei ist zu erwähnen, dass Open BIM ein herstellerunabhängiger Ansatz für das Building Information Modeling ist, der auf offenen Standards wie IFC basiert, um den nahtlosen, softwareübergreifenden Datenaustausch zwischen allen Projektbeteiligten (Architekten, Ingenieuren, Bauleitern etc.) zu ermöglichen, wodurch die Zusammenarbeit über den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts verbessert wird. Ein zentrales Element für den Austausch ist das Format IFC (Industry Foundation Classes). Es ermöglicht einen standardisierten, verlustfreien Transfer von Gebäudeinformationen, Bauteildaten und weiteren relevanten Informationen (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2022).

Wie in vielen anderen Bereichen von Forschung und Entwicklung ist im Bauwesen seit geraumer Zeit der Trend zur Digitalisierung in der ganzen Branche erkennbar. Durch die Möglichkeit des raschen Datenaustausches und hohe Leistungsfähigkeiten von Hardware und Software, wurden Möglichkeiten geschaffen, Projekte nach neuen Prinzipien und unter Anwendung neuer Abläufe, abzuwickeln.

Ein Beispiel eines typischen Arbeitsablaufes eines Bauprojektes soll aufzeigen, wie BIM genutzt werden kann, um neue Möglichkeiten der Projektbearbeitung zu schaffen.

Zu Beginn eines Bauprojekts erfolgt im Regelfall eine Entwurfsplanung des Architekten, die auf den Vorstellungen des Bauherrn basiert und architektonische bzw. konstruktive Gesichtspunkte berücksichtigt. Mithilfe von CAD-Systemen werden, die für Bewilligungsverfahren und die Ausführung notwendigen technischen Baupläne und Konstruktionszeichnungen erstellt. Auf deren Grundlage können die erforderlichen Bauleistungen kalkuliert, Massen bestimmt und Kosten ermittelt werden. Kommt es im weiteren Verlauf des Planungsprozesses zu Änderungen, müssen auch die betroffenen technischen Zeichnungen und Berechnungen (etwa für Statik oder Haustechnik, etc.) entsprechend angepasst werden. Bei herkömmlich geplanten Bauvorhaben sind solche Änderungen oft mit erheblichem Arbeits- und Koordinationsaufwand zwischen den beteiligten Fachplanern verbunden und erfolgen Schritt für Schritt.

BIM will diesen linearen Verlauf verändern. Durch das gleichzeitig, koordinierte Planen, Bearbeiten und Gestalten an einem virtuellen Modell, beschleunigt diese Methode die herkömmliche Arbeitsweise. Durch geeignete BIM Software und die damit verbundenen digitalen Abläufe in der Bauwerksplanung ist Building Information Modeling als nächster, die Zukunftweisender Schritt, aufzufassen. Betont werden muss, dass die Erstellung eines das Bauwerk konsequent abbildenden BIM mit großem Planungsaufwand verbunden, komplex zu erstellen und kostenintensiv ist (vgl. ib-data GmbH, 2015)

Im internationalen Vergleich hat sich BIM unterschiedlich stark etabliert. In einigen Staaten wird das Arbeiten mit BIM stark gefördert in anderen Staaten findet es bisher kaum oder keine Anwendung. Gründe für diese Entwicklung sind gesetzliche Voraussetzungen oder unterschiedliche Rahmenbedingungen der Bauindustrie unterworfen ist. Beispielsweise müssen in Singapur alle Bauprojekte schon seit 2016 ein BIM-gestütztes Verfahren durchlaufen, um bewilligt zu werden. Dadurch wird BIM bei allen Bauprojekten angewandt. Auch in den USA ist ein starkes Wachstum von 45 % in den vergangenen 3 Jahren von auf BIM basierenden Projekten feststellbar. (Stand 2021). Rund 74 % aller Bauunternehmen und Architekten in den USA wenden die BIM-Methode an. In Europa sind die skandinavischen Staaten wie Dänemark, Norwegen und Finnland Vorreiter bei der Anwendung von BIM im Planungsprozess. Nationale BIM-Richtlinien regeln deren Anwendung bei Bauvorhaben in diesen Ländern. In asiatischen Ländern wie Korea, Vietnam und Japan ist BIM zwar bekannt, wird aber von weniger als 5% der BauunternehmerInnen angewandt. Es etabliert sich in diesen Staaten kaum und wird bislang wenig akzeptiert. Ebenso wird BIM in Osteuropa zwar angewandt, vorrangig bei Großprojekten (Wirtschaftskammer Österreich, 2021).

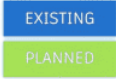


Abbildung 8: Staatenüberblick BIM Stand 2021 (Autodesk, 2025)

In Österreich wird BIM vor allem von größeren Unternehmen wie STRABAG, Swietelsky oder Voestalpine eingesetzt. Auch in der ÖNORM A 6241-2 („Digitale Bauwerksdokumentation“) findet BIM immer mehr Einzug und bildet die nationale Grundlage für dessen Anwendung. Eine BIM-Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation aus dem Jahr 2022 untersuchte die Anwendung des Austauschformats IFC, sowie die Beschleunigung von Planungsprozessen und Ausführungsprozessen durch die BIM-Methode in Österreich. Nur 6 % der befragten Fachleute gaben an, dass die Erstellung von Digitalen Zwillingen vom Gesetzgeber vorgeschrieben werden sollte. 2,6 % der Befragten tauschen projektbezogene Dateien mittels IFC aus. Außerdem gaben 59 % der Befragten an, dass die Schnittstellenprobleme im Planungsprozess aufgrund unterschiedlich eingesetzter Software bislang nicht verbessert wurden. Diese Studie, beauftragt von der Kammer für ZiviltechnikerInnen, ArchitektInnen und IngenieurInnen, zeigt auf, dass BIM in Österreich bislang zwar angewendet wird, die Bereitschaft und Anwendung aber noch nicht voll etabliert ist. Es kann behauptet werden, dass BIM im Planungs- und Bauprozess noch nicht vollkommen verankert ist. Trotzdem zeigen Studien und Fachartikel auf, dass es in Österreichs Bauwirtschaft hier einen Aufwärtstrend hin zu Verwendung von BIM gibt. Laut einer Veröffentlichung der Wirtschaftskammer Österreich aus 2023 liegt die aktuelle Nutzung von Building Information Modeling bei 10-12% in Österreich mit wachsender Tendenz in den vergangenen vier Jahren (vgl. Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland, n.d.).

Wie bereits in Abbildung 7 ersichtlich war, kann BIM breit gefächert angewandt werden. Es wird auch für Mengen- und Kostenberechnungen verwendet, automatische Kostenschätzungen können aus den erstellten Bauwerksmodellen abgeleitet werden. Die Notwendigkeit von Nachtragsangeboten und daraus resultierenden aufwendigen

Änderungen von Kalkulationen bzw. Kostenermittlungen, soll durch Anwendungen von BIM reduziert werden. Der digitale Zwilling des Bauwerks, softwaretechnisch umgesetzt in Form einer dreidimensionalen Punktwolke, wird innerhalb und eventuell auch außerhalb eines Unternehmens an Fachabteilungen zur Detailbearbeitung weitergegeben. Fragen der Bauwerkserhaltung wie Wartung, Umbauarbeiten oder Renovierungsarbeiten können hinsichtlich Notwendigkeit, Umsetzbarkeit und technisch wirtschaftlicher Realisierung datenbasiert diskutiert und umgesetzt werden. BIM ist dabei ein entscheidender Faktor, um den Lebenszyklus eines Gebäudes in Echtzeit abbilden, kontrollieren und beurteilen zu können. Auch in der Infrastrukturplanung wie Tunnel-, Brücken-, Eisenbahn- und Straßenbau gibt es immer mehr Interessensgruppen, die Projektablaufe unter Anwendung von BIM vereinfachen und gleichzeitig beschleunigen wollen. Dafür sollen Softwareschnittstellen helfen, Daten mit Raumbezug für ortsbezogene Analysen nutzbar zu machen. Durch BIM wird die Koordination, die Ablaufplanung und die Abwicklung von Bauprojekten deutlich einfacher gemacht. Bauunternehmen, Architekten und Ingenieure arbeiten gleichzeitig am BIM, dass das Projekt modelliert, eventuell unter Anwendung der gleichen Software. Fehler in Planung aus Ausführung können so frühzeitig erkannt, korrigiert und vermieden werden. Die Kommunikation der Projektbeteiligten (eventuell auch Besprechungen in digitaler Form) finden in einem neuen Austauschformat statt. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit rückt durch BIM in den Vordergrund. Es gibt keinen linearen Prozess in der Bauabwicklung mehr, sondern einen kollaborativen Kreislauf in deren Abwicklung (vgl. Borrman et al., 2021, S. 74).

Abbildung 9 veranschaulicht die BIM Technologie anhand eines Brückenbauprojekts.

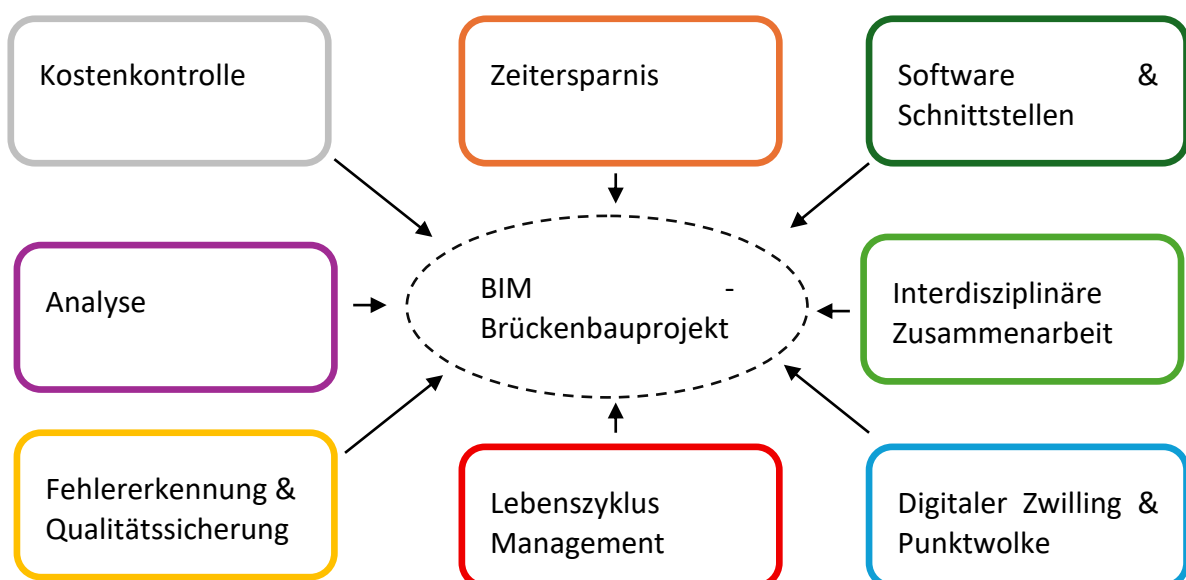


Abbildung 9: Beispiel BIM-Brückenbauprojekt (eigene Darstellung)

Bestimmte Fachbegriffe werden in den Bereichen GIS und BIM unterschiedlich verwendet. Im Folgenden wird kurz erläutert, was unter welchen Begriffen in der jeweiligen Technologie verstanden wird.

Der Begriff **Level of Detail (LoD)** wird in Bereichen wie der Computergraphik oder Geographischen Informationssystemen vielfach eingesetzt. LoD beschreibt den Detaillierungsgrad, mit denen geographische oder räumliche Informationen dargestellt, erschaffen oder gespeichert werden. Der LoD beschreibt den Detaillierungsgrad des Modelements primär aus der Sichtweise der Visualisierung. Im üblichen CityGML-Standardformat wurden in der GIS-Umgebung fünf Stufen definiert:

Level of Detail CityGML	Beschreibung
LoD 0	2D-Grundkarte oder Höhenmodell
LoD 100	Blockmodell
LoD 200	Gebäude mit Dachformen
LoD 300	Detailmodell mit Fenstern, Türen, ...
LoD 400	Innenraummodellierung

Tabelle 1: Level of Detail LoD CityGML

Die Aussagen von Tabelle 1 können beispielsweise direkt Fragen der Stadtplanung übertragen werden. Je nach Anforderung und Zielsetzung des Stadtplanungsprojektes, wird ein LoD für dieses Vorhaben definiert, und anschließend angewendet. (vgl. Bill, 2016, S. 255)



Abbildung 10: LoD Geoinformationssysteme (Georgia, 2025)

Da sich der Begriff Level of Detail nur begrenzt zur Beschreibung der Informationsreife von BIM im Kontext fortschreitender Planungsprozesse eignet, wurde der Begriff durch den Ausdruck **Level of Development (LOD)** ersetzt. LOD beschreibt den Ausarbeitungsgrad von BIM-Ausarbeitungen präziser. LOD definiert die Fundiertheit der Planung an einem bestimmten Punkt. Berücksichtigt werden dabei nicht nur

Anforderungen an die geometrische Darstellung, sondern auch an die alphanumerischen Informationen, also die Attribuierung der Bauteile.

Anhand eines Beispiels bei (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 167) wird veranschaulicht, welche Attribute ein Stahlbetonträger in den fünf LOD-Stufen aufweisen kann:

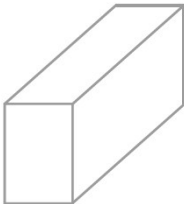
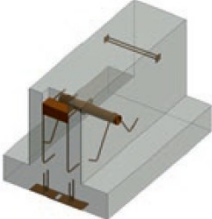
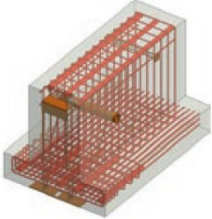
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
				
Stahlbetonträger Statisches System Breite Höhe Tiefe Position & Orientierung Aussparungen TGA-Durchlässe Bewehrung Anschlüsse Hersteller	Stahlbetonträger Statisches System Breite Höhe Tiefe Position & Orientierung Aussparungen TGA-Durchlässe Bewehrung Anschlüsse Hersteller	Stahlbetonträger Statisches System Breite Höhe Tiefe Position & Orientierung Aussparungen TGA-Durchlässe Bewehrung Anschlüsse Hersteller	Stahlbetonträger Statisches System Breite Höhe Tiefe Position & Orientierung Aussparungen TGA-Durchlässe Bewehrung Anschlüsse Hersteller	Stahlbetonträger Statisches System Breite Höhe Tiefe Position & Orientierung Aussparungen TGA-Durchlässe Bewehrung Anschlüsse Hersteller
Farbcodierung: Unbestimmt Schätzung / Vordimensionierung Endgültig / Fixiert				

Abbildung 11: Level of Development Beispiel Stahlbetonträger
(Borrmann et al., 2021, S. 167)

Wichtig ist zu erwähnen, dass der Begriff Level of Development (LOD) bei BIM aus zwei Termini zusammengeführt wird. **Level of Geometry (LOG)** und **Level of Information (LOI)** ergeben zusammen den finalen Begriff LOD. Je nach Projekt und Zielsetzung werden diese Parameter herausgearbeitet und fachgezielt eingesetzt.

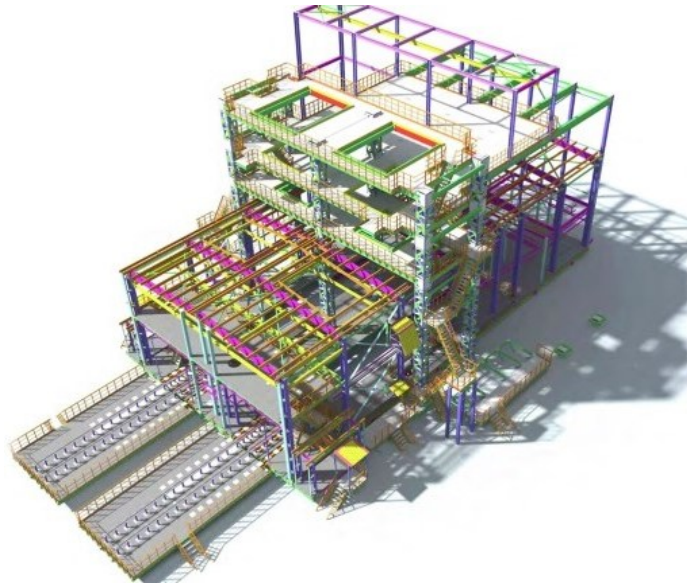


Abbildung 12: BIM LoD 400 (Ach ZT, 2025)

Ein konkretes Praxisbeispiel zu LOD könnte ein Infrastrukturprojekt für die Errichtung einer neuen Straßenbrücke sein. Es wurden in früheren Planungsphasen für die Modellierung der Brückenpfeiler ein Volumenmodell (LOD) mit Basisinformationen wie dem Bauteiltyp und den ungefähren Abmessungen (LOI) verwendet (zum Beispiel LOD 200). Zu diesem Projektzeitpunkt war es noch nicht notwendig, detaillierte Bewehrungspläne oder Herstellerangaben für die Brückenpfeiler zu modellieren, um die Datenmenge gering zu halten. Erst in der Ausführungsplanung wurden die Brückenpfeiler um exakte Geometrie, Bewehrungsdetails sowie eine vollständige technische Attribuierung ergänzt (zum Beispiel LOD 400). Je nach Projektphase und Zielsetzung kann durch die gezielte Steuerung von LOG, LOI und dem daraus resultierenden LOD eine erhebliche Reduzierung von überflüssiger Datenkomplexität, und somit auch der Kosten für die Projektierung, erreicht werden, ohne den Planungsfortschritt zu behindern (vgl. Borrman et al., 2021, S. 168–170).

Level of Information Need (LOIN), eingeführt durch ISO 19650-1, ist ein zielgerichteterer Ansatz, der nur die wesentlichen geometrischen und semantischen Daten spezifiziert, die für einen bestimmten Zweck erforderlich sind. Diese Datenstruktur hilft, unnötige Datenredundanz und Komplexität zu vermeiden, wodurch Genauigkeit und Rechenleistung verbessert werden. LOIN berücksichtigt Zweck, Zeitpunkt, beteiligte Akteure und organisatorische Gliederung für die Informationsbereitstellung (vgl. Stefano, 2022).

Die Definition des geeigneten LOD/LOIN ist für den Datenaustausch entscheidend, um Informationsverluste oder übermäßige Detaillierung während der Konvertierung von BIM nach GIS zu verhindern. Zum Beispiel kann die Konvertierung eines hochdetaillierter BIM in das Format CityGML zu einem erheblichen Verlust an geometrischen und semantischen Informationen führen, wenn sie nicht sorgfältig durchgeführt wird.

Die Herausforderung besteht darin, genau die richtige Menge an Informationen zu identifizieren, die notwendig ist, um Gebäudemodelle im GIS korrekt abzubilden. Die zu übertragenen Informationen zeigen die Verlagerung von LOD (Level of Development, Fokus auf Detail des Objekts) zu LOIN (Level of Information Need, Fokus auf Detail erforderlich für einen Zweck). Dies bedeutet, dass ein hoher LOD-BIM Faktor allein nicht ausreicht; die Daten müssen relevant und strukturiert für die GIS-Integration sein. Übermäßige Detaillierung kann zu nutzlosen Dateigrößen, höherem Rechenaufwand und einer Behinderung des Datenaustauschs führen (vgl. Triantafyllidis et al., 2025, S. 2).

Umgekehrt führt eine unzureichende Detaillierung der Gebäudemodelle zu Ungenauigkeiten in deren Abbildung im GIS. Dies erfordert die Zusammenarbeit zwischen BIM- und GIS-Teams, um sowohl Datenüberflutung als auch Datenmangel zu vermeiden. Es ist sicherzustellen, dass die richtigen Informationen effizient erfasst und mit dem richtigen Detaillierungsgrad übertragen werden.

2.2.2 Potenziale von BIM im Bauwesen

Die Möglichkeiten durch die Anwendung von BIM werden anhand von zehn Vorteilen und praxisnahen Beispielen aufgezählt.

- Detaillierte Visualisierung
- Höhere Planungsqualität
- Allgemeine Kostensenkung
- Optimierte Baustellenlogistik
- Effizienzsteigerung
- Intensive Zusammenarbeit der Gewerke
- Eindeutige Echtzeitdaten
- Automatische Fehlerprüfung
- Nachhaltigkeits-Simulationen
- Facility Management (FM)

BIM bietet im Bauwesen vielfältige neue Möglichkeiten und verbessert traditionelle Planungs- und Bauprozesse deutlich. Die detaillierte Visualisierung ermöglicht eine anschauliche und realitätsnahe Darstellung von Bauprojekten. Durch die allgemein höhere Planungsqualität und die automatische Fehlerprüfung (Clash Detection) werden Planungsfehler frühzeitig erkannt und beseitigt. Projektbasierte Mengenermittlungen und Kostenanalysen können zu einer allgemeinen Kostensenkung führen. Die optimierte Baustellenlogistik, dank 4D-Simulationen, verbessert die Material- und Ablaufplanung. BIM fördert zudem die Zusammenarbeit der Gewerke, da eine zentrale Datenbasis allen Projektbeteiligten jederzeit aktuelle und konsistente Informationen liefert. Die Nutzung von Echtzeitdaten erhöht die Transparenz am Projekt. Zusätzlich ermöglichen Nachhaltigkeitssimulationen energieeffiziente und ressourcenschonende Bauweisen.

2.2.3 Aktuelle Trends und Entwicklungen

In den vergangenen Jahren haben sich rund um Building Information Modeling einige neue Bereiche etabliert, die BIM abseits des Bauwesens möglichst zielorientiert anwenden. Mithilfe von effektiver Software findet BIM immer mehr Anwendung und Akzeptanz in Bereichen, die mit dem Bauwesen verwandt sind. So ist BIM mittlerweile ein häufig angewandte Instrumentes für Elektro-, Installations- und Haustechnikplanungen.

In der Bauprozessautomatisierung wird laut (Mohamed et al., 2024) Robotik, 3D-Druck und KI durch BIM enorm beschleunigt. Mittels Augmented Reality und Virtual Reality können virtuelle Begehung von Projekten und Umbauarbeiten mithilfe von BIM ermöglicht werden. Die gesamte Bauwerksstruktur kann virtuell simuliert werden (vgl. Wang et al., 2013, S. 2).

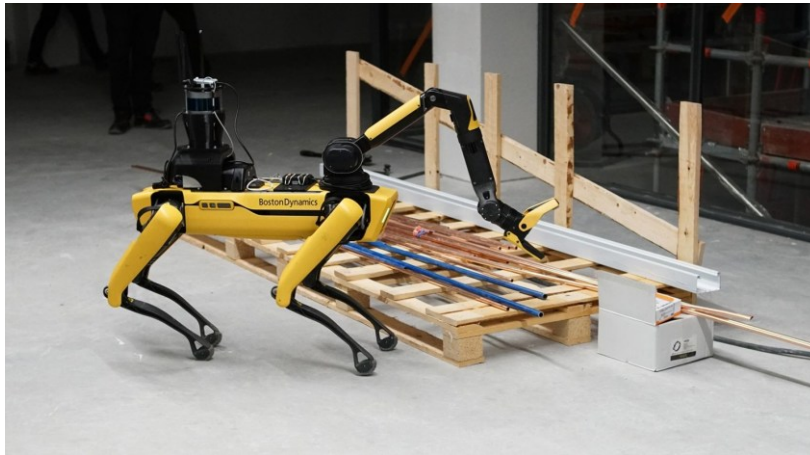


Abbildung 13: BIM Robotik (Kaarwan, 2025)

Künstliche Intelligenz (KI) wird durch Investitionen und zunehmende Forschung im Bereich Building Information Modeling unterstützt. Dadurch eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für die Automatisierung und Optimierung von Bauprozessen. Machine-Learning-Techniken unterstützen nicht nur die automatische Fehlererkennung und Qualitätskontrolle innerhalb von BIM, sondern ermöglichen auch die Analyse großer Datenmengen. Kosten, Bauzeitpläne und den Ressourcenbedarf können vorhergesagt werden. KI-basierte Algorithmen werden zudem zunehmend eingesetzt, um Fehlannahmen in der Projektierung, Ablaufplanung und Umsetzung von Bauvorhaben frühzeitig zu erkennen und Entscheidungsprozesse durch datengetriebene Simulationen zu verbessern. Dies führt zu einer effizienteren und kostengünstigeren Projektabwicklung. Es wird davon ausgegangen, dass KI und BIM in den kommenden Jahren eine rasante Entwicklung durchlaufen werden (vgl. Anganeh and Bagheri, 2024, S. 18).

Die Verknüpfung von BIM mit anderen Disziplinen und Techniken ermöglicht neue Denkweisen und kann auf unterschiedlichste Weise praktiziert werden. Die Interoperabilität zwischen GIS und BIM wird in Kapitel 2.4 näher beleuchtet. In den vergangenen Jahren haben sich neue Möglichkeiten für die Anwendung von BIM, beispielsweise im Facility Management, eröffnet. Mithilfe des BIM eines Gebäudes können Wartungs- und Sanierungsarbeiten frühzeitig erkannt und gezielter als bislang durchgeführt werden. So kann beispielsweise bei defekter Haustechnik direkt am BIM erkannt werden, wo die Schadensursache liegen könnte. BIM hilft dabei den Lebenszyklus eines Bauwerks in Echtzeit zu verwalten. Digitale Gebäudemodelle müssen dafür bei Veränderungen an Bauwerken aktualisiert werden.

Eine weitere Schnittstelle ergibt sich bei BIM durch die Verbindung mit Sensorik und dem **Internet of Things (IoT)**. Mithilfe von speziellen Sensoren können Daten, wie Luftqualität oder Temperatur, erfasst werden. Kameras können darüber hinaus Echtzeitdaten direkt in ein BIM einspielen. Dadurch erhält das BIM einen sehr hohen Detailgrad, und kann von verschiedenen NutzerInnen für die Verwendung von Echtzeitdaten, verwendet werden. Auch in der Simulation und Analyse von Bauwerksdaten kommt BIM zum Einsatz. Beispielsweise können Brandschutzkonzepte oder Lichtplanungen theoretisch konzipiert, rechnerisch erprobt und bei Bedarf am Objekt angepasst werden. Die genannten Beispiele verdeutlichen, wie breit Building Information Modeling mittlerweile zur Anwendung kommen kann. Zyklischen Abläufe beschleunigen dabei Prozesse und sparen oftmals hohe Kosten im Vergleich zu Prozessabläufen ohne Nutzung von BIM ein (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 842).

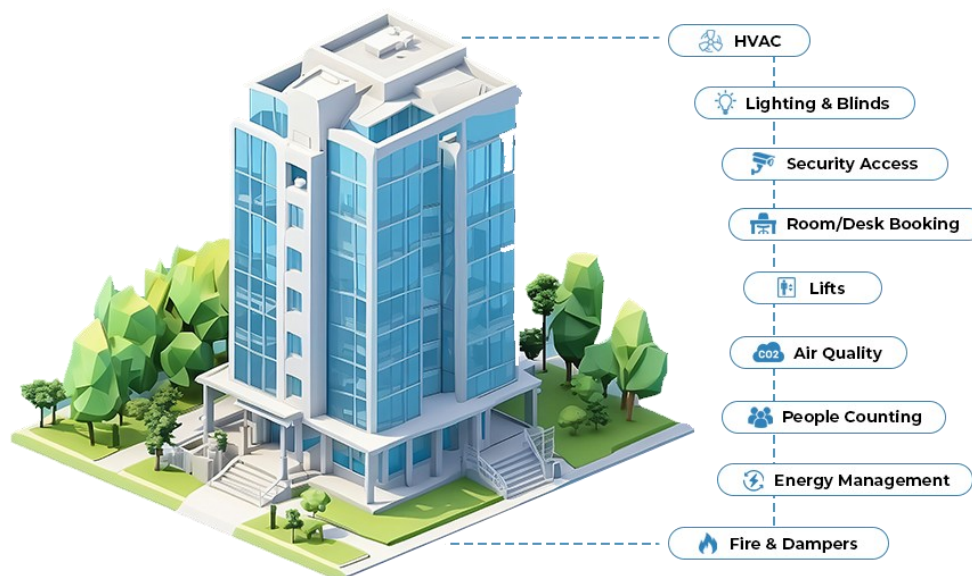


Abbildung 14: BIM Internet of Things Verknüpfung (Geneat, 2025)

Ein anderer aktueller Trend der zunehmend Anwendung findet, ist das sogenannte **BIM to Field** oder auch **Field to BIM**. Diese Technologie beschreibt folgenden Ablauf: Ein nahtloser, digitaler Informationsfluss zwischen Planung und Ausführung wird erzielt.

Beim Field to BIM fließen Daten von der physischen Baustelle zurück in das digitale BIM-Modell, um den Baufortschritt, den Ist-Zustand oder Mängel zu erfassen und zu aktualisieren, was eine nahtlose Rückkopplung und präzise Dokumentation ermöglicht. Beim BIM to Field werden digitale Modelldaten zur Steuerung auf die Baustelle gebracht. Diese zwei-Wege-Kommunikation, die die Lücke zwischen Planung und Ausführung schließt, sorgt für mehr Exaktheit und Effizienz auf der Baustelle. Die beiden Techniken

schaffen eine aktuelle Datenbasis, teilweise in Echtzeit und sorgen zusätzlich für ein nachhaltiges Gebäudemanagement (vgl. Haberle, 2022).

Besonders in der Baubranche sind Naturmaße oder Baufortschritts-Aufzeichnungen für Planungsbeteiligte eine wichtige Informationsquelle für die Planung und die Umsetzung weiterer Schritte. Theoretisch könnte in einem BIM oder mit CAD-Programmen in beliebiger Detailliertheit, unter Berücksichtigung aller Naturmaße geplant werden. Beispielsweise kann es bei der Erfassung von exakten Winkelmaßen, von tatsächlichen Raumhöhen oder von Treppen-Geometrien bei Bestandsbauten Abweichungen von Planmaßen ergeben. Oft müssen die zu erzielenden Maßgenauigkeiten im Millimeter Bereich liegen. Mithilfe von Laserscannern, Tachymetern und anderen Sensoriken kann ein digitaler Informationsaustausch unter Anwendung von sogenannte BIM to Field oder Field to BIM stattfinden. Auf den Baustellen kann genauer gearbeitet werden, Ausführungen können schneller erfolgen und Daten können bei Bedarf einen Raumbezug erlangen. Außerdem können Baufortschritte automatisch dokumentiert werden.



Abbildung 15: Field to BIM Technologie (Borrman et al., 2021, S. 495)

Wie bereits erwähnt fusioniert BIM immer mehrere Disziplinen. BIM kann daher als Überbegriff für ein ganzheitliches Vorgehen in Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. gesehen werden.

Abschließend werden die Begriffe 4D, 5D und 6D BIM nach (Borrman et al., 2021, S. 752) erläutert:

- **4D-BIM** und dessen Methoden erweitern ein BIM um den Faktor Zeit. Beispielsweise kann durch ein 4D-BIM ein Terminengpass automatisch erkannt werden.
- **5D-BIM** erweitert das BIM mit Informationen zu Kosten. Kostenkontrollen können vorab erstellt werden. Entstandene Mehrkosten werden im Bauprozess an den Bauherrn übermittelt. 4D und 5D BIM sind bei sehr vielen aktuellen BIM mittlerweile Standard und werden bei Bedarf in die Bauplanung integriert.

- **6D-BIM** integriert allgemeine Informationen für den Gebäudebetrieb, dem Facility Management. Dabei kann, wie bereits, beschrieben, der Lebenszyklus eines Gebäudes überwacht werden. Ein digitaler Zwilling wird erstellt.

Insgesamt erweist sich BIM somit als ein interdisziplinäres, dynamisches Werkzeug, das Bau- und Betriebsprozesse ganzheitlich digitalisiert, beschleunigt und nachhaltiger gestaltet. Die vorgestellten Trends und Entwicklungen unterstreichen das große Potenzial von Building Information Modeling.

Gerade durch KI werden in Zukunft noch mehr Möglichkeiten entstehen, BIM nutzbringend anzuwenden. BIM setzt mit in Kombination mit aktuellen Technologien neue Maßstäbe und wird insbesondere im Bereich von neuen Softwareschnittstellen ständig weiterentwickelt.

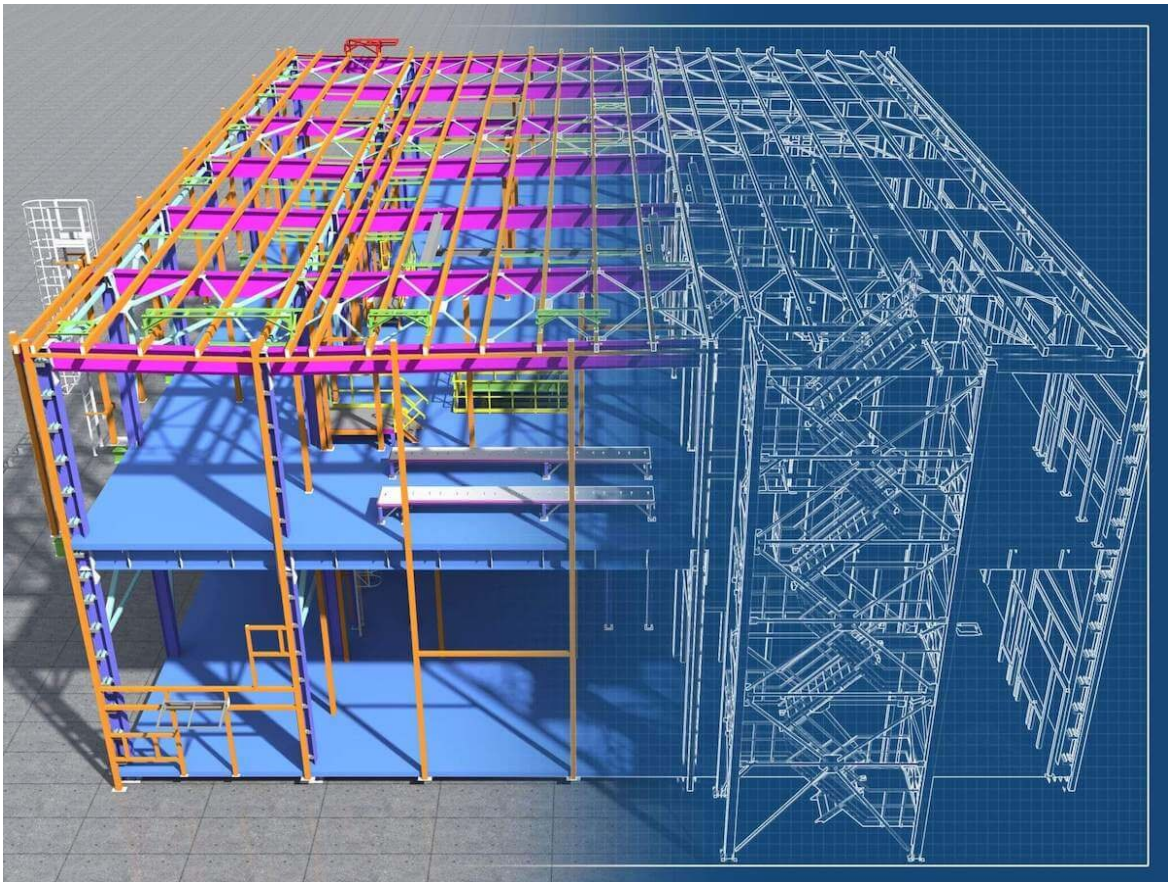


Abbildung 16: Verknüpfung KI und BIM (Studio Caspar, 2025)

2.3 Software – aktuelle Standards

2.3.1 Bedeutung der GIS -Schnittstellen

Für jede GIS-Anwendung sind korrekte Daten erforderlich. Softwareanwendungen ermöglichen alle weiteren Schritte zur Erstellung eines fertigen Geoinformationssystems. Nachfolgend werden wesentliche GIS-Softwareprodukte beispielhaft vorgestellt.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) ist das weltweit größte Softwareunternehmen für lizenzierte GIS-Anwendungen. Der US-amerikanische Softwarehersteller hat seinen Hauptsitz in Redlands, Kalifornien. ESRI beschäftigt aktuell rund 5.500 MitarbeiterInnen in 42 Niederlassungen weltweit, darunter Entwicklungs- und Forschungszentren. Der Jahresumsatz betrug im Jahr 2023 ca. 4 Milliarden US-Dollar (vgl. ESRI, 2025).

Die Produktpalette von ESRI ist breit gefächert. Als Hauptprodukt gilt **ArcGIS Pro**. Mit diesem Programm können BenutzerInnen räumliche Daten effektiv verwalten und nutzen. Weiters können 2D-, 3D- und 4D-Visualisierungen erstellt werden. Analysen können durchgeführt werden. Durch Erweiterungen und Schnittstellen mit anderen Softwareprodukten hat sich ArcGIS Pro zu einem beinahe unersetzbaren Tool für die Handhabung von räumlichen Geo-Daten entwickelt. ArcGIS Pro ist der Marktführer unter den bezahlten GIS-Softwares.

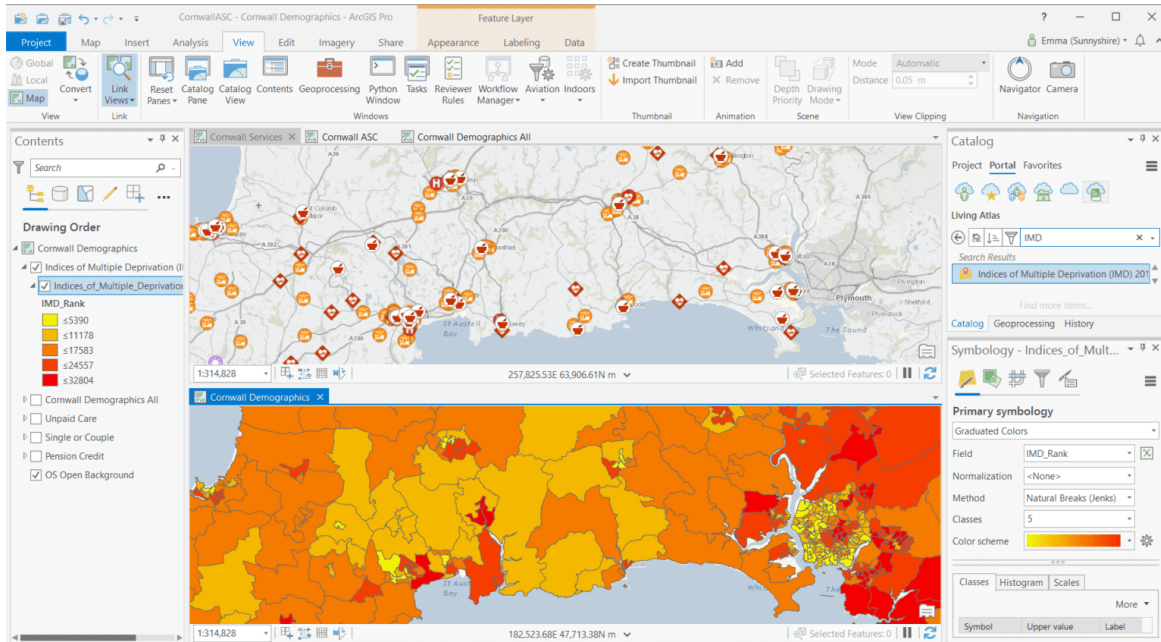


Abbildung 17: ArcGIS Pro Software (Cartovista, 2025)

ArcGIS Online ist eine cloudbasierte GIS-Plattform des Unternehmens ESRI. NutzerInnen können damit Geodaten direkt im Webbrowser erstellen, analysieren, visualisieren und teilen. Durch eine permanente Internetverbindung können beispielsweise Attribute oder Points of Interest „On the Fly“ projiziert werden. On the Fly bedeutet, dass Daten mit unterschiedlichen Koordinatensystemen dynamisch in Echtzeit transformiert werden, um sie nahtlos zusammen auf einer Karte darzustellen, ohne die Originaldaten zu verändern. Darüber hinaus können interaktive Webkarten, Dashboards und Story Maps erstellt werden. Der Zugriff auf Geodatenservices ermöglicht zudem die Zusammenarbeit von NutzerInnen in Echtzeit. ArcGIS Online ist Bestandteil des ESRI-Ökosystems, und kann mit Desktop-Software wie ArcGIS Pro sowie mit mobilen Apps wie **ArcGIS Field Maps** verbunden werden.

ArcGIS Enterprise ist ebenfalls ein Portal, wie es auch ArcGIS Online ist. Es ist derzeit die leistungsstärkste Plattform von ESRI. ArcGIS Enterprise ist eine umfassende Plattform, die Organisationen ermöglicht, räumliche Daten zu verwalten, Karten zu erstellen, komplexe Analysen durchzuführen und Geodaten sicher über das Web zu teilen und zu nutzen. Wobei sie flexibel in eigenen Rechenzentrum eines Unternehmens installiert, betrieben und gewartet werden, in der Cloud oder hybrid betrieben werden kann. Es bietet eine Web-GIS-Infrastruktur mit Komponenten wie ArcGIS Server, Portal für ArcGIS und Data Store, die die Zusammenarbeit erleichtern, Datenerfassung unterstützen und spezialisierte Anwendungen für den Außendienst ermöglichen, um Erkenntnisse aus Echtzeit- und Big-Data-Analysen zu gewinnen. Große Unternehmen können ihre eigene Software integrieren, um so die Kontrolle über Berechtigungen und Anwendungsfälle zu behalten.

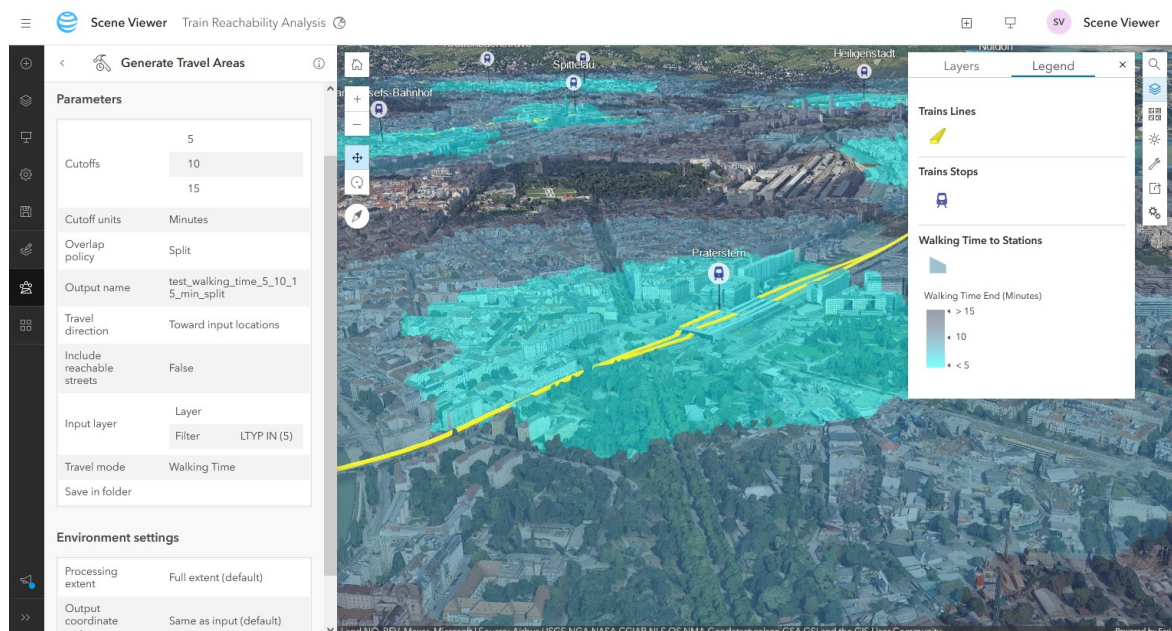


Abbildung 18: ArcGIS Enterprise Anwendung Scene Viewer (ESRI,2025)

ArcGIS Server ist eine Back-End-Software von ESRI. Sie ermöglicht es Organisationen, geografische Informationen über Webdienste gemeinsam zu nutzen. Sie erlaubt es, Karten, Daten und Geoverarbeitungsdienste zu veröffentlichen und sie für verschiedene Geräte und Anwendungen zugänglich zu machen. Dieser Services wird oftmals von Behörden, Unternehmen und Gemeinden genutzt.

Wichtig ist zu erwähnen, dass alle ESRI-Produkte kostenpflichtig sind und nach Credit-System Punkten vergeben werden (vgl. ESRI, 2025).

Das Open-Source-Pendant zu ArcGIS Pro ist die kostenfreie GIS-Software **QantumGIS (QGIS)**. Wie bei ArcGIS werden je nach Anwendungsbereich Daten mit Raumbezug erfasst, bearbeitet, analysiert und visualisiert. Die Daten können direkt bearbeitet werden und es werden unterschiedlichste Formate wie GeoJSON, GPX, Shapefiles, GeoTIFF oder WMS/WFS-Dienste nativ unterstützt. Darin liegt die große Stärke von QGIS, dass diese Software eine Funktion direkt und optimal für ein bestimmtes Betriebssystem oder Gerät bereitstellt, ohne Umwege oder zusätzliche Software zu verwenden. Außerdem ist die hohe Interoperabilität und Flexibilität im Datenhandling zu erwähnen. Dank der kostenfreien Verfügbarkeit hat sich eine aktive, weltweite QGIS-Community entwickelt. Es werden kontinuierlich neue Funktionen und Plug-ins entwickelt. Plattformen wie YouTube bieten zudem ein umfangreiches Tutorial-Programm. Dadurch lässt sich QGIS individuell für verschiedenste Anwendungsbereiche anpassen und für Anwendungen im Umweltmonitoring, in der Fernerkundung oder in der Archäologie nutzen. Durch die Unterstützung der Programmiersprache **Python (PyQGIS)** werden eigene, selbst erstellte Automatisierungen und Erweiterungen möglich gemacht (vgl. QGIS, 2025).

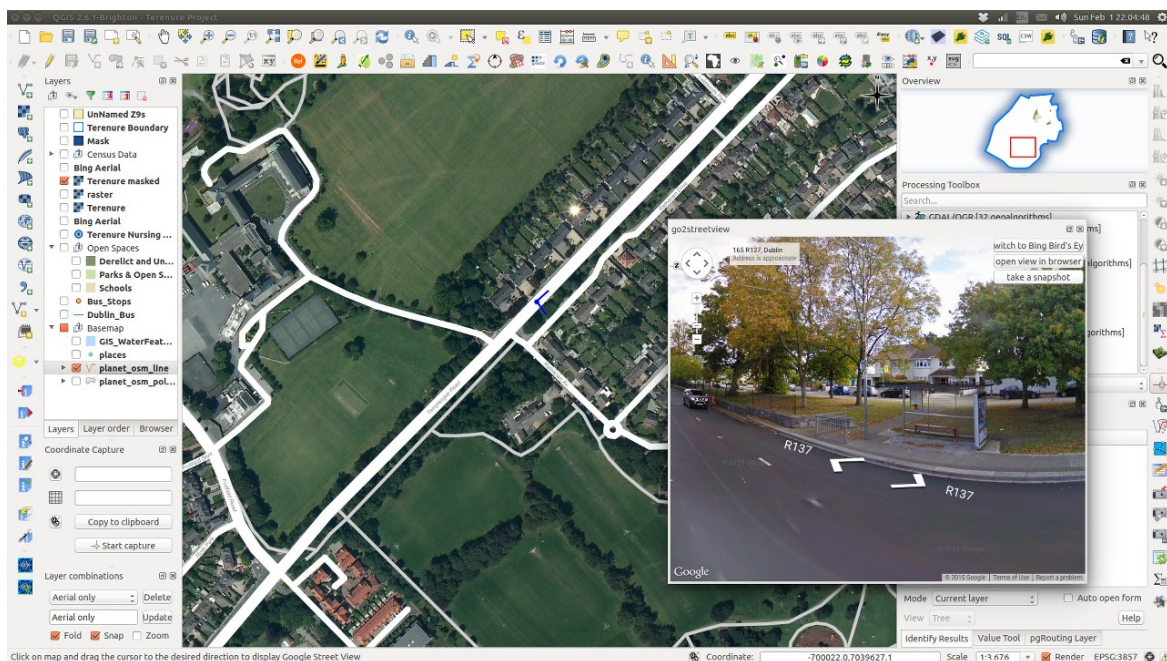


Abbildung 19: QGIS-Plugin go2streetview (IEQGIS, 2015)

FME (Feature Manipulation Engine) ist eine leistungsstarke Softwareplattform zur allgemeinen Verarbeitung von Geodaten. FME verarbeitet Geodaten im ETL-Workflow (Extract, Transform, Load). In der sogenannten FME Workbench werden solche Workflows grafisch erstellt, die unzählige Funktionen ermöglichen, wie beispielsweise: Datenmigration, Formatkonvertierung oder Attribut-Transformation. FME kann somit als teilweise automatisierte Plattform für Geodatenprozesse verstanden werden. Ein weiterer Vorteil von FME ist die Unterstützung einer großen Anzahl von Datenformaten. Besonders bei sich wiederholenden Aufgaben und komplexen Integrationen spart FME Zeit und reduziert Fehlerquellen (vgl. FME, 2025).

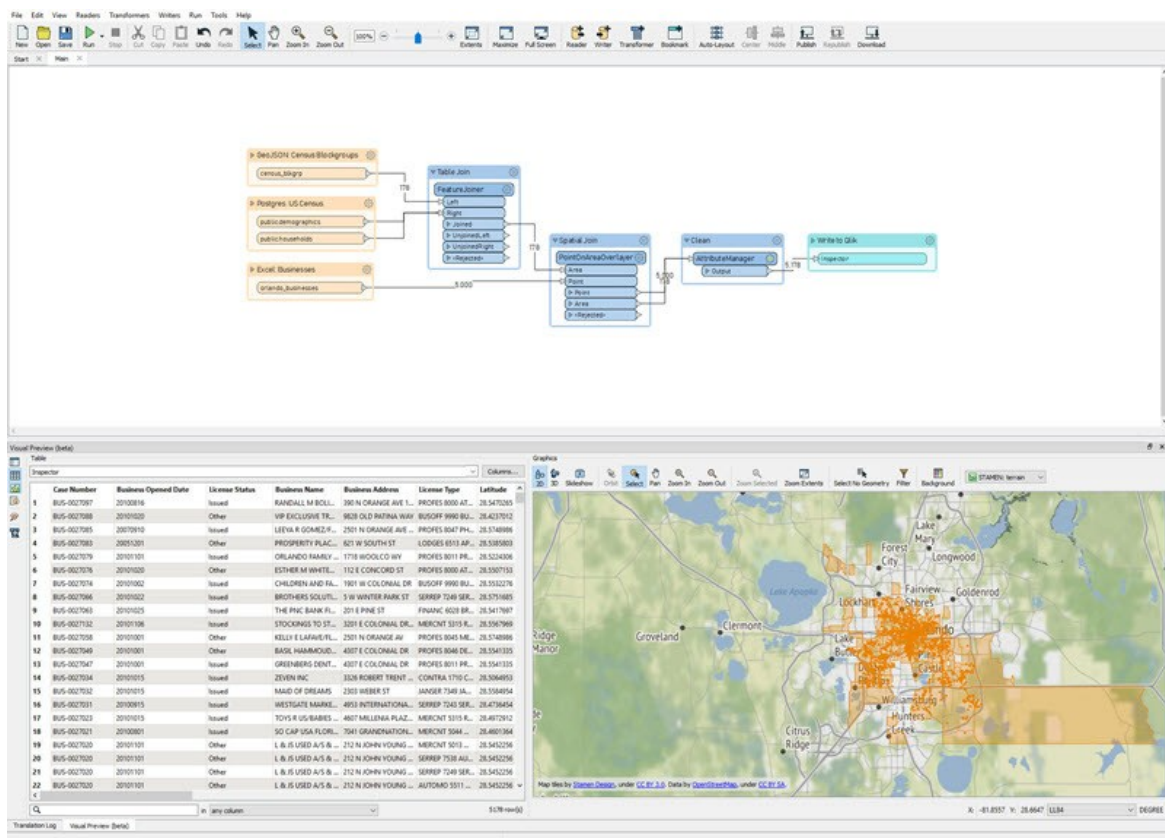


Abbildung 20: FME-Software (Safe Software, 2021)

2.3.2 Einführung in die BIM-Software

Für jede Building Information Modeling -Anwendung sind strukturierte, konsistente und digitale Gebäudedaten erforderlich. Softwarelösungen für BIM ermöglichen alle weiteren Schritte zur modellbasierten Planung. Die Ausführung und Bewirtschaftung von Bauprojekten werden durch BIM-Software geplant und durchgeführt. Im Gegensatz zu klassischen CAD-Systemen steht bei BIM-Software nicht die geometrische Darstellung im Mittelpunkt, sondern mehr die Verknüpfung von Informationen im digitalen Bauwerksmodell. Die wichtigsten Produkte stammen von Software-Anbietern wie **Autodesk**, **Graphisoft** und **Allplan**. Diese ermöglichen die 3D-Planung, Mengen- und Massenermittlung und die Kollisionsprüfung. Alle Projektbeteiligten können direkt am digitalen Modell arbeiten.

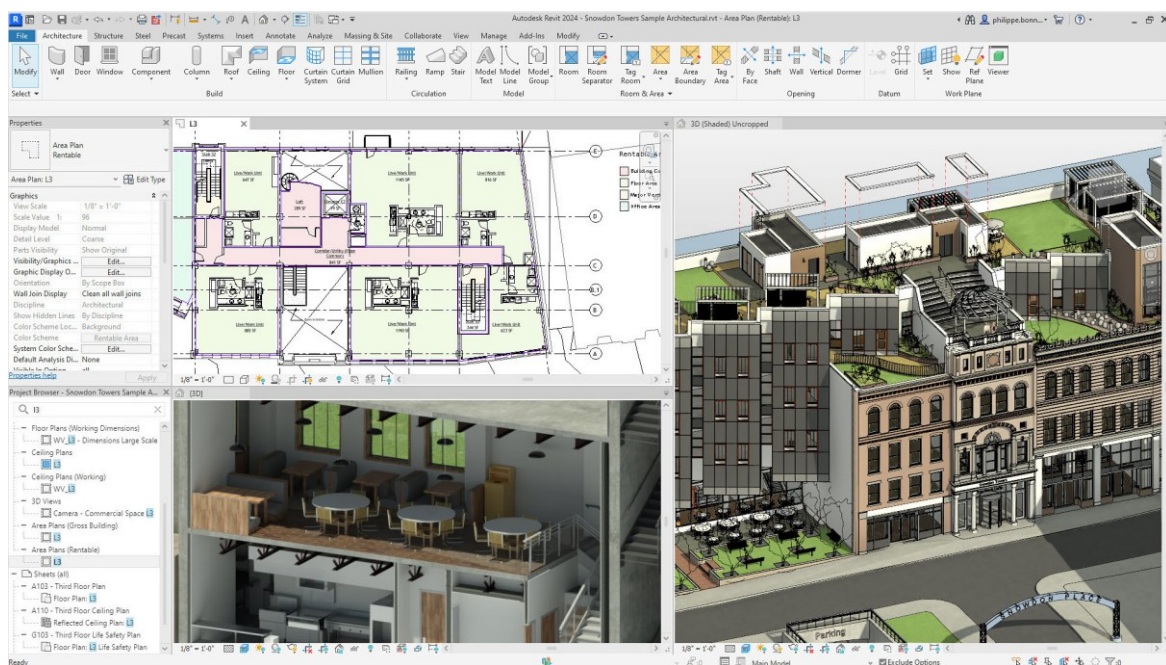


Abbildung 21: BIM Software Autodesk Revit (Autodesk, 2025)

Mittlerweile hat sich **Autodesk Revit** als eines der weltweit am weitesten verbreiteten BIM-Tools etabliert. Modellierung von Bauwerksplanung, Tragwerksplanung und Haustechnik können mit der BIM Methode realisiert werden. Da die Modellierung in einer gemeinsamen Umgebung erfolgt, wird die Koordination zwischen ArchitektInnen, IngenieurInnen und FachplanerInnen stark vereinfacht. Revit unterstützt die Arbeit mit aufgeschlüsselten Bauteilen und automatisierten Ansichten. Außerdem können andere Autodesk Applikationen wie **AutoCAD** oder **Civil 3D** verknüpft werden.

Civil 3D ist ebenfalls ein Produkt von Autodesk und dient primär der Infrastrukturplanung und für Anwendungen im Tiefbau. Es integriert Funktionen für Geländemodellierung, Trassierung und Entwässerung. In Kombination mit Revit lassen sich somit auch Projekte im Bereich Eisenbahn-, Wasser-, Straßen- und Leitungsbau BIM-basiert abbilden (vgl. Autodesk, 2025).

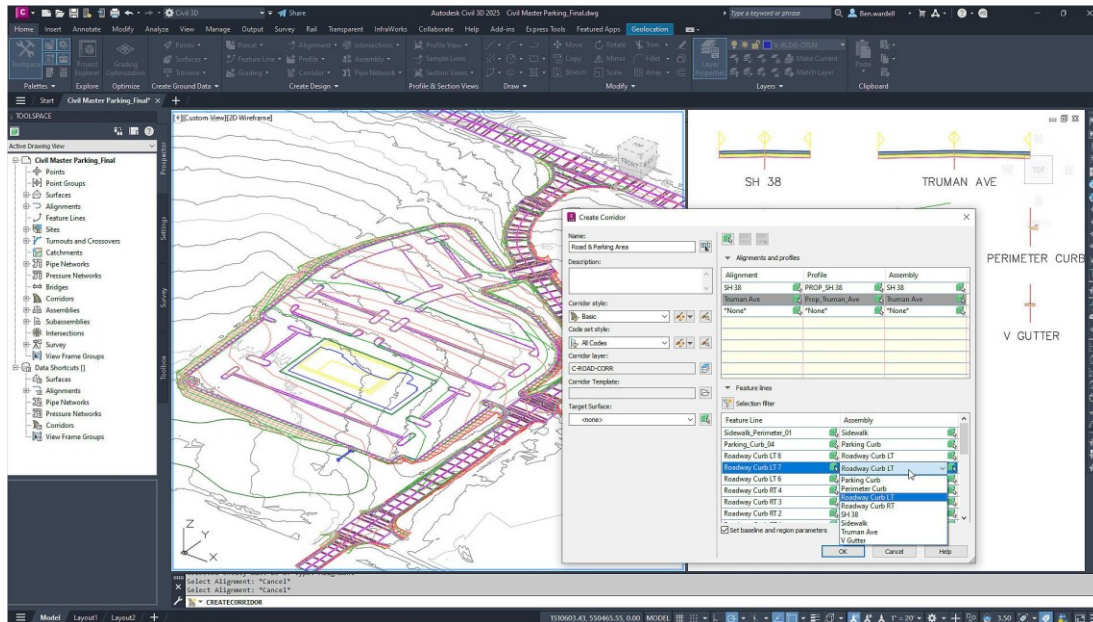


Abbildung 22: Autodesk Civil 3D Software (Autodesk, 2025)

Graphisoft Archicad hat sich insbesondere im Architekturbereich stark etabliert. Die Software gilt als eines der intuitivsten BIM-Werkzeuge. Die hochwertige 3D-Modellierung bringt Vorteile mit sich. Archicad setzt auf eine modellbasierte Planung. Dank der Open-BIM-Philosophie ist eine verlustfreie Zusammenarbeit mit anderen Softwarelösungen über das IFC-Format (Industry Foundation Classes) möglich (vgl. Graphisoft Deutschland, 2025).

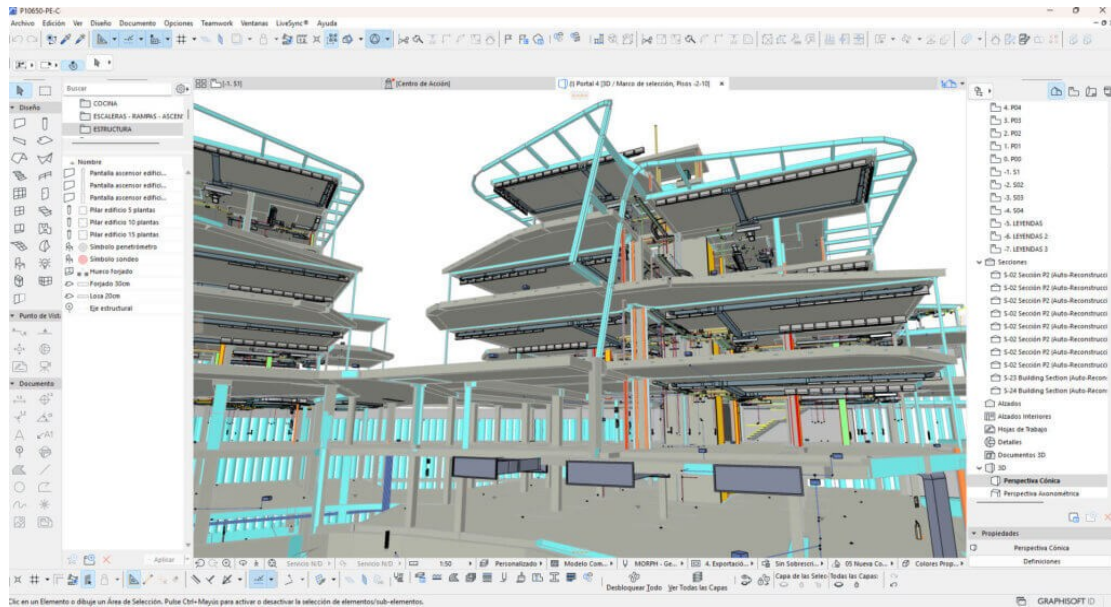


Abbildung 23: Graphisoft Archicad Software Graphisoft, 2025)

Allplan BIMPLUS ist ein weiteres leistungsstarkes Modellierungswerkzeug in der BIM-Branche. Der Fokus liegt auf der präzisen Bauwerksmodellierung. Insbesondere im deutschsprachigen Raum ist es mittlerweile weit verbreitet. Es eignet sich gut für den Hoch- und Infrastrukturbau. BauingenieurInnen und StatikerInnen verwenden ebenfalls häufig die BIM-Software von Allplan, da sie unter anderem eine leistungsfähige Bewehrungsplanung ermöglicht. Das BIM liefert exakte Massen- und Mengenangaben. Wie andere Softwareanbieter, bietet auch Allplan eine cloudbasierte Plattform an. Dadurch wird das gemeinsame Arbeiten im Internet an hochauflösenden Modellen ermöglicht. In der Software sind direkt Baunormen, allgemeine Standards und Richtlinien, wie beispielsweise die ÖNORM, integriert (vgl. ALLPLAN Deutschland, 2025).

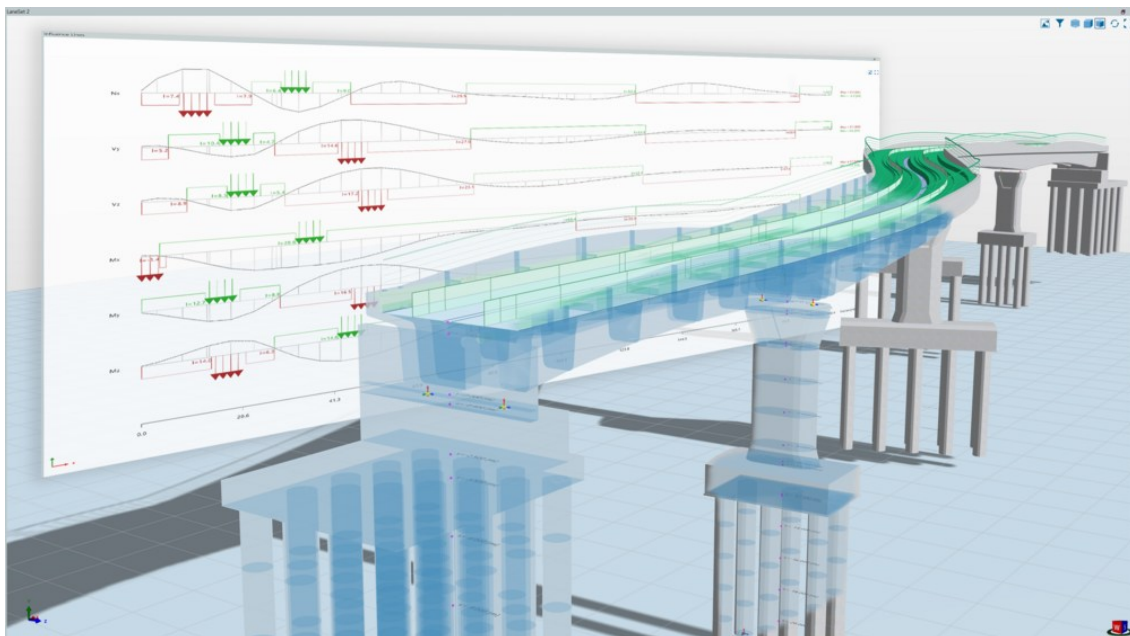


Abbildung 24: Allplan BIMPLUS Software (Allplan, 2025)

Für qualitativ hochwertige BIM-Projekte sind neben der Modellierung auch Werkzeuge für die Modellkoordination, Prüfung und Qualitätssicherung entscheidend. **Solibri Office** ist eine spezialisierte BIM-Software zur regelbasierten Prüfung, Analyse und Koordination von Bauprojekten. Die Anwendung ermöglicht unter anderem die Kollisionsprüfung, die Qualitätssicherung, des Modells, sowie die Validierung geometrischer und alphanumerischer Informationen. Auch die Überprüfung und Dokumentation von Anforderungen aus BIM-Abwicklungsplänen (BAP) ist möglich. Solibri hat sich insbesondere im Planungsmanagement großer Projekte etabliert (vgl. Solibri Deutschland, 2025).

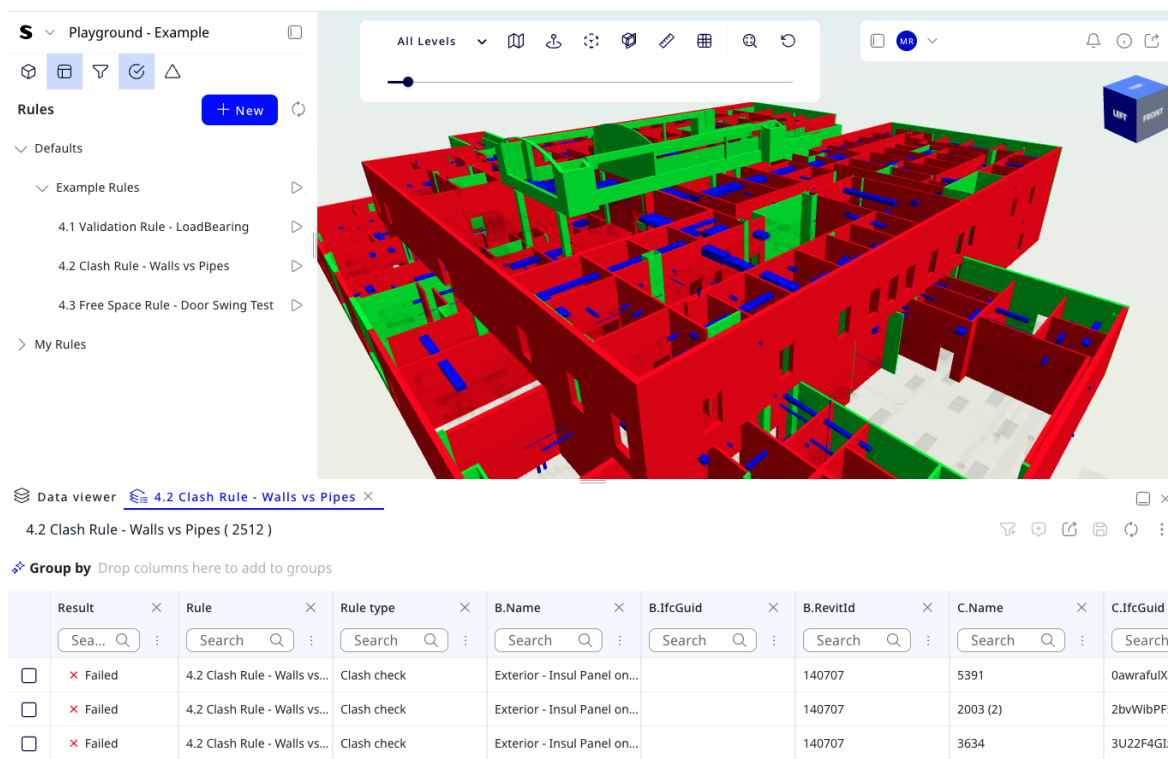


Abbildung 25: Solibri Office Software (PBC Today, 2025)

Trimble Connect ist ebenfalls eine cloudbasierte Plattform zur Modellzusammenführung und Projektkoordination, die speziell für BIM entwickelt wurde. Sie ermöglicht die gemeinsame Nutzung und Visualisierung von Modellen. Strukturierte Kommunikation, Aufgabenverteilung und Nachverfolgung innerhalb von Projektteams sind die Stärken von Trimble Connect. Durch die zentrale Datenhaltung in der Cloud verfügen alle Projektbeteiligten stets über den gleichen Informationsstand. Dadurch werden Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Effizienz über alle Phasen des Bauwerkslebenszyklus hinweg verbessert. Trimble Connect lässt sich gut in verschiedenen BIM-Tools integrieren. Ein Beispiel dafür ist **Trimble Connect für Revit**. Es wird als Add-In direkt in die Revit-Umgebung eingebunden und erweitert die Funktionalität der Software. Das BIM wird in Revit erstellt und bearbeitet. Mit Trimble Connect kann die Projektkommunikation dann präzise gestaltet werden (vgl. Trimble Connect, 2025).

2.4 Integration von BIM in GIS

Um die Interoperabilität zwischen GIS und BIM zu ermöglichen, müssen dabei auftretende Probleme erkannt und vermieden werden, die diesen Prozess verlangsamen könnten. Geoinformationssysteme stehen dabei dafür, die räumliche Umgebung zu modellieren. Building Information Modeling stellt das Bauwerksmodell bereit. Den Bauwerksmodellen fehlen oft die Raumbezüge, den die Geoinformationssysteme mit ihren Raumdaten bereitstellen könnten. Trotzdem gibt es einige Gemeinsamkeiten zwischen GIS und BIM. Beide Systeme nutzen strukturierte Datenmodelle zur weiteren Verarbeitung. Beide erstellen 2D-, 3D- und 4D-Visualisierungen, um genauere Analysemöglichkeiten ableiten zu können. Sowohl GIS als auch BIM ermöglichen eine multidisziplinäre Zusammenarbeit: BIM verbindet ArchitektInnen, IngenieurInnen und Bauunternehmen, während GIS StadtplanerInnen, VerkehrsplanerInnen und Datenanalysten verbindet (vgl. Kauer et al., 2021, S. 89).

2.4.1 Koordinatenreferenzsysteme

Grundsätzlich modelliert GIS die Welt anhand ihrer sichtbaren Oberfläche, ähnlich wie ein Stadtplan oder eine Landkarte. Die Erstellung eines GIS erfolgt meist von der Erfassung von Geodaten der realen Welt hin zum digitalen Modell. BIM plant hingegen die zukünftige Realität. Im Normalfall wird nicht von bestehenden Oberflächen, sondern von zukünftigen Objekten wie Bauteilen, Wänden, Türen oder Trägern ausgegangen.

In der GIS-Umgebung wird immer mit geodätischen Koordinaten modelliert. Dabei werden Parameter wie die Erdkrümmung berücksichtigt. In BIM-Projekten bleiben geodätische Koordinaten unberücksichtigt, und der Koordinatenursprung liegt in der Regel bei einem lokalen Koordinatenursprung von 0,0,0 (vgl. Kauer et al., 2021, S. 137). Abbildung 26 veranschaulicht den Unterschied der beiden Koordinatenreferenzsysteme zwischen BIM und GIS.

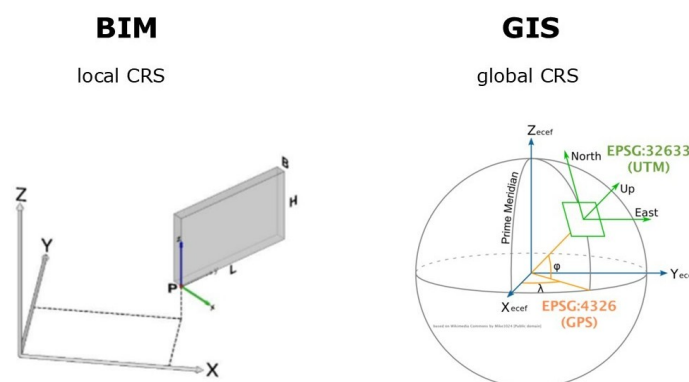


Abbildung 26: Lokal vs. Global Koordinatenreferenzsystem (Max, 2025)

Koordinatenreferenzsystem	Building Information Modeling	Geoinformationssystem
Typ	Lokal/relativ zum Ursprung 0,0,0	Global/absolut georeferenziert
Referenzsystem	Kartesisch (X,Y,Z)	Projiziert (z.B. UTM, ETRS 89)
Einheiten	Metrisch (mm,m)	Metrisch und Grad (m,°)
Höhenbezug	Relativ zum Projekt-Nullpunkt	Bezogen auf ein Geoid
Ausrichtung	Projekt-Nord	Geographisch-Nord, Gitter-Nord

Tabelle 2: Vergleich der Koordinatensysteme

Die in Tabelle 2 gezeigten Daten verdeutlichen die wesentlichen Unterschiede der Koordinatenreferenzsysteme der beiden Technologien.

Je nach BIM bzw. GIS wird der Fokus auf bestimmte Aspekte, wie beispielsweise den Höhenbezug, gelegt. Dadurch rücken andere Parameter in den Hintergrund. Es stellt eine softwaretechnische Herausforderung dar, BIM und GIS gemeinsam in einem Referenzsystem abzubilden und editierbar zu machen.

2.4.2 Modellierung von BIM und GIS

Am einfachen Beispiel eines Raums mit einem Träger, mehreren Wänden und einer Grundfläche wird verdeutlicht, dass GIS und BIM mit unterschiedlichen Ansätzen an die Beschreibung der Situation herangehen. Im Fokus stehen drei zentrale Aspekte: Geometrie, Topologie und Semantik.

Technologie	BIM (IFC)	GIS (CityGML)
Fokus	Gebäude/Bauprozesse	Stadtmodelle/Geodaten
Geometrie	Objektorientiert (Bauteile)	Flächenorientiert (Surfaces)
Topologie	Explizit modelliert	Implizit durch Geometrie
Semantik	Detailliert, bauspezifisch	Generalisiert, raumbezogen
Datenmodell	IFC (ISO-Norm)	CityGML (OGC-Standard)

Tabelle 3: IFC vs. CityGML

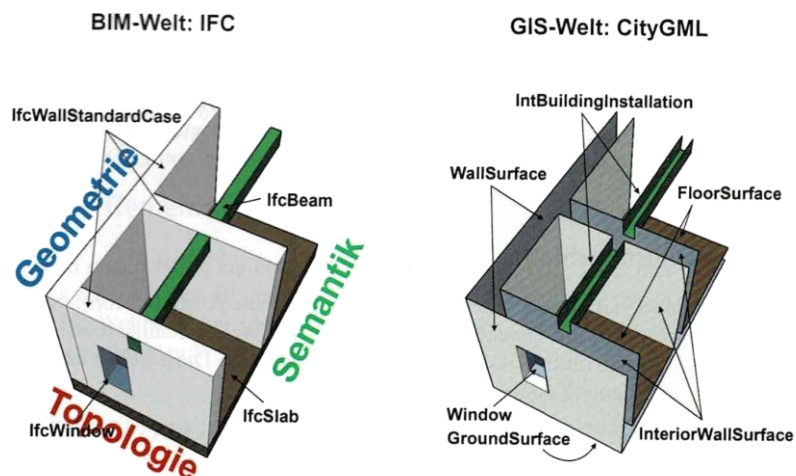


Abbildung 27: Modellierungsunterschiede BIM versus GIS (Kauer et al., 2021, S. 90)

BIM und GIS beschreiben denselben Raum des gegenständlichen Beispiels, verfolgen dabei jedoch unterschiedliche Ziele und Perspektiven. In BIM werden die Bauteile (Wände, Träger oder Bodenplatten, etc.) als eigenständige Objekte mit detaillierten technischen Eigenschaften modelliert. Im GIS werden die Bauteile als Flächenmodelle dargestellt, bei denen vor allem die äußeren und inneren Oberflächen erfasst werden. Die Topologie, das sind die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Bauteilen, ist im BIM explizit gespeichert, zum Beispiel welche Wand auf welcher Bodenplatte steht. Im GIS ergibt sich diese Topologie in der Regel implizit aus der räumlichen Lage und der Geometrie der Flächen. Die Semantik unterscheidet sich zwischen BIM und GIS. Im BIM sind detaillierte Informationen zu Materialien, Funktionen und technischen Eigenschaften enthalten. Im GIS sind die semantischen Informationen verallgemeinert und beziehen sich auf die räumliche Rolle eines Objekts im Stadt- oder Landschaftsmodell.

Zusammengefasst beschreibt BIM die Welt aus Sicht des Bauwesens, während GIS dieselben Objekte aus Sicht der Raum- und Stadtplanung modelliert. Abbildung 27 und Tabelle 3: IFC vs. CityGML verdeutlichen die Modellierungsunterschiede beider Technologien (vgl. Kauer et al., 2021, S. 90).

2.4.3 Industry Foundation Classes vs. City Geography Markup Language

In den vergangenen Jahren hat sich das **IFC-Format (Industry Foundation Classes)** als zentrales Austauschformat für BIM durchgesetzt. Es wird von fast allen relevanten BIM-Softwarelösungen unterstützt. Die offene Struktur des IFC-Formats ermöglicht eine durchgängige und softwareübergreifende Zusammenarbeit aller am BIM Beteiligten. Im öffentlichen Sektor, wie Krankenhäusern, Bibliotheken oder Gemeinden, gewinnt IFC zunehmend an Bedeutung. Weltweit hat sich IFC stark etabliert. In Österreich ist IFC mittlerweile der Standard für BIM-Bauprojektabwicklungen geworden. Ein weiterer Vorteil von IFC liegt darin, dass seine langfristige Lesbarkeit und dauerhafte Sicherung von Datensätzen gegeben ist. Dies ist besonders bei Infrastrukturprojekten mit langer Nutzungsdauer von Bedeutung. Damit bildet das IFC-Format die Basis für digitales, BIM-basiertes Bauen. Darüber hinaus werden damit strategische Ziele wie Transparenz und Nachhaltigkeit unterstützt. Das IFC-Format fördert weiters den offenen Datenaustausch zwischen verschiedenen Projektbeteiligten. Es werden Informationsverluste minimiert. Unter Anwendung von IFC-Datenaustausch wird ein zirkulärer und interaktiver Planungsprozess ermöglicht, und es muss kein linearer Projektablauf stattfinden. Darüber hinaus ermöglicht IFC die Integration von BIM-Modellen in GIS-Anwendungen (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 14).

Laut (Bill, 2016, S. 255) ist **CityGML** ein auf topographischen Informationen basierendes Anwendungsschema zur Modellierung, Erfassung und zum Austausch semantischer 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle. Dieses Modell umfasst relevante topographische Objekte in Stadt- und Regionalmodellen in unterschiedlichen thematischen Bereichen wie zum Beispiel von Gebäuden, Vegetation, Gewässern oder Verkehrsanlagen. CityGML repräsentiert die 3D-Geometrie, 3D-Topologie, Semantik und das Erscheinungsbild des abgebildeten Bereiches. Fast immer basieren CityGML Anwendungen auf einer hierarchischen Datenstruktur. Gebäude-, Gewässer- oder Geländeinformationen sind strukturiert und modular aufgebaut. Diese themenorientierte Struktur der Daten bietet viele Vorteile für nachfolgenden Analysen oder Weiterverwendungen der so bereitgestellten Geodaten. Abbildung 28 zeigt ein aktuelle Web-App der Stadt Wien.

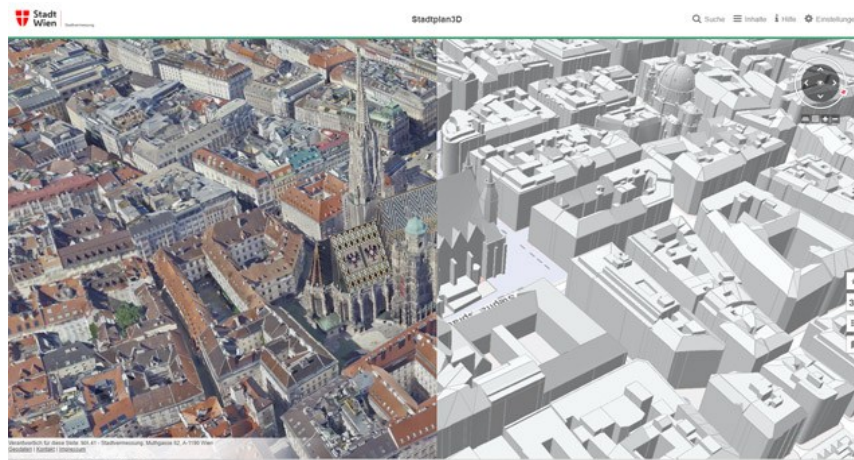


Abbildung 28: Stadtplan 3D - Stadtplanvermessung Wien (Stadt Wien, 2025)

2.4.4 Gemeinsamkeiten von IFC und CityGML

Es lassen sich die Berührungspunkte von IFC und CityGML wie folgt aufschlüsseln:

- Offene, textbasierte Standard meist in XML
- 3D Modellierung von Gebäuden, Geländeformen und Semantik möglich
- Beziehungen von Objekten stehen im Fokus
- Simulationen und Analysen werden unterstützt
- Meist hierarchische Datenstrukturen kommen zum Einsatz

2.4.5 Herausforderungen

Die einfache Verknüpfung von IFC und CityGML ist laut (Kauer et al., 2021) sowohl technisch als auch konzeptionell herausfordernd. Es sind die Dateiaustauschformate IFC für BIM und CityGML für GIS zwar tolerant (für die Übertragung von Daten), was die Verknüpfung der Daten betrifft, doch sie haben kein gemeinsames, einheitliches Datenformat. Allgemein sind beide Systeme technologisch weit fortgeschritten, doch eine Interoperabilität für eine gemeinsame Umgebung herzustellen fordert hohen Konvertierungs- und Arbeitsaufwand.

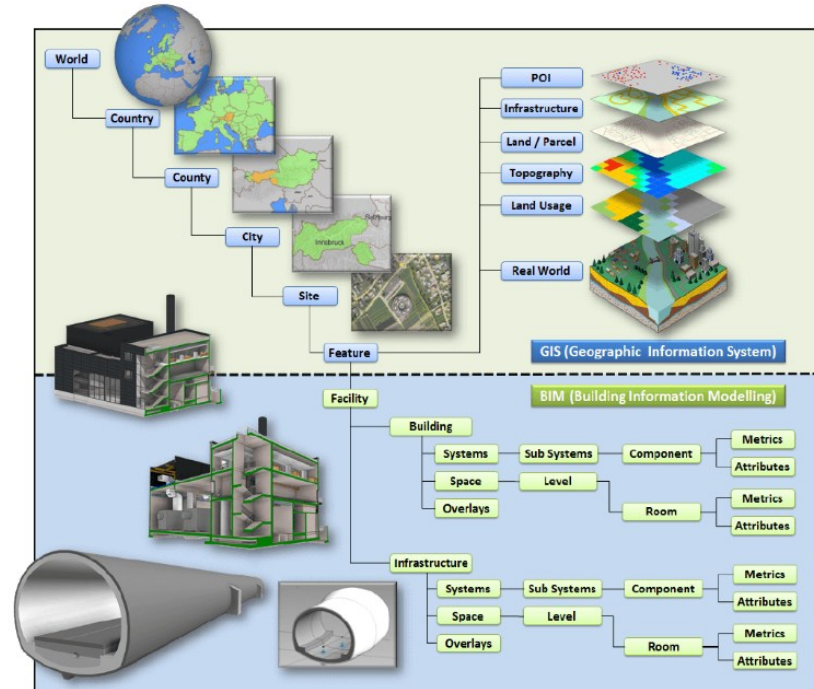


Abbildung 29: Datenformate BIM und GIS (CHGEOL, 2022)

2.4.6 Probleme

Die folgende Tabelle stellt die aktuellen Probleme bei der Verschmelzung von GIS und BIM -Daten dar. Die Resultate stammen zusammengesetzt aus (Kauer et al., 2021), (Borrman et al., 2021) sowie eigenen Erkenntnissen.

Kriterium	GIS	BIM	Schwierigkeit
Ziel/Zweck	Abbildung, Analyse und Verwaltung von geographischen Räumen und Phänomen (z.B. Bewaldung Österreichs)	Detaillierte Planung (z.B. Gebäuden)	
Datenmodell	Kein einheitliches Datenmodell für strukturelle und semantische Fusion mit BIM	Kein einheitliches Datenmodell für strukturelle und semantische Fusion mit GIS	Fehlendes einheitliches Datenmodell
Georeferenzierung	Daten haben immer einen Raumbezug (flächendeckend, global, regional)	Raumbezug fehlt nahezu immer	Integration komplex und nicht einheitlich
Datenverfügbarkeit	Oft kostenfrei und öffentlich zugänglich	Eingeschränkt: Meist nur von Projektbeteiligten abrufbar	Zusammenführung von offenen und geschlossenen Projektdaten
Detaillierungsgrad	Nutzt Level of Detail für generalisierte Darstellung	Arbeitet mit Level of Development zur Steuerung der Genauigkeit	Diskrepanz in der Überschneidung
Objektklassen	Spezifische Klassen, die für die geographische Geokommunikation relevant sind	Spezifische Klassen, die für die Bauplanung relevant sind	Kaum gemeinsame Kartierung, Modellierung möglich
Konvertierung	Verlust von Detailinformationen in beide Richtungen		

Tabelle 4: Probleme der Verschmelzung von GIS und BIM

2.4.7 Erfolgreiche Verknüpfung von GIS und BIM

Anhand eines realisierten Tunnelbauprojekts in Leoben, Österreich, soll die erfolgreiche Verknüpfung von BIM und GIS kurz beleuchtet werden. Von Juli 2020 bis Juli 2023 wurde dieses komplexe Infrastrukturprojekt umgesetzt. Die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten, das sind die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB), die Swietelsky AG, die ASFINAG und die Montanuniversität Leoben, erforderte zahlreiche Schnittstellen zwischen BIM und GIS. Hauptauftraggeber war die Montanuniversität Leoben.

Das entstandene digitale Modell bildet den kompletten Bauwerkslebenszyklus ab. Die darin abgebildeten Daten können je nach Interesse und Abfrage unterschiedlich genutzt werden. Geologie, Statik, Informatik, Bautechnik und weitere Disziplinen fungieren gemeinsam in einem digitalen Zwilling. Datenstrukturen und Begrifflichkeiten werden außerdem im BIM abgebildet. Es wurde eine eigene Plattform, sowie eine Smartphone-Applikation entwickelt, um die Kommunikation vor, während und nach der Umsetzung des Bauprojekts zu ermöglichen.

Das sogenannte **Zentrum am Berg (ZaB)** – Projekt ist ein passendes Beispiel dafür, wie die Interoperabilität zwischen BIM, GIS und anderen Disziplinen funktionieren kann. Die Versuchs- und Forschungsanlage besteht aus vier Tunnel, mit einer Länge von jeweils 400 Metern. Das Zentrum am Berg besteht aus zwei parallel geführten Straßentunneln sowie zwei parallel geführten Eisenbahntunnel, die durch Querschläge und Stollen verbunden sind. Insgesamt bietet die gesamte Anlage etwa 4 km untertägige Versuchs- und Trainingsflächen, die zum Beispiel von der Montanuniversität Leoben für Forschungszwecke in Verwendung sind (vgl. Georesearch, 2025).

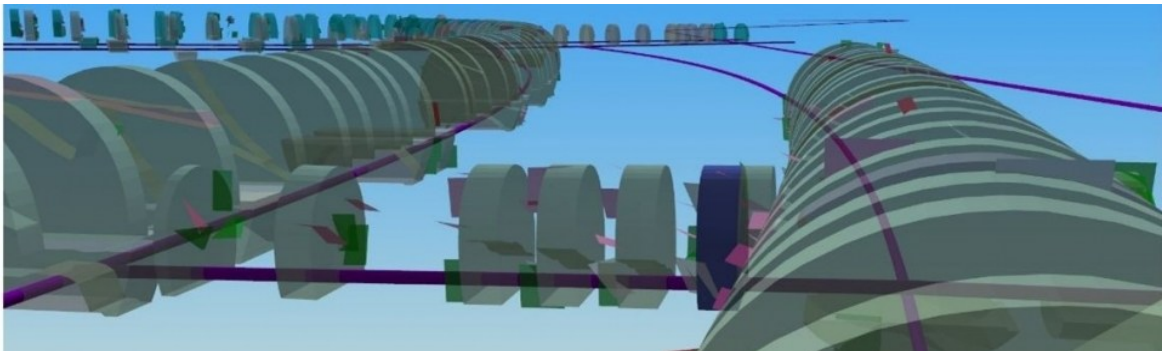


Abbildung 30: Zentrum am Berg, Leoben (Georesearch, 2025)

Das Projekt zeigt, wie die Digitalisierung von Prozessen aus den unterschiedlichsten Disziplinen neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit schafft. Ein gegenseitiger Austausch von Datenbanken ermöglicht einen hohen Grad an Informationsfluss, hohe Effizienz in der Planung und flexible Nutzung von Daten im Allgemeinen. Das Zentrum am Berg ist ein zukunftsweisendes Modell für interdisziplinäre Infrastrukturprojekte im Tunnelbau.

2.4.8 Geospatial Information Modeling (GIM)

Laut (Herle et al., 2020, S. 37) beschreibt **Geospatial Information Modeling (GIM)** einen modellbasierten Ansatz zur digitalen Repräsentation raumbezogener Phänomene der realen Welt. Im Unterschied zu klassischen GIS-Werkzeugen stehen bei GIM vor der Modellierung von Geometrie, Topologie, Attributdaten die zeitlichen Aspekten, zum Beispiel die Verwaltung und Nutzung, im Vordergrund. Das Ziel besteht darin, geografische Objekte nicht nur visuell darzustellen, sondern auch ihre semantische und funktionale Bedeutung abzubilden.

GIM ermöglicht somit detaillierte Analysen von Modellierungen und deren zeitlichen Änderungen. Es wird eine direkte Verbindung zu Building Information Modeling hergestellt. Im Kontext mit Projekten der Bauindustrie und von digitalen Zwillingen ist GIM somit ein zentrales methodisches Werkzeug. Als Beispiel soll die Nutzung eines neu zu errichtenden Kleinkraftwerks erläutert werden. Mithilfe von GIM wird das 3D-Geländemodell mit Bauwerksdaten kombiniert, die für die Erstellung des BIMs von zentraler Rolle sind. Aus dem GIM lassen sich Fragen der Standortanalyse, der Planung, des Baues und des Betriebes durch 3D-Modelle mit Geodaten optimiert ableiten. Risiken beim Betrieb der Anlage (z. B. Hochwasser) können minimiert werden.

GIM ist also die Planungsgrundlage mit Raumbezug für zeitlich Verändernde Prozesse und erweist sich als besonders wertvoll für die Analyse von Bauwerksdaten im Zusammenhang mit seiner Nutzung.

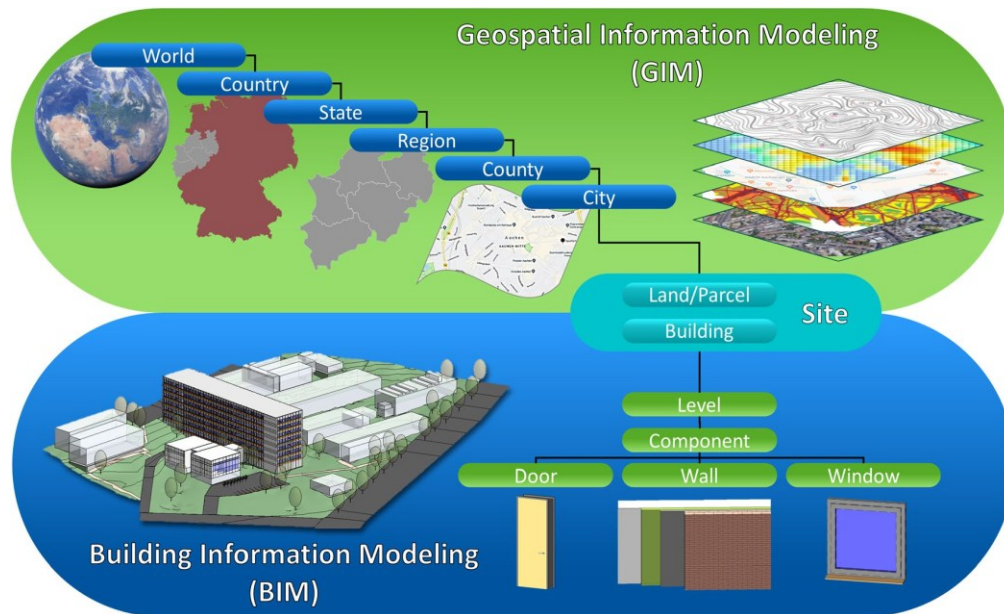


Abbildung 31: GIM und BIM Integration (Herle et al. 2020, S. 37)

Abbildung 31 veranschaulicht, wie eine Verknüpfung der beiden Technologien erfolgen könnte. (Herle et al., 2020)

2.4.9 Zusammenfassung - Integration IFC und CityGML

Die Integration von GIS und BIM bringt große Potenziale zur Optimierung von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen in sich. Beide Technologien finden immer breitere Anwendung in der Praxis.

Building Information Modelling ermöglicht genaue und objektorientierte Informationen zu Bauwerken des Hochbaus und zu Infrastrukturprojekten.

Geoinformationssysteme stellen den entsprechenden räumlichen Kontext auf regionaler oder globaler Ebene bereit.

Die Unterschiede in Bezug auf Koordinatenreferenzsysteme, Modellierungskonzepte und Datenstrukturen, sind die wesentlichsten Differenzen der beiden hauptsächlich gebräuchlichen Datenformate IFC und CityGML.

Um eine gemeinsame BIM-GIS Daten und Software-Umgebung zu erstellen, ist es notwendig, eine zentrale, meist cloudbasierte Plattform, die eine dynamische Verknüpfung zwischen BIM und GIS ermöglicht, bereitzustellen. Die Definition von Standards für den Datenaustausch, eventuell von Web-Apps und zur Visualisierung und Analyse ist erforderlich. Weiters wird eine klare Zugriffssteuerung notwendig sein, um alle Projektbeteiligten einzubinden und den Informationsfluss nahtlos gestalten zu können.

Praxisbeispiele, wie das Tunnelprojekt in Leoben, zeigen, dass eine erfolgreiche Zusammenführung von BIM und GIS möglich ist. Dafür sind offene Projekt- und Datenstandards, ein gemeinsames Verständnis der beteiligten Disziplinen und eine kontinuierliche Kommunikation aller Projektbeteiligten Voraussetzung.

3. Methodischer Ansatz

An dieser Stelle setzt die **Forschungslücke** dieser Masterarbeit an.

Eine Antwort auf die folgenden drei bereits formulierten Arbeitsfragen soll gefunden werden:

- Wie präzise und reproduzierbar lassen sich BIM in ein einheitliches Raum-/Höhensystem integrieren und in GIS überführen?
- In welchem Umfang bleiben topologische Beziehungen und Semantik aus BIM im GIS erhalten bzw. sind rekonstruierbar?
- Welchen messbaren Mehrwert (Zeit, Fehler, Präsentation) bringt die Integration von BIM und GIS für ein Bauunternehmen?

Diese Überlegungen und Fragestellungen werden in diesem Kapitel, dem methodischen Ansatz dieser Arbeit, detailliert untersucht und danach in Kapitel 5 (der Analyse) näher beleuchtet.

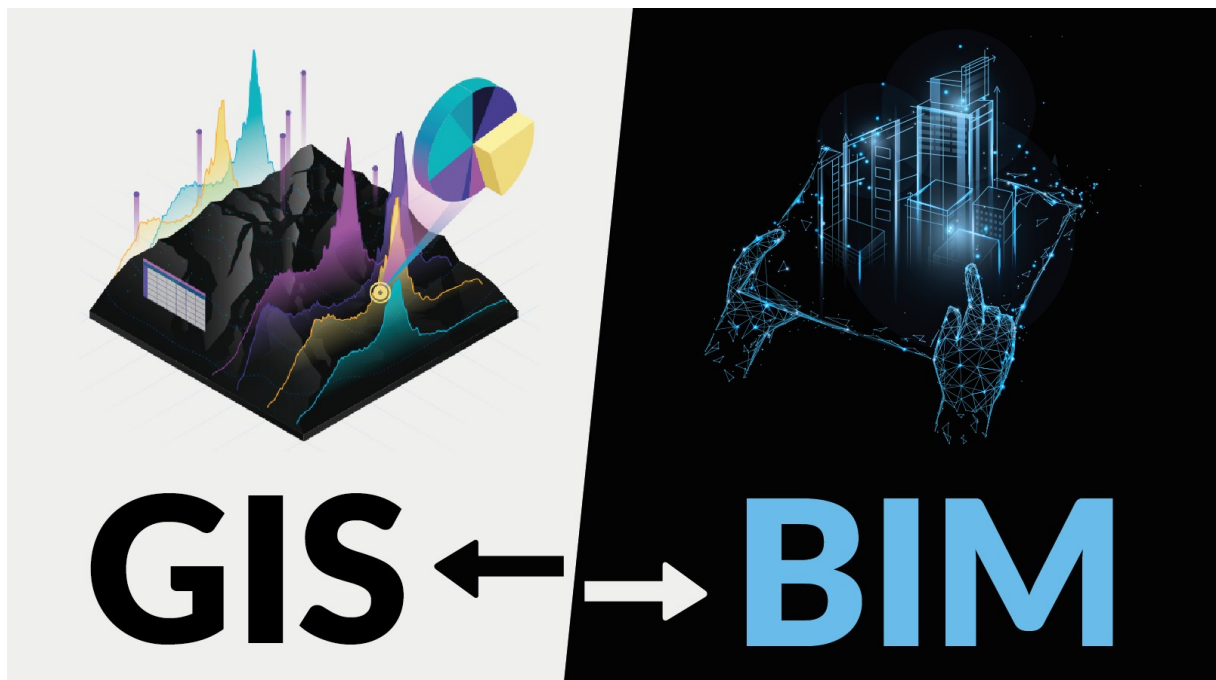


Abbildung 32: GIS -BIM Brücke (Digicorp, 2025)

3.1 Konzept

3.1.1 Forschungslücke

Zwar existieren verschiedene technologische Ansätze und Überlegungen, BIM und GIS sinnvoll und erfolgreich zu verschmelzen, dennoch gibt es in der Praxis bislang keinen optimalen Arbeitsablauf für diese Datenverschmelzung.

Die zentrale Forschungslücke dieser Masterarbeit ist, die fehlende methodische Handlungsanweisung für eine Datenübertragung von BIM nach GIS und deren empirische Validierung für verfügbare Software. Durch eine detaillierte Untersuchung und den validierten Leistungsvergleich von drei unabhängigen Arbeitsabläufen soll ein Ansatz vorgestellt werden, wie die Forschungslücke geschlossen werden könnte. Die verwendeten Softwareprodukte und Methoden dafür sind: ArcGIS Connector, nativem IFC-Import und FME-Konvertierung.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, eine fundierte Entscheidungshilfe dafür zu liefern, BIM-Daten einen korrekten und verlustfreien Raumbezug im GIS-Zielsystem zu verschaffen. Die untersuchten Methoden sollen hinsichtlich ihrer Fähigkeiten und Anwendbarkeit bewertet werden.

3.1.2 Vorstellung des Untersuchungsgebietes und des Projektpartners

Um die unter 3.1.1 beschriebenen Fragen anhand eines konkreten, abgeschlossen Infrastrukturprojektes klären zu können, wurde mit einem Projektpartner, der Swietelsky AG, ein passendes Untersuchungsgebiet definiert. Das Gebiet liegt im Ortsgebiet von Wagrain (im österreichischen Bundesland Salzburg).

Mit ca. 14 200 MitarbeiterInnen und einem Jahresumsatz von ca. 3,2 Mrd. Euro zählt die Swietelsky AG zu den größten Bauunternehmen Österreichs. Swietelsky ist in 21 Ländern u.a. mit Niederlassung in Österreich, Deutschland, Ungarn und Tschechien tätig (vgl. Swietelsky AG, n.d.).



Abbildung 33: Swietelsky Logo (Wikipedia, 2025)

3.1.3 Auswahl des Untersuchungsgebiets

Gemeinsam mit dem Kooperationspartner wurde ein passendes Untersuchungsgebiet ausgewählt, dass folgende Parameter aufweisen sollte:

- Ausdehnung von maximal 10 km x 10 km
- Zusammenwirken von Aufgaben bei der Bauwerkerrichtungen, Hochwasserproblematik, Entscheidungen der Lokalpolitik, Nutzung des öffentlichen Raumes, Einbindung von Fragen des öffentlichen Verkehrs sowie Einbindung von BürgerInnen
- Projektuntersuchungsgebiet teils in alpinem und teils im urbanen Raum

Dafür hat die Swietelsky AG den gesamten vorhandenen Datensatz an BIM-Daten zur Verfügung gestellt.

Alle nachfolgend beschriebenen Abläufe für die Verknüpfung von BIM in GIS wurden mit dem **Datensatz „OE_Wagrain_Aushubmodell“** simuliert. Dieser Datensatz hat eine Größe von 7.614 KB und eine große Detailtiefe für die geplanten baulichen Maßnahmen.

Ziel war es, dass das zu erstellende (die BIM und GIS-Daten kombinierende) Modell sowohl bauliche als auch Komponenten des GIS detailgetreu berücksichtigen sollte. Zudem sollte sich das ausgewählte Untersuchungsgebiet gut dazu eignen, unterschiedliche Typen von Höhen- und Raumbezügen verbinden zu können.

Da das Projekt tatsächlich baulich umgesetzt wurde, sollten die zu erstellenden Ergebnisse der Datenzusammenführung mit der bereits erfolgten realen Umsetzung vergleichbar sein.



Abbildung 34: Ortsumfahrung Wagrain Untersuchungsgebiet – Blickrichtung Süd

(Land Salzburg, 2025)

3.1.4 Voraussetzungen für das Untersuchungsgebiet

Folgende Voraussetzungen, dass die GIS-BIM Verknüpfung am Untersuchungsgebiet untersucht werden können, sind erfüllt:

- Infrastrukturprojekt ist durch praktische Umsetzung bereits erfolgt
- Projektbeteiligte unterschiedlicher Disziplinen wirken zusammen
- Es wurden konstruktive Bauwerke (z.B. Straßen, Brücken und Kreisverkehre) errichtet, als auch geotechnische Baumaßnahmen (z.B. Umlegung von Oberflächengewässern, Böschungssicherungen) getroffen
- Es wurde durch die baulichen Maßnahmen in die Topographie des Untersuchungsgebietes eingegriffen, bzw. Veränderungen vorgenommen



Abbildung 35: Ortsumfahrung Wagrain Untersuchungsgebiet nach Fertigstellung–
Blickrichtung Süd (Land Salzburg, 2025)

3.2 Theoretische Vorstellung der Arbeitsabfolgen

Bei den drei im Folgenden gewählten, voneinander unabhängigen Arbeitsmethoden (mit drei unterschiedlichen Softwarepaketen), zur BIM-GIS Verknüpfung (am Beispiel des Untersuchungsgebietes), wurde jeweils nach folgenden Bearbeitungsabläufen vorgegangen:

- Grundlagenerhebung sowie Einarbeitung in die Softwareprogramme und Schnittstellen unter Zuhilfenahme von digitalen Medien und Anwendung von KI
- Erhebung der Erfordernisse, Zielsetzungen, Analysemöglichkeiten und Visualisierungsmöglichkeiten für die einzelnen Softwareprogramme
- Erstellung eines möglichen Szenarios, wie die BIM-GIS Verknüpfung für die einzelnen Softwareprogramme fehlerfrei und praktikabel erfolgen könnte
- Konkrete Verknüpfung von BIM- und GIS-Daten für die einzelnen Softwareprogramme mit anschließender Visualisierung

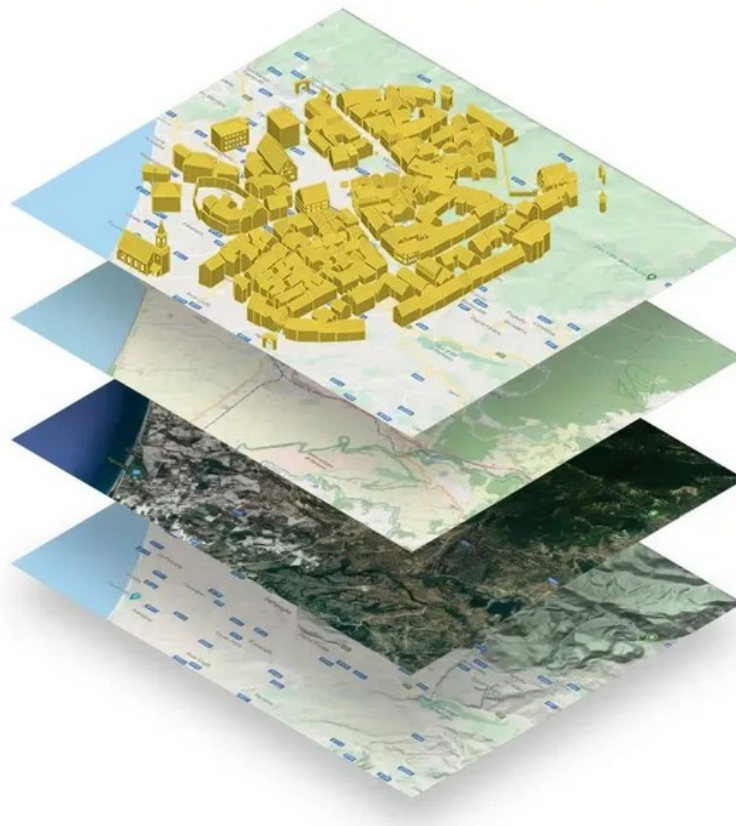


Abbildung 36: BIM-GIS Integration (BibLus, 2025)

3.3 Kooperation mit Swietelsky Team – BIM und GIS

Die erste Kontaktaufnahme mit **Herrn Michael Gerstmayr MSc** von der Swietelsky AG erfolgte über eine Lehrveranstaltung der Universität Wien. Eine mögliche Kooperation für die Erstellung einer Masterarbeit wurde sofort positiv aufgenommen. Nach mehreren Online-Meetings wurde vereinbart, die in Kapitel 3.1 gestellten Fragen eingehend zu untersuchen.

Mithilfe der in Kapitel 3.5 beschriebenen, bereitgestellten Datensätzen und den in Kapitel 3.6 vorgestellten Softwareprodukten, sollte eine Strategie entwickelt werden, wie die Verknüpfung der beiden Technologien BIM und GIS für die Praxis nutzbar umgesetzt werden könnte.

Gegenwärtig wird die Verknüpfung zwischen BIM und GIS kaum angewandt bzw. genutzt.

3.4 Bestandsaufnahme Ortsentlastung Wagrain

Die Bauzeit dieses Projekts erstreckte sich von Herbst 2023 bis Sommer 2025. Die Gemeinde Wagrain trug gemeinsam mit dem Land Salzburg die Kosten in der Höhe von 9,6 Millionen Euro. Die Herausforderungen, die es zu bewältigen galt, umfassten zum einen, die möglichst nachhaltige Gestaltung der Wagrainer Ache, in enger Kooperation mit dem Hochwasserschutz, zum anderen die Trassierung einer Umfahrungsstraße in geneigtem Gelände samt Errichtung von Brücken und Hangsicherungen. Ein neues Verkehrskonzept sieht vor, dass die BürgerInnen von Wagrain durch die gesetzten baulichen Maßnahmen unter anderem neue Begegnungszonen nutzen könnten und der öffentliche Verkehr attraktiviert werden sollte.

Die Ortsumfahrung umfasst zwei neue Kreisverkehre, zwei neue Brücken über die Wagrainer Ache und den gesamten neuen Straßenverlauf. Die neue Trasse wurde am westlichen Ortsrand errichtet, wobei die Strecke von der Wagrainerstraße bis zur Kleinarler Straße reicht (vgl. Wautischer, 2024).

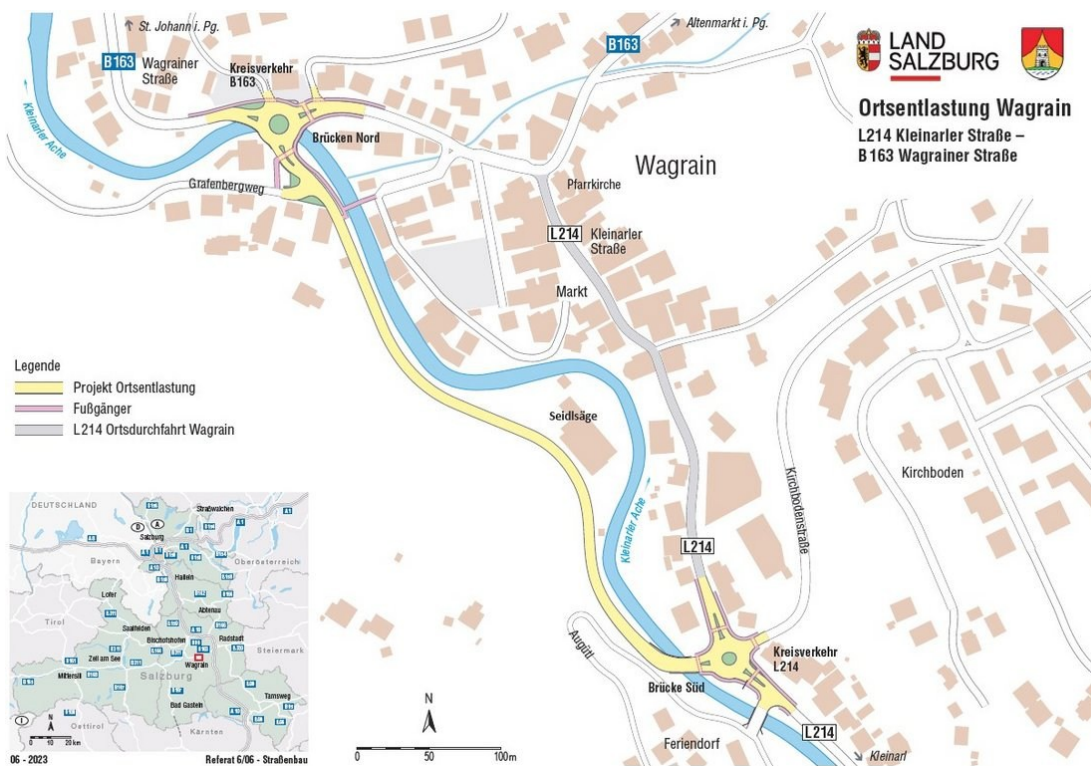


Abbildung 37: Ortsentlastung Wagram - Land Salzburg Karte (Land Salzburg, 2025)



Abbildung 38: Ortsentlastung Wagram – Blickrichtung Nordwest (Land Salzburg, 2025)

3.5 Datendesign

Tabelle: 5 zeigt die von der Swietelsky AG zur Verfügung gestellten Projektdateien. Alle Dateien wurden mit der Software Autodesk Civil 3D visualisiert. Es wurde in einem vorbereitenden Bearbeitungsschritt festgelegt, die Datei „ OE_Wagrain_Aushubmodell als Datengrundlage heranzuziehen.

Name	Typ	Größe	Download Datum
20240502_Wagrain_- _suedliches_Brueckenbauwerk_Tragswerksmodell_IFC4.0_V2	IFC-Datei	2572 KB	30.08.2025
20240516_Wagrain_- _nördliches_Brueckenbauwerk_Tragswerksmodell_IFC4.0_V2	IFC-Datei	4468 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_Auftragmodell	IFC-Datei	5153 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_Aushubmodell	IFC-Datei	7614 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_Entwässerung	IFC-Datei	21146 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_GSA	IFC-Datei	2433 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_Haupttrasse	IFC-Datei	33083 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_KV-Nord_Straßen	IFC-Datei	18596 KB	30.08.2025
OE_Wagrain_KV-Süd_Straßen	IFC-Datei	26731 KB	30.08.2025
OE-Wagrain-Deckschicht	dwg-Datei	1793 KB	30.08.2025
OE-Wagrain-Deckschicht.dwg	dwg-Datei	6 KB	30.08.2025
OE-Wagrain-Deckschicht	xml-Datei	616 KB	30.08.2025
OE-Wagrain-Planum	dwg-Datei	1476 KB	30.08.2025
OE-Wagrain-Planum	xml-Datei	304 KB	30.08.2025

Tabelle: 5 Rohdaten OE Wagrain

3.6 Angewandte Software

Die folgenden 2 Tabellen stellen die verwendeten Softwareprogramme gegenüber

3.6.1 Softwareüberblick Fokus GIS

Name	Hersteller	Lizenztyp	Hauptzweck	Dateiformate	Version
ArcGIS Pro	Environmental Systems Research Institute, Inc.	Studentenlizenz	GIS-Analyse	GDB, SHP, GeoJSON, CSV, KML, CAD	3.5.57366
ArcGIS Online	Environmental Systems Research Institute, Inc.	Studentenlizenz	Web-GIS	WebMap, FeatureService, GeoJSON, CSV	aktuell
FME Workbench	Safe Software Inc.	Studentenlizenz	Datenintegration	SHP, GDB, IFC, DWG, XML, CSV, GeoJSON	2025.1.1

Tabelle 6: Projektbezogene Software GIS

3.6.2 Softwareüberblick Fokus BIM

Name	Hersteller	Lizenztyp	Hauptzweck	Dateiformate	Version
Revit 2026	Autodesk, Inc.	Studentenlizenz	BIM-Modellierung	RVT, IFC, DWG, DXF, DGN	2026
Civil 3D	Autodesk, Inc.	Studentenlizenz	Infrastrukturplanung	DWG, DXF, LandXML, IFC	2026
Allplan Civil	ALLPLAN GmbH	Studentenlizenz	BIM-Modellierung	NDW, NPL, IFC, DWG, DXF	25.60.61437
Allplan	ALLPLAN GmbH	Studentenlizenz	BIM-Modellierung allgemein	NDW, NPL, IFC, DWG, DXF	25.60.61437
Trimble Connect	Trimble Inc. and affiliates	Kommerziell	Cloud-Kollaboration	IFC, DWG, RVT, SKP, PDF	1.25.3.660

Tabelle 7: Projektbezogene Software BIM

3.7 Fotogalerie der Swietelsky Baustelle Wagrain



Abbildung 39: Hangsicherung (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 40: Böschungen und Geländesprünge (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 41: Leitungskollektor (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 42: Entwässerung (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 43: Begrünung und Entwässerung (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 44: Unterbau und Entwässerung (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 45: Erdbauarbeiten (Swietelsky, o.J.)



Abbildung 46: Bachbettarbeiten (Swietelsky, o.J.)

4. Machbarkeitsnachweis - Praxisanwendung

Alle drei Arbeitsmethoden wurden unabhängig voneinander durchgeführt. Die IFC-Datei „OE_Wagrain_Aushubmodell“ diente dabei stets als Datenbasis. Auf dieser Grundlage erfolgten dann jeweils die möglichen Verknüpfungen von BIM und GIS. Jeder Arbeitsschritt, der letztlich zur Verknüpfung der Daten führt, wird im Folgenden stichwortartig beschrieben und mithilfe von zugehörigen Screenshots erläutert.

4.1 Autodesk Civil 3D – ArcGIS Connector

1. Import der IFC-Datei „OE_Wagrain_Aushubmodell“ in **Software Autodesk Civil 3D**.

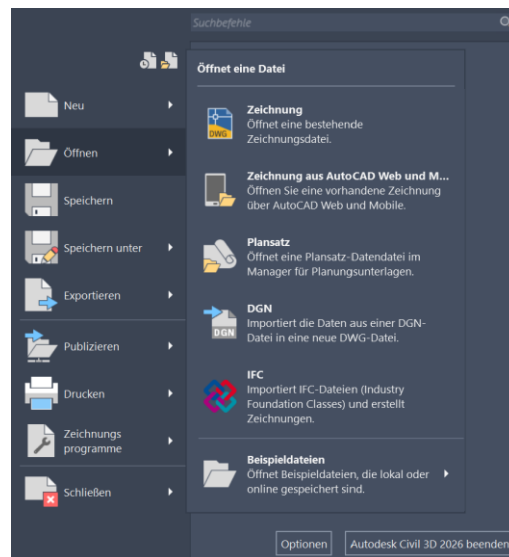


Abbildung 47: Import ICF-Datei (eigene Darstellung)

2. Umwandlung der IFC-Datei in DWG-Datei

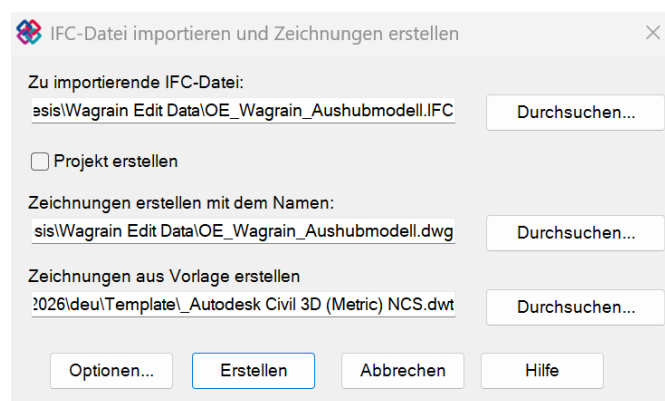


Abbildung 48: Umwandlung IFC-Datei (eigene Darstellung)

3. Erste Visualisierung im Koordinatensystem 0,0,0. Jedes einzelne Element aus dem BIM bleibt editierbar.

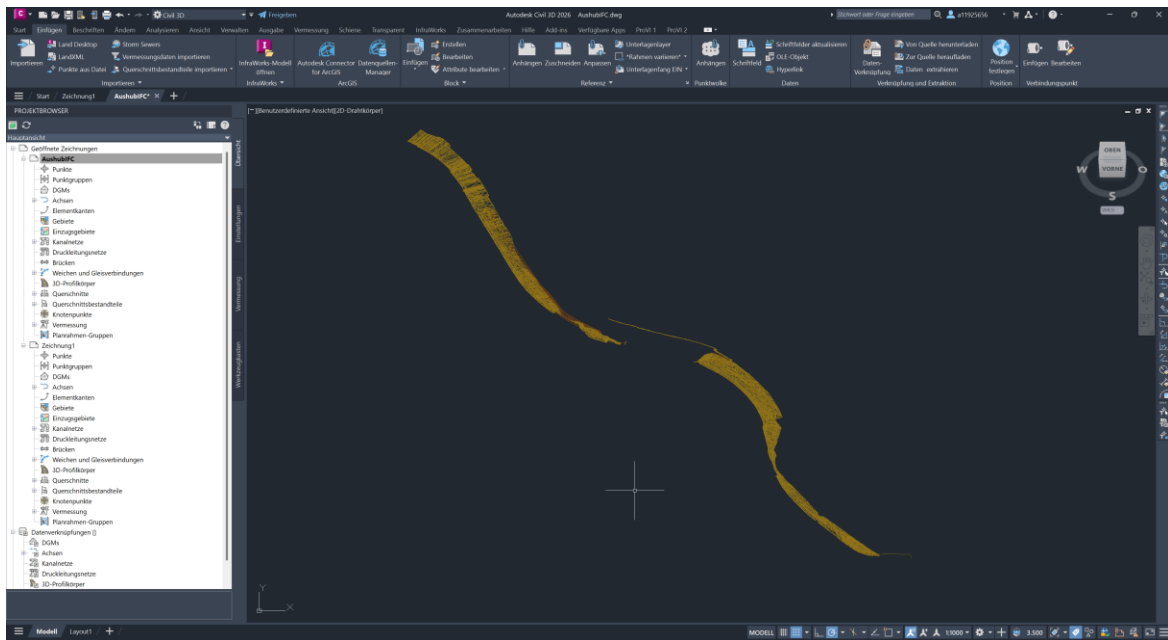


Abbildung 49: Visualisierung Koordinatensystem 0,0,0 (eigene Darstellung)

4. Visualisierung im Koordinatensystem 0,0,0 – Erstellung eines Layouts von „OE_Wagrain_Aushubmodell“ in Autodesk Civil 3D.

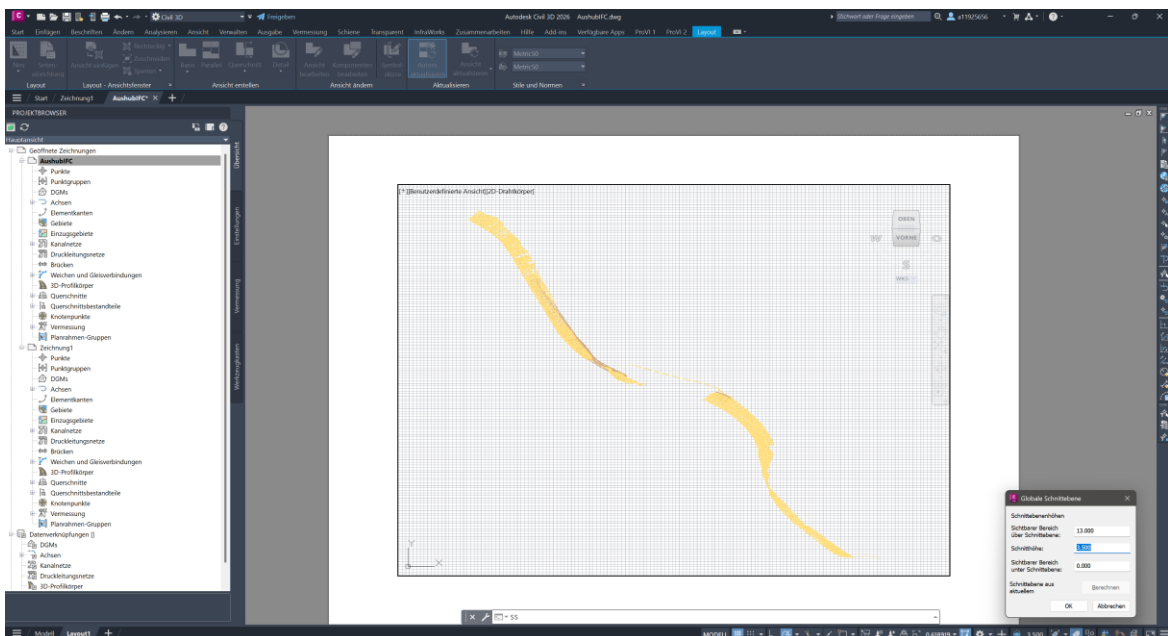


Abbildung 50: Layouterstellung Autodesk Civil 3D (eigene Darstellung)

7. Festlegung eines des Referenzpunkts zur Zentrierung und Verortung des BIM-Objekts



Abbildung 53: Markierung des Referenzpunkts (eigene Darstellung)

8. Wahl des in GIS und BIM übereinstimmenden Koordinatensystems. Das gleiche Koordinatensystem wie beim BIM wurde gewählt: MGI-AT/a.M31/GKa.

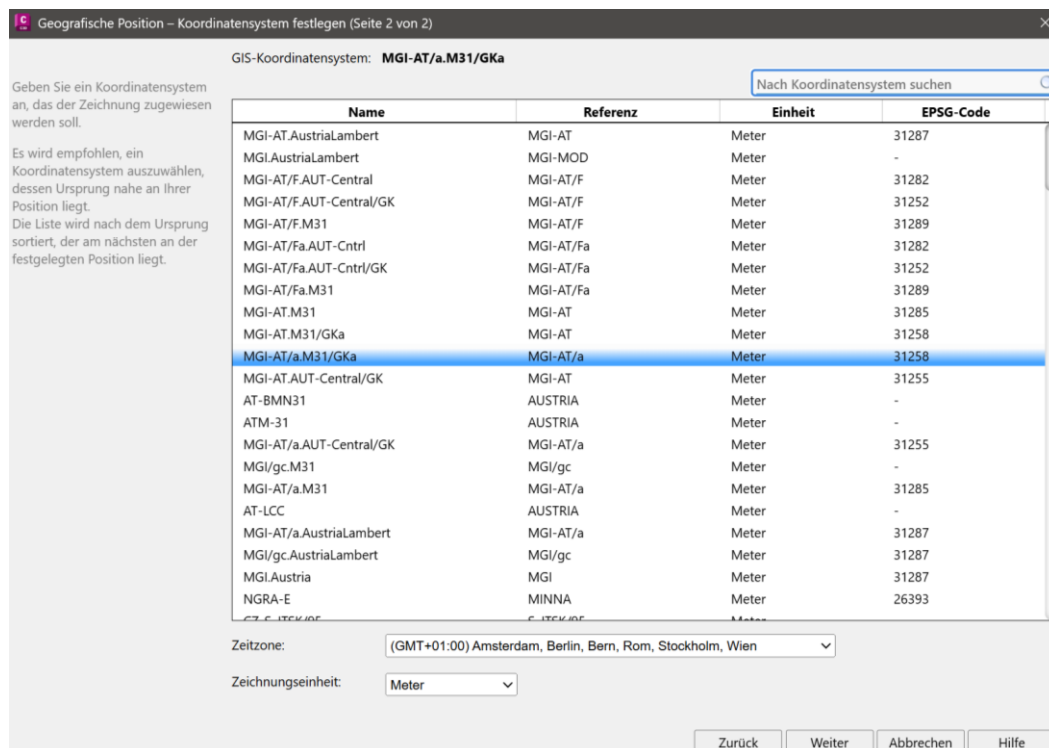


Abbildung 54: Wahl des Koordinatensystems (eigene Darstellung)

9. Erstellung eines ersten Kartenbildes. Kartenlayer ist anpassbar. BIM-Daten sind noch nicht korrekt positioniert.

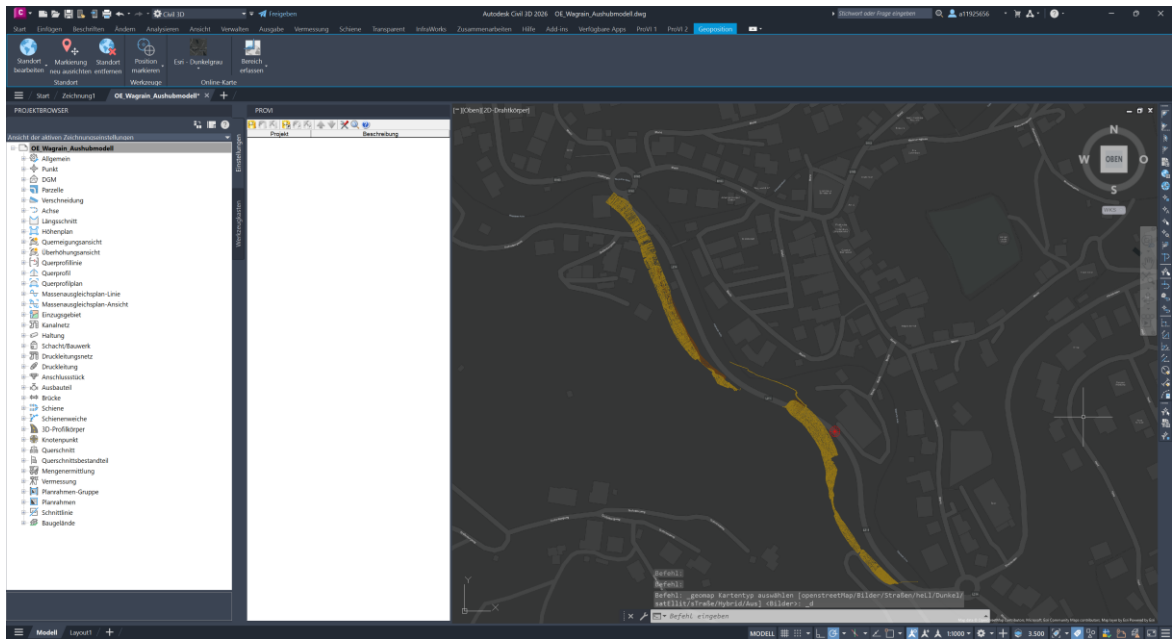


Abbildung 55: Kartenerstellung mit BIM (eigene Darstellung)

10. Neusetzung eines Referenzpunktes zur korrekten Überlagerung von BIM und GIS-Daten. Dies wird durch folgenden Befehl ermöglicht: Geographische Markierung neu ausrichten.

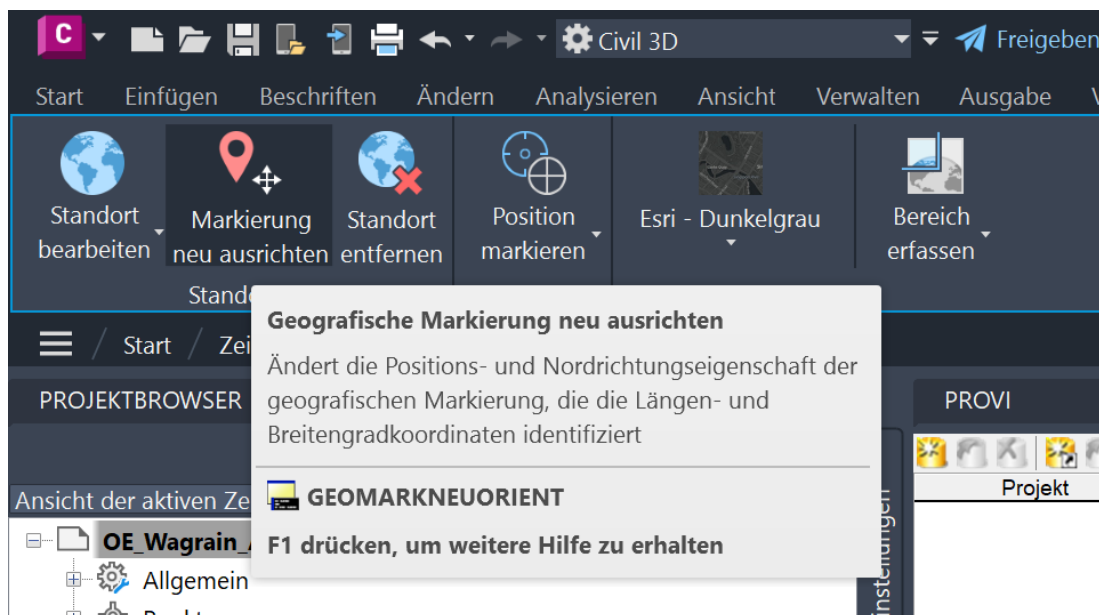


Abbildung 56: Korrekte Ausrichtung der geographischen Markierung (eigene Darstellung)

11. Inhalte des Kartenlayers werden mit Geodaten aus „ESRI Straßen“ erweitert. Alternative Kartengrundlagen (Geodaten) wären anwendbar.

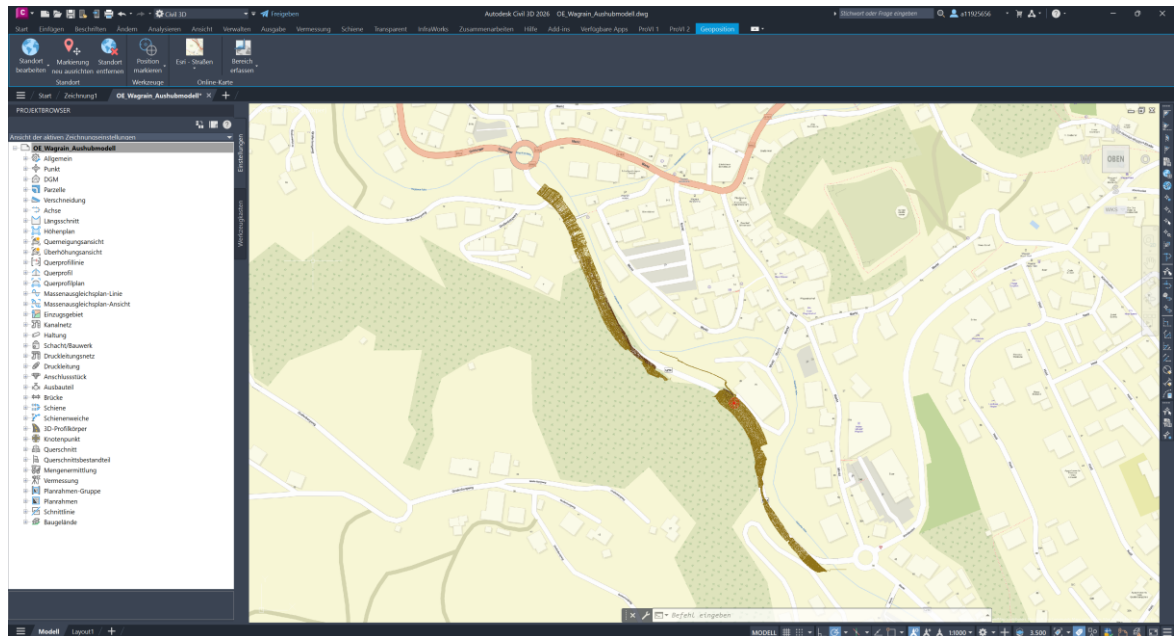


Abbildung 57: ESRI-Karte mit BIM-Layer (eigene Darstellung)

12. Hochladen der fertigen Projektdaten auf ArcGIS Online Plattform.

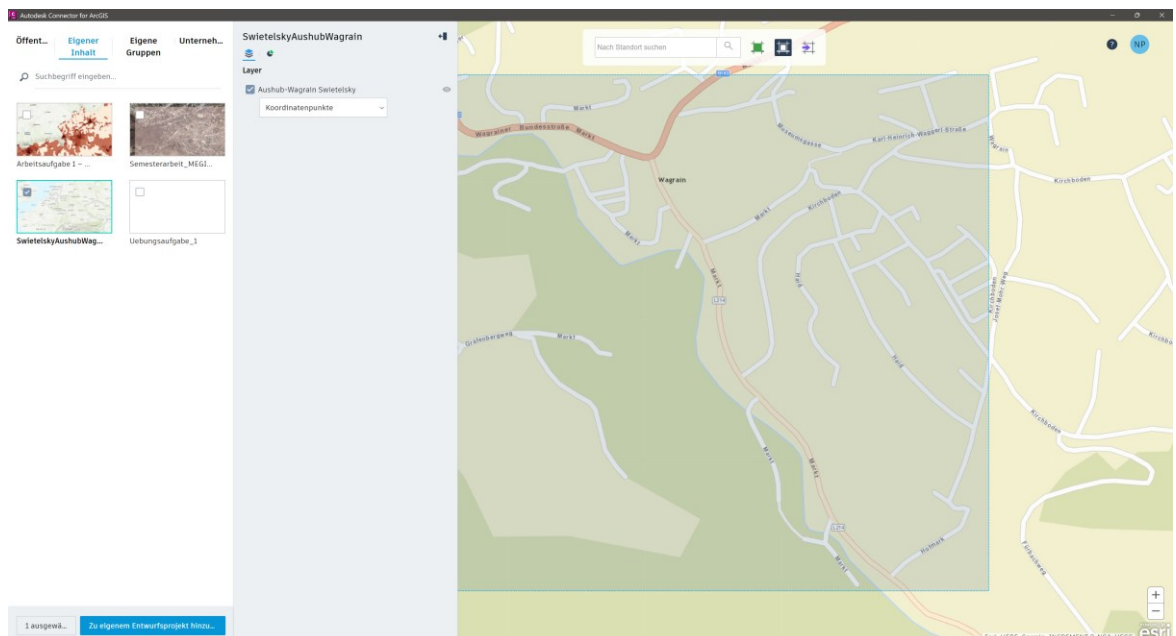


Abbildung 58: Cloud Upload des Projekts (eigene Darstellung)

4.2 IFC Import ArcGIS Pro

1. Erstellung eines neuen Projekts in der **Software ArcGIS Pro**. Dabei wird „lokale Szene“ gewählt und alle Projektdaten in einen neuen Ordner gespeichert. Ziel der „lokalen Szene“ ist eine dreidimensionale Visualisierung des Datensatzes: „OE_Wagrain_Aushubmodell“.

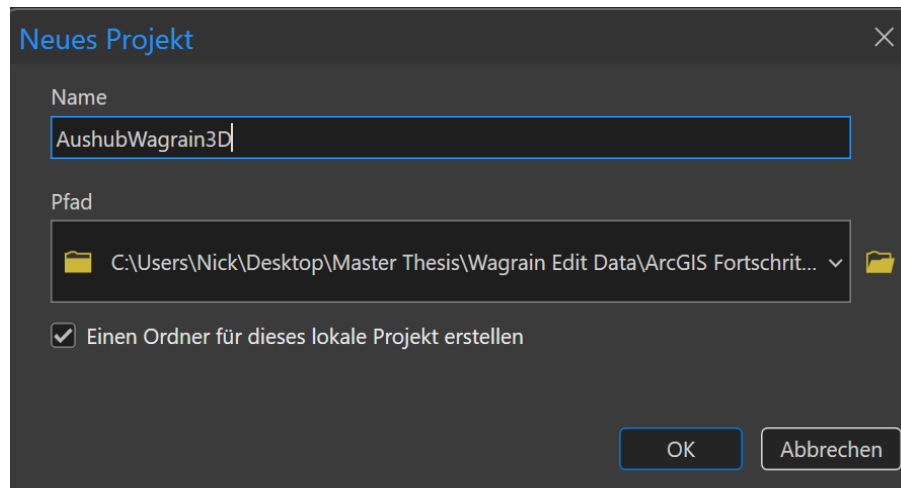


Abbildung 59: Projekterstellung ArcGIS Pro (eigene Darstellung)

2. Anlegen einer Ordnerverknüpfung, um auf den gesamten Datensatz zugreifen zu können. Der Datensatz wurde zuvor weder bearbeitet noch verwendet.

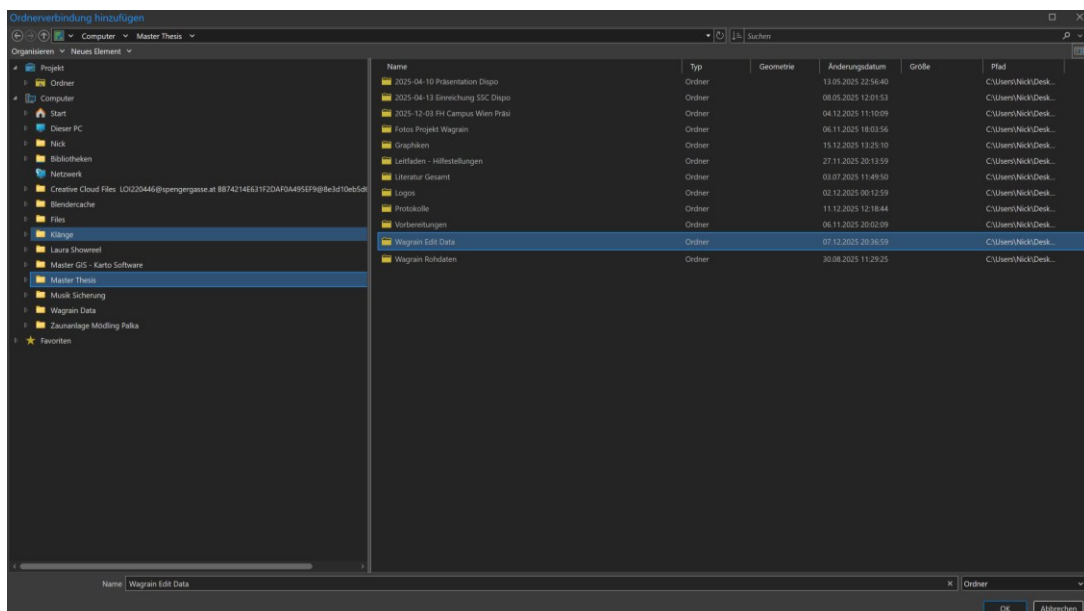


Abbildung 60: Ordnerverbindung ArcGIS Pro (eigene Darstellung)

3. Nach dem Import der IFC-Datei „OE_Wagrain_Aushubmodell“ beziehen sich die BIM-Objekte auf beliebiges, sich zufällig ergebendes Koordinatensystem. Es öffnet sich die Benachrichtigung „unbekanntest Koordinatensystem“ der Datei.

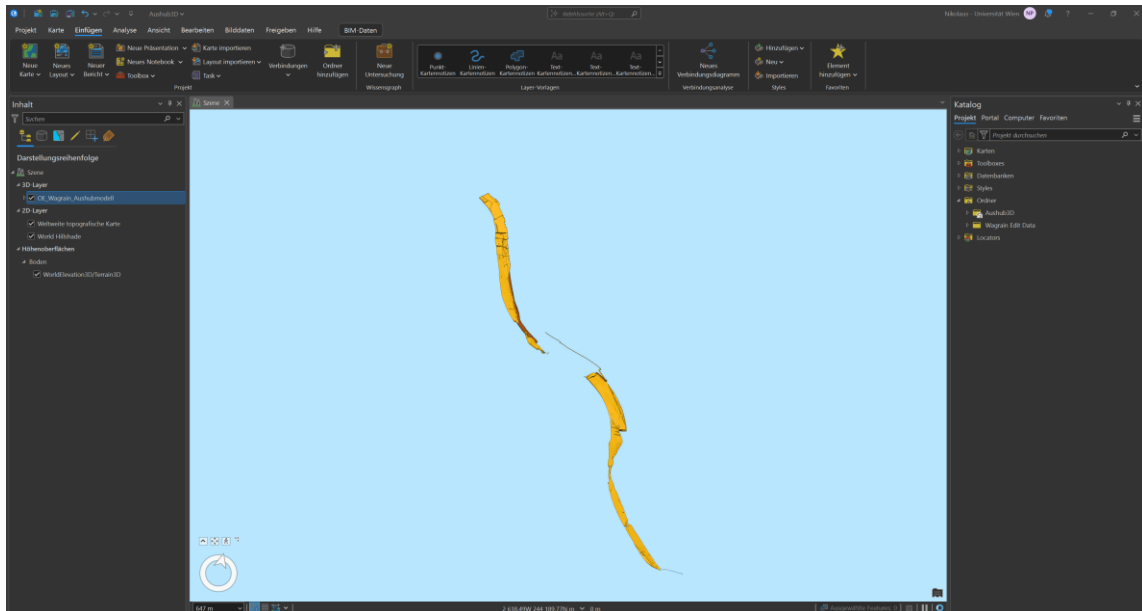


Abbildung 61: Erster Import der IFC-Datei in ArcGIS Projekt (eigene Darstellung)

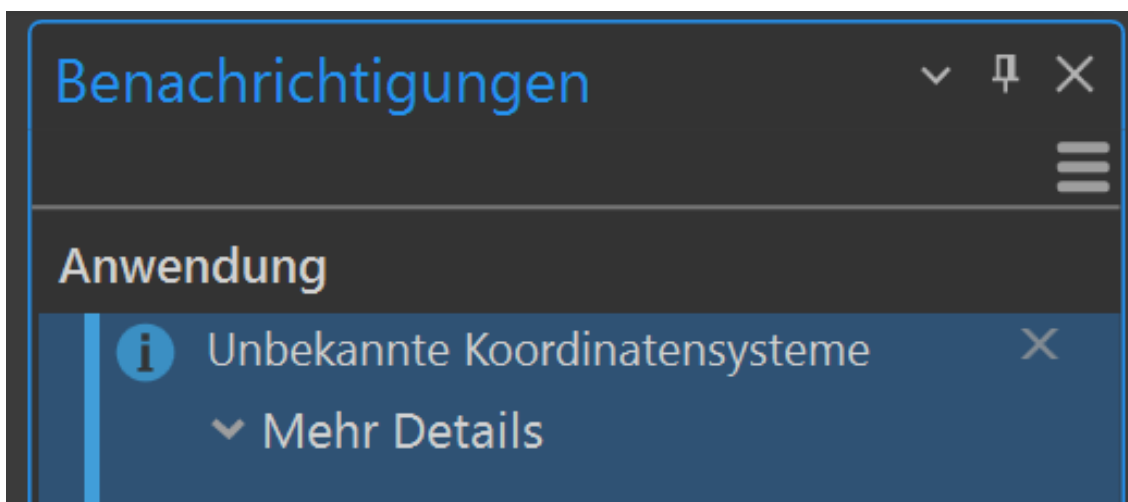


Abbildung 62: Benachrichtigung "unbekanntes Koordinatensystem" (eigene Darstellung)

4. Software erkennt BIM Datensatz. Mit dem Befehl „BIM-Daten“ -> Georeferenzieren kann dem Objekt der korrekte Raumbezug zugewiesen werden.

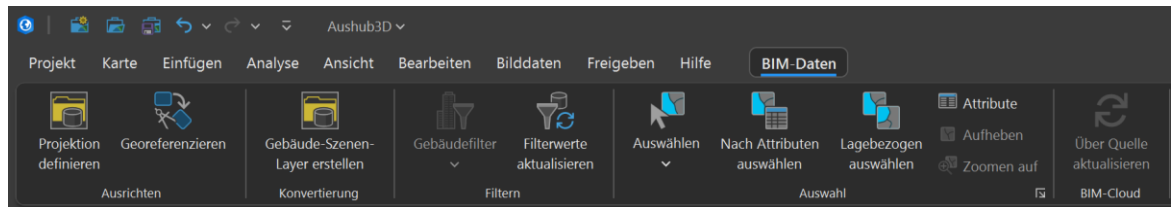


Abbildung 63: BIM-Daten Georeferenzierung (eigene Darstellung)

5. Georeferenzierung der BIM-Daten. Mithilfe des Tools „Verschieben“ können die BIM-Daten auf die richtige Position verschoben werden. Es ist dabei möglich, in die Richtungen X,Y,Z zu verschieben.

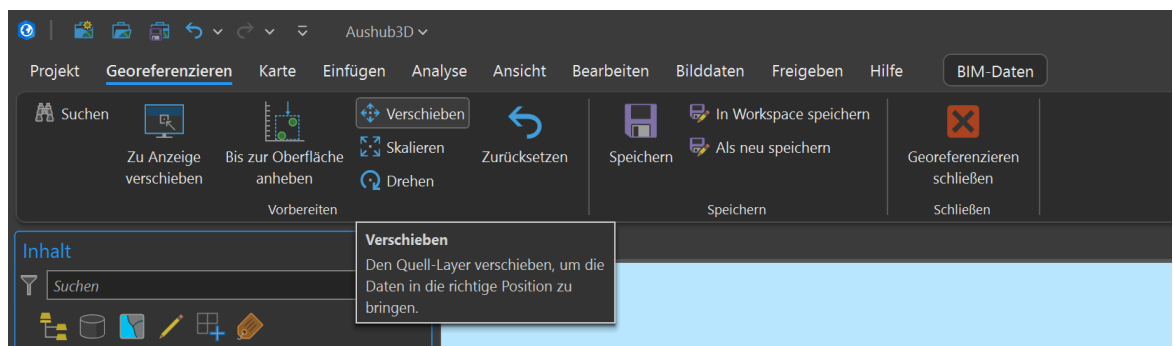


Abbildung 64: Verschieben Tool BIM-Daten (eigene Darstellung)

6. Georeferenzierung des BIM. Das BIM wird in die gewünschte Lage verschoben.

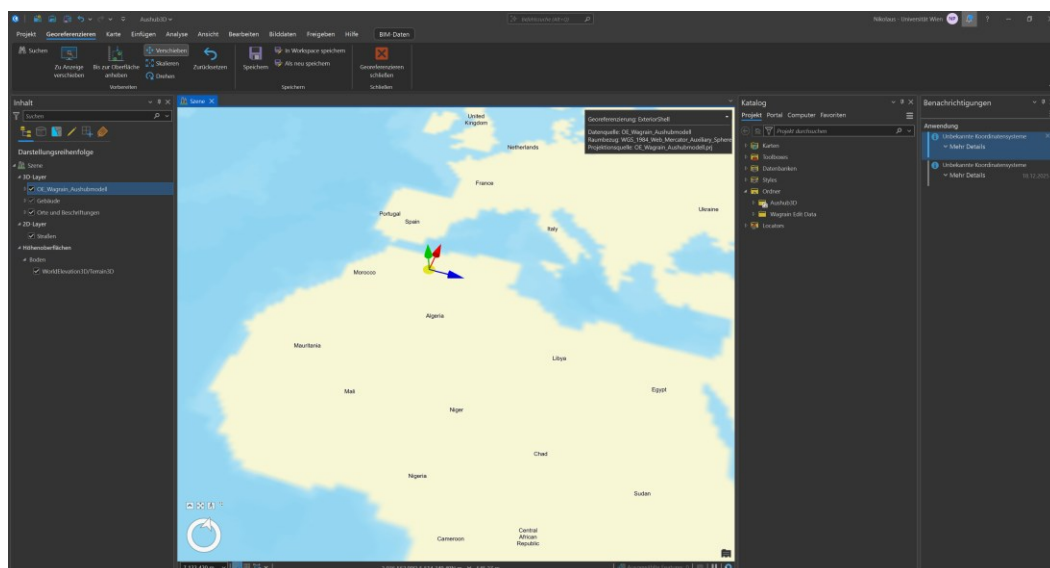


Abbildung 65: Georeferenzierung BIM (eigene Darstellung)

7. Einstellungen hinsichtlich Skalierung, Drehung und Ausrichtung der BIM-Daten. Die BIM-Daten können an ihre korrekte Höhenlage angepasst werden, damit sie mit den GIS Daten übereinstimmen.

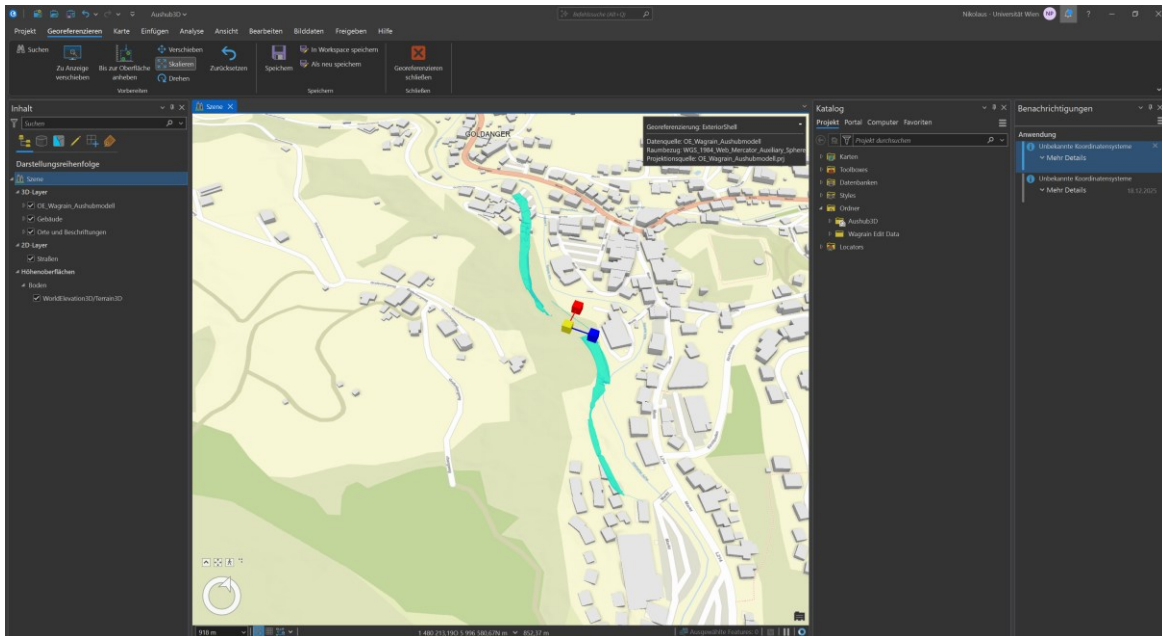


Abbildung 66: Skalierung Tool (eigene Darstellung)

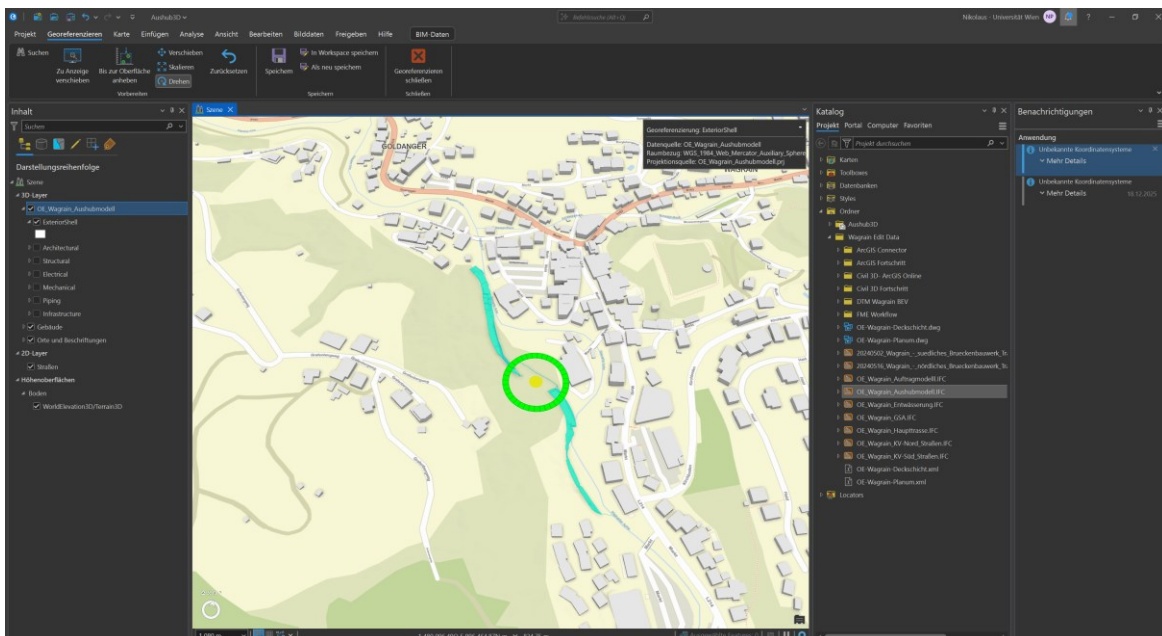


Abbildung 67: Drehen Tool (eigene Darstellung)

8. Festlegung des Ansichtswinkels für die Visualisierung. Hinterlegung von Geoinformationen (Open Street Map bzw. ESRI Dunkle Straßen) für die dreidimensionale Kartendarstellung.

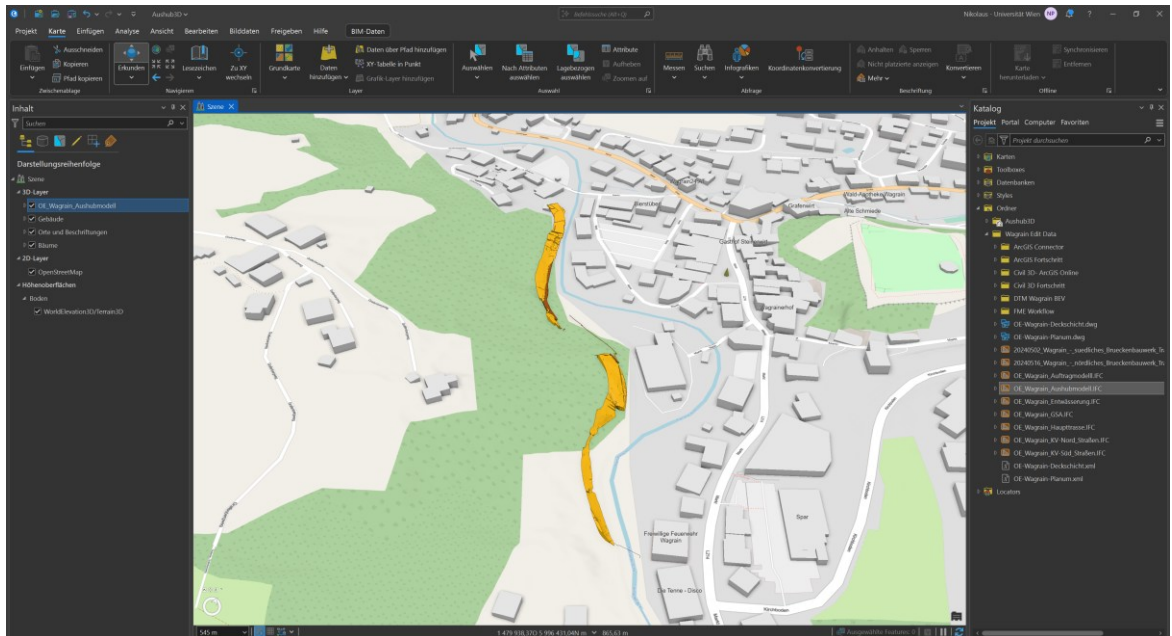


Abbildung 68: 3D Ansicht Final Open Street Map (eigene Darstellung)

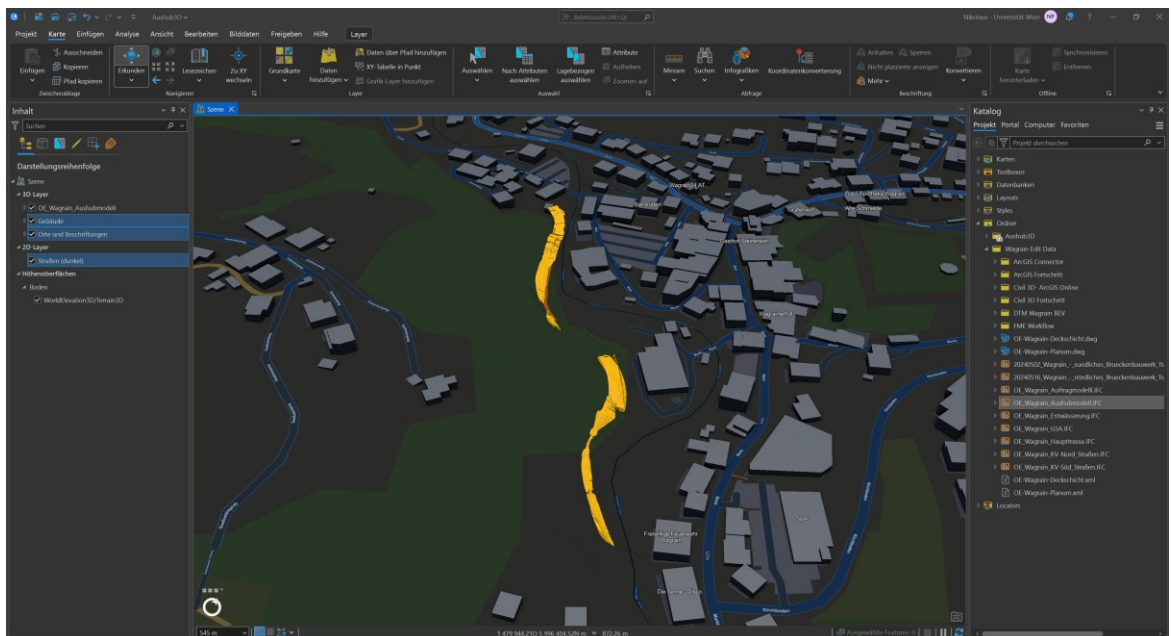


Abbildung 69: 3D Ansicht Final ESRI Dunkle Straßen (eigene Darstellung)

4.3 FME-Arbeitsablauf „Erstellung einer neuen Geodatabase“

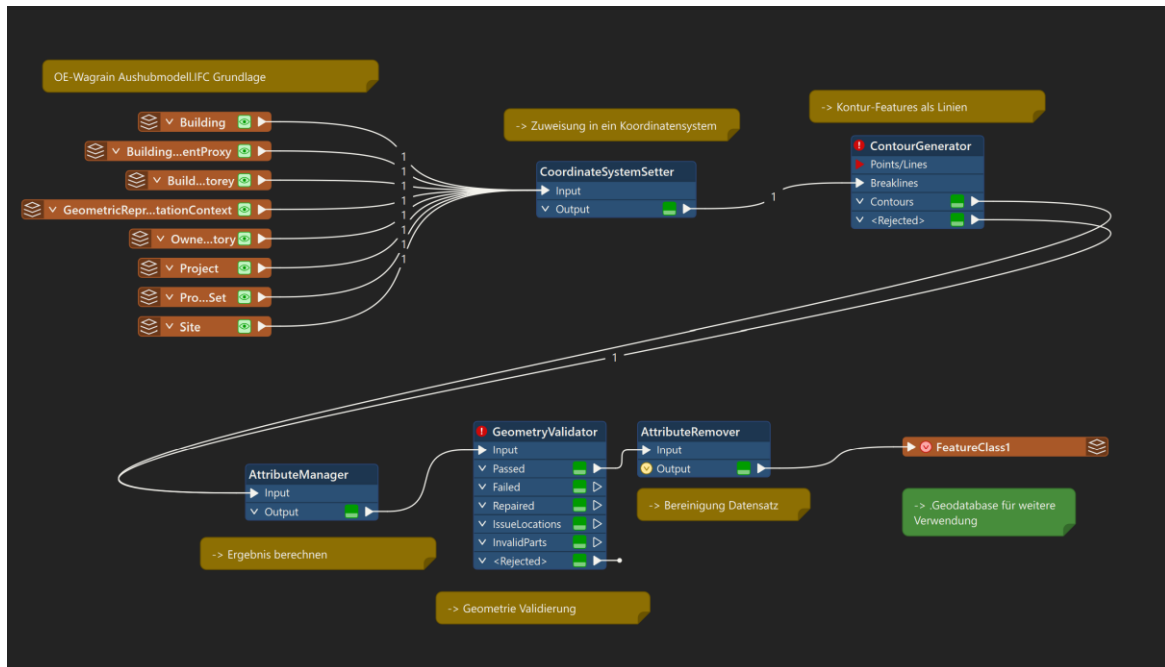


Abbildung 70: FME-Workflow (eigene Darstellung)

1. Eingangsdaten

- Einlesen des IFC-Aushubmodells („OE_Wagrain_Aushubmodell“)
- Nutzung relevanter IFC-Entitäten (z.B. Site, Building, Project,etc.)

2. Koordinatenbezug

- Zuweisung eines einheitlichen Koordinatenreferenzsystems
- Sicherstellung des räumlichen Bezugs der BIM-Daten

3. Geometrische Ableitung

- Ableitung von Höhenlinien aus den Eingangsgeometrien des Modells
- Generierung der Kontur-Features als Linienobjekt

4. Attribut- und Ergebnisverarbeitung

- Berechnung und Ableitung relevanter Attribute
- Strukturierung der Ergebnisdaten für die weitere Verwendung

5. Geometrieprüfung

- a. Validierung der erzeugten Geometrien

- b. Erkennung und Bearbeitung von fehlerhaften oder ungültigen Geometrien

6. Datenbereinigung

- a. Entfernung nicht benötigter Attribute zur Fehlervermeidung

- b. Reduktion des Datensatzes auf relevante Informationen

7. Export der Daten

- a. Speicherung der bereinigten Ergebnisse in einer neu erstellten File Geodatabase

- b. Bereitstellung der File-Geodatabase für weitere GIS-Analysen

5. Analyse der BIM-GIS Integration

In der vorliegenden Masterarbeit wurde die Integration von Building Information Modeling Dateien in eine Geoinformationsumgebung anhand eines realen Infrastrukturprojekts in Wagrain untersucht. Als herangezogene Datengrundlage diente die IFC-Datei „OE_Wagrain_Aushubmodell“. Diese Datei bildete den gemeinsamen Referenzdatensatz für alle durchgeführten Arbeitsschritte, wodurch eine methodische Vergleichbarkeit gewährleistet ist.

Die drei Integrationswege lauteten wie folgt:

1. Autodesk Civil 3D- ArcGIS Connector
2. IFC-Import in ArcGIS Pro
3. FME-Workflow zur Erstellung einer File-Geodatabase

Ziel war es, die räumliche Konsistenz, die Reproduzierbarkeit sowie den inhaltlichen Informationsgehalt der Daten im GIS-Kontext zu bewerten.

5.1 Beschreibung der Arbeitsabläufe

5.1.1 Autodesk Civil 3D -ArcGIS Connector

Der erste Arbeitsablauf basierte auf der Import- und Konvertierungsfunktionalität von Autodesk Civil 3D in Verbindung mit dem ArcGIS Connector. Zunächst wurde die IFC-Datei in Civil 3D importiert und dort in das DWG-Format konvertiert. In diesem Schritt zeigte sich, dass die geometrische Struktur erhalten blieb und einzelne Elemente selektierbar blieben. Standardmäßig wird das Modell zunächst im lokalen Koordinatensystem (0,0,0) dargestellt. Für die GIS-Integration war daher eine explizite Zuweisung eines geeigneten Koordinatenreferenzsystems erforderlich. Dem Projekt wurde das System MGI / Austria GK M31 zugeordnet. Anschließend erfolgte eine Geopositionierung mittels ESRI-Basiskarten.

Da die automatische Georeferenzierung nicht korrekt verlief, musste der Referenzpunkt manuell neu gesetzt werden. Erst nach mehreren Anpassungsschritten lag das Modell korrekt über dem Ortsgebiet von Wagrain. Nach erfolgreicher koordinatenmäßiger Ausrichtung wurde das Modell schließlich als GIS-Layer visualisiert und über die ArcGIS-Online-Plattform veröffentlicht. Die Integration von BIM in GIS erwies sich als technisch möglich, war jedoch mit manuellem Anpassungsaufwand verbunden. Die räumliche Konsistenz war nach erfolgter Korrektur hoch, der Prozess allerdings in Teilen nicht vollständig automatisierbar.

5.1.2 IFC-Import ArcGIS Pro

Im zweiten Arbeitsablauf wurde das IFC-Modell direkt in ArcGIS Pro importiert.

Dafür wurde ein neues Projekt als „Lokale Szene“ erstellt, um eine dreidimensionale Darstellung zu ermöglichen. Nach dem Import der IFC-Datei wurde das Modell zunächst an beliebiger Stelle platziert. Gleichzeitig erkannte ArcGIS Pro, dass das Koordinatensystem an unbestimmter Stelle lag. Die Software erkannte die BIM-Datenstruktur, und mithilfe eines Georeferenzierungswerkzeugs ist es möglich, dem BIM einen korrekten Raumbezug zuzuweisen.

Mittels Werkzeuge zum Verschieben, Skalieren und Rotieren konnte das Modell Schritt für Schritt in die Zielregion Wagrain eingebunden und dort exakt positioniert werden. Dabei wurden auch vertikale Anpassungen vorgenommen, um das Modell korrekt auf der Geländeoberfläche zu platzieren. In einem letzten Schritt wurden die Modelldaten mit unterschiedlichen Basiskarten kombiniert. Es entstand eine dreidimensionale Darstellung des Ortskerns von Wagrain mit dem eingebetteten BIM-Aushubmodell.

Der Direktimport ist funktional leistungsfähig, jedoch nicht automatisch räumlich korrekt. Die manuelle Georeferenzierung erfordert GIS- und BIM-Verständnis, ermöglicht aber eine qualitativ hochwertige 3D-Integration.

5.1.3 FME-basierte Erstellung einer Geodatabase

Der dritte Arbeitsablauf nutzte die Software FME zur strukturierten Ableitung und Aufbereitung von GIS-Daten aus dem IFC-Modell „OE_Wagrain_Aushubmodell“.

Zentrale Prozessschritte waren:

- Einlesen der IFC-Daten
- Zuweisung eines einheitlichen Koordinatenreferenzsystems
- Ableitung topographischer Informationen (z. B. Höhenlinien)
- Attributstrukturierung
- Geometrieverifizierung
- Datenbereinigung
- Export in eine File-Geodatabase

Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, den Workflow reproduzierbar zu gestalten. Gleichzeitig blieb ein Teil der IFC-Semantik (z. B. Entitätstypen) erhalten und konnte strukturiert in GIS-Attribute überführt werden.

Dieser Ansatz bot die höchste Kontrolle und Standardisierbarkeit. Die räumliche Konsistenz war technisch sauber herstellbar, und die Daten standen GIS-konform für weiterführende Analysen bereit. Die Visualisierung bereitet in der Handhabung gewisse Schwierigkeiten

5.2 Bewertungskriterien

In weitere Folge sollen die drei Arbeitsabläufe unabhängig voneinander mit definierten Kriterien bewertet werden.

Kriterium	Civil 3D – Connector	ArcGIS Pro Direktimport	FME Workflow
<i>Räumliche Genauigkeit</i>	hoch (nach manueller Korrektur)	hoch (nach manueller Georeferenzierung)	sehr hoch
<i>Reproduzierbarkeit</i>	mittel	gering–mittel	sehr hoch
<i>Erhalt von Semantik und Struktur</i>	mittel	mittel	steuerbar
<i>Anwenderfreundlichkeit</i>	mittel	hoch	gering (zu Beginn)
<i>Automatisierbarkeit</i>	gering	gering	sehr hoch
<i>Eignung für Analysen</i>	gut	mäßig	sehr gut
<i>Zeitaufwand in der Erstellung</i>	mäßig	mäßig	hoch
<i>Attributerhalt</i>	gering	mittel	hoch

Tabelle 8: Bewertungskriterien der Workflows

Die tabellarische Gegenüberstellung zeigt, dass alle drei Workflows grundsätzlich in der Lage sind, BIM-Daten in eine GIS-Umgebung zu überführen. Der FME-Workflow bietet dabei die höchste Reproduzierbarkeit und Automatisierbarkeit, während der Direktimport in ArcGIS Pro insbesondere für Visualisierungszwecke eine hohe Anwenderfreundlichkeit aufweist. Civil 3D liegt in vielen Kriterien im mittleren Bereich und stellt damit einen Kompromiss zwischen Bedienbarkeit und technischer Kontrolle dar.

6. Diskussion

In dem abschließenden Kapitel dieser Masterarbeit werden die im Rahmen der Analyse gewonnenen Ergebnisse interpretiert und in einen wissenschaftlichen Kontext eingeordnet. Dabei erfolgt eine Auseinandersetzung mit der Forschungsfrage, den drei Arbeitsfragen und der formulierten Hypothese. Darüber hinaus werden die Limitationen der Arbeit aufgezeigt und die praktische Anwendbarkeit der Ergebnisse für die Swietelsky AG erörtert. Ein abschließender Ausblick rundet das Kapitel ab.

6.1 Beantwortung der Forschungsfrage

Führt eine strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) führt zu einer höheren räumlichen Konsistenz von Bauwerksdaten und steigert die Effizienz in Planungs- und Entscheidungsprozessen in der Bauwirtschaft.

Die vorliegende Arbeit hat untersucht, inwiefern eine strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) zu einer verbesserten räumlichen Konsistenz und gesteigerter Effizienz in Planungsabläufen in der Bauwirtschaft führen kann.

Die Analyse der IFC-Datei „OE_Wagrain_Aushubmodell“ hat gezeigt, dass eine konsistente räumliche Darstellung erreicht werden kann. Voraussetzung dafür ist: Die Datenübertragung zwischen lokaler BIM-Geometrie und globalen Referenzsystemen (MGI / Austria GK M31) muss systematisch durchgeführt werden. Besonders die präzise Zuordnung der Basiskoordinaten ermöglicht eine gesicherte Datentransformation. Weiters konnte beobachtet werden, dass insbesondere in Bezug auf die Reduktion von Dateninkonsistenzen und der Verbesserung der Visualisierungsmöglichkeiten durch Anwendung passender Software Vorteile erzielt werden konnte.

Die Forschungsfrage kann demnach weitgehend bejaht werden, wobei der Grad der Effizienzsteigerung stark von der Qualität der BIM-Daten und der gewählten Daten-Verknüpfungsmethodik abhängt.

6.2 Diskussion der Arbeitsfragen

6.2.1 Arbeitsfrage 1

Wie präzise und reproduzierbar lässt sich BIM in ein einheitliches Raum-/Höhensystem integrieren und in GIS überführen?

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass sich BIM-Daten grundsätzlich präzise in ein einheitliches Raum- und Höhensystem integrieren lassen und in GIS-Anwendungen überführbar sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn Koordinatenreferenzsysteme konsistent definiert sind und Konvertierungsprozesse klar strukturiert erfolgen. In diesen Fällen konnten reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden, die für praktische Anwendungen im Bauwesen ausreichend genau sind.

Im ersten Arbeitsablauf zeigte sich, dass zwar eine schnelle Integration von BIM-Daten in Geoinformationssysteme möglich ist, jedoch nur in Form einer zweidimensionalen Darstellung nutzbar werden. Dies limitiert die Nutzung der BIM-Daten erheblich, da wesentliche räumliche und bauteilbezogene Informationen verloren gehen. Zudem besteht eine starke Abhängigkeit von der verwendeten ESRI-Basiskarte, wodurch Genauigkeit und räumliche Einordnung teilweise extern bestimmt werden. Auch die unmittelbare Umwandlung von IFC-Dateien durch die Software Civil 3D in DWG-Dateien führt zu potenziellen Genauigkeits- und Informationsverlusten.

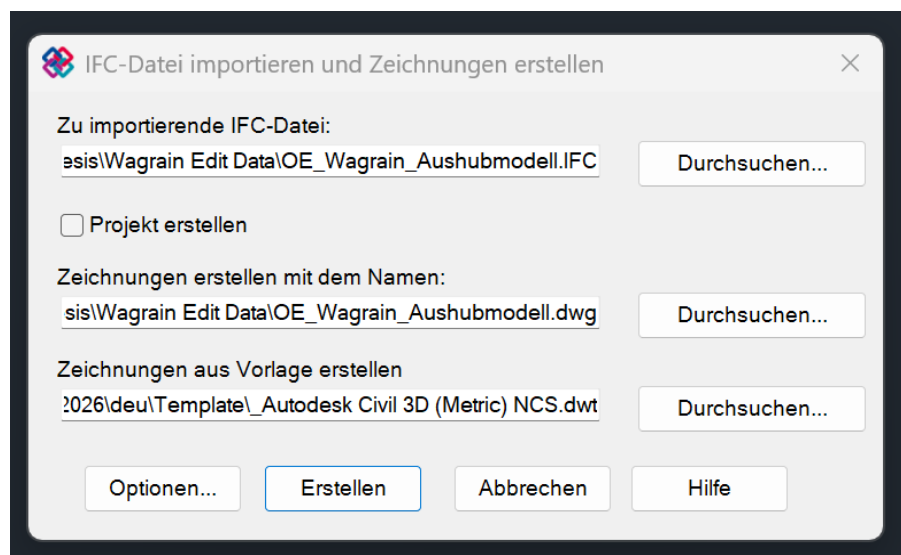


Abbildung 71: IFC-dwg Umwandlung (eigene Darstellung)

Insgesamt lässt sich feststellen, dass eine präzise Integration von BIM in GIS möglich ist. Je nach Anforderung, Genauigkeit, Datenbasis und Zielsetzung ist die Integration jedoch stark projektabhängig.

6.2.2 Arbeitsfrage 2

In welchem Umfang bleiben topologische Beziehungen und Semantik aus BIM im GIS erhalten bzw. sind rekonstruierbar?

Die Untersuchung hat gezeigt, dass wesentliche geometrische Strukturen und grundlegende räumliche Beziehungen bei der Überführung von BIM in GIS-Systeme erhalten bleiben. Allerdings ist die Übertragbarkeit semantischer Informationen deutlich eingeschränkter. Besonders sichtbar wird dies im zweiten Arbeitsablauf. Zwar können BIM-Daten grundsätzlich in GIS integriert werden, jedoch lassen sich Attribute nur in begrenztem Umfang mitübertragen und deshalb weiterer Folge nutzen.

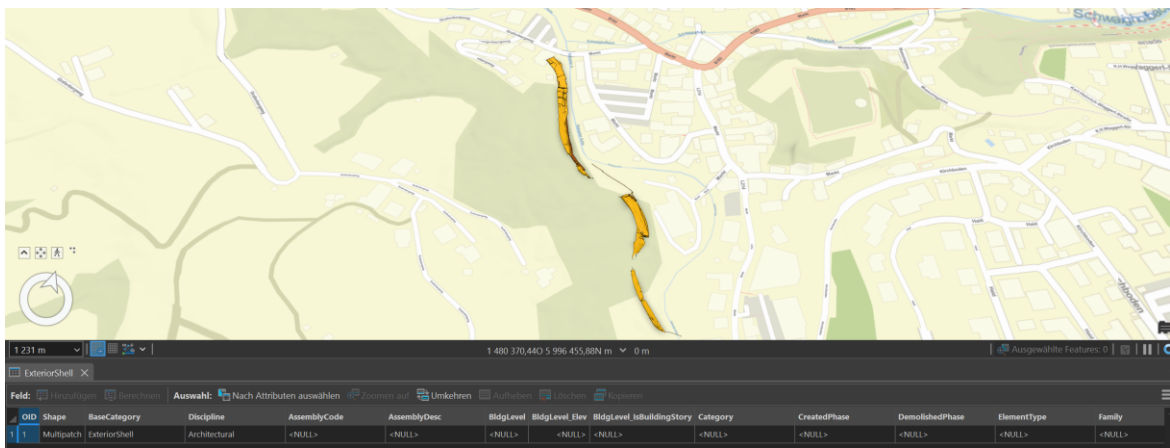


Abbildung 72: Leere Attribut-Tabelle Exterior Shell (eigene Darstellung)

Ein weiterer kritischer Aspekt betrifft die Topologie. Während einfache räumliche Beziehungen wie Nachbarschaften oder Flächenüberlappungen übertragbar sind, gehen komplexere logische Verknüpfungen häufig verloren oder werden vereinfacht dargestellt. Dies reduziert den Mehrwert der Daten insbesondere für analytische Fragestellungen und führt in manchen Fällen dazu, dass Beziehungen manuell rekonstruiert werden müssen.

Es bestätigt sich, dass geometrische Interoperabilität vergleichsweise gut erreichbar ist, während semantische und topologische Interoperabilität weiterhin eine der zentralen Herausforderungen und Schwachstellen in der BIM–GIS-Integration darstellen. BIM priorisiert bautechnische Logik, GIS hingegen räumliche Kontextualisierung. Dieser Gegensatz erschwert eine vollständig verlustfreie Übertragung.

6.2.3 Arbeitsfrage 3

Welchen messbaren Mehrwert (Zeit, Fehler, Präsentation) bringt die Integration von BIM und GIS für ein Bauunternehmen?

Die Ergebnisse dieser Masterarbeit verdeutlichen, dass die Integration von BIM und GIS für Bauunternehmen einen klaren Mehrwert bieten kann. Starker Fokus liegt auf räumliche Kontextualisierung, Visualisierung und Informationszusammenführung. GIS-basierte Darstellungen ermöglichen es, Projekte in ihrem Umfeld räumlich einzuordnen. Das ist für die Kommunikation mit an Projekten Beteiligten oder Behörden oder für strategische Planung vorteilhaft. Auch aus der Sicht von Präsentationen bieten GIS-basierte Modelle eine deutliche Vorteile. Durch den in GIS zugewiesenen Raumbezug können BIM-Daten ganzheitlicher genutzt werden.

Dennoch ist deutlich erkennbar, dass dieser Mehrwert nicht uneingeschränkt gegeben ist. Die Ergebnisse des ersten Arbeitsablaufes liefern zwar schnelle Resultate, bleiben auf zweidimensionale Darstellungen beschränkt und verlieren deshalb wesentliche Modellinhalte. Dies reduziert die Verwendbarkeit der Ergebnisdaten.

Der zweite Arbeitsablauf zeigt, dass funktionale und semantische Reduktion den Nutzen insbesondere für Planungs- und Steuerungsprozesse einschränken können

Der dritte Arbeitsauflauf ist allgemein gehalten und entfaltet seine Anwendungsmöglichkeiten erst dann vollständig, wenn AnwenderInnen über entsprechende Kompetenzen im Datenmanagement und in Organisationsstrukturen verfügen.

Damit wird deutlich, dass der Mehrwert von der Verknüpfung von BIM und GIS weniger in der Technologie selbst liegt, als vielmehr in der Fähigkeit eines Unternehmens, diese sinnvoll in bestehende Prozesse zu integrieren. Softwareschnittstellen, Tools in Arbeitsprozessen und ein gemeinsames, ganzheitliches, vernetztes und strukturiertes Denken haben Potenziale, der Baubranche durch Verknüpfung von BIM und GIS Vorteile zu bieten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass BIM-GIS-Integration unter geeigneten Rahmenbedingungen einen realen Mehrwert erzeugt

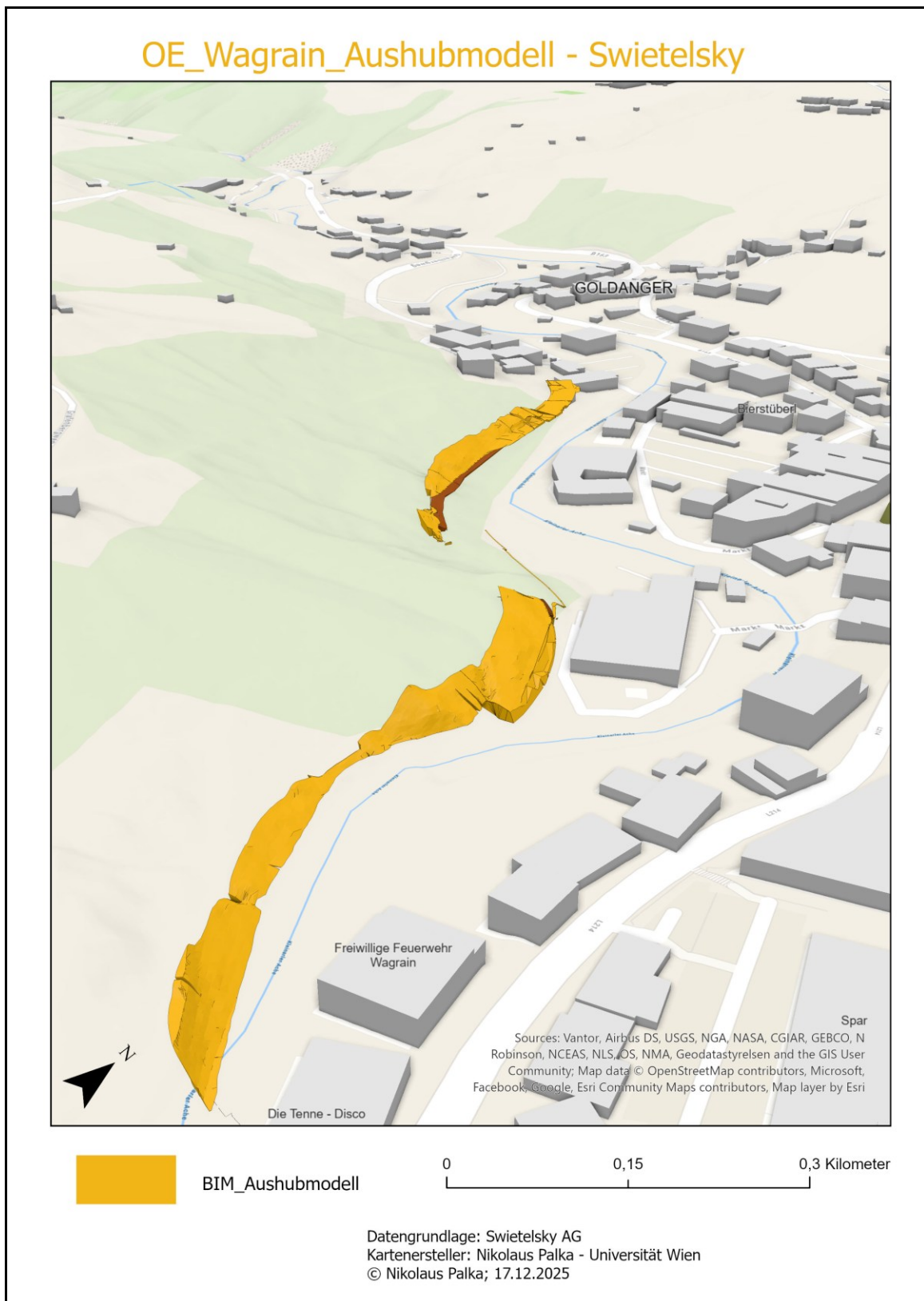


Abbildung 73: 3D Visualisierung Aushubmodell Swietelsky (eigene Darstellung)

6.3 Prüfung der Hypothese

Die strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) führt zu einer höheren räumlichen Konsistenz von Bauwerksdaten und steigert die Effizienz in Planungs- und Entscheidungsprozessen in der Bauwirtschaft.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen die Hypothese. Durch die strukturierte Verknüpfung von BIM- und GIS-Daten konnte im unabhängig voneinander geführten Vergleich von drei Arbeitsabläufen festgestellt werden, dass je nach gewählter Arbeitsmethode eine unterschiedliche räumliche Konsistenz hergestellt werden konnte. Positiv wirkte sich dabei aus, dass nach Festlegung von definierten Koordinatenreferenzsysteme durch die Wahl von geeigneten Softwareprogrammen die Qualität der Gesamtergebnisse verbessert, werden konnten.

Allerdings zeigte sich, dass dieser Effekt nicht in allen Fällen gleichermaßen eintritt: Vereinfachte Verfahren, wie im ersten der drei gewählten Arbeitsabläufe, mit 2D-Darstellung und DWG-Konvertierung, führen teilweise zu Genauigkeits- und Informationsverlusten und schränken die räumliche Aussagekraft ein.

Zusammenfassend lässt sich die Hypothese daher **überwiegend bestätigen**, jedoch mit der wichtigen Einschränkung, dass Konsistenz- und Effizienzgewinne stark von Datenqualität, Gestaltung der Prozessabläufe und organisatorischen Rahmenbedingungen im Projektverlauf abhängen.

6.4 Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext

Die vorliegende Masterarbeit ist im Forschungsfeld der **Integration von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS)** verortet.

Aktuelle Referenzwerke zu BIM (z. B. Borrmann et al., Kauer et al.) und GIS (Bill, Kappas) zeigen die theoretischen Grundlagen. Arbeiten zur Interoperabilität, wie die von Herle et al., existieren bereits und gehen auf die Verknüpfung von BIM und GIS ein. Die technischen Herausforderungen zwischen IFC-basierten Gebäudemodellen und geodatenbasierten GIS-Umgebungen sind bekannt und sind in der Fachliteratur grundsätzlich beschreiben. Bekannte Problembereiche bei der Übertragung von BIM-Daten in GIS sind Abweichungen von Koordinatenreferenzsystemen, semantische Strukturunterschieden und Verluste bei Datenkonvertierungen.

6.4.1 Kritische Bewertung

Aktuelle Publikationen betonen oft Chancen digitaler Transformation. Diese Masterarbeit arbeitet darüber hinaus zusätzlich folgende Aspekte heraus:

- 2D-Reduktionen können Informationsverlust bedeuten
- Semantik ist nur begrenzt übertragbar
- Effizienzgewinne sind nicht automatisch, sondern prozessabhängig

6.4.2 Zusammenführung der aktuellen Forschung mit dieser Masterarbeit

Diese Arbeit bestätigt zentrale Erkenntnisse der bestehenden Forschung. Diese wurden um eine praxisnahe Testung anhand eines Bauprojektaus erweitert.

- Interoperabilität bleibt Hauptproblem
- Koordinatenreferenzsystem-Konsistenz ist Voraussetzung räumlicher Genauigkeit
- Semantikübertragung ist eingeschränkt
- GIS bringt räumlichen Mehrwert & Kommunikationsvorteile für NutzerInnen von BIM
- Organisatorische & prozessbedingte Faktoren sind entscheidend für Mehrwert der Verknüpfung von BIM mit GIS

6.5 Limitationen der Masterarbeit

Die gewonnen Erkenntnisse dieser Masterarbeit eröffnen einen neuen Blickwinkel auf Prozessabläufe mit BIM Daten in einer GIS-Umgebung. Die Arbeit zeigt Limitationen und Grenzen der Anwendbarkeit auf. Folgende Punkte sind zu betonen:

- Die erzielten Ergebnisse hängen stark von den Datenquellen und Projektrahmenbedingungen ab.
- Die unterschiedlichen Modellierungsansätze weisen Grenzen der Anwendbarkeit auf. Aufgrund grundsätzlicher Unterschiede zwischen BIM- und GIS-Datenmodellen (z. B. Objektorientierung, Raumbezug, unterschiedliche Semantik und Geometrieerfassung) konnten bestimmte Datenelemente nur vereinfacht oder nicht vollständig übertragen werden. Dies beeinflusst insbesondere die semantische Tiefe der Ergebnisse.

- Die Umsetzung erfolgte mit einer spezifischen Auswahl an Softwarelösungen.
- Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen, mussten geometrische und semantische Vereinfachungen vorgenommen werden.
- Die Arbeit fokussiert sich auf einen konkreten Anwendungsfall.

Trotz dieser Limitationen leistet die Arbeit einen Beitrag zur praktischen Umsetzung und wissenschaftlichen Diskussion der Integration von BIM- und GIS-Daten. Insbesondere werden technische Probleme sichtbar gemacht und Lösungsansätze aufgezeigt, die als Grundlage für weitere Forschung dienen können.

6.6 Strategieplan für die Swietelsky AG

Ein strategisches Ziel der Swietelsky AG kann es sein, die Nutzung einer Verknüpfung von BIM und GIS vorteilhaft in Bauprozesse einzubinden und kann in folgende Punkte aufgeschlüsselt werden:

- Bauprojekte 3D-orientiert fundiert planen
- Ausführungsprozesse digital unterstützt planen steuern
- Daten über den gesamten Projektzyklus konsistent und nutzbar machen
- Wettbewerbsfähigkeit durch Integration digitaler Bauprozesse stärken

BIM deckt dabei die Objekt- und Bauwerksinformation ab. Der Fokus liegt auf: Bauteile, Mengen, Bauphasen, Baustellenlogistik.

GIS bietet die Raum- Kontextinformationen. Augenmerk wird auf Lage, Umwelt, Leitungen, Gelände, Verkehr, Behördenkontext gelegt.

Entscheidungsbaum Swietelsky

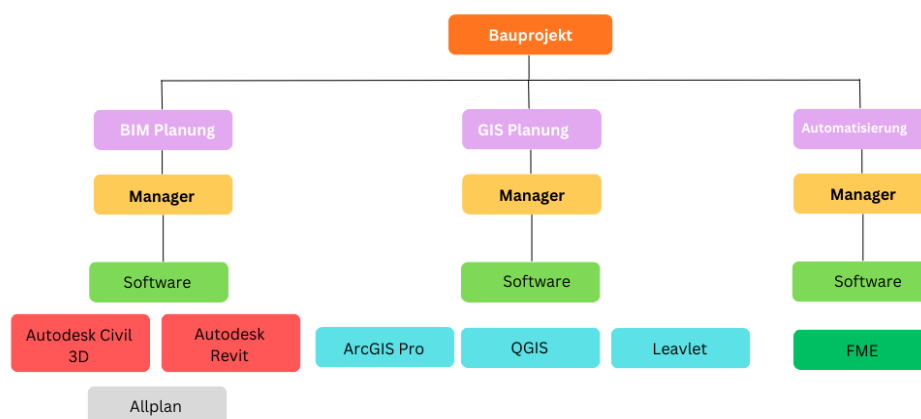


Abbildung 74: Entscheidungsbaum Swietelsky AG (eigene Darstellung)

6.7 Ausblick

Die vorliegende Untersuchung verdeutlicht, dass die technische Verknüpfung von BIM und GIS ein weiteres Element für die Digitalisierung der Baubranche darstellen wird.

Da die semantische Interoperabilität derzeit noch eine signifikante Schwäche bildet, sollten zukünftige Forschungsarbeiten, daher verstärkt die Entwicklung automatisierter Übertragungsprozesse fokussieren, um den beobachteten Verlust bauteilspezifischer Attribute beim Datentransfer systematisch zu minimieren.

Ein wesentlicher Ansatzpunkt dafür liegt in der Weiterentwicklung von Open-BIM-Standards, die eine verlustfreie Integration von IFC-Modellen in globale Geoinformationssysteme ermöglichen müssen. Darüber hinaus bietet der Einsatz von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz das Potenzial, komplexe topologische Beziehungen eigenständig zu rekonstruieren und somit die manuelle Nachbearbeitung bei der Datenkonvertierung zu reduzieren.

Für die Baupraxis resultiert daraus die Notwendigkeit, im Anwendungsfall verbindliche Richtlinien zur Georeferenzierung bereits in frühen Planungsphasen festzuschreiben. Die konsequente Fortführung dieser Integrationsansätze bildet zudem die technologische Grundlage für die Realisierung umfassender Digitaler Zwillinge, die über den reinen Errichtungsprozess hinaus den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks abbilden.

In diesem Zusammenhang wäre die Einbindung von Echtzeitdaten aus IoT-Sensoriken in das kombinierte BIM-GIS-Modell ein wertvoller nächster Schritt, um die Effizienz im operativen Betrieb und im Facility Management zu steigern.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Verschmelzung von Bauwerks- und Geodaten langfristig den Standard für eine transparente, nachhaltige und digital integrierte Bauplanung definieren werden sollten.

7. Fazit

Darstellung der Fragestellung

Die Arbeit untersuchte, ob eine strukturierte Verknüpfung von Building Information Modeling (BIM) und Geoinformationssystemen (GIS) zu einer höheren räumlichen Konsistenz von Gelände- und Bauwerksdaten führt, und dadurch die Planungseffizienz in der Baubranche steigern kann. Dabei wurde kritisch hinterfragt, wie präzise sich detaillierte Bauwerksmodelle in globale Referenzsysteme integrieren lassen, ohne dass dabei wesentliche semantische oder topologische Informationen verloren gehen.

Dokumentation der Ergebnisse

Die praktische Anwendung des entwickelten Arbeitsabläufe auf Projektdaten der Swietelsky AG bestätigte, dass eine technische Interoperabilität mit bestehender Standardsoftware grundsätzlich möglich ist. Es zeigte sich jedoch, dass insbesondere die korrekte Transformation von Koordinatenreferenzsystemen und die Beibehaltung der Datentreue bei der Konvertierung zwischen Formaten wie IFC und CityGML die größten Fehlerquellen im Prozess darstellen.

Schlussfolgerungen

Es lässt sich feststellen, dass die Integration von BIM und GIS einen erheblichen Mehrwert für die Geovisualisierung und die interdisziplinäre Zusammenarbeit bieten kann, da sie den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks im geografischen Kontext abbildbar macht. Folgendes konnte festgestellt werden: Eine methodische Verknüpfung von BIM und GIS reduziert Informationsverluste an den Schnittstellen der Fachdisziplinen und schafft die notwendige Datenbasis für weitere Anwendungen und Visualisierungen.

Empfehlungen

Für Bauunternehmen empfiehlt es sich, bereits in der frühen Planungsphase verbindliche Standards für den Datenaustausch (z.B. OGC-Standards) und einheitliche Raumbezugssysteme festzulegen, um den manuellen Korrekturaufwand zu minimieren. Zudem sollte die Nutzung von Hybrid-GIS-Ansätzen forciert werden, um sowohl die präzisen Vektordaten der Bauplanung als auch großräumige Rasterdaten der GIS effizient in einem gemeinsamen Projekt-Modell zu vereinen.

Ausblick und weiterführender Forschungsbedarf

Zukünftige Forschung sollte sich verstärkt auf die Automatisierung der Übertragungsprozesse konzentrieren, um die Fehleranfälligkeit bei der Datenfusion zu senken. Zudem bleibt zu untersuchen, inwieweit künstliche Intelligenz dazu beitragen kann, topologische Beziehungen zwischen BIM- und GIS-Modellen vollautomatisch zu realisieren.

8. Hilfsmittelverzeichnis - Einsatz von KI-Tools

KI-Hilfsmittel	Einsatzzweck	Konkrete Nutzung	Betroffene Teile der Arbeit
DeepL	Sprachliche Optimierung Stilistische Überarbeitung des Fließtextes	Mithilfe von DeepL wurden bestimmte Textpassagen mit dem Fokus auf Verständlichkeit und Ausdruck überarbeitet. Die Vorschläge zur Verbesserung wurden nicht 1:1 übernommen, sondern kritisch hinterfragt und manuell verfeinert.	1. Kapitel 1 2. Kapitel 2 3. Kapitel 3 4. Kapitel 5 5. Kapitel 6 6. Kapitel 7
OpenAI ChatGPT 4.1	Ideengenerierung Konzeptionelle Unterstützung bei Arbeitsabläufen Strukturierungshilfe	Bestehende Ideen und mögliche Durchführungsszenarien der praktischen Softwareabläufe wurden mithilfe von ChatGPT noch detaillierter ausgearbeitet. Hilfestellungen bei Einstellungen in Softwareschnittstellen wurden ermöglicht. Allgemeine Hilfen zur Struktur und logischen Gedankenführung trugen zur Präzisierung der Inhalte bei.	1. Kapitel 3 2. Kapitel 4 3. Kapitel 5
Google Gemini 1.5 Flash	Praxisbezogene Impulsgebung Ideensammlung zu Anwendungsfällen BIM-Hilfestellungen	Insbesondere bei der BIM-Software kam Gemini zum Einsatz, um Abläufe zu unterstützen. Die Ideensammlung zur methodischen Durchführbarkeit wurde gestärkt und um konkrete Lösungsansätze für die digitale Modellierung ergänzt.	1. Kapitel 3 2. Kapitel 4 3. Kapitel 5

Tabelle 9: Hilfsmittelverzeichnis - Einsatz von KI-Tools

9. Literatur

- ALLPLAN Deutschland, 2025. BIMPLUS - Fachübergreifende Zusammenarbeit - ALLPLAN Deutschland GmbH [WWW Document]. BIMPLUS ALLPLAN. URL <https://www.allplan.com/de/produkte/allplan-bimplus/> (Zugriff: 06.05.2505).
- Anganeh, P., Bagheri, I., 2024. Building Information Modeling and Its Applications Based on Machine Learning.
- Autodesk, 2025. Autodesk BIM Collaborate Pro | Preise ansehen und Kaufen | Autodesk [WWW Document]. Autodesk BIM Collaborate Pro. URL <https://www.autodesk.com/de/products/bim-collaborate/overview> (Zugriff:06.05.2505).
- Bill, 2016. Grundlagen der Geo-Informationssysteme, 6th ed. Wichmann, Berlin.
- Borrman, König, Koch, Beetz, 2021. Building Information Modeling, 2nd ed. Springer, Wiesbaden.
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2022. BIM – kurz erklärt. Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), Berlin.
- ESRI, 2025. GIS Software for Mapping and Spatial Analytics | ESRI [WWW Document]. URL <https://www.esri.com/en-us/home> (Zugriff: 02.06.2025).
- FME, 2025. FME by Safe Software [WWW Document]. FME by Safe Software. URL <https://fme.safe.com/> (Zugriff: 05.06.2025).
- Georesearch, 2025. Projekt Interdisziplinäres BIM-basiertes Planungs-, Bau- und Betriebsprozessmanagement im Tunnelbau - GEORESEARCH [WWW Document]. PROJEKT BIM im Tunnelbau. URL <https://www.georesearch.ac.at/de/bereiche/forschung/forschungsprojekte/projekt-bim-in-tunneling/> (Zugriff: 10.07.2025).
- Graphisoft Deutschlad, 2025. Archicad [WWW Document]. Graphisoft Deutschland. URL <https://www.graphisoft.com/de/archicad> (Zugriff: 05.06.2025).
- Haberle, H., 2022. Die digitale Baustelle: BIM to Field und Field to BIM. DABonline | Deutsches Architektenblatt. URL <https://www.dabonline.de/digital/digitale-baustelle-bim-to-field-to-bim-augmented-reality/> (Zugriff: 22 05 2025).
- Hamza, Chmit, 2022. GIS-Based Planning andWeb/3D Web GIS Applications for the Analysis and Management of MV/LV Electrical Networks (A Case Study in Tunisia). applied sciences MDPI.
- Herle, Becker, Wollenberg, Blankenbach, 2020. GIM and BIM How to Obtain Interoperability Between Geospatial and Building Information Modelling? Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88, 33–42.
- ib-data GmbH, 2015. BIM und die Normen – Die Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens. Wien.
- Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland, n.d. Building Information Modeling (BIM) [WWW Document]. URL

- https://wien.arching.at/aktuelles/aktuelle_themen/building_information_modeling_bim.html (Zugriff: 19.05.2025).
- Kappas, 2012. Geographische Informationssysteme. Westermann, Braunschweig.
- Kauer, Lehmkuhler, Steinmann, 2021. BIM & GIS Grundlagen, Synergien und Best-Practise-Beispiele. Wichmann, Berlin.
- Kolbe, 2009. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML, 1st ed, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin.
- Mohamed, M.R., Yusof, R., Najib, M., 2024. The Factors Driving the Adoption of Building Information Modeling (BIM) in Construction Site Safety. International Journal of Business and Technology Management 6, 510–520. <https://doi.org/10.55057/ijbtm.2024.6.S1.45>
- OGC Standards | Geospatial Standards and Resources, n.d. . Open Geospatial Consortium. URL <https://www.ogc.org/standards/> (Zugriff: 06.05.2025).
- Paschke, T., 2021. GIS & KI: Mit GeoAI Objekte in Bildern intelligent erkennen. WhereNext. URL <https://wherenext.esri.de/gis-kunstliche-intelligenz-geoai/> (Zugriff: 22.05.2025).
- Puengdang, S., Ausawalaithong, W., Nopratana Wong, P., Keeratipranon, N., Wongkamthong, C., 2023. Thailand Asset Value Estimation Using Aerial or Satellite Imagery. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.08650>
- QGIS, 2025. Spatial without Compromise · QGIS Web Site [WWW Document]. URL <https://qgis.org/> (Zugriff: 05.06.2025).
- Seip, Korduan, Zehner, 2017. Web-GIS. Wichmann, Berlin.
- Solibri Deutschland, 2025. Solibri Deutschland [WWW Document]. Solibri. URL <https://www1.solibri.com/de/> (Zugriff: 05.06.2025).
- Stefano, S.D., 2022. Bedeutung von LOD und LOIN. BibLus. URL <https://biblus.accasoftware.com/de/lo-d-und-loin-in-bim/> (accessed 6.23.25).
- Swietelsky AG, n.d. Swietelsky AG | Österreich [WWW Document]. URL <https://www.swietelsky.at/> (Zugriff: 31.08.2025).
- Triantafyllidis, Mahnert, Huang, 2025. BIM to GIS: Multi-Criteria Queries for Material Tracking in Circular Built Environments. Journal of Circular Economy.
- Trimble Connect, 2025. Trimble Connect – CDE-Plattform [WWW Document]. Trimble Connect. URL <https://www.tekla.com/de/produkte/trimble-connect> (Zugriff: 05.05.2025).
- Wang, X., Kim, M. jeong, Kang, S.-C., 2013. Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. Automation in Construction 32, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.021>
- Wautischer, M., 2024. Land Salzburg Startseite [WWW Document]. Neue Umfahrung entlastet Wagrain. URL <https://www.salzburg.gv.at/magazin/seiten/neue-umfahrung-entlastet-wagrain> (Zugriff: 11.09.2025).