

Projektabschlussbericht

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D Daten (3D PS)

Runder Tisch GIS e.V. 2021-2022



Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten

<u>Inhaltsverzeichnis</u>

1	Projektpartner	3
2	Projektvorstellung	4
3	Technische Umsetzung	8
4	Datenbereitstellung	10
5	Use Cases	12
6	Erkenntnisse und Erfahrungen	17
7	Literaturverzeichnis	19
Anhang	A: LoD2-Daten (oder LoD1-Daten) aus CityGML in SLPK überführen	20
Anhang	B: novaFACTORY zur Konvertierung von CitvGML zu 3D Tiles	24



1 Projektpartner

Das Projekt "Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D Daten (3D PS)" wurde unter dem Mantel des Runden Tisch GIS e.V. durchgeführt. Das Projektmanagement übernahm dabei die Firma M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH. Für die Technologische Umsetzung und wissenschaftliche Unterstützung waren die Hochschule für Technik Stuttgart und die Technische Universität München zuständig. Abschließend zum Lenkungskreis gehören noch die Datenlieferanten der beiden Bundesländern Bayern (BVV) und Baden-Württemberg (LGL) (siehe Abbildung 1). Essenziell für die Durchführung des Projektes war die Beteiligung von Anwendern aus dem kommunalen Bereich. Hierzu fand ein "offener call" zur Beteiligung am Projekt statt. Interessenten konnten sich mit einem Formblatt bewerben. Die Lenkungsgruppe hat die eingegangenen Bewerbungen nach einem vorgegebenen Kriterienkatalog bewertet. Fast alle eingegangenen Bewerbungen konnten im Projekt berücksichtigt werden.



Abbildung 1: Lenkungskreis des Projektes "Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D Daten"

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



2 Projektvorstellung

Kommunen stehen vor gewaltigen Herausforderungen: die Energie- und Mobilitätswende verlangen eine klimaneutrale Entwicklung. Der Klimawandel erfordert Anpassungen und Schutz der Siedlungsräume vor Starkregen, Trockenperioden und Hitzewellen. Die Digitalisierung bringt bisherige Geschäftsmodelle ins Wanken. Gleichzeitig fordern Bürger:innen mehr Mitbestimmung bei den notwendigen Transformationsprozessen. Um diesen Herausforderungen zuverlässiger und schneller zu begegnen, können 3D-Geodaten einen wertvollen Beitrag leisten. Exemplarisch seien hier (Schrotter & Hürzeler, 2020), (Rossknecht & Airaksinen, 2020) und (Würstle, Santhanavanich, Padsala, & Coors, 2021) genannt. Dazu sind Prozessketten und standardisierte Schnittstellen erforderlich, die eine möglichst einfache Integration dieser Daten in bestehende und neue Anwendungen erlauben.

Aktuelle Browsertechnologie ermöglicht die 3D-Visualisierung von Geodaten ohne Zusatzsoftware an jedem Arbeitsplatz. 3D-Geodaten liegen mehr und mehr auch in der Fläche vor. Trotz dieser positiven Rahmenbedingungen ist die 3D-Web-Visualisierung gerade in mittleren oder kleinen Kommunen noch nicht in der Praxis angekommen. Mit dem OGC-Standard 3D Portrayal Service (3D PS) und der Entwicklung der OGC API 3D GeoVolumes bietet sich jetzt die Chance vermehrt auf verteilte und kaskadierende 3D-Webservices zuzugreifen und das hersteller- und technologieübergreifend.

Das Projekt "Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten" des Runden Tisch GIS e.V (Runder Tisch GIS e.V., 2022) untersucht die Möglichkeiten der Datenbereitstellung von Digitalem Geländemodell und 3D-Gebäudemodellen zur web-basierten 3D-Visualisierung über einen solchen Dienst. Die im Projekt beteiligten Anwender nutzen diesen Dienst, um sich daraus ergebende Anwendungsfelder anhand von konkreten Fallbeispielen aus dem Umfeld der Kommunen und der Landesverwaltungen aufzuzeigen.

Eine der wesentlichen Herausforderungen zur web-basierten Visualisierung von 3D-Geodaten ist das zu übertragenden Datenvolumen bei großen Datenbeständen. Der traditionelle Ansatz, zunächst den darzustellenden Datenbestand vom Web-Server herunterzuladen und dann darzustellen mag für Einzelgebäude noch funktionieren, führt aber bereits bei der Darstellung eines Stadtquartiers zu Wartezeiten, die heutzutage von Anwender:innen nicht mehr toleriert werden. Durch das Streaming von Daten lässt sich die Latenz vom Aufruf einer Seite bis zur ersten Darstellung erheblich reduzieren. Dabei wird zunächst ein vereinfachtes Modell übertragen, das sich sukzessive verfeinert, während die Anwender:innen bereits mit dem Modell interagieren können. Analog zu 2D-Kartendiensten werden hierzu im Wesentlichen Konzepte zur Kachelung des Datenbestands sowie ein hierarchisches Datenmodell, die sog. bounding volume hierarchy (BVH) genutzt. Im Gegensatz zu 2D-Kartendiesten ist das Datenvolumen bei 3D-Geodaten aber i.d.R. unregelmäßig verteilt, so dass andere Kachelungsstrategien zum Einsatz kommen.

In den letzten Jahren hat sich eine Reihe von OGC Standards rund um das Streaming von 3D-Geodaten entwickelt. Dabei wird zwischen der Schnittstelle des Dienstes zur Datenbereitstellung und dem Datenformat zur Übertragung unterscheiden. Diese Trennung von Datenformat

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



und Schnittstelle wurde im OGC Standard 3D-Portrayal Service eingeführt. Der Standard definiert u.a. die Schnittstelle zwischen Web-Client und Web-Server zur Übertragung einer 3D-Szene als sog. Szenengraph. Es wird aber nicht festgelegt, in welchem Format die 3D-Szene übertragen wird. Diese Trennung hat den Vorteil, dass neue Entwicklungen beim Streaming von 3D-Geodaten ohne Änderung des Standards übernommen werden können. Dieses Prinzip wird auch bei der aktuellen Entwicklung der OGC API 3D GeoVolumes (Miller, Trenum, & Lieberman, 2020) genutzt, das Teile des 3D Portrayal Service in die neue OGC API Welt überträgt. In verschiedenen OGC Aktivitäten wurde diese OGC API 3D GeoVolumes bereits mehrfach implementiert und getestet (Steinbeis, 2022).

Als Datenformate zum Streaming von 3D-Geodaten haben sich die beiden OGC Community Standards 3D-Tiles und Indexed 3D Scenes (I3S) etabliert. Beide Standards implementieren das BVH-Konzept durch einen hierarchischen Szenengraphen und unterstützen verschiedene Kachelungsstrategien. Die Beschreibung des Szenengraphen erfolgt in JSON, die 3D-Geometrie wird jedoch binär in Form von Dreiecksnetzen kodiert. Darüber hinaus können zum Beispiel objektbezogene Attribute integriert werden. Diese Binärkodierung ist für OGC-Standards ungewöhnlich, hat aber enorme Vorteile beim Streaming der Daten. Im Detail unterscheiden sich beide Standards bei der Kodierung der BVH. Die beiden genannten Standards werden z.B. zur Übertragung von 3D-Gebäudemodellen genutzt und unterstützen auch die Visualisierung großer Punktwolken. Für digitale Geländemodelle werden häufig andere Datenformate wie Quantized Mesh genutzt, die allerdings nicht standardisiert sind. Zusätzlich werden Standards wie gITF für Einzelobjekte genutzt, die sich in der Computergraphik etabliert haben.

Im Projekt "Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten" wird anhand konkreter Fallstudien untersucht, wie mit diesen technischen Entwicklungen web-basierte Dienste zur Nutzung insb. von 3D-Stadtmodellen auf kommunaler Ebene genutzt werden können. Dazu konnten sich in einem offenen Aufruf zur Teilnahme Kommunen und Landkreise mit eigenen Fallstudien für die Teilnahme am Projekt bewerben. Für die ausgewählten Teilnehmer stellen die Landesvermessungsverwaltungen Bayern und Baden-Württemberg über die IT-Infrastruktur des Runden Tisch GIS e.V. 3D-Geobasisdaten, insbesondere 3D-Gebäudemodell und Geländemodell sowohl über den 3D Portrayal Service als auch über die OGC API 3D GeoVolumes als Dienst bereit. Die Geobasisdaten müssen dabei also nicht lokal bei der Kommune vorgehalten und prozessiert werden. Sehr wohl können diese 3D-Geobasisdaten aber mittels lokal vorliegender Fachdaten dynamisch ergänzt und angereicht werden.

Im Projekt werden sowohl die Prozesse zur Datenbereitstellung als auch zur Nutzung der Dienste untersucht und evaluiert. Bei der Auswahl der Fallstudien wurde auch darauf geachtet, eine möglichst große Vielfalt an Systemen zu betrachten, um die Interoperabilität der bereitgestellten Dienste sicherzustellen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Fallstudien. (Coors, 2022)

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Liste aller beteiligten Anwender

Fallstudie	Kurzbeschreibung	DGM	Datenfor- mat 3D Gebäude und Bau- werke	Genutz- ter Dienst / API	Dienst- leister
Taufkirchen	3D-Webvisualisierung des Gemeindegebietes Taufkir- chen; 3D Symbole für Points of Interest	х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH
Fellbach	Partizipative Stadtplanung im Rahmen des Projekts "AGRI- CULTURE meets MANU- FACTURING" der Internatio- nalen Bauausstellung IBA 27	Х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	Geonline GmbH
Neustadt a.d. Wald- naab mit LRA Re- gensburg	Nutzen von 3D Geodaten- Diensten im WebGIS der Landkreisverwaltungen Neu- stadt a.d. Waldnaab und Re- gensburg, Themen Bauleit- planung und technisches Bauamt	Х	13S	OGC API 3D Geo- Volume	Esri
Lindau	Aktive Bürgerinformation bei neuen Bauprozessen anhand von 3D-Modelldaten, Integra- tion von Planungsdaten von Baumaßnahmen in das LoD2-Gebäudemodell	х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	RIWA
Sindelfin- gen	Einbindung des 3D-Dienstes in die bestehende GIS-Um- gebung der Stadt Sindelfin- gen, Anreicherung des Mo- dells mit Fachthemen aus dem kommunalen Wärme- plan	Х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	MUM- Mensch und Ma- schine

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Neu-Ulm	3D-Visualisierung von städte- baulichen Entwürfen und Si- mulation von Lärmimmissio- nen, Sichtbarkeitsanalysen, Sonneneinstrahlung	X	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	Ibb Grafi- sche Da- tenverar- beitung
Stuttgart	Urbaner digitaler Zwilling Mobilität und Umwelt	Х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	Geoplex GIS GmbH
Wüstenrot	Web-basierte Visualisierung des Energielehrpfads, Nut- zung Augmented Reality	Х	3D Tiles	OGC API 3D Geo- Volume	S3P Engineering GmbH & Co. & virtual city systems
LRA Breis- gau-Hoch- schwarz- wald	3D Darstellung von Starkregenereignissen, Einbindung von Starkregenereignisse in ein 3D Stadtmodell	Х	13S	OGC API 3D Geo- Volume	Esri, VertiGIS
LRA Cham	Vergleich und Bewertung des bisherigen Integrationspro- zesses sowie der Anwendun- gen am Landratsamt Cham für amtliche LoD2-Daten mit den neuen Möglichkeiten des Projektes	Х	13S	OGC API 3D Geo- Volume	Esri













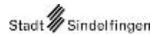






Abbildung 2: Anwendungspartner im 3D PS Projekt





3 Technische Umsetzung

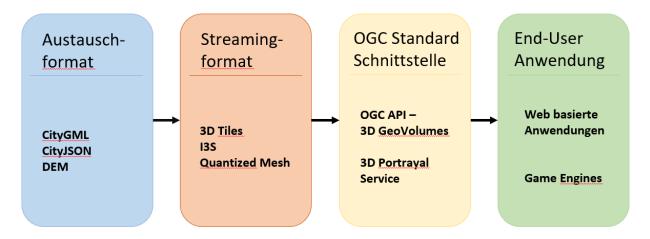


Abbildung 3: Geovisualisierungspipeline

Die Geovisualisierungspipeline in diesem Projekt besteht aus vier Teilen, wie in Abbildung 3 dargestellt. Hierfür sind drei Schritte notwendig.

Die Daten liegen, wie auch in 4 beschrieben, in den Formaten CityGML (Gröger & Plümer, 2012)¹ und als dreidimensionale Koordinatenwerte (DGM) vor. CityGML ist ein seit 2008 existierender Standard für die Speicherung von 3D Modellen in einem auf der Geography Markup Language (GML) basierenden Format. Seit 2021 gibt es den CityGML Standard in der Version 3.0. Im nächsten Schritt wird die notwendige Konvertierung von einem Datenformat, welches Hauptsächlich für die Speicherung vorgesehen ist, wie CityGML, in ein Format, welches für das Streaming über das Internet spezialisiert ist durchgeführt. Dieser Prozess wird in Kapitel 3 näher beschrieben. Diese Formate sind die OGC Community Standards² 3D Tiles³ und I3S⁴. Community Standards werden außerhalb des OGC entwickelt und gepflegt aber von der OGC unterstützt. Sie bilden meist ausgereifte Standards ab, die bereits implementiert sein müssen. Im Falle von I3S wurde der Standard von ESRI entwickelt, 3D Tiles wurde von Cesium GS Inc. entwickelt.

Diese Streaming Daten werden in Schritt 2 über eine OGC-Standardschnittstelle bereitgestellt. Diese Server sind beispielsweise der OGC API - 3D GeoVolumes und der OGC Standard 3D Portrayal Service. In diesem Projekt wurde überwiegend die OGC API GeoVolumes Schnittstelle genutzt.

Um die Daten auf den Server bereitzustellen, werden diese auf diese Server hochgeladen.

© Runder Tisch GIS e.V.

¹ https://docs.ogc.org/is/20-010/20-010.html

² https://www.ogc.org/standards/community

³ http://docs.opengeospatial.org/cs/18-053r2/18-053r2.html

⁴ http://docs.opengeospatial.org/cs/17-014r8/17-014r8.html

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Die Daten werden in Containern abgelegt und über diese organisiert. Jeder Container enthält ein Bounding Volume welches das Ausmaß der sich darin befindenden Daten beschreibt. Container können auch einen oder mehrere untergeordnete Container enthalten wie in Abbildung 4 dargestellt. Die Daten im untergeordneten Container befinden sich vollständig in der Bounding Box des übergeordneten Containers. Das ermöglicht die Navigation und die Suche sowohl über die Koordinaten als auch über den Namen des Datensatzes. Dieser Ansatz ist konform mit den OGC API Standards⁵.

Die Open Source Implementierung der OGC API – 3D GeoVolumes Schnittstelle ist über Git-Lab⁶ der HFT Stuttgart frei verfügbar.

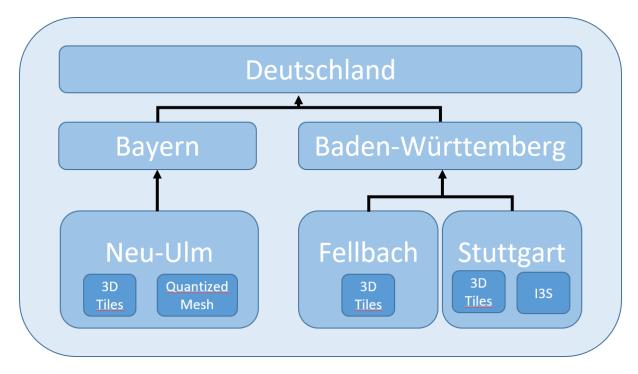


Abbildung 4: OGC API - 3D GeoVolumes Container Konzept

Der GeoVolumes Server kann mit vielen Client Anwendungen genutzt werden, wie in Schritt 3 dargestellt. Dazu müssen die Client Anwendungen auf die Container und die sich darin befindend Daten zugreifen. Unterschiedliche Anwendungen erfordern unterschiedliche Daten für die Visualisierung und müssen dementsprechend auf die richtigen Dateien zugreifen.

© Runder Tisch GIS e.V.

⁵ https://docs.ogc.org/per/20-030.html

⁶ https://transfer.hft-stuttgart.de/gitlab/ogc/3dgeovolumesapi

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



CesiumJS:

```
var tileset = new Cesium.Cesium3DTileset ({
         url: "https://3dps.gis.lrg.tum.de/geovolumes/collec-
tions/Stuttgart/3dtiles/tileset.json"
});
```

ArcGIS API for JavaScript:

```
sceneLayer = new SceneLayer ({
    url: "https://3dps.gis.lrg.tum.de/scenelayers/Stuttgart/layers/0"
}):
```

Die hier gezeigten Code-Beispiele beschreiben die Einbindung der Daten von einem GeoVolumes Server in eine Plattform basierend auf CesiumJS oder der ArcGIS API for JavaScript. Die URL-Komponente beschreibt dabei, wo die Dateien gespeichert sind. Die in Abbildung 5 dargestellten Beispiele zeigen die Nutzung von Game Engines und einem Web-Client zur Visualisierung der über den OGC API – 3D GeoVolumes Container bereitgestellten Daten.

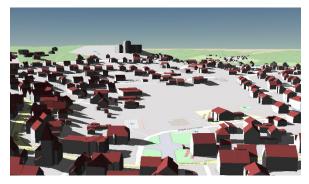




Abbildung 5: Visualisierung mit Web Client und Game Engines

4 Datenbereitstellung

Die im Projekt genutzten Daten wurden von dem Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) auf der Baden-Württembergischen Seite und vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) auf Bayrischer Seite bereitgestellt.

Das DGM von Baden-Württemberg beschreibt die Geländeoberfläche ohne Vegetation, Bebauung, Infrastruktur- oder Verkehrsobjekte anhand von Geländepunkten in einem regelmäßigen Gitter. Die Punkte sind durch dreidimensionale Koordinatenwerte definiert.

Aus den Daten der Laserscanbefliegung 2000 bis 2005 wurde erstmals ein landesweit flächendeckendes DGM mit einem regelmäßigen Punktabstand von 1 m berechnet. Dieses wird seither laufend aus den Laserscandaten der Befliegungen ab 2016 aktualisiert. Für Teile Baden-Württemberg liegt zusätzlich ein DGM mit 25 cm Punktabstand vor. Die Daten sind jedoch auch in geringerer Auflösung verfügbar.

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Analog dazu liegt in Bayern das vom LDBV erstellte DGM zur Verfügung. Es wird beispielsweise für Hochwasserschutz und räumlicher Planung genutzt. Es wird seit 1996 über Airborne-Laserscanning erfasst und bei Bedarf aktualisiert.

Die digitalen 3D Gebäudemodelle von Baden-Württemberg wurden aus den Gebäudegrundrissen der ALKIS-Daten sowie den Gebäudehöhen der Laserscandaten berechnet. Sie beschreiben die Form von Gebäuden und enthalten zusätzliche geometrische und fachliche Attribute. Anwender können die 3D Gebäudemodelle um eigene Fachinformationen erweitern. Die Daten können auch mit Geländemodellen oder Luftbildern kombiniert werden. Das LDBV nutzt ebenfalls die Basisdaten der Gebäudeumrisse aus ALKIS und Airborne-Laserscanning-Daten zum Erstellen der 3D Gebäudemodelle.

Entsprechend des Detaillierungsgrades sind die 3D Gebäudemodelle in verschiedene Qualitätsstufen (LoD = level of detail) eingeteilt. In LoD2 werden die Gebäude mit standardisierten Dachformen wie z.B. Sattel-, Walm-, Mansarden-, Pult-, oder Zeltdach abgebildet. Modelliert werden oberirdische Gebäude, ohne Dachaufbauten und ohne Textur der Fassaden.

Die Datenbereitstellung kann auf sehr unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. Zuerst muss sich grundsätzlich überlegt werden welche Objekte benötigt werden. Durch das Anpassen der Objektstruktur ist es möglich, entweder ganze Gebäude, Gruppen von Gebäuden oder auch nur Teilflächen einzelner Gebäude bereitzustellen. Je nach Anwendung, werden nämlich unterschiedlich Ausprägungen gebraucht, was auch in den späteren Use Cases zu sehen ist.



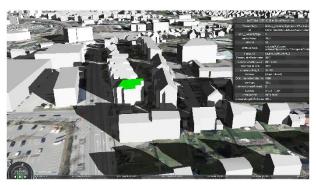


Abbildung 6: Visualisierung von ganzen Gebäuden und Teilflächen

Als zweiten Schritt gibt es die verschiedenen Aufbereitungsmethoden, um die Daten bereitzustellen je nachdem mit welcher Software oder welchem Werkzeug gearbeitet wird. Beispielsweise ist es möglich mit FME CityGML Daten zu bearbeiten und diese für ArcGIS Pro aufzubereiten oder novaFACTORY's automatisierte Workflows zu nutzen, um CityGML zu 3D Tiles zu konvertieren. Diese beiden Methoden als eine Auswahl von Konvertierungsmethoden sind genauer erläutert in Anhang A und B.



5 Use Cases

Taufkirchen⁷

In Taufkirchen wurde im Anwendungsszenarios 3D Stadtplan, die bereitgestellten Daten genutzt und im Web mit WEGA visualisiert. Es wurden 2D Stadtplandaten in der 3D Visualisierung ergänzt. Mit Hilfe von CityGML oder gITF Modelle wurde bestimmten Standorten, eine Symbolrepräsentation, platziert und Sachdaten zum Objekt hinzugefügt.

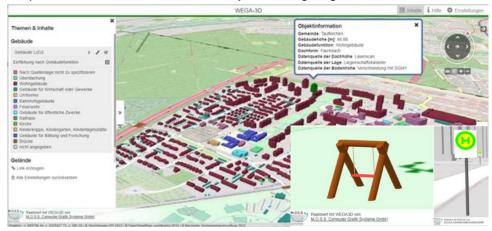


Abbildung 7: Überblick Taufkirchen, mit Ansicht auf die Symbole (rechts)

Lindau

In Lindau sollen die im Projekt bereitgestellten Daten genutzt werden um Vorplanungen für Bürgerbeteiligungen zu visualisieren. Zusätzlich zu den LoD2 Daten sollen hierzu noch Luftbilder, Baumdaten, DGM1 und Katastergrundlagen verwendet werden. Für dieses Vorhaben sind Modelle der geplanten Bauten notwendig.

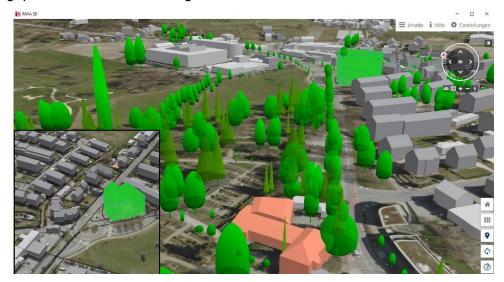


Abbildung 8: Überblick Lindau, Planungen (grünes Gebäude) und Bäume

⁷ https://katalog.rundertischgis.de/dataset/taufkirchen-in-3d-2



Landkreis Cham⁸

Der Landkreis Cham arbeitet daran, die im Projekt zur Verfügung gestellten Daten in sein Bürgerservice WebPortal einzubinden und diesen Prozess mit der bisherigen Einbindung zu vergleichen. Dafür werden unter anderem ArcGIS Pro und ArcGIS Online genutzt, um die I3S Daten zu visualisieren.



Abbildung 9: Beispielansicht vom Stadtplatz Furth im Wald

Landkreis Neustadt an der Waldnaab⁹

Neustadt a.d. Waldnaab untersucht im Projekt die Nutzung der über den 3DPS zur Verfügung gestellten Daten in Bauleitplanungsszenarien. Die für die Region Neustadt a.d. Waldnaab sehr großen Datenmengen wurden im Projekt mit Esri und VertiGIS Programmen genutzt.

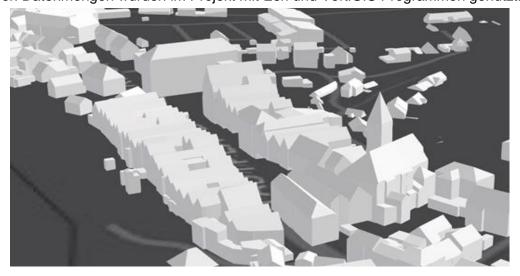


Abbildung 10: Ansicht im Browser

_

⁸ https://katalog.rundertischgis.de/dataset/vergleich-und-bewertung-cham

⁹ https://bit.ly/3Fa1iDL



Lankreis Regensburg¹⁰

Der Landkreis Regensburg nutzt die über den 3DPS bereitgestellten Daten als Alternative zu Esri Lösungen um zwei Anwendungsfälle darzustellen. Die Anwendungsfälle beschäftigen sich mit der Visualisierung und der Erzeugung von Gelände- und Gebäudeschnitte. Dazu wurde der ArcGIS Enterprise mit VertiGIS Web Office und ArcGIS API for JavaScript genutzt.

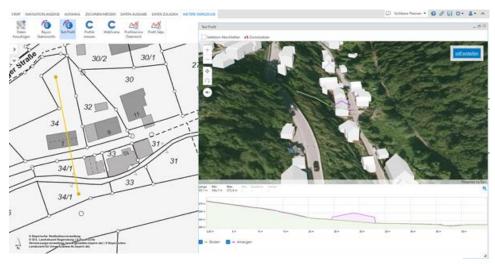


Abbildung 11: Höhenprofil Tool, Geodaten: Landratsamt Regensburg

Neu-Ulm¹¹

Die Stadt Neu-Ulm betreibt ein geographisches Informationssystem für Mitarbeiter, Bürger und die Wirtschaft. Die im Projekt zur Verfügung gestellten Daten wurden in das System integriert. Das ermöglicht das Anzeigen von Gebäudedaten, wie der Gebäudehöhe, dem Simulieren von Schattenfall sowie dem Einfärben nach bestimmten Kriterien.



Abbildung 12: Neu-Ulmer und Ulmer Lod2 Gebäude

¹⁰ https://katalog.rundertischgis.de/dataset/unterstutzung-von-baugenehmigungsverfahren-im-landkreis-regensburg

¹¹ https://bit.ly/3D32ICK

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Sindelfingen¹²

Im Rahmen des Projekts wurde ein kommunaler Wärmeplan in einer 3D Webanwendung visualisiert. Zusätzlich zu den im Projekt über den OGC API – 3D GeoVolumes Dienst zur Verfügung stehenden Daten werden Daten zu Gas- und Fernwärmenetzhausanschlüssen, Photovoltaikund KWK-Anlagen, Photovoltaikpotenziale sowie Sachdaten zu Gebäuden genutzt.



Abbildung 13: Darstellung von Stromerzeugern (blockbezogen)

Fellbach¹³

Fellbach nutzt den 3DPS im Projekt, um 3D Daten für eine Visualisierungsplattform für Planungsprozesse und Partizipation zur Verfügung zu stellen. Das Pilotprojekt fokussiert sich auf ein Szenario für die Internationale Bauausstellung 2027. Die Plattform enthält zusätzlich zu den 3D Gebäudemodellen noch ergänzende Daten zu Lärm, Energieversorgung und Flächennutzung.



Abbildung 14: Übersicht über das IBA Gebiets mit Storymap

_

¹² https://katalog.rundertischgis.de/dataset/visualisierung-von-daten-des-kommunalen-warmeplans-sindelfingen

¹³ https://katalog.rundertischgis.de/dataset/partizipative-stadtplanung-in-fellbach

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Wüstenrot

In Wüstenrot wurde der ein Energieerlebnispfad in einer StoryMap digital visualisiert. Das Gebäudemodell besteht aus texturierten 3D Tiles. Zusätzlich zu den Gebäudedaten wurden Sensordaten aus einem SensorThings Server visualisiert. Diese 3D Daten können zukünftig über den 3D GeoVolumes Dienst bezogen werden. Darüber hinaus arbeitet Wüstenrot an einer Augmented Reality Anwendung.



Abbildung 15: Energieerlebnispfad Wüstenrot

LRA Breisgau-Hochschwarzwald

Das Projekt in Breisgau-Hochschwarzwald konnte aufgrund der Personalsituation leider nicht fertiggestellt werden. Aus diesem Grund wurde kein Use-Case erstellt.

Stuttgart

Das Projekt in Stuttgart konnte aufgrund der Personalsituation leider nicht fertiggestellt werden. Aus diesem Grund wurde kein Use-Case erstellt.



6 Erkenntnisse und Erfahrungen

In den einzelnen Teilprojekten der Gemeinden wurden viele wichtige Erkenntnisse gewonnen, die bei der weiteren Bearbeitung und Nutzung der OGC API - 3D GeoVolumes hilfreich sein können. Es wurde erfolgreich getestet, dass sowohl Esris Indexed 3D Scene Layer (I3S) als auch 3D Tiles und gITF Modelle über die GeoVolumes Schnittstelle bereitgestellt werden können. Die bereitgestellten Daten konnten über verschiedene Webanwendungen abgerufen und visualisiert werden. Die entstandenen Anwendungen bilden verschiedene reale Use-Cases ab und zeigen auf, wie die OGC API – 3D GeoVolumes Schnittstelle in Zukunft breitere Anwendung finden kann.

Innerhalb des Projektes wurde festgestellt, dass die Datensätze der Länder Baden-Württemberg und Bayern Unterschiede aufweisen. Das zeigt sich in den Grenzregionen. Neu-Ulm hat im Projekt Daten von beiden Ländern visualisiert und die Unstimmigkeiten dargestellt. Die Unterschiede manifestieren sich bereits im Styling der Gebäude aber auch in deren Geometrie (siehe Abbildung 16). Das LGL hat die Gebäude mit rot gefärbten Dächern bereitgestellt wohingegen Bayern unifarbene Gebäude bereitstellt. Das liegt an unterschiedlichen Konvertierungsmethoden von CityGML nach 3D Tiles. Über eine Absprache können diese Differenzen schnell behoben werden.

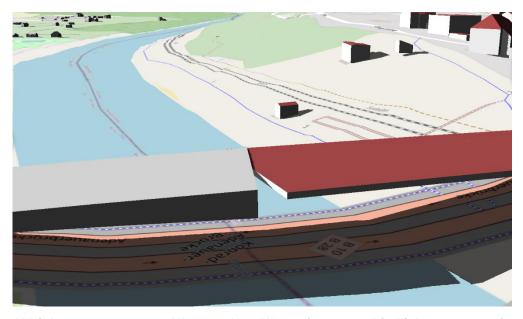


Abbildung 16: Grenze Ulm zu Neu-Ulm mit unterschiedlicher Geometrie Ausprägung

In Neustadt a.d. Waldnaab ist aufgefallen, dass die Gebäudemodelle gut zum digitalen Geländemodell der Landesvermessung passen, bei Geländemodellen in geringerer Auflösung (z.B. aus SRTM Daten) kommt es allerdings zu teilweise erheblichen Abweichungen von Gebäudegeometrie und Geländemodell, das als Quantized Mesh über die OGC API - 3D GeoVolumes Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden kann.

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Im Zuge der Erstellung von Höhenlinien in Regensburg haben die Ergebnisse gezeigt, dass das genutzte Tool bei unterschiedlichen Zoomstufen unterschiedlich genaue Höhenlinien berechnet. So werden beispielsweise Gebäudewände schräg berechnet.

Die Gebäudemodelle können auch genutzt werden, um diverse Berechnungen durchzuführen. Dies wurde von Sindelfingen getestet und in einer Anwendung visualisiert.

Die Zielsetzung, 3D-Daten als Dienst für kommunale Anwendungen bereit stellen zu können, ist erzielt worden. Für unterschiedliche Anwendungsszenario ist es möglich, unterschiedliche Anpassungen flexibel vorzunehmen. Der automatisierte Prozess ermöglicht außerdem, Updateprozesse einzurichten, um die Aktualität der Daten zu erhöhen. Weitere Funktionalitäten, die bei der Bereitstellung mittels 3D WebMapExporters im Projekt noch nicht erprobt werden konnten, sind die Verwendung unterschiedlicher Styles oder eine Auflösungsanpassung beim Geländemodell.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Gebäudemodelle sehr gut über die OGC API - 3D GeoVolumes Schnittstelle in diversen Formaten bereitgestellt werden können. Es wurde auch in verschiedenen Teilprojekten gezeigt, dass sehr große Dateien und Gebäudemodelle über die Visualisierungspipeline sehr gut und performant dargestellt werden können. Viele Plattformen wie Cesium oder Esri unterstützen die Visualisierung über einen GeoVolumes Server schon vollständig oder zumindest teilweise. Das sollte sich in Zukunft noch verbessern, wenn die GeoVolumes API zu einem OGC Standard wird.

Aus dem Projekt werden die Erkenntnisse und Erfahrungen mitgenommen und auf die zweite Projektphase übertragen. Diese beschäftigt sich mit offen geblieben Themen wie de Ausprägungen oder der Objektstruktur. Darüber hinaus werden auch neue Themen wie die Verwendung von Oberflächenmodellen (Punktwolken) oder Meshes in der zweiten Projektphase behandelt. Außerdem soll der Prozess optimiert werden, um eine Kostensenkung und damit die Wirtschaftlichkeit kleinerer Kommunen zu gewährleisten.

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



7 Literaturverzeichnis

- Coors, V. (2022). Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten . *Abstractsammlung.* München: Münchner GI Runde.
- Gröger, G., & Plümer, L. (Juli 2012). CityGML Interoperable semantic 3D city models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*(71), 12-33. doi:10.1016/j.is-prsjprs.2012.04.004
- Miller, T., Trenum, G., & Lieberman, J. (2020). 3D Data Container Engineering Report. Open Geospatioal Consortium.
- Rossknecht, M., & Airaksinen, E. (2020). Concept and Evaluation of Heating Demand Prediction Based on 3D City Models and the CityGML Energy ADE—Case Study Helsinki. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. doi:10.3390/ijgi9100602
- Runder Tisch GIS e.V. (2022). *Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten*. Von https://katalog.rundertischgis.de/datahub_resource/einfache-dienstbasierte-nutzung-von-3d-daten abgerufen
- Schrotter, G., & Hürzeler, C. (01. 02 2020). The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning. *PFG Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 99 112. doi:10.1007/s41064-020-00092-2
- Steinbeis. (2022). Webseite mit Links zu verschiedenen OGC Aktivitäten zur Entwicklung der OGC API 3D-GeoVolume. Von https://steinbeis-3dps.eu abgerufen
- Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation. (17. Januar 2020). *Geoportal-Th.de.* Von https://www.geoportal-th.de/ abgerufen
- Würstle, P., Santhanavanich, T., Padsala, R., & Coors, V. (2021). DEVELOPMENT OF A DIGITAL 3D PARTICIPATION PLATFORM CASE STUDY OF WEILIMDORF (STUTTGART, GERMANY). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, (S. 123-129).



Anhang A: LoD2-Daten (oder LoD1-Daten) aus CityGML in SLPK überführen

Für Anwendungen, welche I3S als Streaming Format nutzen, sind andere Konvertierungsschritte notwendig. Ein von der HFT genutzter Prozess nutzt ArcGIS Pro für die Erstellung von I3S Daten. Dabei werden die Daten in einem Ersten Schritt, von dem von den Landesämtern in CityGML bereitgestellten Datenformat in eine FileGeodatabase konvertiert. Dafür kann FME oder das ArcGIS Pro Quick Import Geoprocessing Tool genutzt werden.

Diese FileGeodatabase kann als Feature Class in ArcGIS Pro geladen werden. Hierbei ist es egal ob eine Globale oder Lokale Szene genutzt wird. Im letzten Schritt wird die Szene dann als 3D Object Scene Layer Package mit dem Geoprocessing Tool veröffentlicht. Dies kann entweder eine lokale I3S Datei erstellen oder diese über ArcGIS Online zur Verfügung stellen. Für die Nutzung im GeoVolumes Server wird die lokale Datei genutzt.

1. Auswahl der benötigten XML-Kacheln

- a. Bei Bedarf die Datenlieferung mit dem Tool Everything 1.4.x
 (https://www.heise.de/download/product/everything-60075) auf einen Geltungsbereich "zuschneiden".
- b. Die XML-Dateinamen entsprechen (zumindest in Bayern) in ihrer Nummerierung der der Digitalen Orthophoto-Blattschnitte.

2. Konvertierung XML in FileGeoDatabase zu Multipatches (ETRS89)

- a. FME Quick Translator der ArcGIS Data Interoperability Extension verwenden
- b. Funktion "Translate" ohne Änderung der Parameters... nutzen, wie z.B.:

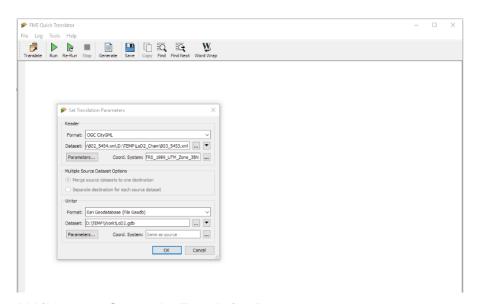


Abbildung 17: Setzen der Translation Parameter





- c. (Lod2-)Ergebnis wird in FGFBD gespeichert (Wände, Grundrisse, Dächer und Gebäude; LoD1 erzeugt nur die Gebäude).
- **d.** FeatureClass **Building_solid** in neuer Szene prüfen und ggf. um eigene Attributfelder erweitern sowie DB-Indizes setzen.
- 3. Fertige Multipatch-Daten in SLPK umwandeln und via AGO veröffentlichen (WGS84)
 - a. 3D-Objekt-Szenen-Layer-Inhalt erstellen.

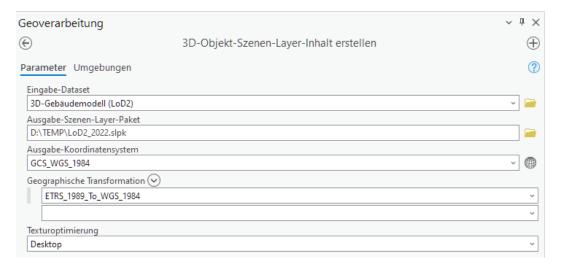


Abbildung 18: Erstellen des 3D-Objekt-Szenen-Layer-Inhalts

b. **Gehosteten Szenen-Layer** erstellen (Achtung: Ggf. Credits erforderlich!).

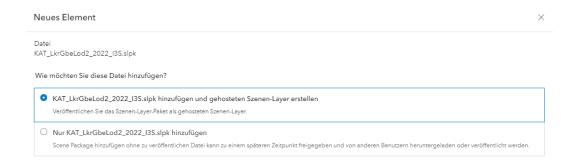


Abbildung 19: Erstellung des gehosteten Szenen-Layers

c. **WebSzene** erstellen und (sinnvollerweise) eigenen Elevation-Layer via DGM1 verwenden

(Hinweis: Der DGM1-Elevation-Layer wurde in Cham bewusst vereinfacht.)





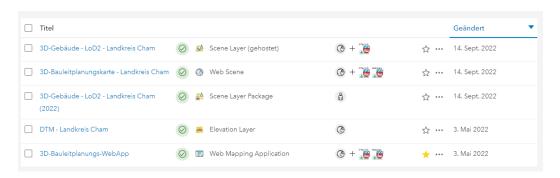


Abbildung 20: Erstellung einer WebSzene

s. Bsp.:

https://lra-cha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=bc7fdf8415cd4e1ba1f4853a73a0f71f

Abschließend konnten wir die neuartigen Mesh-Daten des LDBV testen.

Grundsätzlich lassen sie sich gut (aber rechenintensiv) in unserer Umgebung verarbeiten. Aus ca. 130 GB OSGB-Daten (ein Fluglos) wurde unter ArcGIS Pro 3.0.1 eine SLPK-Datei mit gut 100 GB erstellt (Rechendauer ca. 3,5 h). Wir haben im Landkreis aktuell 7 Lose, die aber alle deutlich kleiner sind, so dass man von der ca. 2,5-fachen Datenmenge ausgehen kann. D.h., man kann wohl auch einen ganzen Landkreis und mehr auf diese Weise verarbeiten.

Mit der Georeferenz haben wir aktuell noch ein in diesem Zusammenhang wohl klassisches Problem.

Esri schreibt hierzu auch:

https://pro.arcgis.com/de/pro-app/2.9/tool-reference/data-management/create-integrated-mesh-scene-layer-package.htm

"Ähnlich wie andere 3D-Grafikformate unterstützt das OSGB-Datenformat nativ nicht die Angabe oder Erfassung des Koordinatensystems des Modells. Normalerweise werden Dateien im OSGB-Format in einem kartesischen Koordinatensystem ausgegeben, das Daten bei festen Koordinaten verortet. Die X-, Y- und Z-Koordinaten des Modells sind nicht grundsätzlich geographische Positionen, sondern Positionen relativ zu einem beliebigen geometrischen Ursprung (0, 0, 0). Ein typisches Koordinatensystem, das für solche Modelle verwendet wird, ist die ENU-Konvention (Easting-Northing-UP, Ostwert-Nordwert-oben). Dabei verläuft die X-Achse in Richtung Osten, die Y-Achse in Richtung Norden und die Z-Achse nach oben. Um das Modell ordnungsgemäß zu georeferenzieren, wird eine zusätzliche Metadaten-Datei (.xml, .3mx) oder World-File (.wld3) benötigt, die auf derselben Ebene wie der Ordner mit den Dateien im OSGB-Format gespeichert oder über den Parameter Ankerpunkt angegeben werden kann. ..."

Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D-Daten



Wie sich gezeigt hat, genügt bei der technischen Überführung der Daten grundsätzlich eine einzelne, zusätzliche *.wld3-Datei mit einem sog. Ankerpunkt bzw. mehreren für eine 3D-Affintransformation. Diese fehlte in der Lieferung. Die Bayerischen Vermessungsverwaltung wurde daher gebeten, die Möglichkeit einer solchen Ergänzung zu prüfen (vgl.: https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/data/revit/world-files-for-cad-data.htm).

Mit WGS84 als Zielsystem und ohne geeigneter *.wld3-Datei stimmen selbstverständlich weder Lage noch Achsmaßstäbe noch Achswinkel. D.h., die Mesh-Ergebnisse sind verzerrt und lagefalsch, was sie aber zumindest auf den ersten Blick nicht minder imposant macht:



Anhang B: novaFACTORY zur Konvertierung von CityGML zu 3D Tiles

Für das vorgestellte Projekt "Einfache dienstbasierte Nutzung von 3D Daten" des Runden Tisch Gis e.V. ist es nötig, vorhandene Daten anforderungsgemäß bereitzustellen. Eine Möglichkeit, welche im Projekt vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) erprobt wurde, ist mit Hilfe der Software novaFACTORY. In dieser ist es möglich, 3D Daten von Gebäuden und/oder Bauwerken (3D Objekte), sowie Höheninformationen eines Geländemodells von Standard-Formaten in streamingfähige Datenformate umzuwandeln.

Das benutzte Standardformat für 3D Objekte ist CityGML, deswegen sind die Daten in novaFACTORY in einer 3D CityDB abgelegt. Im 3D Produktionsprozess von novaFACTORY wird auf ADV-konforme Abgabe geachtet, deshalb liegen die Daten in LoD2 vor, mit dem Schema CityGML 2.0. Die Objektstrukturen sind nach 3D Objekten aufgebaut, das bedeutet z.B. dass jedes Gebäude einzeln auswählbar ist. Sachdaten sind über das CityGML Format gut übertragbar auf andere Formate, wie 3D Tiles oder 3D Shape. Bei dem Geländemodell wird z.B. das Format GeoTIFF benutzt. Hier wird empfohlen, eine große Datei für die Umwandlung zu benutzen ohne Kachelung.

Da novaFACTORY als "Digitales Lager" von Geodaten vom LGL genutzt wird, ist die Bereitstellung der vorhandenen Daten z.B. im Format CityGML (Gebäude) oder GeoTIFF (Geländemodell) ein vorhandener automatischer Workflow Prozess. Dabei wird mittels des 3D WebMapExporters eine Umwandlung der Formate vorgenommen. CityGML wird zu 3D Tiles umgewandelt und geoTIFF zu Quantized Mesh. Bei dieser Umwandlung gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Konfiguration. Bei den Gebäuden können unter anderem in einer Definitionsdatei (AttrDef) zu übernehmende Sachdaten oder das Aussehen angepasst werden. Bei dem Geländemodell gibt es die Möglichkeit, anhand von Genauigkeiten der Auflösungen, erhebliche Performance Steigerungen zu erzielen.



Abbildung 21: Ergebnis des 3DWebMapExporters in WEGA-3D (Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, 2020)