

3D-GeoMassendaten für interkommunale Anwendungen



Abb.1: „Virtuelles Landratsamt Cham“ (DGM1, DOP20, ALKIS, LoD2, DOM20)

Ausgangssituation / Anwendungsszenario (Kurzbeschreibung)

Der Landkreis Cham betreibt seit 2004 ein interkommunales Landkreis-GIS (IkGIS-Cham) u.a. mit allen seinen kreisangehörigen Gemeinden (vgl. <https://gis.landkreis-cham.de/>). Das IkGIS-Cham ist seither eine funktionierende, kommunale Geodateninfrastruktur für Verwaltung, Bürger und Wirtschaft. Das Hauptanliegen bei seinem Aufbau war es, die Nutzung von GeoDaten und deren Transfer zwischen den kreisangehörigen Kommunen, der Vermessungsverwaltung und weiteren Partnern mit Hilfe von effizienten Standard-Technologien zu vereinheitlichen und damit signifikant zu verbessern.

Neben dem laufenden Aufbau einer neuen Enterprise-Portallösung für alle IkGIS-Partner und das Landratsamt mit gut 400 Usern in einer sog. Private-Cloud stellt der Umgang mit 3D-Geo Massendaten derzeit eine weitere, hochinteressante Herausforderung dar.

Hierfür wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes vier Teilaufgaben behandelt:

1. DGM1-, LoD2- und LoD3-Daten für das digitale Siedlungsmanagement des Landkreises Cham,
2. DGM1- und LoD2-Daten für die Gebäudebewertung bei Gutachterausschüssen sowie für die Bauleitplanung im Landkreis,
3. Lidar- und DOM40-Daten bei Solarpotenzialanalysen für die Kreiswerke Cham,
4. Darstellung realitätsnaher 3D-Szenen mit 3D-GeoMassendaten und BIM zur Unterstützung planerischer und politischer Entscheidungsprozesse in Baugenehmigungsverfahren.

Erste Testergebnisse konnten bereits im Rahmen der Bayerischen Innovationstage 2019 des Bayerischen Innovationsrings des Bayerischen Landkreistags gemeinsam mit dem BayStMFH vorgestellt werden. Das kommunale GIS-Forum des Runder Tisch GIS e.V. im Herbst desselben Jahres wurde mit einem Beitrag zum digitalen Siedlungsmanagement im Landkreis Cham bereichert. Vielsagende Zwischenergebnisse konnten zudem im Frühjahr 2020 während der Münchner GI-Runde präsentiert werden.

Verwendete Daten

Der Landkreis Cham hatte 2019/2020 vom LDBV-Bayern landkreisweite GeoBasisdaten (für ca. 1.500 km²) entweder im Rahmen einer aktuellen Generalvereinbarung ohnehin bereits erhalten bzw. unabhängig davon im Zuge des Projektes unentgeltlich zur Verfügung gestellt bekommen. Hierbei handelt es sich um folgende genutzte Produkte:

- DGM1 (ASCII; ca. 100GB)
- LoD2 (CityGML und Shape; ca. 4GB)
- Lidar (LAS; ca. 900GB)
- ALKIS (NAS; ca. 1,5GB)
- DOP20 (TIFF; ca. 120GB)
- bDOM40 (LAS; je ca. 300GB (zweimalig - Update 2019/2020))

Ergänzend wurden dem Landkreis neue, noch nicht in der Vermarktung befindliche DOM20-Daten im Umgriff von mehreren Kilometern um das Landratsamt Cham bereitgestellt (LAS; ca. 15 GB).

Von diversen Architekturbüros wurden dem Landkreis BIM-Daten im IFC4-Format zur Weiterverarbeitung im Rahmen von mehreren privaten Bauvorhaben überlassen.

Über einen inzwischen abgeschlossenen Wartungsvertrag mit der ebenfalls am Projekt beteiligten Fa. IP Syscon GmbH hat sich der Landkreis 2019 und 2020 bislang zwei flächendeckende Solarpotenzialanalysen für seinen Gebäudebestand berechnen lassen (Shape; je ca. 1GB) mit je 13 Globalstrahlungsraster (TIFF; je ca. 20GB).

Verwendete Software / Voraussetzungen

Softwareseitig kann der Landkreis Cham aufgrund eines Enterprise Agreements mit der Fa. ESRI Inc. (Unternehmens-Lizenzvereinbarung für Kommunalverwaltungen) auch im Umgang mit 3D-GeoDaten aus dem Vollen schöpfen. Verwendet wurden die ArcGIS-Produkte:

ArcGIS Online, Portal for ArcGIS, ArcGIS Pro, ArcGIS CityEngine, ArcGIS 3D Analyst und ArcGIS Data Interoperability for Desktop.

Neben den Solarpotenzialanalysen der Fa. IP Syscon GmbH kamen auch deren Web-Ertragsrechner für Photovoltaik und Solarthermie zum Einsatz.

Ergänzend konnte auf die Möglichkeiten von M365 (ehem. Office 365) zurückgegriffen werden.

Hardwareseitig standen dem Projekt Komponenten in einem für Kreisverwaltungen gängigen Umfang zur Verfügung. Es wurde keinerlei 3D-Spezialhardware eingesetzt:

HP-Z-Books und HP-Z-Workstations (32GB RAM) mit Nvidia-Quadro-Grafikkarten, diverse virtuelle Windows Server auf Basis von VMware in Verbindung mit einem zentralen SSD-Storage für ArcGIS Enterprise und MS SQL-Server (ArcGIS Enterprise-Datenbanken).

Vorgehen / Umsetzung

1. DGM1-, LoD2- und LoD3-Daten für das digitale Siedlungsmanagement des Landkreises Cham

Die Arbeiten an dieser Teilaufgabe wurden im Rahmen eines laufenden Projektes des BayStMFH zur 3D-Weiterentwicklung eines bereits erarbeiteten Lösungsansatzes vorgenommen (vgl.: <https://www.landkreis-cham.de/media/19284/artikel-20180901-bauluecken-entdecken-der-gemeinderat.pdf> und <https://www.landkreis-cham.de/media/25208/artikel-20190201-leerstaende-dynamisch-aufdecken-und-aktiv-vermarkten-gisbusiness.pdf>).

Beispielsweise zu Vermarktungszwecken wurden für ausgewählte LoD2-Gebäuden mithilfe eigener Fassaden-Aufnahmen und den programmtechnischen Möglichkeiten der ArcGIS CityEngine einfache LoD3-Datsstellungen erzeugt.



Abb.2: „DO-it-Yourself-LoD3“ (DGM1, DOP20, LoD2, Fassaden)

Darüber hinaus konnte ein Workflow für den 3D-Druck via CityEngine und ArcGIS Pro erarbeitet werden, der nach einigen Schwierigkeiten zwar einwandfrei funktionierte, aber mit zwei noch offenen Problemstellungen zu kämpfen hat: „Maßstäblicher Druck“ und „Große Fläche vs. wenig Höhe“.

Diese beiden Aufgaben können leider erst in einer späteren Phase des Siedlungsmanagement-Projektes durch die Entwicklung eines Spezial-Druckers in Kooperation mit einem regionalen Fachbetrieb weiterbearbeitet werden.

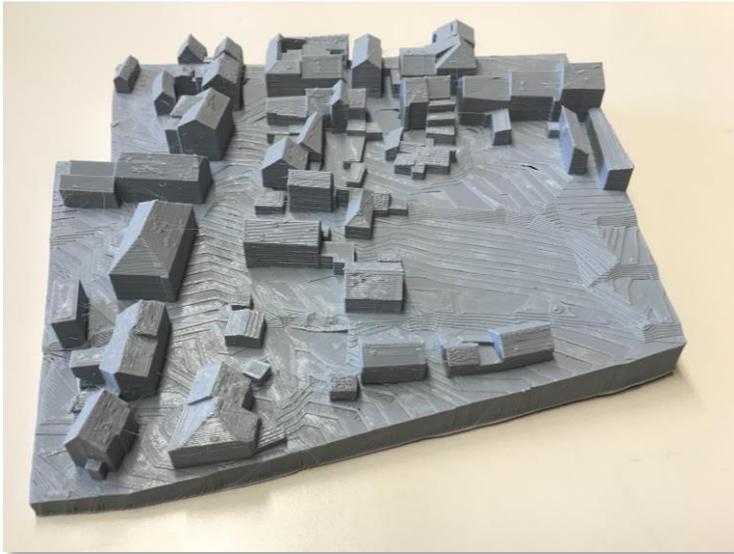


Abb.3: Einfacher 3D-Druck aus ArcGIS (DGM1, LoD2)

2. DGM1- und LoD2-Daten für die Gebäudebewertung bei Gutachterausschüssen sowie für die Bauleitplanung im Landkreis

Die Anforderung zur 3D-Unterstützung von Gebäudebewertung kam vom Gutachterausschuss für Grundstückswerte im Bereich des Landkreises Cham selbst. Die Umsetzung war denkbar einfach. LoD2-Daten im originären 3D-Shape-Format wurden im ESRI-Geodatabase-Format und darin wiederum als Einzelobjekte (PolygonZM-Dachflächen, PolygonZM-Wände etc.) und in Form sog. Multipatches gespeichert. Das hat den Vorteil, mit einfachen Mitteln alle 3D-Teilobjekte attributiv „anfassen“ zu können und zugleich eine gute Darstellungsperformance zu erhalten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in ArcGIS Pro 2D- und 3D-Darstellungen in Echtzeit gekoppelt. So konnten beispielsweise die zahlreichen Außendiensttermine durch Mitarbeiter des Gutachterausschusses spürbar reduziert werden.

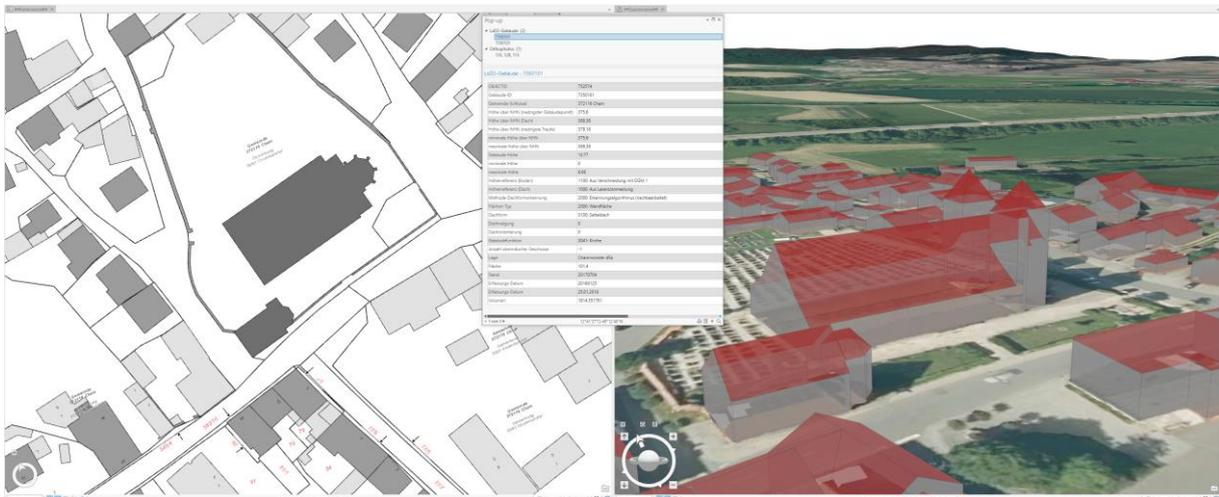


Abb.4: Gekoppelte 2D- und 3D-Ansichten in ArcGIS Pro (DGM1, LoD2, ALKIS)

Wie sich gezeigt hat, eignet sich aber nicht jeder topologisch ausgefeilte Speicheransatz für solche Daten, weil beispielsweise senkrechte Wandflächen keine projizierte Grundfläche aufweisen und diese damit in einer SDE „verloren gehen“. Daher wurde hier auf eine File-Geodatabase als Speicherkonzept zurückgegriffen.

Außerdem sind einfache Büro-PCs mit einer solchen Desktop-Anwendung eindeutig überfordert. Dedizierte 3D-Grafikarten und min. 16-32GB RAM sollten an solchen Arbeitsplätzen unbedingt verfügbar sein.

U.a. für die plastischere Darstellung der bereits nach „XPlanung-Light“ flächendeckend dokumentierten Bauleitplanung im Landkreis Cham wurden LoD2-Daten im CityGML-Format mithilfe der ArcGIS Data Interoperability for Desktop (FME) und einer frei verfügbaren ArcGIS-Toolbox der Fa. con terra GmbH in ein I3S-SceneLayerPackage umgewandelt (vgl. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=585b25bad7b94c09aa7fb1833db1f318>).

Dieses I3S-SceneLayerPackage ist im Vergleich zu den originären CityGML-Daten sehr viel kompakter und auf Performance optimiert. Es kann in ArcGIS Online bzw. Portal for ArcGIS über einen gehosteten SceneLayer für webbasierte 3DSzenen verwendet werden. Hier eine Darstellung aus dem internen IkgIS-Portal des Landkreises mit hochauflösenden Inhalten:



Abb.5: Web-3D-Bauleitplanungsszene (DGM1, DOP20, ALKIS, LoD2, XPlanung)

3. Lidar- und DOM40-Daten bei Solarpotenzialanalysen für die Kreiswerke Cham

Hierfür konnte erstmalig das DOM40 als alleinige und 2-jahres-aktuelle Datengrundlage für Solarpotenzialanalysen verwendet werden.

Weil die zwar sehr hochauflösenden, amtlichen Lidar-Daten leider keinem regelmäßigen Aktualisierungszyklus unterliegen und der Landkreis aber zugleich sein geplantes Solarpotenzialkataster aktuell halten wollte, hatte man zusammen mit der Fa. IPSyscon GmbH deren bestehenden Ansatz zur Berechnung von Solarpotenzialen um die Nutzung von DOM-Daten erweitert. Inzwischen liegt die erstmals aktualisierte Fassung (Datenstand 2019 / Analysestand 2020) zur Nutzung durch die Öffentlichkeit vor. Für 2021/2022 steht das nächste Update der Analysen an.

Im Rahmen der Analysen und Berechnungen wurden alle vorliegenden Gebäudeflächen bzw. Dach(teil)flächen auf ihre Eignung für die Installation einer Photovoltaik- oder Solarthermieanlage untersucht. Zudem wurde für jede geeignete Fläche die maximal installierbare Leistung, der damit zu erzielende Strom- sowie Wärmeertrag und die rechnerische CO₂-Einsparung ermittelt.

Detaillierte Informationen und die zugehörige Webanwendung zu diesem Teilprojekt findet man hier: <https://www.landkreis-cham.de/service-beratung/geoinformationen/geoservices/solarpotentialkataster/>



Abb.6: Solarpotenziale im Landkreis Cham (DOM40, DOP, Globalstrahlungsraster, IP-Ertragsrechner)

Auf LoD2-Daten wollte man hierbei im Übrigen nicht zurückgreifen, weil damit Verschattungen durch Topographie (z.B. Berge), Vegetation (große Bäume) und Gebäudeteile nur unzureichend oder gar nicht abgebildet hätten werden können. DOM-Daten können das hingegen flächendeckend und auch aktueller.

Zum technischen Vergleich der Nutzung von DOM-Daten vs. Lidar-Daten bei Solarpotenzialanalysen stellt der Projektbericht der Fa IPSyscon einschränkend fest:

„Das bei der Analyse verwendete DOM40 wird aus digitalen Stereoluftbildern abgeleitet. Abhängig von der Tageszeit, zu der die Luftbilder aufgenommen wurden, ist der Schatten auf den Dächern mal mehr und mal weniger ausgeprägt. Je weniger Licht jedoch auf einen Punkt fällt, desto schwieriger bzw. ungenauer ist die Ermittlung des Höhenpunktes an dieser Stelle. Dies zeigt sich an einigen Stellen im DOM40 und wirkt sich auch auf die Solarpotenzialanalyse aus.“

Während mit Lidar-Daten die Höhe gleichmäßig vom Dachfirst bis zum Dachrand abnimmt, ist das DOM40 an einigen Stellen stark gezackt. Je nachdem wie stark dies ausgeprägt ist, bekommt das Dach abschnittsweise flachere und steilere Neigungswinkel zugewiesen. In der Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse kann es aufgrund dessen dazu kommen, dass sich die Dachteilflächen gegenseitig verschatten. Im Verschattungsraster bilden sich Streifen.

Im Ergebnis führen diese Streifen mit höherer und niedrigerer Neigung sowie Verschattung zu kleinteiligen Ergebnisflächen. Das Problem ist ausschließlich bei nach Norden ausgerichteten, und zum Aufnahmezeitpunkt des Luftbildes schon deutlich verschatteten Dachflächen zu beobachten. Bei diesen Dächern ist nicht zu erkennen, ob diese Ergebnisse tatsächlich durch Gauben oder durch Ableitungsfehler auftreten.“

Dieses Problem einzelner Dachflächen könnte man sicherlich durch noch gezielteres Befliegen eines Gebietes zu geeigneteren Jahres- und Tageszeiten minimieren. Diese Fehlerquelle wird aber zugunsten der hohen Aktualität der DOM-Daten in Kauf genommen.

4. Darstellung realitätsnaher 3D-Szenen mit 3DGeomassendaten und BIM

Die Ableitung realitätsnaher 3D-Szenen mit BIM-Daten sowie von Sichtbarkeitsanalysen zur Unterstützung planerischer und politischer Entscheidungsprozesse u.a. in Baugenehmigungsverfahren konnte mithilfe von ArcGIS Pro quasi als „Abfallprodukt“ der vorangegangenen Projekteile erfolgen. Eine Beispieldarstellung (mit DOM20!) findet man bereits eingangs dieses Dokumentes (vgl. Abb.1).

Zur optimierten Nutzung der zahlreichen DOM40-Kacheln für das Gebiet des Landkreises Cham im LAS-Format kann man in ArcGIS Pro sog. 3DSzenen-Layer-Pakete für Punktwolken erzeugen (vgl. <https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/what-is-a-scene-layer-.htm>). Ein solches Paket (ca. 2.000 LAS-Dateien; 300GB vs. 1 SLPK-Datei; 80GB) enthält den Szenen-Layer-Cache, der als Webszenen-Layer veröffentlicht werden kann. Auch hier kommt de facto das I3S-Format zum Einsatz. Dadurch lassen sich enorme Mengen an DOM-Daten (hier testweise auch DOM20) einheitlich kartographieren und am Bildschirm in Echtzeit „bewegen“.

Ein besonders reizvoller Ansatz war hierbei die Kombination von amtlichen 3D-GeoBasisdaten mit BIM-Daten aus Ingenieur- und Planungsbüros. Hier der Versuch, einen Planungsansatz „auf der grünen Wiese“ zu visualisieren:



Abb.7: Vorschlag eines Parkdecks mit Außen- und Dachbegrünung (DGM1, DOP20, BIM, DOM40)

Ergebnis

Die in den vier Teilprojekten erarbeiteten Ergebnisse sind aus Gründen der Übersichtlichkeit bereits im vorangegangenen Kapitel beschrieben.

Alle Aufgaben konnten mit einem überschaubaren Aufwand erfolgreich bewältigt werden. Die Gründe hierfür sind bei der hervorragenden IuK-Infrastruktur am Landratsamt Cham, den bestehenden Rahmenverträgen mit der Bayerischen Vermessungsverwaltung und ESRI, der langjährigen Kooperation des Landkreises mit IP Syscon und natürlich der Datenbereitstellung des LDBV im Rahmen dieses Projektes zu suchen. Natürlich war es auch kein Nachteil, dass ein Großteil der verwendeten Daten bereits im Kontext des IuGIS-Cham in aufbereiteter Form zur Verfügung gestanden hatte.

Bewertung / Erfahrungen

An dieser Stelle wurden Antworten auf folgende Fragen erwartet:

- **Erfüllt das Ergebnis die Erwartungen?**
Ja, voll und ganz.
- **Liefern die genutzten 3D-Daten einen Mehrwert im Vergleich zu den bestehenden Workflows?**
Im positiven Sinne „teilweise“, weil die meisten 3D-Daten ja bereits im Einsatz waren. Die auch für den Landkreis Cham neuen DOM-Daten haben unsere Möglichkeiten gerade in Bereich der Bürgerservices (Stichwort: Solarpotenzialkataster) enorm bereichert.
- **Bringen die Daten Vorteile bei der Qualitätssicherung?**
Im kommunalen Umfeld eher weniger. Aber bei politischen Entscheidungen und den Bürgerinformationen leisten sie seither äußerst wertvolle Dienste.
- **Wie schwierig / zeitaufwändig war die Umsetzung?**
Wenn die verwendete Software bereits im Tagesgeschäft zum Einsatz kommt und eine hinreichend dimensionierte Hardware vorhanden ist, ist der Umgang mit 3D-GeoMassendaten kein Hexenwerk. Es macht ganz im Gegenteil Spaß und erweitert den eigenen Horizont für eine moderne Datenwelt. Dank der Unterstützung unserer Partner konnten auch technische Fragestellungen rasch beantwortet und Sekundärdatenbestände (hier: Solarpotenziale) in hochwertiger Form erzeugt werden.
- **Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein?**
Software, Hardware, ein gesundes Maß an Interesse gute Partner und Google ☺.
- **Wie stehen Aufwand und Nutzen im Verhältnis?**
Es steht 2:1 für den Nutzen; im Wiederholungsfall sicher noch besser.
- **Können Datenprozessierung und -anwendung in die bestehende Arbeitsumgebung eingebunden werden?**
Ja, dank des Enterprise-Ansatzes im Landkreis problemlos. Was bleibt ist der laufende Mehraufwand bei der Daten-Bereitstellung sowie der Hardware.
- **Wie wird die Datenbereitstellung und -aktualisierung gewünscht?**
Grundsätzlich so, wie in den Generalvereinbarungen der Kommunen mit der Bayerischen Vermessungsverwaltung bereits vereinbart. Abweichend davon hat sich gezeigt, dass LoD2-Daten optional auch im CityGML-Format beziehbar sein sollten. Bei Lidar- und DOM-Daten hat sich der Umgang mit dem unkomprimierten LAS-Format bewährt. Mit dem vermeintlich „handlicheren“ LASz konnte spontan nicht so gut verfahren werden.
- **Übertragbarkeit der Ergebnisse?**
Grundsätzlich sind die Ergebnisse des Landkreises Cham auf alle Anwender der o.g. Softwarebausteine übertragbar, weil es sich dabei de facto um Industriestandards handelt.

Insgesamt betrachtet kann man resümieren, dass der Umgang mit 3D-GeoMassendaten in der heutigen Zeit erheblich einfacher geworden ist als es von vielen noch befürchtet wird. Es genügt die Nutzung von guter und integriert arbeitender Software sowie gängiger 3D-Hardware. Klassische Bürorechner sind hingegen nicht geeignet.

Beteiligte

- **Landratsamt Cham, Sachgebiet 16/GIS**
als Projektbearbeiter,
- **Kreiswerke Cham**
als Auftraggeber und Hauptnutzer der Solarpotenzialanalysen im Rahmen eines Wartungsvertrags mit der Fa. IP Syscon GmbH (incl. Hosting der Wirtschaftlichkeitsrechner),
- **ESRI Deutschland GmbH**
als Softwareanbieter mit einer hervorragenden fachlichen Unterstützung im Rahmen eines Enterprise Agreements das seit 2012 nun zum vierten Mal verlängert wurde,
- **IP Syscon GmbH**
als Datendienstleister, Technologiepartner und Softwareanbieter im Rahmen einer ausgezeichneten und fruchtbaren Kooperation seit mehr als 15 Jahren,
- **Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung**
als amtlicher Hauptlieferant der verwendeten 3D-Daten.
Hier bedankt sich der Landkreis Cham ausdrücklich für die von Beginn an (seit 2004) umfassende und wertvolle Unterstützung des IKGIS-Cham mit Daten und kompetenter Beratung, Projektarbeit und persönlichen Kontakten. Besonders hervorzuheben ist für das vorliegende Projekt die Bereitschaft, den Landkreis zweimalig mit aktuellen DOM40-Daten zu beliefern. Das war keine Selbstverständlichkeit.