

# Von der Photogrammetrie zu strukturierten 3D-Siedlungsmodellen

Zur Unterstützung von Ortsplanungsprozessen soll ein interaktives Werkzeug entwickelt werden, das eine verbesserte Kommunikation und Partizipation ermöglicht. Geplante Änderungen sowie deren Auswirkungen auf das Ortsbild sollen dabei realitätsnah visualisiert werden. Um das aktuelle Ortsbild möglichst präzise und zugleich strukturiert abzubilden, wird ein Prozess zur Strukturierung eines photogrammetrischen 3D-Modelles in Gelände, Gebäude und Vegetation vorgeschlagen. Die resultierenden Modelle werden fotorealistisch texturiert und mit Metadaten angereichert. Die abschliessende Speicherung im OGC-Format «3D-Tiles» ermöglicht eine performante Visualisierung in einer webbasierten 3D-Ansicht.

## Ausgangslage

Bei der Bearbeitung von Ortsplanungsrevisionen ist es zur Zufriedenstellung sämtlicher Beteiligten sinnvoll, eine Lösung mittels partizipativen Verfahrens zu Erarbeiten. Die Werkzeuge und Methoden beruhen oft auf traditionellen, statischen Ansätzen, welche nur eine begrenzte Anzahl von Bürgern und Interessengruppen miteinbeziehen (Schrotter & Hürzeler, 2020). Der Kanton Thurgau hat die FHNW mit dem Projekt «Studie und Demonstrator: Raumzeitliche Siedlungsvisualisierung in 4D» beauftragt, welches die Erstellung eines interaktiven Werkzeuges untersuchen soll. Diese Arbeit befasst sich mit der Aufbereitung der Grundlagedaten in Form eines möglichst realitätsnahen, strukturierten 3D-Modells basierend auf drohnengestützten Luftbildaufnahmen.

## Forschungsinhalt

Diese Arbeit untersucht die möglichst automatische Erstellung eines strukturierten Siedlungsmodells. Um Ortsbildfragen- und Veränderungen beurteilen zu können und somit dem Bundesinventar schützenswerter Ortsbilder der Schweiz (ISOS) Rechnung zu tragen, soll das Modell über fotorealistische Texturen und möglichst detaillierte Geometrien verfügen. Da in diesem Zusammenhang nicht nur die bebaute Umwelt sondern auch Freiräume relevant sind, wird zudem die Erstellung und Unterteilung eines Geländemodells in unterschiedliche Nutzungsarten untersucht.

## Methodik

Aus einer vorangehenden Arbeit von Forrer et. al (2023) steht ein umfassender Datensatz aus Drohnenaufnahmen der Gemeinde Schönholzerswilen zur Verfügung. Die photogrammetrischen Auswertungen werden mit der Software Agisoft Metashape durchgeführt. Sämtliche übrigen Arbeitsschritte können mit der Programmiersprache «Python» in einem Prozess mit hohem Automatisierungsgrad ausgeführt werden.



Abb. 1: Nach AV-BB-Flächen in unterschiedliche Nutzungsflächen unterteiltes Geländemodell

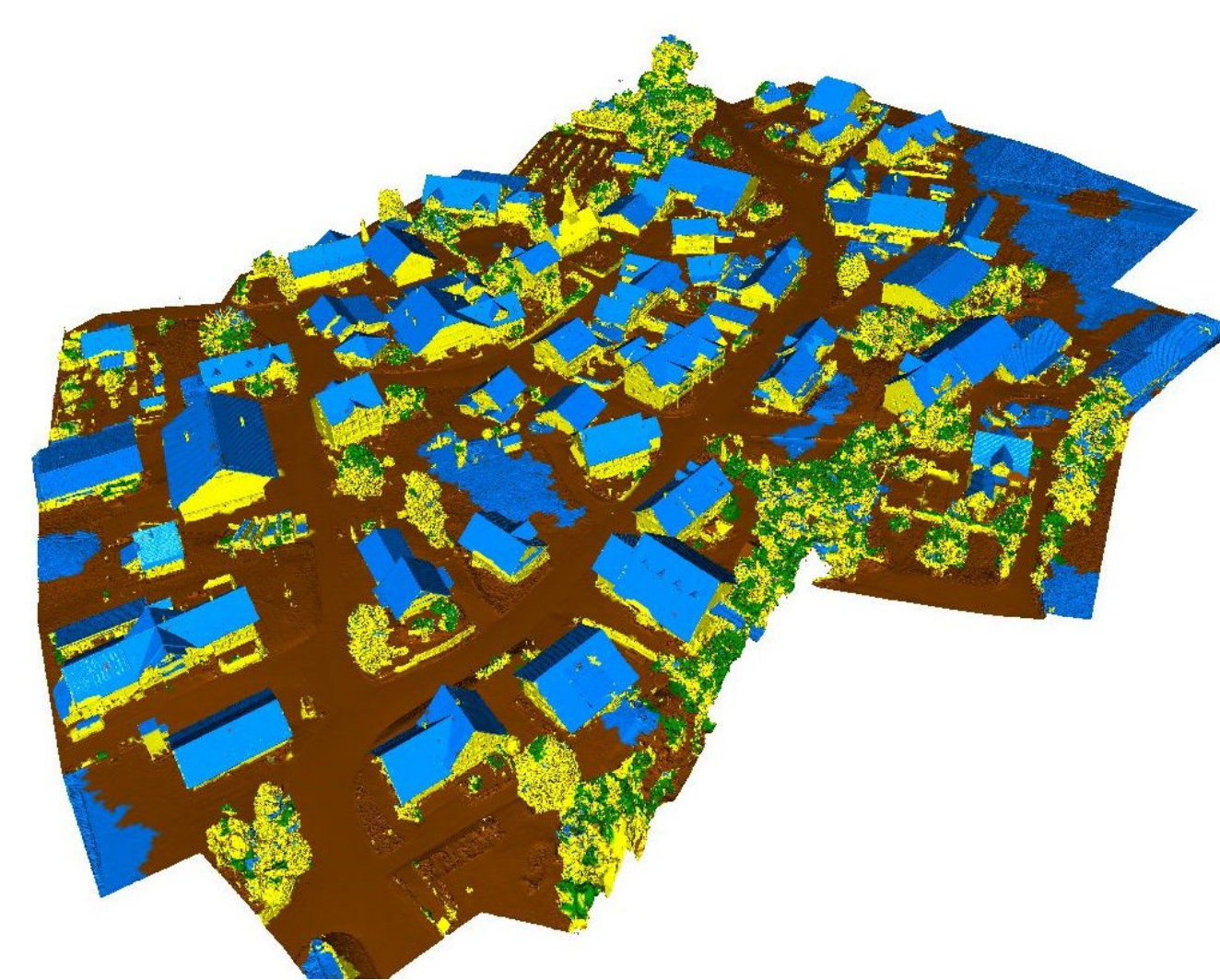


Abb. 2: Klassifiziertes 3D-Modell (braun = Boden, gelb = Fassade, blau = Dach, grün = Vegetation)

## Geländemodell

Basierend auf der berechneten Punktwolke wird eine Kombination mit frei zugänglichen LiDAR-Daten vorgenommen. Dies ermöglicht die Erstellung einer hochaufgelösten, flächendeckenden Bodenpunktwolke, die auch in dichter Vegetation über zuverlässige Daten verfügt. Mithilfe dieser Punktwolke wird das Geländemodell berechnet und durch die Integration der Bodenbedeckung (BB) aus der amtlichen Vermessung (AV) in unterschiedliche Nutzungsflächen unterteilt (siehe Abb. 1).

## Klassifizierung 3D-Modell

Zur Klassifizierung von 3D-Modellen wurde der Ansatz von Verdie et al. (2015) untersucht und mit Python umgesetzt. Dabei werden die Dreiecke aufgrund ihrer geometrischen und radiometrischen Eigenschaften den Klassen Boden, Fassade, Dach und Vegetation zugeordnet (siehe Abb. 2).

## Strukturierung 3D-Modell

Aus dem photogrammetrisch berechneten 3D-Modell können die dem Boden zugehörigen Bereiche extrahiert werden. Daraus resultieren Modellkomponenten bestehend aus Gebäude, Vegetation oder übrigen, nicht dem Boden zugehörigen Elementen wie bspw. Fahrzeuge. Innerhalb dieser Komponenten wird nun wiederum unter Verwendung der AV-Daten eine Klassifizierung in Gebäude und deren direkte Zuweisung des eidgenössischen Gebäudeidentifikators (EGID) vorgenommen. Nicht als Gebäude zugewiesene Komponenten werden auf ihre Eignung als Vegetation untersucht. Sämtliche extrahierten Modelle werden mithilfe der Drohnenaufnahmen in Metashape texturiert und abschliessend in einem strukturierten «3D-Tiles»-Tileset gespeichert. Dank der Zuweisung des EGID können die extrahierten Gebäudemodelle mit Attributen aus dem eidgenössischen Gebäude- und Wohnregister (GWR) (siehe Abb. 3) angereichert werden.

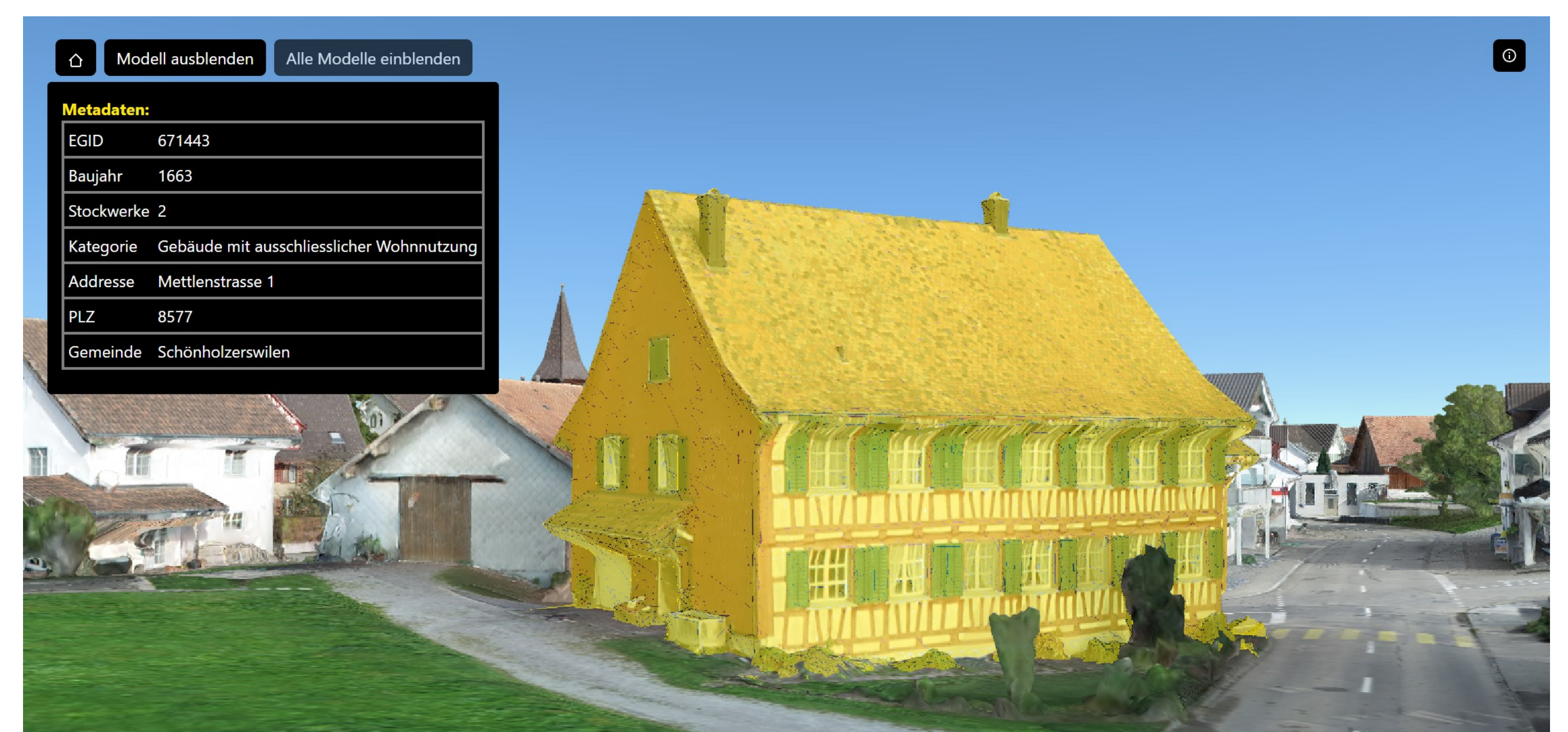


Abb. 3: Extrahiertes Gebäudemodell und zugehörige Metadaten, visualisiert mit CesiumJS

## Resultate

Das strukturierte 3D-Siedlungsmodell verfügt über eine hohe Realitätsstreuung und bildet das Ortsbild sehr akkurat ab. Dank der Speicherung als 3D-Tileset können die texturierten Modelle performant und strukturiert in einem 3D-Webviewer visualisiert werden (siehe Abb. 4). Die Visualisierung wird mit der Javascript-Bibliothek «CesiumJS» vorgenommen und erlaubt durch Einbindung von öffentlichen Daten des Bundesamts für Landestopografie swisstopo (2024) die Integration des Modelles in einen grösseren Kontext.



Abb. 4: 3D-Siedlungsmodell mit Layereinstellungen (rechts) eingebettet in Daten der swisstopo

## Fazit und Ausblick

Der vorgeschlagene Ablauf ermöglicht die hoch automatisierte Erstellung eines strukturierten Modelles. Die resultierenden Modelle bestehen zur Wahrung der Realitätsnähe aus komplexen Dreiecksvermaschungen. Für allfällige Modifikationen der Geometrien, sollte der Workflow um eine Extraktion der relevanten Gebäudeelemente und deren Modellierung in Form einfacher geometrischer Körper erweitert werden. Dies würde auch die Speicherung in CityGML ermöglichen und somit für eine nachhaltigere Datenhaltung sorgen.