

Die Zukunft ist dreidimensional – 3D-Gebäudemodelle in Bayern¹



Frank Hümmer, Robert Roschlaub

1. Einleitung

Bereits im November 2003 stand das Thema 3D-Stadtmodelle im Mittelpunkt eines Seminars des DVW-Bayern in München (DVW 2004). Die Beiträge aus der Hochschule, den Verwaltungen, der Forschung und der Wirtschaft verdeutlichten den Teilnehmern aus den Bereichen Geoinformation, Städteplanung und Kommunen eine Trendwende von der zweidimensionalen Datenerfassung hin zu einer dreidimensionalen Datenhaltung und Visualisierung. Zu dieser Zeit wurde der Standard Open GL ES verabschiedet und ermöglichte die Präsentation von 3D-Darstellungen auf mobilen Endgeräten wie Handhelds. Als zukünftige Anwendung von 3D-Gebäudemodellen wurde der „Mixed Reality“ Ansatz gesehen, der eine Mischung von real existierenden mit künstlich erzeugten Informationen verbindet, wie die Integration von Planungen in die Wirklichkeit, um beispielsweise besonders realitätsnahe Eindrücke von Bauvorhaben darstellen zu können.

In den Verwaltungen wurde mit der Zuordnung des 3D-Themas zu den Arbeitskreisen Liegenschaftskataster und Geotopographie der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) dieser Trend aufgegriffen. Mit der Erarbeitung von herstellerübergreifenden Standards in den AdV Projektgruppen, wie dem Aufbau von 3D-Gebäudemodellen und der Erstellung digitaler Oberflächenmodelle, wurde zunächst ein organisatorisch-technischer Rahmen für die Verwaltungen der Länder gegeben (AdV 2014). Diesen Rahmen galt es, in den Ländern zu nutzen und mit der landesweit einheitlich strukturierten Erfassung von 3D-Gebäudemodelle zu beginnen.

Die Zukunft ist dreidimensional. Mit Blick in das aktuelle Kinoprogramm ist dies unübersehbar. Mittels fotorealistischer, digitaler 3D-Animationen werden die Zuschauer in eine neue Dimension des Erlebens katapultiert. Auch Ministerpräsident Horst Seehofer sieht Bayern im Jahr 2014 vor großen Zukunftsaufgaben und appelliert, die Chancen der digi-

¹ Angelehnt an einen am 13.12.2013 und 21.02.2014 im Rahmen der Wintervortragsreihe des DVW-Bayern gehaltenen Vortrag

talen Revolution in vielen Lebensbereichen gemeinsam zu gestalten (Seehofer 2014). Die Verwaltungen bieten über die Geodateninfrastruktur in Bayern bereits ressortübergreifend vielfältige, internetbasierte und fachübergreifende Viewer, Dienste und Anwendungen an. Hierzu zählen beispielsweise der BayernAtlas, der GrabungsAtlas, der EnergieAtlas Bayern oder Anwendungen zu Rauminformationen, Bodenrichtwerte oder Bauleitplanung (GDI-BY 2014). All diese Anwendungen sind bisher zweidimensional.

Das Bayerische Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung geht nun einen weiteren Schritt voran und erschließt mit dem Aufbau eines landesweiten, dreidimensionalen Gebäudebestandes sowie der permanenten Aktualisierung des hochgenauen Digitalen Geländemodells (DGM) für die Verwaltung die dritte Dimension. Weitere Profiteure dreidimensionaler Gebäudemodelle sind die Kommunen und Bürger sowie kommunale Dienstleister. Planungsvorhaben lassen sich in anschaulicher Weise darstellen und Alternativen per Mausclick mit dem Bürger diskutieren. Darüber hinaus kann die Versicherungswirtschaft das erweiterte digitale Angebot zur Erstellung von Hochwassergefährdungszonierungen und zur Kalkulation von Versicherungspolizen nutzen. In der Immobilienbranche können mit den 3D-Gebäudemodellen Objekte in Exposés in ihrer Umgebung anschaulich präsentiert werden. Mittels Auswertung der geometrischen und semantischen Informationen in einem GIS lassen sich auch in der dritten Dimension Standortanalysen von Gewerbebetrieben oder Infrastrukturmaßnahmen der Energiewirtschaft durchführen.

2. Datengrundlage

In Bayern sind die Voraussetzungen für eine landesweite Erfassung dreidimensionaler Gebäudemodelle denkbar günstig:

- Seit dem Jahr 2010 stehen flächendeckend Laserdaten mit einer Punktdichte zwischen 1 und 4 Punkten/m² zur Verfügung. Ursprünglich wurde das Laserscanning eingesetzt, um ein landesweites DGM zu erstellen. Die Anfänge des flugzeuggetragenen Laserscannings (Airborne Laserscanning) gehen zurück auf das Jahr 1996. Damals wurde mit einer deutlich geringeren Punktdichte geflogen. Inzwischen sind die eingesetzten Laserscanner deutlich leistungsstärker und die Kosten für die Befliegung drastisch gesunken, sodass eine Flächendeckung im Wesentlichen innerhalb von zehn Jahren wirtschaftlich möglich war. Die ergänzende, permanente terrestrische Fortführung DGM-relevanter Veränderungen sowie die Aktualisierung älterer Befliegungslose stellen die hohe Aktualität des DGM sicher. Die Daten des Laserscannings lassen sich darüber hinaus auch für die Berechnung eines Digitalen Oberflächenmodells (DOM) nutzen und als Datengrundlage für die Ermittlung von Gebäudehöhen des bestehenden Gebäudebestandes verwenden. Damit entfällt eine terrestrische Ermittlung von Gebäudehöhen im Bestand vor Ort.
- Die Bayerische Vermessungsverwaltung führt das amtliche Liegenschaftskataster über die 51 Vermessungsämter in Bayern flächendeckend fort. Damit stehen die für die flächendeckende Erstellung von 3D-Gebäudemodellen wichtigen zweidimensionalen Gebäudegrundrisse der bestehenden Bebauung zur Verfügung. Um zukünftig

auch die 3D-Gebäude fortzuführen, wurde das Verfahren der Gebäudeeinemessung dahingehend erweitert, dass Gebäude, die seit Mitte 2012 errichtet wurden, quasi tagesaktuell nach bayernweit einheitlichen Standards dreidimensional eingemessen werden.

- Innovative Entwicklungen neuer Algorithmen in der digitalen Bildverarbeitung und deren Etablierung in kommerziell verfügbarer Software, ermöglichen die automatisierte Erstellung von Digitalen Oberflächenmodellen aus digitalen Luftbildern. Diese können ältere, aus dem Laserscanning abgeleitete Digitale Oberflächenmodelle, ersetzen. Erste Untersuchungen im Jahr 2013 haben ergeben, dass die digitalen Luftbilder aus der Bayernbefliegung mit der bestehenden Längs- und Querüberdeckung und der eingesetzten Software hinreichend gute Ergebnisse liefert, um ein DOM mit einer maximalen Punktdichte von 25 Punkten/m² zu berechnen. Eine Erhöhung der Längs- und Querüberdeckung der Luftbilder bei der Bayernbefliegung wird sicherlich zu einer Verbesserung der Höhengenaugigkeit des DOM führen. Der besondere Charme des aus Luftbildern abgeleiteten DOM liegt aber in seiner hohen zeitlichen Aktualität. Nachdem in Bayern die Luftbildbefliegung in einem Dreijahreszyklus durchgeführt wird, bestimmt dieser Zyklus zugleich die Aktualität des DOM. Eine Verkürzung der Bayernbefliegung auf einen Zweijahreszyklus würde diesen Vorteil in der Aktualität nochmals unterstreichen.



Bild 1: Aus Luftbildern abgeleitetes Oberflächenmodell (DOM)

3. Ersterfassung

Gleichwohl die Berechnung des DOM aus der Bayernbefliegung in den Startlöchern steht und die Umstellung des Liegenschaftskataster nach ALKIS in Bayern im Jahr 2013 begonnen wurde sowie eine Koordinatentransformation sämtlicher Geodatenbestände wie das DGM, DOP und das Liegenschaftskataster noch aussteht, galt es, so früh wie möglich mit dem Aufbau eines bayernweiten 3D-Gebäudemodells zu beginnen. Die Laserdaten sind mit einer sehr hohen Aktualität und Punktdichte seit 2010 flächendeckend verfügbar – so genau wie nie zuvor. Damit war der Grundstein für eine hochgenaue Ersterfassung von 3D-Gebäudemodellen gelegt.

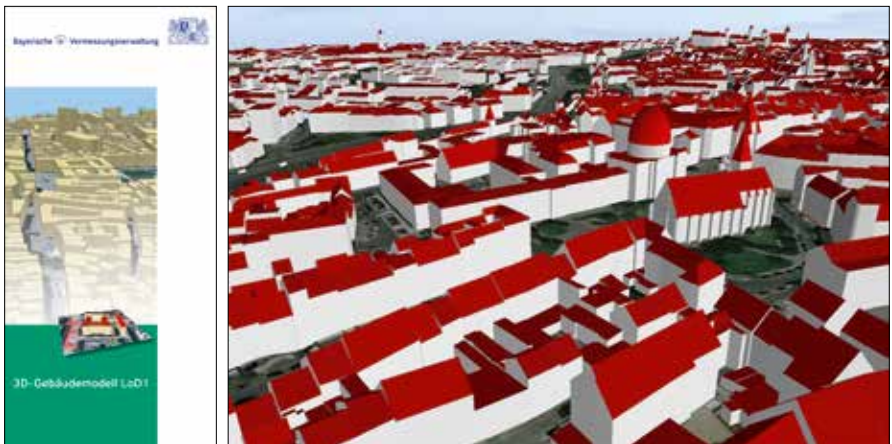


Bild 2: 3D-Gebäudemodelle im LoD1 als flächendeckend verfügbares Produkt (links) und im LoD2 mit Standarddachformen (rechts)

In einem ersten Schritt wurden bereits im Jahr 2010 aus Laserdaten 3D-Gebäudemodelle flächendeckend für ganz Bayern als Klötzchenmodell, dem sogenannten LoD1 (Level of Detail 1), berechnet. Neben den Laserdaten dienen die Grundrisse der Gebäude aus der amtlichen Liegenschaftskarte als Erfassungsgrundlage. Die hohe Aktualität in der Fortführung des Liegenschaftskatasters durch die Vermessungsämter ermöglicht eine stets grundrisstreue und aktuelle Ableitung der 3D-Gebäudemodelle. Die Grundrisstreue und die hohe Aktualität sind ein Alleinstellungsmerkmal des bayerischen 3D-Gebäudemodells in ganz Deutschland. Grundlage zur Berechnung des LoD1 bildet eine in Eigenentwicklung der Bayerischen Vermessungsverwaltung geschriebene Software, die insbesondere auf die Besonderheiten der bestehenden Datenhaltung abgestimmt ist. Diese Daten wurden erstmals im Jahr 2013 an die zentrale Stelle für Hauskoordinaten und Hausumringe (ZSHH) abgegeben, jedoch noch im Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Schon im Frühjahr Jahr 2014 soll das LoD1 nach UTM transformiert an die ZSHH abgegeben werden.

Bereits mit der Ersterfassung ist die Fortführung sicherzustellen. Dies galt bereits mit der Erstellung des LoD1 – dem Klötzchenmodell. Die bei der Ersterfassung zugrunde gelegten Laserdaten können je nach Befliegungszeitpunkt in einigen Losen mehrere Jahre alt sein. Für Neubauten, die zu einem späteren Zeitpunkt errichtet wurden als die Laserdaten befliegen wurden, stehen keine Höheninformationen zur Verfügung. Zur Fortführung des LoD1 müssen diese auf andere Weise ermittelt werden. Hierzu stehen methodisch zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Entweder wird durch den Außendienst bei der Gebäudeeinmessung die Stockwerkszahl erfasst, sodass diese dann mit einer Standardhöhe multipliziert die Gebäudehöhe repräsentiert, oder die Gebäudehöhe wird durch Zuweisung einer grundflächenabhängigen Standardhöhe bestimmt. Gemeinsam mit einigen Metainformationen aus dem Liegenschaftskataster kann ein stets aktuell fortgeführter Datenbestand in verschiedenen Datenformaten durch die Bayerische Vermessungsverwaltung bereitgestellt werden. Die Daten lassen sich auf einfache Weise in internetbasierten Anwendungen wie Google Earth oder beliebiger Geoinformationssystemen integrieren und visualisieren. Beispielhaft hierfür ist die Präsentation der LoD1-Perspektiven für alle Gebäude Bayerns im BayernAtlas.

Für die bayernweite Erfassung eines detaillierteren Gebäudemodells mit standardisierten Dachformen – im sogenannten LoD2 – war eine Ausschreibung einer entsprechenden Software notwendig. Die Software sollte einerseits eine hohe Erfolgsquote bei der automatischen Dachformerkennung aufweisen und andererseits eine wirtschaftliche Bearbeitung aller nicht automatisch erkannten Dachformen ermöglichen. Ferner war die Einhaltung der Grundrisstreu von Gebäuden aus dem Liegenschaftskataster sicherzustellen. Die Ausschreibung und der Zuschlag erfolgten im Jahr 2011 an die Fa. virtualcitySYSTEMS in Berlin. Die Produktion konnte 2012 zunächst an den Standorten München und Coburg beginnen. Diese wurden inzwischen ausgebaut um die Vermessungsämter Mühldorf am Inn und Würzburg sowie um das Kompetenzzentrum Digitalisierung am Vermessungsamt Schwabach. Als Datengrundlage der LoD2-Erstableitung dienen wie im LoD1 folgende Geobasisdaten: das DGM, die Gebäudepolygone des Liegenschaftskatasters und die Daten des Laserscannings. Zusätzlich steht dem Sachbearbeiter das DOP zur Überprüfung der in einem halbautomatisierten Produktionsprozess abgeleiteten standardisierten Dachformen bereit. Die von der Software aus den Punktwolken des Laserscannings falsch abgeleiteten Dächer werden vom Sachbearbeiter interaktiv nachbearbeitet. Die nicht von Laserscanning erfassten Neubauten werden wie beim LoD1-Herstellungprozess mit Standardhöhen modelliert. Das Ergebnis der LoD2-Ersterfassung ist ein vereinfachtes Abbild der realen Welt, in dem keine Dachüberstände, Gauben oder komplexere Dachformen wie Zwiebeltürme modelliert werden. Nur so ist zeitnah das Ziel eines flächendeckenden 3D-Gebäudemodells zu erreichen.

Die im LoD2 produzierten Gebäudemodelle können in einem standardisierten Datenformat ausgespielt und in eine relationale Standarddatenbank mithilfe eines OpenSource-basierten Datenbank-Importer und -Exporter gespeichert und ausgespielt werden. Mithilfe eines weiteren Softwarepaketes (der FME-Workbench) ist der Export von LoD2-Gebäudemodellen aus der Datenbank in verschiedene Datenformate wie 3DS, DWG/DXF, 3D-Shape, KML/Collada, CityGML, VRML und 3D.PDF möglich. Damit lassen sich die Daten

in die vielfältigsten Systeme integrieren und visualisieren. Am anschaulichsten ist hier der 3D-Print zu nennen, der vielleicht zukünftig die Holzmodelle der Architekten ersetzen wird. Gemeinsam mit dem DGM liefert der 3D-Print eine sehr anschauliche Repräsentation von 3D-Gebäudemodellen, die durch das Aufbringen von Fototexturen noch weiter gesteigert werden kann.



Bild 3: 3D-Print der Altstadt von Schwabach im Maßstab 1:1000

4. Fortführung

Noch während die Ersterfassung der 3D-Gebäudemodelle andauert, muss ein tragfähiges Fortführungskonzept entwickelt und implementiert werden. Nur durch eine stetige Fortführung der 3D-Gebäudemodelle kann die hohe Aktualität und Attraktivität dieses Datenbestandes dauerhaft sichergestellt werden. In Bayern werden zur Fortführung die Ergebnisse der amtlichen Gebäudeeinmessung als Basis für ein flächendeckendes und

hochgenaues Fortführungskonzept genutzt. Das amtliche Liegenschaftskataster ist dem Grundsatz nach nicht nur auf die zweite Dimension beschränkt. Über die Aktivitäten deutschlandweiter Arbeitskreise und Projektgruppen der AdV wurden die Grundlagen zur Integration der dritten Dimension im amtlichen Liegenschaftskataster erarbeitet. Bereits mit der Version 7.0 des ALKIS-Datenmodells wird es möglich sein, die dritte Dimension nicht nur für besondere Gebäudepunkte punktuell zu erschließen, sondern auch eine vollständige dreidimensionale Darstellung von Gebäuden im LoD1 bis LoD3 mittels 3D-Objekten zu ermöglichen. Seit Mitte 2012 erfassen die Vermessungsämter in Bayern flächendeckend terrestrisch 3D-Informationen für besondere Gebäudepunkte und Firstlinien. Mittels dieser ausgewählten First- und Traufpunkte und ihren entsprechenden Höhen ist eine 3D-Rekonstruktion des Gebäudes über der jeweils bestimmten Grundrissfläche (Gebäude und Bauteile), die eine Typisierung der Dachform wie z. B. Satteldach, Walmdach oder Pultdach enthält, möglich. Das Gebäude wird sozusagen vom Grundriss unter Benutzung der jeweiligen Dachform auf die Höhe der Trauf- und Firstpunkte gezogen. Ausrichtung und Länge der Dachkanten werden durch die lagetreuen Firstlinien bestimmt. In dem ALKIS-Objektartenkatalog der AdV sind deutschlandweit 13 Standarddachformen definiert.

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt auf der linken Seite die im Außendienst erfassten Informationen, die zur Rekonstruktion des LoD2-Gebäudes (rechte Seite) verwendet werden.

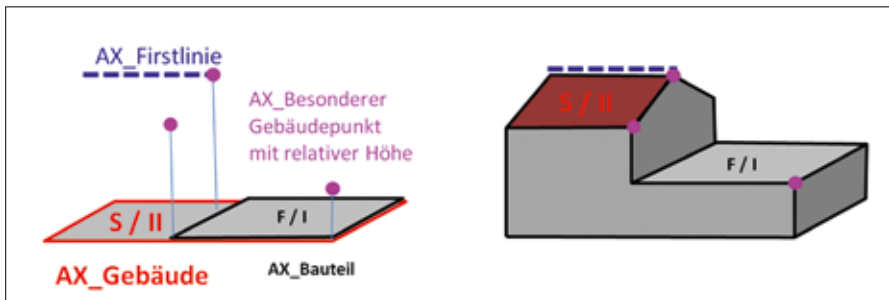


Bild 4: Der Bayerische Weg der Fortführung

Dieses Vorgehen gewährleistet eine wirtschaftliche Erfassung aller benötigten Informationen im Außendienst und legt die Basis für die größtmögliche Aktualität der Fortführung auch in der dritten Dimension. Eine Software zur Fortführung der LoD2-Gebäudemodelle befindet sich derzeit für Bayern in der Entwicklung. Im Falle eines neuen Gebäudes muss diese Software einerseits auf Basis der im Außendienst erfassten 2,5D-Informationen ein Gebäude im LoD2 vollständig rekonstruieren, andererseits sollen auch alle anderen Gebäudeveränderungen (Transformationen, Koordinatenverbesserungen) bei bestehenden Gebäuden fortgeführt werden können. Der hierfür entwickelte Fortführungsprozess zerfällt in insgesamt vier Stufen. In einem ersten Schritt werden Änderungen

im ALKIS-2,5D-Gebäudebestand identifiziert und klassifiziert. Anschließend folgt die Datenbereitstellung mittels definierter Datenpakete für jedes fortzuführende Gebäude. Im zweiten Schritt erfolgt der softwaregestützte Versuch, die Gebäude automatisch nach einem festgelegten Regelwerk fortzuführen. Erste Tests haben gezeigt, dass die automatische Fortführung mit einer Erfolgsquote von über 80 % möglich ist. Der dritte Schritt ermöglicht eine visuelle Kontrolle der automatisch erzeugten Fortführungsfälle sowie die interaktive Nachbearbeitung für die Gebäude, die nicht automatisch fortgeführt werden konnten. Der vierte und letzte Schritt beinhaltet schließlich die Fortführung der Gebäude in der LoD2-CityGML-Datenbank. Die Aktualisierung der Datenbank erfolgt wiederum vollautomatisch.

Gebäude ohne Höheninformation

Gebäude, die zwischen der Befliegung des Laserscannings und dem Beginn der flächendeckenden Erfassung von 2,5D-Informationen im Außendienst errichtet wurden, erhalten bei der Ersterfassung automatisch eine Standardhöhe zugewiesen. Der Fortführungsprozess muss folglich in der Lage sein, auch solche Gebäude fortzuführen, für die weder die Laserscanningdaten, noch das Liegenschaftskataster eine Höheninformation liefern kann. Bayernweit betrifft dies ca. 1-3 % des Gebäudebestands.

Mit der Verfügbarkeit großflächiger bildbasierter DOM-Daten können die automatisiert zugewiesenen Standardhöhen von Gebäuden, für die bei der Erstableitung keine aktuellen Laserdaten zur Verfügung standen, nachträglich exakt bestimmt werden. Anstelle der Laserdaten wird das regelmäßige DOM-Gitter als Datenbasis zur Ableitung der Dachform verwendet. Damit wird das zunächst als Klötzchen mit Standardhöhe gespeicherte Gebäude mit einer aktuellen Dachform im Nachhinein aktualisiert. Auf diese Weise kann die Lücke zwischen alten Laserdaten und der seit Mitte 2012 bayernweiten terrestrischen Einmessung für Neubauten geschlossen werden, ohne dass eine weitere Einmessung im Außendienst erforderlich ist.

5. Mehrwerte Schaffen

Die bekannten Klassiker, in denen Potenziale für Mehrwerte von 3D-Gebäudemodellen gesehen werden, sind die Wärmebedarfs- und Solarpotenzialanalyse auf Gebäudeebene, die Immobilienbranche, die Visualisierung geplanter Baumaßnahmen, wie die lage- und höhengetreue Darstellung von Windparkanlagen oder die Berechnung der Lärmbelastung. Sicherlich könnten 3D-Visualisierungen im Rahmen der Bürgerbeteiligung an Bedeutung gewinnen – vor allem bei wichtigen und bedeutenden Bauprojekten. Animierte Präsentationen oder eine interaktive Begehung können das Interesse wecken und die Attraktivität einer touristischen Attraktion oder einer lokalen Besonderheit in einfacher Weise im Internet erhöhen. Bei all diesen Projekten ist eine ansprechende Visualisierung zur Steigerung der Akzeptanz förderlich. Für herausragende Projekte wird es sicherlich erforderlich sein, die 3D-Gebäudemodelle im LoD2 mit einer höheren Detaillierung, im sogenannten LoD3, auszugestalten oder mit fotorealistischen Texturen zu veredeln.



Bild 5: Texturiertes LoD2-Gebäudemodell aus Luftbildern der Landeshauptstadt München in einer Bodenauflösung von 10 cm (links) und mit terrestrischen Aufnahmen mit einer Digitalkamera (rechts)

Nachdem in Bayern die Bayernbefliegung im Dreijahreszyklus durchgeführt wird, bestand zunächst das Interesse, die orientierten Luftbilder für eine automatisierte Texturierung der 3D-Gebäudemodelle zu verwenden. In Kooperation mit der Fa. 3D RealityMaps GmbH wurden hierzu erste Tests durchgeführt. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Längs- und Querüberdeckung von 75 % und 35 % sowie die Bodenauflösung von 20 cm unscharfe und vielfach unvollständige Texturierungen des LoD2-Gebäudemodells lieferte. Auch die manuelle Texturierung des Dienstgebäudes mit Luftbildern der Landeshauptstadt München in einer Bodenauflösung von 10 cm lieferte unscharfe und damit unbefriedigende Texturierungen. Alternativen sind für die Texturierung von einzelnen Gebäuden terrestrische Aufnahmen mit einer Digitalkamera und für großflächige Areale die Schrägluftbildbefliegung. Beide Verfahren erfordern zusätzliche Aufwendungen. Die terrestrischen Aufnahmen eignen sich in besonderer Weise für die sogenannten Landmarks, also einzelne herausragende Gebäude. Kostenbestimmend ist hier der Personaleinsatz für die Aufnahmen vor Ort. Die Kosten für die Schrägluftbildbefliegung fallen zusätzlich zu den Kosten der Bayernbefliegung an. Diese Dienstleistung der Datenveredelung kann von der Verwaltung nicht getragen werden.



Bild 6: Automatisiert texturiertes LoD2-Modell mit Bildern aus einer Schrägluftbildbefliegung und einem integrierten Gestaltungsplan der Landesgartenschau; per Mausclick zu entfernen- des fehlerhaft texturiertes Gebäude (links), Präsentation eines Gebäudeneubaus (rechts)

In einem Pilotprojekt wurde jedoch anlässlich der Landesgartenschau 2013 in Tirschenreuth eine Schrägluftbildbefliegung durchgeführt. Die Ergebnisse der automatisierten Texturierung sind beeindruckend und für größere Projekte sicherlich das geeignete Mittel, um eine ansprechende Visualisierung zu erzielen. In dem Pilotprojekt Tirschenreuth konnten die texturierten Gebäude mit Neubauten kombiniert und ein Gestaltungsplan der Gartenschau in das 3D-Modell integriert werden. Auch lassen sich Gebäude mit einem Mausklick abreißen. Durch eine freie Positionierung im 3D-Modell sind Sichtachsen vom Marktplatz entlang eines Hotelneubaus bis zum See der Gartenschau anschaulich nachvollziehbar und verleiten zu einem virtuellen Rundgang durch die Altstadt.



Bild 7: Sichtachsendarstellung vom Marktplatz auf den See der Gartenschau entlang des Gebäudeneubaus

Die deutschlandweite 3D-Gebäudeerfassung im LoD2 mit den standardisierten 13 Dachformen der AdV stößt bereits bei der Texturierung einzelner Gebäuden an Grenzen. Die in Bayern typischen Zwiebeltürme werden entsprechend dem Katalog der standardisierten Dachformen der AdV als Turmdächer dargestellt. Bei einer anschließenden Texturierung „zerfallen“ diese Texturen. Mit einem Blick wird klar, dass die Fassade bzw. Dachform nicht zur automatisch zugeordneten Textur passt.



Bild 8: Standardisierte Kirchturmspitze eines Zwiebelturms im LoD2 als Turmdach (links) und den zerfallenen Texturen (rechts)

Neben der Texturierung von Gebäuden im LoD2 kann auch eine höhere Detaillierung erforderlich sein, um die Akzeptanz von synthetischen 3D-Modellen zu erzielen. Zur Ableitung von 3D-Gebäudemodellen in der nächst höheren Detaillierungsstufe – im sogenannten LoD3 – werden die Gebäude im LoD2 im Datenaustauschformat CityGLM aus der zentralen Datenbank ausgespielt und beispielsweise mit der Software SketchUp nachbearbeiten, bis die gewünschte Detaillierung der Fassaden und Dächer erreicht wurde. Erste Erfahrungen mit den SketchUp-Werkzeugen zeigten, dass bereits der Datenimport zu ungewollten Dreiecksvermaschungen in den Wänden und Dächern führt. Problematisch scheinen insbesondere diejenigen Fälle zu sein, in denen der Gebäudegrundriss aufgrund der Grundrisstreue zum Liegenschaftskataster mehr Brechpunkte enthält als in der Dachlandschaft modelliert sind. Dennoch ist es mit den Werkzeugen von SketchUp möglich, eine deutliche Steigerung der Detaillierung von Gebäuden durch eine Ausgestaltung von Simsen, Risaliten oder Kuppeln zu erzielen. Der Anwender muss sich hier selbst disziplinieren, um nicht zu detailliert zu arbeiten und sollte vorab den Detaillierungsgrad festlegen. Aufgrund des hohen manuellen Aufwandes in der Nachbearbeitung, erscheint eine Modellierung von Gebäuden im LoD3 angesichts vielfach enger Personalressourcen nur für Landmarks oder kleinere Projekte umsetzbar zu sein. Schlussendlich lassen sich diese Modelle in einfacher Weise über das Datenaustauschformat kmz in Google Earth einspielen und visualisieren.

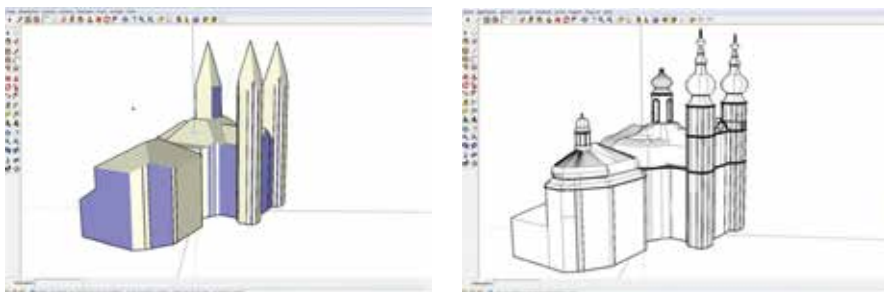


Bild 9: Erweiterung einer Wallfahrtskirche im LoD2 in Würzburg zu einem LoD3-Modell ohne Texturen.

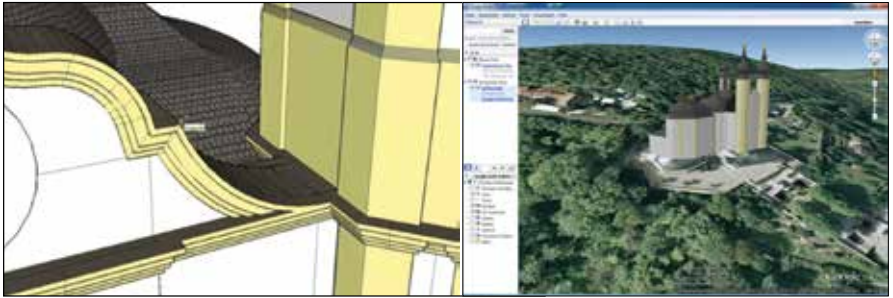


Bild 10: Detaillierung des LoD3-Modells und Integration in Google Earth

6. Fazit

Nach über zehn Jahren ist aus der anfänglichen Vision, 3D-Gebäudemodelle flächendeckend verfügbar zu machen, Realität geworden. Zunächst stehen diese Daten nur als Klötzchen flächendeckend bereit, aber Zug um Zug wird die Flächendeckung auch im LoD2 erzielt. Bereits Anfang 2014 sind in Bayern ca. 1,5 Millionen Gebäude im LoD2 abgeleitet – das ist ca. 1/5 des bayernweiten Gebäudebestandes! Sowohl die Entwicklungen von Software zur automatisierten Ableitung von 3D-Gebäudemodellen als auch die Standardisierung von Schnittstellen, Datenbank- und Anwendungsschemata halfen, den Schritt in die dritte Dimension umzusetzen. Selbst von einem dreidimensionalen Liegenschaftskataster sind wir nur noch einen Steinwurf weit entfernt.

Literatur

DVW-Bayern (2004): Mitteilungen des DVW-Bayern e. V., Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Schwerpunktheft 3D-Stadtmodelle, Heft 2/2004.

Link

AdV (2014): <http://www.adv-online.de/Veroeffentlichungen/Veroeffentlichungen-Geotopographie/Standards/>, 03.01.2014.

Seehofer (2014): <http://www.bayern.de/Pressemitteilungen-.1255.10486132/index.htm>, 03.01.2014.

GDI-BY (2014): <http://www.gdi.bayern.de/>, 03.01.2014.