

3D-Geobasisdaten – Stand und Perspektiven

Tagungsbericht zum 3D-Workshop der Vermessungsverwaltungen Baden-Württembergs, Bayerns, Österreichs und der Schweiz



Im Rahmen des 3D-Workshops der Bodenseeanrainer wurden vier Themenschwerpunkte behandelt. Die einzelnen Berichte der vom 06. – 07.05.2015 in Lindau i. Bodensee behandelten Themenschwerpunkte werden im Folgenden ausgeführt.

1. Themenschwerpunkt: Strategie

3D-Strategie des LGL

Berthold Klauser

Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL B.-W.) hat in der Erfüllung des gesetzlichen Auftrags, topographische Informationen über die Erscheinungsformen der Landschaft nach Gestalt und Nutzung zu erheben, zu führen und bereitzustellen, derzeit sind die folgenden digitalen dreidimensionalen Modelle eingerichtet:

- Digitales Geländemodell (DGM, Erdoberfläche, Gitterweite 1 m, ALS 2000 – 2005, seit 2008 interaktiv klassifiziert verfügbar)

- Digitales Oberflächenmodell (DOM, Landschaftsoberfläche einschl. Bebauung und Vegetation, ALS-first-pulse 2000 – 2005, seit 2009 verfügbar)
- 3D-Gebäudemodell (LoD2, LoD1, ALKIS-Gebäudegrundriss, ALS, Stereoluftbilder, seit 2013 verfügbar)

Mit dem Ziel, die Geobasisinformationen zeitnah (spitzenaktuell) fortzuführen und künftig Veränderungsinformationen (change detection, CD) in Form von Zeitreihen bereitzustellen, gilt es, die realen Landschaftselemente künftig dreidimensional objektstrukturiert digital zu klassifizieren (3D-Objekte) und die Erfassungs- und Verarbeitungsprozesse zu einem „4D-Landschaftsmonitoring“ weiter zu entwickeln. Der Bedarf an Veränderungsinformationen ist bereits jetzt gegeben (z. B. in der Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz, Stadt- und Infrastrukturentwicklung, Energiebedarf, -potenzial, Lärmschutz) und ist für weitere gesellschaftlich relevante Themen prognostizierbar.

Besondere Herausforderungen und Handlungsfelder ergeben sich vor allem für die Datenerfassung, Datenverarbeitung, Datenhaltung und -bereitstellung (weitgehende Automatisierung der Arbeitsprozesse) sowie bei der Personalentwicklung.

3D-Aktivitäten in der AdV

Robert Roschlaub

Die Projektgruppe (PG) 3D-Geobasisdaten der AdV hat die Aufgabe, Standards, Leitfäden und Handlungsempfehlungen zu erstellen sowie bestehende Dokumente fortzuschreiben. Die Arbeitsschwerpunkte liegen in den Themenfeldern:

Qualitätsstandard-DGM

Aktuell erfordern zunehmend alle geobezogenen Aufgabenstellungen die dritte Dimension. Um unter effektiven und effizienten Gesichtspunkten entsprechende anforderungsgerechte Ergebnisse zu bekommen, bedarf es reproduzierbarer, angepasster und einzuhaltender Qualitätsstandards. Diese Qualitätsstandards sollen für die Produktreihe der Digitalen Geländemodelle und deren Derivate beschrieben werden. Der Ausgangspunkt ist dabei immer das jeweilige nutzerorientierte Endprodukt, hier i. d. R. ein digitales Geländemodell. Im Gegensatz zum AdV-Produktstandard für ATKIS®-DGM, der sich ausschließlich auf eine Repräsentationsform eines regelmäßigen Gitters bezieht, berücksichtigt der Standard Handlungsweisen, die auch auf Primärdaten und andere Repräsentationsformen eines DGM anwendbar sind.

Prüfplan für 3D-Gebäudemodelle

Zur Sicherstellung einer landesübergreifenden Einheitlichkeit der 3D-Gebäudemodelle als auch deren reibungsloser Übernahme in die Datenbank der Zentralen Stelle Hauskoordinaten und Hausumringe (ZSHH) ist es erforderlich, Kriterien für Prüfsoftware

zur Qualitätssicherung festzulegen. Die Anforderungen an die LoD1- und LoD2-Daten werden aus fachlicher Sicht gemeinsam von der PG 3D-Geobasisdaten der AdV und der ZSHH erarbeitet. Die in dem Prüfplan festgelegten Prüfkriterien sind auf Grundlage der Erfahrungen beim Aufbau der Datenbestände und dem Zusammenspiel bei der ZSHH entstanden und ermöglichen die Prüfung von Inhalten der 3D-Gebäudemodelle. Daraus ergeben sich unmittelbar die im Rahmen der Qualitätssicherung zu prüfenden Sachverhalte.

Berücksichtigung der INSPIRE-Richtlinie

Entsprechend der INSPIRE-Richtlinie werden Höhenmodelle und 3D-Gebäudemodelle bis zum Jahr 2020 interoperabel bereitgestellt. Neben der geodätischen Aufgabe der Koordinatentransformation, sind für 3D-Gebäudemodelle zusätzlich die Daten der AdV-Schemata des LoD1 und des LoD2 jeweils auf ein INSPIRE-konformes Schema abzubilden und die aus der INSPIRE-Datenspezifikation für Gebäude resultierenden Besonderheiten durch entsprechende CityGML-Erweiterungen für INSPIRE umzusetzen. Zur Schematransformation von 3D-Gebäudemodellen nach INSPIRE hat die Projektgruppe eine Mapping-Tabelle erstellt, ausgehend vom AdV-CityGML-Profil und der GeoInfoDok 7.0 beta. Für das INSPIRE-Thema Elevation ist eine entsprechende Mapping-Tabelle sowohl für die GeoInfoDok 6.0 als auch für die GeoInfoDok 7.0 geplant.

Leitfaden zur Nutzung bildbasierter Punktwolken für 3D-Produkte

Aktuelle Themen aus der Produktion bildbasierter Punktwolken werden in der PG aufgegriffen, um im Rahmen eines Leitfadens Empfehlungen zu geben, wie diese neuartigen Punktwolken zur Aktualisierung von 3D-Produkten, wie dem DGM oder den 3D-Gebäudemodellen, verwendet werden können.

EuroSDR und 3D

André Streilein

EuroSDR – European Spatial Data Research

ist ein Non-Profit PAN-Europäisches Netzwerk. Die Mitglieder stammen einerseits aus dem universitären Bereich, andererseits von National Mapping and Cadastral Agencies (NMCA). Ziel ist es, mittels angewandter Forschung Wissen zu erwerben und zu sichern/bewahren.

EuroSDR beschäftigt sich derzeit mit Sensoren, Primärdatenbeschaffung und Georeferenzierung, Bildanalyse und Informationsextraktion, Produktionssystemen und -prozessen sowie Datenspezifikationen.

EuroSDR-Projekte

haben eine europäische Dimension mit einer typischen Dauer von 1 – 3 Jahren. Wesentlich ist Wissenstransfer durch aktive Teilnahme, Experimentieren mit Daten, Zugang zur Themenstellung von verschiedenen Seiten und schlussendlich einer Publikation. Derzeit laufen Projekte zu den Themen Sensoren und Datenbeschaffung, Oblique imagery, Crowdsourcing, Archivierung und in der 3D Special Interest Group (3D SIG).

EuroSDR 3D SIG

wird von zehn Institutionen getragen. Es soll offenen Fragen betreffend 3D-Produkte (Gelände- und Oberflächenmodelle, topographische Informationen, Gebäudeinformationen) der NMCAAs aufzeigen und Schlussfolgerungen zulassen. Aufbauend auf einer Erhebung der vorhandenen Daten bei den Projektteilnehmern ergeben sich folgende Forschungsschwerpunkte:

- 3D-Objekt Rekonstruktion mit den Fragestellungen zu automatischer 3D-Rekonstruktion von Bauwerken. Wie können Brücken und Elemente unterhalb der Bodenoberfläche modelliert werden. Wie geht man mit vertikalen Flächen oder Überhängen um. Wie hält man die Rekonstruktion leistbar.
- 3D-Modellierung und Standards mit Fragestellungen wie und wie genau Objekte in den verschiedenen LODs modelliert werden sollen
- Aufbau, Speicherung und Führung der 3D-Daten mit Fragestellungen zur mathematischen Modellierung, Speichermodellen, Konsistenzfragen zwischen 2D- und 3D-Informationen, jeweils unter Beachtung von Effizienz und verschiedener Benutzeranforderungen
- Verbreitung und Darstellung der Daten
- Konsistenz von und thematische Abhängigkeiten bei fusionierten Daten
- Aspekte zu Benutzern und Kunden

Schlussfolgerungen

Dynamische 3D-Informationen lösen zunehmend statische 2D-Informationen ab. Die Anzahl der 3D-Anwendungen ist groß, Tendenz steigend. 3D-Daten müssen landesweit zur Verfügung stehen. Die Herausforderungen für NMCAAs sind, die großflächigen landesweiten Daten sowie die Aktualität der Daten durch zuverlässige Aktualisierungsprozesse sicherzustellen und mit anderen Haltern von 3D-Daten zusammenzuarbeiten.

3D-Aktivitäten im Bereich des Bundes-Geodatenport als "map.geo.admin.ch"

Beat Tschanz

Ziel der Aktivitäten ist es, den bestehenden Mapviewer (map.geo.admin.ch) um einen echten 3D-Viewer zu erweitern. Dabei sollen die bewährten Anforderungen und Strategien des 2D-Viewers wie Nutzerorientierung, Skalierbarkeit, Mobilefähigkeit und die Paradigmen Open Access, Open Standard sowie Open Source berücksichtigt werden.

Mit einigen 3D-spezifischen Anforderungen wird wie folgt umgegangen: Aufgrund der relativ geringen Erfahrungen wurde bewusst ein Lernprozess mit Proofes of Concept (POC's) durchgeführt. Die erste Produktivsetzung orientiert sich hauptsächlich an konkreten Kundenbedürfnissen (Präsentation des Topografischen Landschaftsmodells TLM, Terrainservice für Langsamverkehrportal). Der erweiterten Interpretationsmöglichkeit der 3D-Darstellung wird mit klarer Kommunikation, mit auf den Kontext abgestimmter Symbolisierung und mit durchgehender Dokumentation (Anforderungen 3DOK) Rechnung getragen. Gegenüber dem Benchmark Google Earth wird der 3D-Viewer mit der Herausarbeitung der unique selling points (USP), Verwaltungsbezug, Qualitätsnachweis und TLM als Grundlage für die Basisszene positioniert.

Die Definition der Basisszene der 3D-Ansicht wurde breit und bis auf höchster Entscheidungsebene diskutiert. Sie orientiert sich an den 3D-Produkten von swisstopo swissTLM3D sowie swissALTI3D und kann bei Bedarf durch 2D-Daten ergänzt werden.

Die technische Umsetzung erfolgt serverseitig mangels Standards für den Transfer der Terraininformationen (DTM) resp. der 3D-Objekte durch Eigenentwicklungen. Es besteht die Chance, dass die Entwicklungen zu anerkannten Standards gemacht werden können. Clientseitig erfolgt die Implementierung auf der verbreitet eingesetzten Javascript Bibliothek Cesium. Die Lösung wird von allen gängigen Browsern ohne Plugin (Zusatzsoftware) unterstützt. Mindestens ein Beta-Release ist für dieses Jahr geplant.

2. Themenschwerpunkt: 3D-Landschaftsmodell, 3D-Gebäude, 3D-Kataster, Höhenlinien

Das Topografische Landschaftsmodell TLM – Aufbau und Aktualisierung

André Streilein

Der Beitrag behandelte die Erstellung des dreidimensionalen Topografischen Landschaftsmodells der Schweiz.

Seit Frühling 2008 wird beim Bundesamt für Landestopografie swisstopo das Topografische Landschaftsmodell TLM aufgebaut und nachgeführt. Nachdem die Pro-

duktionsprozesse und die Infrastruktur umgestellt wurden, konnte die Produktion hochgefahren werden. Im Herbst 2010 wurden die ersten Produkte aus der Produktionsdatenbank des TLM abgeleitet und den Kunden ausgeliefert.

Das Topografische Landschaftsmodell TLM löst die kartenbasierte Modelle VECTOR25, SwissNames und GG25 von swisstopo ab. Das TLM ist eine immense 3D-Geodatenbank und deckt als flächendeckendes Basislandschaftsmodell die gesamte Schweiz ab. Die natürlichen und künstlichen Objekte der Landschaft, wie beispielsweise Straßen oder Wasserläufe, werden als dreidimensionale Vektoren dargestellt und in neun Themen gruppiert.

Der Inhalt des TLM sowie die Objektdefinitionen wurden mit verschiedenen Fachstellen bei Bund und Kantonen zusammen erarbeitet. Zu allen Objekten werden die Geometrien sowie zahlreiche Attribute geführt. Der Höhenbezug wird durch die Erfassung in 3D oder durch das Digitale Terrain Modell (DTM) hergestellt, welches ebenfalls Bestandteil des TLM ist. Die Geometrien sind nicht kartografisch generalisiert und weisen für gut definierte Objekte wie Gebäude oder Straßen eine Genauigkeit zwischen 0,2 und 1,5 m in allen drei Dimensionen auf. Nicht so klar abgrenzbare Objekte, wie z. B. Wald, haben eine Genauigkeit zwischen 1 und 3 m.

Das TLM ist ein Produktionsmodell auf dessen Basis bei swisstopo die Landeskarten der Maßstäbe 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000 sowie weitere 3D-Datensätze erstellt werden.

Als Grundlage wurden die bestehenden Daten in das TLM migriert. Anschließend werden sie gemäß einem Nachführungszyklus von sechs Jahren aktualisiert und es werden Verbesserungen und Ergänzungen von Geometrien und Attributen durchgeführt. Während die Aktualisierung in den Nachführungsblöcken 2008, 2009 und 2010 erfolgt, wird die systematische Verbesserung der Geodaten zum Erreichen der TLM-Qualität nicht vor dem Block 2011 beginnen.

Parallel zur sechsjährigen Nachführung wird mit der Integration von Daten sogenannter Referenzpartner für ausgewählte Themen eine jährliche Aktualisierung erreicht. Diese jährliche Aktualisierung ist vorderhand für die Hoheitsgrenzen, die Gebäude und die Straßenachsen implementiert. Dabei nimmt die amtliche Vermessung eine wichtige Rolle ein. Von der amtlichen Vermessung werden zudem die Nomenklatur für die Nachführung des Themas Namen integriert.

3D-Gebäude im LoD2 – Produktion und Fortführung

Robert Roschlaub

Seit dem Jahr 2010 stehen flächendeckend Laserdaten mit einer Punktdichte zwischen 1 und 4 Punkten/m² zur Verfügung. 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 dienten die Grundrisse der Gebäude aus der amtlichen Liegenschaftskarte als Erfassungsgrundlage. Die hohe Aktualität in der Fortführung des Liegenschaftskatasters durch die Ämter für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (ÄDBV) ermöglicht eine stets grundrisstreu und aktuelle Ableitung der 3D-Gebäudemodelle.

Für die bayernweite Erfassung eines detaillierteren Gebäudemodells mit standardisierten Dachformen – im sogenannten LoD2 – werden seit 2012 dieselben Datengrundlagen wie beim LoD1 verwendet. 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. Die Hälfte der insgesamt 8,1 Millionen Gebäude in Bayern ist voraussichtlich Mitte des Jahres 2015 im LoD2 erfasst. Bereits mit der Ersterfassung ist die Fortführung sicherzustellen. 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 und des LoD2 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.

Seit Mitte 2012 erfassen die ÄDBV 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.

Gemeinsam mit einigen Metainformationen aus dem Liegenschaftskataster kann ein stets aktuell fortgeführter Datenbestand in verschiedenen Datenformaten durch die Bayerische Vermessungsverwaltung bereitgestellt werden.

Die im LoD2 produzierten Gebäudemodelle können in einem standardisierten Datenformat in eine relationale Standarddatenbank mithilfe eines OpenSource-basierten Datenbank-Importer und -Exporter gespeichert und ausgespielt werden. Mithilfe ei-

nes weiteren Softwarepaketes (der FME-Workbench) ist der Export von LoD2-Gebäudemodellen aus der Datenbank in verschiedene Datenformate 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.

Neben der texturieren 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 nachbearbeitet, bis die gewünschte Detaillierung der Fassaden und Dächer erreicht wurde.

3D-Eigentumskataster – Aktueller Stand des Projektes

Helena Åström Boss

Hinter dem Projekt „3D-Eigentumskataster“ der kantonalen Katasterdienste (CadastreSuisse) und der eidgenössischen Vermessungsdirektion der swisstopo steht die Vision einer vollständigen 3D-Dokumentation aller Rechte an Grundstücken (Eigentum, Dienstbarkeiten etc.). Denn wie komplex die Rechte in der Praxis auch definiert sind, die Dokumentation für das Grundbuch erfolgt heute immer noch in 2D, obwohl damit viele rechtliche Situationen nicht eindeutig geometrisch abgebildet werden können und somit eine Rechtsunsicherheit besteht.

Die Arbeitsgruppe hat sich zuerst mit der die Frage auseinandergesetzt, wie weit das Grundeigentum nach oben und nach unten reicht. Die vertikale Abgrenzung des Eigentums wurde 1912 mit dem Zivilgesetzbuch eingeführt und ist immer fallweise zu beurteilen. Denn „das Eigentum erstreckt sich soweit für die Ausübung des Eigentums ein Interesse besteht“ (ZGB Art. 667). Obwohl Ingenieure und Geologen aus der Praxis das Bedürfnis angemeldet haben, dies zu ändern, sind Juristen mehrheitlich der Meinung, dass sich diese Definition bewährt hat und weiterhin passend ist. Das heißt, bis auf Weiteres ist eine Abbildung des Eigentumsrechts in einem 3D-GIS nicht möglich bzw. entspricht einer nach oben und nach unten offenen Säule, was keine Verbesserung der Rechtssicherheit für die Praxis mit sich bringt.

Nebst den rechtlichen Fragen wurden auch die möglichen Arten der Integration der dritten Dimension in die Daten der amtlichen Vermessung, welche das Eigentum beschreiben, untersucht. Verschiedene Varianten wie 2D plus Höhe bei den Grenzpunkten, 2D plus Rasterpläne pro Stockwerk, vollständiges 3D-GIS wurden einander gegenübergestellt. Ein echter 3D-Eigentumskataster ist am teuersten in der Ersterhebung, würde langfristig aber die größten Vorteile wie etwa die Möglichkeiten zur Visualisierung komplexer Eigentumsverhältnisse oder zur Analyse im 3D-GIS mit sich bringen.

Besonders nützlich ist dies im Städtebau bei der inneren Verdichtung, welche für die zusätzliche Nutzung des Raums vermehrt in die Höhe und in die Tiefe dringt.

Da die Arbeitsgruppe und deren Auftraggeber weiterhin von den Vorteilen der vollständigen 3D-Dokumentation der Rechte an Grundstücken überzeugt sind, konzentriert sich die Arbeitsgruppe nun auf das Stockwerkseigentum, da dieses seit ihrer Einführung vor rund 50 Jahren eindeutig in 3D abgegrenzt ist. Mit zwei bis drei Pilotprojekten sollen bis 2016 die technischen Möglichkeiten und die mit der vollständigen Dokumentation verbundene erwartete Erhöhung der Rechtssicherheit aufgezeigt werden, womit vielleicht auch die Kritiker von den Vorteilen eines 3D-Eigentumskatasters überzeugt werden können.

Ableitung von Höhenlinien für die Topographische Karte 1:25.000 aus dem DGM

Johann Zahn

Für die neuen Topographischen Karten 1:25.000 (TK25), die seit 1998 aus dem GIS-Datenbestand ATKIS® abgeleitet werden, sind bis vor 1 ½ Jahren die alten, gescannten Höhenlinien der früheren TK25 verwendet worden. Diese Höhenlinien sind oft graphisch und geometrisch ungenügend und verschlechterten in vielen Fällen das Kartenbild.

Im Jahr 2013 wurde am Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) begonnen, für ganz Bayern neue Höhenlinien unter Verwendung des Digitalen Geländemodells herzustellen. Aus dem DGM5 (bewegtes Gelände) und DGM25 (flaches Gelände) werden jeweils automatisch Höhenlinien abgeleitet und in 3D-MicroStation-Files gespeichert. Das automatische Ergebnis genügt jedoch nicht den Qualitätsansprüchen für (bayerische) amtliche Karten. Daher ist interaktive Nacharbeit notwendig, wie z. B. die Auswahl von Zwischenhöhenlinien, Glättung der Geometrie im flachen Gelände, Korrektur geometrisch ungenauer Gewässer im GIS sowie die Anpassung von kartografischen Daten wie Höhenkoten.

Im vorliegenden Beitrag wurden die einzelnen Arbeitsschritte beschrieben, u. a. welche Hilfsprogramme entwickelt wurden. Die erzielten Ergebnisse wurden dargestellt und der dabei notwendige Aufwand aufgezeigt.

3. Themenschwerpunkt: Landbedeckung, Copernicus

Erfassung der Bodenbedeckung, Copernicus – Eignung und Anforderungen

Wolfgang Gold

In den SENTINEL-Satelliten des Copernicus-Programms steckt theoretisch hohes Potenzial für die Ableitung von Informationen über die Bodenbedeckung. Darüber

hinaus stehen diese Daten für die öffentliche Nutzung gratis zur Verfügung, müssen aber in geeigneter Weise aufbereitet werden.

Zielzustand & Voraussetzungen

Ziel ist es, Bodenbedeckungsinformationen aus aktuellen Daten regelmäßig zu erfassen. Die Voraussetzung dafür ist ein konsistentes Datenmodell, das unter den Schlüsselnutzern abgestimmt und kompatibel zu EU-Standards ist. Des Weiteren enthält es eine geteilte Verantwortung für Bodenbedeckungs- und Bodennutzungsinformationen. Dieses Datenmodell wurde im Projekt LISA (Land Information System Austria) erstellt.

Ausgangssituation zur Beschreibung der Bodenbedeckung

Topographische bzw. kartographische Informationen sind grundsätzlich auf die Darstellung in Kartenwerken ausgelegt. Sie werden periodisch nachgeführt und sind hinsichtlich Bodenbedeckungsinformationen nur gering differenziert (Zeichenschlüssel). Im Gegensatz dazu enthalten die Benützungsarten/Nutzungen des österreichischen Katasters konkretere Informationen. Diese beziehen sich auf Grundstücke oder Grundstücksteile. Ihre Aktualisierung erfolgt anlassbezogen im Zuge der Bearbeitung der Grundstücke durch die Vermessungsbehörden. Die Trennung zwischen Bodenbedeckung und Bodennutzung ist in diesem Datenbestand nicht eindeutig.

Geplante Umsetzung im BEV

Im Bundesamt für Eich- und Messwesen (BEV) ist es vorerst geplant, die Bodenbedeckungsinformationen aus den Daten der Luftbildbefliegungen im 3-Jahreszyklus als Datenlayer Landcover abzuleiten.

Möglicher Beitrag von Copernicus

Die Satelliten der Sentinel-2-Serie können Informationen in höherer spektraler und zeitlicher Auflösung, aber nur in geringerer räumlicher Auflösung bereitstellen. Dass damit Hotspots von Veränderungen in der Bodenbedeckung aufgedeckt werden können, hat das Projekt CadasterENV (Cadaster Environment) von ESA und der Innsbrucker Fa. Geoville mittels SPOT-, IRS- und Landsat-Daten an Hand simulierter Daten bewiesen. Auch eine bessere Differenzierung der Informationen über die Vegetation sollte durch die hohe mögliche Wiederholrate der Sentinel-Daten möglich sein.

Zusammenfassung

Bodenbedeckungsinformationen sind ein wesentliches Element topographischer Informationen. Ihre Veränderungen werden immer interessanter – sowohl die ereignisgetriebenen Kurzfristigen als die im phänologischen jährlichen Ablauf. Systeme,

wie die kommenden Sentinel-Satelliten, haben hohes Potenzial für die Detektion dieser Veränderungen. Die aus den Daten der Sentinel-Satelliten des Copernicus-Programms abgeleiteten Bodenbedeckungsinformationen erfordern aber ein hohes Maß an automatischer Prozessierung, um bewältigt werden zu können. Der mögliche Grad der Automatisierung wird dabei den „Wirkungsgrad“ bestimmen.

4. Themenschwerpunkt: Höhenmodelle – DOM und DGM

Bildbasiertes digitales Oberflächenmodell (bDOM) – Erstellungsprozess

Gerald Kohlhofer

Motivation

Zur Ableitung eines Bodenbedeckungs-Layers (Landcover) aus Orthophotos ist ein DOM ein unverzichtbares Element. Einzelne Klassen, wie beispielsweise „Versiegelter Boden“ versus „Gebäude“, sind nur aufgrund der Objekthöhen gesichert unterscheidbar. Als ein weiterer Anwendungsbereich ist die Unterstützung bei der DGM-Aktualisierung (Monitoring) geplant.

Ein bDOM bietet nun folgende Vorteile gegenüber LIDAR-Daten:

- Orthophoto und DOM haben die gleiche Aktualität, da die Daten aus einem Bildflug stammen
- Kostenersparnis, da kein eigener Bildflug für DOM erforderlich ist; es fallen nur einmalige Beschaffungskosten für Hard- und Software sowie geringe laufende Kosten an

Software-Evaluierung

Mit der Software-Evaluierung sowie einer Workflow-Empfehlung wurde das IPF (Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung/TU-Wien) beauftragt. Kernpunkte der Analyse waren Leistungsfähigkeit (Rechenzeit) der Software sowie Qualität (Höhengenauigkeit, Punktdichte/Vollständigkeit) der Ergebnisse. Als Minimalanforderung für den Bildflug wurden Überdeckungsverhältnisse von 80/40 ermittelt und MatchT-DSM die als am besten geeignete Software evaluiert. Anstelle des vom Hersteller entwickelten Standardverfahrens wurde jedoch eine spezielle Lösung mittels Fusionierung empfohlen.

DOM-Fusionierung

Die MatchT-DSM Standardmethode verwendet zwar alle Bilder, aber nur die zentralen Bereiche, und jeder berechnete Höhenpunkt wird aus nur zwei Bildern be-

rechnet. Bei der Fusionierung hingegen werden Bildpaare jeweils zu Gänze für die Berechnung herangezogen, und zwar jeweils im Flugstreifen unmittelbar benachbarte Bilder (80 %) sowie Bilder mit 60 % Überlappung (das übernächste). Aus den dabei entstehenden Punktwolken werden zunächst zueinander kongruente Raster mit 0,5 m Punktabstand berechnet, aus denen mittels Medianbildung schließlich das finale bDOM abgeleitet wird.

Vorteile der DOM-Fusionierung gegenüber Match-T Standardmethode

Durch die Mehrfachberechnung der Objektpunkte verbessern sich Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit deutlich. Es ergeben sich folgende Vorteile:

- weniger sichttote Räume,
- glatteres Modell, weniger Rauschen,
- der Treppeneffekt bei sehr leicht geneigten Flächen wird minimiert,
- grobe Fehler werden zuverlässiger weggefiltert,
- statistische Aussagen (z. B. Standardabweichung) sind für jeden einzelnen Punkt möglich.

Probleme, Qualitätsabschätzung

Problematische Objekte, die oft nur unvollständig im bDOM modelliert werden, sind hohe einzeln stehende Bäume oder hohe Bauwerke (Schlote, Türme und dergl.). Der Verlauf von Stromleitungen ist oft partiell im nDOM abgebildet, was sich durch störende Artefakte bemerkbar macht, die (wie auch bei größeren Gewässern) semiautomatisch korrigiert werden müssen. In Schattenbereichen ist das Ergebnis durchaus zufriedenstellend, wenn auch die Standardabweichung höher ist.

Zusammenfassung

Für viele Anwendungen ist das im BEV derzeit entstehende und nach der Befliegung 2015 flächendeckend vorhandene bDOM sehr gut geeignet. Einzelne der angesprochenen Problembereiche sollen durch eine weitere Verfeinerung des Verfahrens noch verbessert werden.

Einsatzgebiete des bDOM

Wolfgang Gold

Grundsätzlich werden Höhenmodelle im BEV als eigenständiges Produkt für die Orthorektifizierung von Luftbildern und zur Berechnungen von Schummerungen und Höhenschichtlinien verwendet. Darüber hinaus gibt es für Oberflächenmodelle aus Luftbildmatching die zwei neuen Anwendungsfälle Landcover und eTOD (electronic Terrain and Obstacle Data):

Landcover – Ableitung von Bodenbedeckungsinformationen

Da im BEV keine ausreichend genauen Daten über Gebäudegrundrisse existieren, ist ein nDOM (normalisiertes Oberflächenmodell = bDOM-DGM) ein wesentliches Element zur Unterscheidung von Bauwerken und versiegeltem Boden in Bereichen, die radiometrisch als Nichtvegetation klassifiziert wurden. Ebenso wird durch Anwendung eines nDOM in Vegetationsflächen zwischen bestockter Fläche (Wald), Gebüsch und niedrigerer Vegetation unterschieden. Dieser Landcover-Layer soll alle drei Jahre flächendeckend für Österreich in homogener Qualität in definierten Klassen (LISA) abgeleitet werden. Anwendungsgebiete dieser Informationen sind topographische und kartographische Modelle, die digitale Katastralmappe und Umweltanwendungen.

eTOD

Dieser Datenbestand ist gemäß ICAO-Regelungen abgestuft in vier verschiedene Genauigkeitsklassen in Abhängigkeit zur Entfernung von Landebahnen zu erheben und zu führen. Für die unmittelbare Beschreibung des Flughafengeländes sind bDOM-Daten nicht ausreichend. Ob die nötigen Genauigkeiten für den Flughafennahbereich (Area 2) erreicht werden können, wird derzeit in Zusammenarbeit mit der TU-Wien im Rahmen einer Diplomarbeit evaluiert.

Für die Evaluierung wurden mögliche Luftfahrthindernisse nach ihrer Form klassifiziert. Die Objekthöhen aus dem nDOM wurden dabei den Höhen aus einer photogrammetrischen Auswertung gegenüber gestellt.

Es zeigte sich, dass hohe Gebäude mit großer Grundrissfläche wie Getreidespeicher oder Hochhäuser im nDOM ausreichend genau abgebildet werden – der Großteil dieser Objekt erhielt auf Basis eines nDOM eine ausreichend genaue Objekthöhe. Für Kirchtürme trifft dies grundsätzlich ebenfalls zu, vor allem, wenn beim Fusionieren der Einzelmodelle nicht der Median, sondern der Maximalwert verwendet wird. Hohe schlanke Objekte wie Windräder, Mast und Schloten werden zwar grundsätzlich als Objekt höher als der Wert 0 detektiert, die Objekthöhe ist jedoch aus dem nDOM nicht zuverlässig zu ermitteln.

Zusammenfassung

Für die weitere Differenzierung von radiometrischen Klassifizierungen ist das im BEV entstehende bDOM sehr gut geeignet. Für diesen Fall ist lediglich die qualitative Aussage „Erhebung über dem Gelände“ = 0 oder > 0 relevant. Die ausreichend sichere Darstellung von Luftfahrthindernissen aus dem bDOM ist ohne eine weitere Nachbearbeitung bei schlanken Objekten wie Masten, Schloten u. Ä. nicht möglich.

Erstellung und Aktualisierung Höhenmodelle

Roberto Artuso

Unter der Bezeichnung swissALTI3D vertreibt das Bundesamt für Landestopografie swisstopo sein aktuelles, im Hause produziertes digitales Terrainmodell (DTM), welches die Geländeformen der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein ohne Bewuchs und Bebauung beschreibt.

swissALTI3D unterscheidet sich von seinen Vorgängern RIMINI, DHM25 und DTM-AV nicht nur durch eine viel bessere Auflösung und Höhengenaugigkeit, sondern auch weil es das erste digitale Terrainmodell der ganzen Schweiz ist, das regelmäßig in einem Nachführungszyklus von sechs Jahren nachgeführt wird.

Die Höheninformationen für die Produktion des Rasterdatensatzes swissALTI3D, mit einer Maschenweite von 2 m, stammen aus verschiedenen Datenquellen. Unterhalb von 2000 m üM liefern Lasermesspunkte die notwendigen Grundlagedaten. Oberhalb von 2000 m üM werden mittels Stereokorrelation Punktwerte berechnet und falls notwendig, gezielt fotogrammetrisch überarbeitet (Integration von Bruchkanten, neuen Messpunkten oder Ausschlussflächen). Für die Nachführungen am DTM kommen hauptsächlich fotogrammetrische Methoden zum Einsatz. Die neuen Höhenwerte werden entweder mittels Stereokorrelation automatisch berechnet oder manuell durch stereoskopische 3D-Messungen generiert. Zusätzlich können alte Daten mit aktuelleren Laserdaten ersetzt werden.

Für die Modellierung der komplexen Schweizer Topografie nutzt swisstopo die Eigenschaften einer modernen Produktionsinfrastruktur. Die sogenannte TOPGIS-Umgebung ermöglicht die Anwendung verschiedener Produktionsmethoden aus den Bereichen GIS und Fotogrammetrie, die Kombination und den Einbezug von Daten unterschiedlicher Herkunft sowie die Haltung großer Datenmengen in einer zentralen Datenbank. Mit der Möglichkeit einer flexiblen Zusammenstellung von bestehenden und neu erfassten Daten wurde sowohl die Voraussetzung für eine regelmäßige Nachführung geschaffen als auch die Qualität des gesamten Produkts swissALTI3D erheblich verbessert.

Bildbasiertes, digitales Oberflächenmodell (bDOM): Produktion und erste Erfahrungen

Martin Riemensperger

Seit Anfang 2014 wird am LDBV ein bDOM mit 40 cm Bodenauflösung als Prototyp für Testzwecke hergestellt. Der Vortrag behandelt den Ablauf der Produktion mit

- den Eingangsdaten und der Schaffung neuer Passpunktnester zur Verbesserung insbesondere der Höhengenaugigkeit der Aerotriangulation

- der verwendeten Hard- und Software
- dem Workflow unter SURE (Surface Reconstruction), den Arbeitsschritten, Ergebnissen und der Datenspeicherung

Gezeigt wurde der momentane Stand der Produktion, der sich kurz vor Erreichen der Flächendeckung befindet, sowie die benötigten Rechenzeiten und anfallenden Datenmengen.

Ausführlicher wurde die Qualitätssicherung behandelt, deren Ausbau einen momentanen Arbeitsschwerpunkt am LDBV darstellt (Lage- und Höhengenaugigkeit, Grobfehlerkontrolle, Gewässerbehandlung, Dokumentation). An Hand von Screenshots wurden einige „Problembereiche“ der Bildkorrelation dargestellt.

Erwähnenswert ist, dass die Datenhaltung und Datenabgabe aufgrund der Erfahrungen mit LiDAR im komprimierten Binärformat (.LAZ) in einer relationalen Standarddatenbank erfasst erfolgt.

Von Testanwendern liefen Rückmeldungen zur Verwendung des bDOM und den Folgeprodukten (normalisiertes nDOM, Zeitdifferenz tDOM, TrueOP) ein, die im Vortrag wiedergegeben wurden.

Den Schluss bildete ein Ausblick auf das weitere Vorgehen (bDOM mit 20cm-Gitter, RGBI-Kolorierung) sowie ein Beispiel zum bDOM20 bzw. TrueOP20.

DGM-Fortführung mithilfe des bDOM

Peter Märkl

Ziel ist es, die Aktualisierung des DGM zu beschleunigen. Die partielle Fortführung soll vermehrt vom Außendienst in den Innendienst verlagert werden. Zur halb-automatischen Bearbeitung der Fortführungsfälle wird eine GIS-Software (ArcGis) eingesetzt. Mit einer weiteren Software (SURE) wird ein bildbasiertes Oberflächenmodell (bDOM) abgeleitet. Dieses dient dazu, zweidimensionalen Strukturdaten eine Höhe zuzuweisen.

Die Qualität der bDOM-Daten wurde durch Differenzbildung zwischen Laserscanning- und bDOM-Daten auf dem bayerischen Autobahnnetz geprüft. Durch farbige Darstellung unterschiedlicher Differenzbereiche wurde die Genauigkeit der bDOM-Daten visualisiert.

Bei der Fortführung digitalisiert der Bearbeiter auf Grundlage eines DOP 2D-Strukturlinien. Den Stützpunkten der 2D-Strukturlinien werden anschließend aus den bDOM-Daten Höhen zugewiesen. Hierdurch entstehen innerhalb eines vordefinierten Kernpolygons 3D-Strukturlinien.

Ein weiteres Polygon beschreibt den sogenannten Umgriff. In diesem Umgriff werden für die weitere Berechnung des DGM in einem ca. 20 m breiten Saum die vorhandenen Laserscanning-Daten verwendet.

Für die Berechnung des neuen DGM1 wird zunächst mit den 3D-Strukturlinien ein 0,5 m-Gitter abgeleitet. Das 0,5 m-Gitter und die umgebenden Laserscanningpunkte bilden anschließend die Datengrundlage für die Abschlussberechnung des Fortführungsfalles.

Das beschriebene Verfahren ist entwickelt. Es wird momentan durch Tests verifiziert. Der Workflow von der Erfassung möglicher Fortführungsfälle bis zum Speichern der neuen DGM-Daten in der Datenbank ist in der Entwicklung. Spätestens im Januar 2016 wird die DGM-Fortführung mithilfe des bDOM den Regelbetrieb starten.

TEILNEHMER

LGL Baden-Württemberg

Elke Blessing
Berthold Klausner
Petra Zollinger

LDBV Bayern

Peter Märkl
Martin Riemensperger
Dr. Robert Roschlaub
Johann Zahn

BEV Österreich

Wolfgang Gold
Gerald Kohlhofer

swisstopo Schweiz

Roberto Artuso
Helena Åström Boss
André Streilein
Beat Tschanz

RTGIS/TUM

Dr. Gabriele Aumann 