

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 115 (2017)

Heft: 9

Artikel: Zwischen Erfassung und Verwaltung von Stadtmodellen

Autor: Annen, Adrian / Budmiger, Klaus / Gerber, Johannes

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-736831>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zwischen Erfassung und Verwaltung von Stadtmodellen

Für Raumplanung, Bau und Architektur bilden dreidimensionale Darstellungen und Modellbauten seit jeher entscheidende Hilfsmittel für Entscheidungen und Visualisierungen. Zunehmend wird die Benutzung von Computermodellen in Kombination mit Grundlagendaten aus der Amtlichen Vermessung und Raumplanung von vereinfachten räumlichen Darstellungen bis hin zu Anwendungen im Bereich der virtuellen Realität Tatsache. Bei der Entwicklung und Verwendung aller Technologien steht immer die Frage: Woher kommen die räumlichen Daten, mit welcher Auflösung und wie können sie über die Zeit nachgeführt werden um sie aktuell zu halten? Die luftgestützten Methoden zur Gewinnung von 3D-Daten bieten sich sowohl für die Ersterfassung als auch für die Nachführung von Stadt- oder Ortsmodellen an. Aus unserer über 50-jährigen Tätigkeit in der 3D-Luftbildvermessung und unserer Tradition, die Photogrammetrie in der Schweiz massgeblich mitzugestalten, ist die Flotron AG auch im Bereich der Erfassung von Stadtmodellen und insbesondere in deren Nachführung spezialisiert. Dieser Artikel beleuchtet verschiedene Möglichkeiten zur luftgestützten Datengewinnung, um dann auf die wesentlichen Fragen der Nachführung von räumlichen Daten in Stadtmodellen in der Praxis hinzuweisen.

Pour l'aménagement du territoire, la construction et l'architecture les représentations tridimensionnelles et les modèles de constructions constituent de tout temps des moyens d'aide décisifs pour des choix et des visualisations. De plus en plus l'utilisation de modèles numérisés en combinaison avec des données de base de la mensuration officielle et de l'aménagement du territoire devient réalité pour des représentations spatiales simplifiées voire l'application dans le domaine de la réalité virtuelle. Dans le domaine du développement et de l'application de toutes les technologies se pose toujours la question: d'où viennent les données spatiales, quelle est leur résolution, comment peut-on les actualiser dans le temps? Les méthodes aériennes pour l'acquisition de données 3D se prêtent à aussi bien pour une saisie initiale que pour la mise à jour de modèles de villes ou de localités. Sur la base de notre expérience de plus de 50 ans en matière de mensuration d'images aériennes 3D et de notre tradition d'acteur de la photogrammétrie en Suisse Flotron AG est également spécialisé dans le domaine de la saisie de modèles de ville et particulièrement dans leur mise à jour. Cet article illustre diverses possibilités d'obtention de données par voie aérienne avant d'évoquer les questions essentielles de la pratique de la mise à jour de données spatiales de modèles de ville.

Le rappresentazioni e la modellistica tridimensionali costituiscono da sempre gli strumenti fondamentali per le decisioni e le visualizzazioni attuate nel campo della pianificazione territoriale, dell'edilizia e dell'architettura. La tendenza è di ricorrere ancora più spesso all'impiego di modelli computerizzati, abbinati ai dati base della misurazione ufficiale e della pianificazione territoriale che contengono rappresentazioni spaziali semplificate nonché applicazioni della realtà virtuale. Al momento dell'utilizzo e dello sviluppo di nuove tecnologie si pone sempre l'interrogativo seguente: da dove provengono i dati spaziali, quale risoluzione hanno e come tenerli aggiornati nel tempo? Le metodologie delle aerofotografie per la raccolta dei dati 3D si addicono sia al primo rilevamento che all'aggiornamento dei modelli di città o località. Avendo oltre 50 anni di esperienza nelle riprese aree 3D per la misurazione e supportandosi sulla tradizionale attività di fotogrammetria, la Flotron AG si è anche specializzata nel rilevamento di modelli di città e, in particolare, nel loro aggiornamento. L'articolo seguente spiega le diverse possibilità offerte dai rilevamenti aerei per l'ottenimento di dati e si concentra sulle questioni fondamentali dell'aggiornamento pratico dei dati spaziali nei modelli urbani.

A. Annen, K. Budmiger, J. Gerber

1. Grundlagenerfassung

Eine der wichtigsten Elemente zur Modellierung von Gebäuden ist die Erfassung deren Dachlandschaft. Am effizientesten wird diese oftmals durch ein luftgestütztes Verfahren vermessen.

Die Tabelle auf der nächsten Seite gibt einen kurzen Überblick über die bei Flotron AG durchgeführten Grundlagenerfassungsmethoden.

2. Geometrische Datenerfassung

Beim Erstellen des Anforderungskataloges für den Detaillierungsgrad stehen oft diese Fragen im Vordergrund:

- Die Mindestgrösse von Objekten?
- Inwieweit sollen kleinere Dachelemente wie Lukarnen, Kamine oder Dachterrassen erfasst werden?
- Welche Spezialbauten wie Stadtmauern, Denkmäler sollen erfasst werden?
- Sollen Dachüberstände modelliert werden oder auf die Fassaden zurückgeschnitten?
- Sollen die Gebäudevolumen mit der Amtlichen Vermessung verbunden werden?

Um eine vernünftige graphische Darstellung in digitalen Modellen zu erzielen, müssen Dachlandschaften durch planare Flächen modelliert werden, um Fehler bei einer automatischen Triangulation zu vermeiden. Bei komplexen Dächern können dabei schnell Dutzende einzelner Flächen mit teilweise komplizierten Umrissen resultieren. Gerade bei älteren Gebäuden ist hierbei häufig eine Abstraktion der natürlichen Dachform notwendig.

Einige Systeme bieten eine automatische Dachmodellierung an – bei der Flotron AG wird dieses Verfahren primär auf LiDAR-Daten angewendet. Besonders bei komplexen Dachformen müssen aber oft manuelle Korrekturen durchgeführt werden. Die Gebäudeerfassung ab Stereoluftbildern wird bei der Flotron AG mittels

Aufnahmemethode	Aufnahme				Auswertung			
	Gebietsgrösse	Kosten Aufnahme	Kosten Ausrüstung	Know-how	Automatisierung	Genauigkeit Punktwolke	Durchdringung/ Abdeckung	Know-how
Drohnen-Photogrammetrie	Nur für kleine Gebiete (Haus, kleines Quartier)	Günstig bei kleinen Gebieten	Günstig	Kaum Vorkenntnisse nötig	Automatische Ableitung von Punktwolken, manuell nicht möglich	Höheres Rauschen als in anderen Verfahren	Kaum Durchdringung von Vegetation. Sichtbarkeit aus zwei Aufnahmerichtungen nötig.	wenig nötig für einfache Produkte, Spezialisten für hochwertige Produkte
Photogrammetrische Aufnahme mit Luftbildkamera	für grosse Gebiete: Gemeinden, Städte, Kantone	Günstig bei grösseren Flächen	Relativ teuer	Erweiterte Kenntnisse notwendig	Vor allem geeignet für manuelle Auswertungen	Höheres Rauschen als bei LiDAR-Aufnahmen	Kaum Durchdringung von Vegetation. Sichtbarkeit aus zwei Aufnahmerichtungen nötig.	Nur durch Spezialisten durchführbar
Laserscanning aus Helikopter oder Flugzeug	für grosse Gebiete: Gemeinden, Städte, Kantone	Günstig bei grösseren Flächen	Sehr teuer	Komplexe Ausrüstung, Spezialkenntnisse Notwendig	Hochgradig automatisierbar	Wenig rauschen, sehr homogen	Vegetationsdurchdringung möglich, Sichtbarkeit aus einem Aufnahmewinkel genügt (wenig Abschattung)	Nur durch Spezialisten durchführbar
Kombiniertes Laserscanning und photogrammetrische Aufnahme aus Helikopter oder Flugzeug	für grosse Gebiete: Gemeinden, Städte, Kantone	Günstig bei grösseren Flächen	Sehr teuer	Komplexe Ausrüstung, Spezialkenntnisse Notwendig	Die positiven Eigenschaften von Photogrammetrie und Laserscanning werden vereint.			

Tab. 1: Vergleich verschiedener Techniken bezüglich ihrer Eignung von Aufnahme und Auswertung.

manueller CAD-Konstruktion durchgeführt. Andere Systeme bieten eine Auswahl von Formprimitiven, mit welchen das Dach zusammengestellt wird.

3. Herausforderungen für die Modellierung und GIS-Integration

Nachdem die geometrische Dachform erfasst wurde, müssen die Daten in das gewünschte GIS-Format überführt werden. Meist beinhaltet dies auch die Konstruktion von Gebäudekörpern. Hierbei muss der Begriff «Gebäude» definiert werden:

- Eigentumsbezogene Gebäudedefinition wie in der Amtlichen Vermessung: Die Dächer werden mit den Gebäuden aus der AV in Verbindung gebracht, die Fassaden werden auf den Grundrissen aufgebaut.
- Bestandesorientierte Definition: Offensichtlich zusammenhängende Bauten

stellen ein einziges Gebäude dar, unabhängig von der unterliegenden Aufteilung in verschiedene Einheiten.

Bei der eigentumsbezogenen Gebäudedefinition mit Verwendung der AV-Grundrisse muss beachtet werden, dass

- Dächer gemäss den unter dem Dach liegenden Grundrissen geteilt oder logisch zusammengefasst werden müssen,
- dass allenfalls die Dachvorsprünge auf die Grundrisse zurückgeschnitten werden,
- dass Gebäudeidentifikatoren der Amtlichen Vermessung im Gebäudemodell übernommen werden,
- dass Unterschiede zwischen dem Nachführungsstand der AV und dem Zeitpunkt der Luftaufnahme herrschen können,
- dass einzelne AV-Grundrisse nicht nach der Norm eingemessen wurden und damit Unstimmigkeiten bei der Modellierung entstehen können,

- dass die Grundrisse der Amtlichen Vermessung nicht immer die korrekten Fassaden des Gebäudemodelles ergeben.

Bei der bestandesorientierten Gebäudedefinition können die Gebäude losgelöst von der Amtlichen Vermessung modelliert werden. Damit müssen die zurückliegenden Fassaden meist geschätzt werden, weil sie aus der Vertikalsicht kaum sichtbar sind, oder die Fassaden werden von der Dachtraufe hinunter in das Gelände gezogen.

Die gewählte Gebäudedefinition hängt nicht zuletzt auch vom Datenmodell des Stadtmodells ab.

Ein Standard für detaillierte Stadtmodelle ist CityGML. Das Format erlaubt den Nutzern die Anpassung an die individuellen Bedürfnisse: Geometrische und attributive Anforderungen können angepasst, ergänzt oder weggelassen werden. Damit kann der Informationsgehalt von Stadtmodellen trotz definierten Auflösungs-

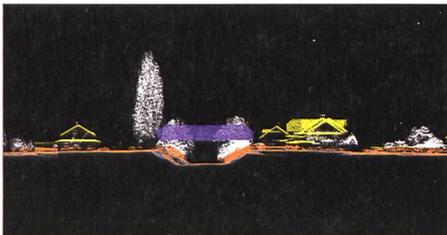
Workflow Laserscanning

Workflow photogrammetrische Aufnahme



Flug mit Datenerfassung LiDAR und Luftbilder. Das Flugzeug von Swiss Flight Services hat zwei Öffnungen im Boden, damit können Laserscanner und hochauflösende Luftbildkamera parallel betrieben werden.

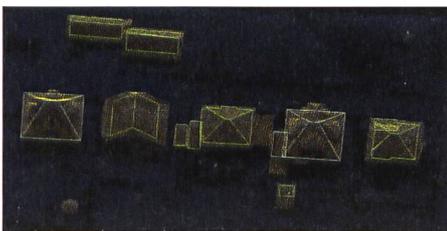
↓
LiDAR



Georeferenzierung und Klassierung der Punktwolke: Verwendung der Klasse Dächer.



Automatische Ableitung der Dachflächen.



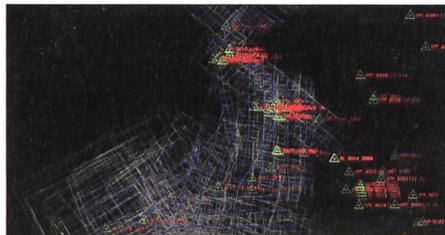
Manuelle Korrektur einiger Dachflächen.



Fertig ausgewertete Dachflächen (dem Orthofoto überlagert).

Abb. 1: Workflow.

↓
Luftbild



Aerotriangulation der Luftbilder.



Manuelle Auswertung der Dachflächen.



stufen (Level of Detail, LOD) sehr unterschiedlich sein. In einigen Ansätzen besteht ein Gebäude aus einem einfachen Volumenelement mit einer ID. Andere Modelle bilden bei gleichem LOD zusätzlich Trauflinien, Bruchkanten, logische Beziehungen zwischen Dachteilen und mit Attributen zu Gebäudenutzung, Baujahr usw. ab. Während die Auswertung der Dachform ab den Grundlagedaten fast dieselbe ist, kann der Workflow für die Datenintegration für einzelne Stadtmodelle grundlegend verschieden sein. Besondere Aufmerksamkeit braucht es, wenn Stadtmodelle nachgeführt werden müssen. Die erste Frage stellt sich immer: Welche Gebäude sind nachzuführen? Die Bauverwaltungen können einen Grossteil der möglichen Orte aus ihren Akten zusammensetzen. Dies sind die wichtigsten Arbeitsschritte:

- Export des aktuellen Stadtmodelles aus der Datenbank in ein CityGML-Format
- Export in ein CAD-Datenformat
- stereoskopischer Vergleich der Dachlandschaft im Luftbild mit dem CAD-Modell
- Korrektur der zu korrigierenden Daten, durch Neuerfassung
- Modellierung der neuerfassten Objekte in die Datenstruktur des Zielsystems
- Übernahme der Gebäudeidentifikatoren
- Ersetzen der alten mit den geänderten Gebäuden
- Einspielen der neuen Gebäude.

Auf der Seite des Erfassers sind die verschiedenen Datenmodelle der jeweiligen Städte zu berücksichtigen. Entsprechend ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Datenhalter und Datenerfasser nötig.

4. Datenvisualisierung

Eine der grössten Schwierigkeiten bei 3D-Daten ist deren effiziente und allgemeinverständliche Visualisierung. Die traditionelle Art der Visualisierung von Stadtmodellen ist das physische Stadtmodell. Ein Modellbauer kann mit den Daten der digitalen Stadtmodelle nicht immer auf Anhieb umgehen: Normalerweise werden beschriftete Dachkoten und Hö-



Abb. 2: Ausschnitt aus dem Stadtmodell Steffisburg, vorwiegend mit Laserscanning hergestellt.



Abb. 3: Ausschnitt aus dem Stadtmodell Thun, vorwiegend aus photogrammetrischer Vermessung.

henkurven verlangt. Diese können mit relativ geringem Aufwand aus dem digitalen Stadtmodell erzeugt werden. Häufig werden physische Modelle aus dem 3D-Drucker erzeugt, was oftmals eine vorgängige Datenkonvertierung voraussetzt. Die klassischen Lösungen unterstützen zurzeit oft noch keine vollautomatische Konvertierung in 3D-druckfähige Datenformate. Gerade für öffentliche Mitwirkungen wollen Politik und Verwaltung vermehrt ihre Geodaten der Bevölkerung zur Verfügung stellen. Die Herausforderungen stellen sich an die Rechner und Programme, die mit komplexen Berechnungen grosse Datenmengen in kürzester Zeit übers Internet auf die Client Rechner übertragen müssen. Die modernen digitalen Stadtmodelle

erlauben Anwendungen im Bereich der 3D-GIS und unterstützen Anwendungen auf dem vorgezeichneten Weg der virtuellen Realität in der Verwaltung, der Architektur und der Planung. Einige Lösungen dazu wurden in den vergangenen Jahren entwickelt und werden rege eingesetzt. Obschon die Firma Flotron AG in erster Linie Herstellerin von Daten ist, muss sie mit Werkzeugen umgehen können, wie sie zum Beispiel die Firma esri mit ArcGIS Online bietet oder die praxistaugliche Lösung, die bei der Firma Alpgis in Thun entsteht.

Bei der digitalen Visualisierung kann zwischen verschiedenen Komplexitätsstufen unterschieden werden. Stadtmodelle können analog dem physischen Modell dargestellt werden – einfarbig, mit Höhen-

schichtflächen und relativ groben Gebäudedetails. Diese abstrahierte Darstellung ist vor allem bei Raumplanern beliebt, welche grossräumige Studien durchführen möchten und mit dem Abstraktionsgrad bestehender Modellbauten bestens vertraut sind. Für Architekturmodelle ist häufig eine möglichst detailreiche, realitätsnahe Darstellung gefragt. Hierzu können Fassaden und Gebäude mit Bilddaten texturiert werden, um eine realitätsnahe Darstellung zu erzielen. Der Schattenwurf kann mit den meisten Visualisierungstools ebenfalls realitätsnah simuliert werden. Digitale Stadtmodelle erlauben Architekten und Städteplanern, ihre Projekte so ohne aufwändigen Modellbau im geografischen Kontext zu visualisieren.

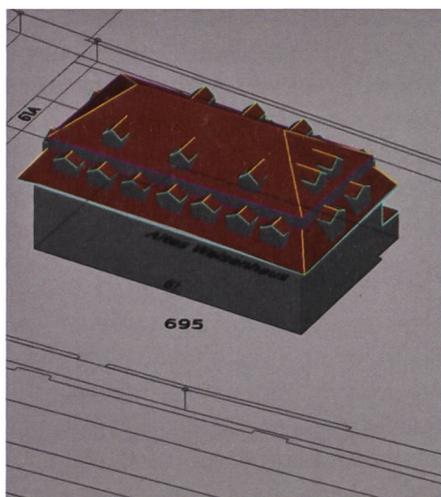


Abb. 4: Gebäude, das auf dem Grundriss der amtlichen Vermessung aufgebaut ist.



Abb. 5: Darstellung der Gebäudekörper als einfache Volumen auf dem Orthofoto.



Abb. 6: Texturiertes 3D-Modell der Schlosskirche in Thun.

Die Wahl der richtigen Softwarelösung für die Visualisierung von Ortsmodellen von grösseren Gemeinden oder kleineren Städten stellt zurzeit eine der grössten Herausforderungen dar. Die oftmals erheblichen Lizenz- und Erfassungskosten können ein grösseres Problem darstellen. Die fachliche Unterstützung der Gemeindeverwaltungen für die praxisnahe Begleitung von z.B. Ortsplanungsrevisionen ist bei diesen Gemeinden oft notwendig. Gefragt sind hierzu einfache und zweckführende Tools und Anwendungen, um neben den Gebäuden auch Resultate von Datenbankabfragen und Themen wie

Baumkataster, Zonenpläne, Solarpotenzialanalysen und verschiedene Varianten von Bauprojekten darstellen zu können.

5. Fazit

Für die Neuerfassung von Stadtmodellen sind luftgestützte Aufnahmeverfahren aus Flugzeug oder Helikopter am effizientesten. Werden die beiden Methoden hochauflösendes Laserscanning und Photogrammetrie zusammen eingesetzt, kann ein grosser Teil der Dachlandschaft aus dem Laserscanning automatisch abgeleitet und mit den hochauflösenden

Bildern überprüft und wo nötig korrigiert werden.

Soll das Stadtmodell mit der Amtlichen Vermessung verbunden werden, benötigt dies einerseits die geometrische Übereinstimmung der Dächer mit den unterliegenden Gebäudegrundrissen und andererseits die Verbindung über Gebäudeidentifikatoren in die Datenbank der Amtlichen Vermessung. Besondere Aufmerksamkeit verlangt die Nachführung von Stadtmodellen, weil nur selektiv Gebäude in einem bestehenden Bestand neuerfasst, geändert oder gelöscht werden müssen. Hier ist laufende und gute Zusammenarbeit zwischen Datenerfasser und Datenhalter nötig.

Weil die Datenmodelle den Ansprüchen der Datenvisualisierung genügen müssen, welche die ganze Spannweite vom klassischen Modellbau über 3D-GIS-Abfragen bis zum vorgezeichneten Weg der Anwendungen der virtuellen Realität umfasst, müssen sich Photogrammeter und LiDAR-Spezialisten wie die Flotron AG auch auf diesem ganzen Feld der Endanwendungen auskennen, um diese Produkte zu erzeugen, die gefordert sind.

Klaus Budmiger
Adrian Annen
Johannes Gerber
Flotron AG
Gemeindemattenstrasse 4
CH-3860 Meiringen
budmiger@flotron.ch

WELCOME GALILEO UND BEIDOU



Swipos rüstet auf. Mit den neuen GNSS-Empfängern der R-Serie nutzen Sie ab sofort auch Galileo- und Beidou-Signale.

**BIS ZU
CHF
8'000!**

... zahlen wir beim Kauf eines neuen GNSS-Empfängers der R-Serie für Ihr altes Gerät. Das Angebot gilt nur bis zum 30.09.17.



Aktionsflyer unter www.allnav.com
oder direkt bei Ihrem allnav Ansprechpartner

