
Smart City Services für 3D-Daten

Dr. Heino Rudolf

M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH

Buchenstr. 16b , 01097 Dresden

E-Mail: hrudolf@moss.de

Zusammenfassung

3D-Stadtmodelle sind mittlerweile für viele urbane Gebiete vorhanden oder werden aktuell erzeugt. Damit steht mehr denn je die Frage: Was können wir mit diesen Daten anfangen, wie können wir sie nutzen?

M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH bringt sich in europäische und nationale Forschungsprojekte ein und befasst sich in diesem Zusammenhang damit, eine Plattform für das Daten- und Prozessmanagement zu entwickeln. Folgende Projekte sind betroffen:

- i-Scope (interoperable Smart City services through an open platform for urban ecosystems): Im Rahmen dieses Projekts wurde die Plattform erstmalig entwickelt und für verschiedene fachspezifische Services angewandt und getestet.
- SimStadt (Energiesimulation von Stadtquartieren): Erweiterung der Plattform um Wärmebedarfsberechnungen und zur Planung der Wärmeversorgung in Stadtgebieten.
- IQmulus (IQmulus-318787 – A High-volume Fusion and Analysis Platform for Geospatial Point Clouds, Coverages and Volumetric Data Sets): Programme zur Änderungserkennung von Objekten werden in die Plattform integriert.

(Links auf die Projektseiten: siehe Quellenverzeichnis)

Gemeinsam mit Fachpartnern werden Fachapplikationen in das System eingebunden, und das 3D-Stadtmodell wird um die Ergebnisse der Fachverfahren angereichert. Es zeigt sich, dass viele Fachthemen durch die Nutzung von 3D-Gebäudedaten eine völlig neue Qualität erreichen können, z. B. Berechnung von Sonneneinstrahlungen und Verschattungen, Simulation von Umweltphänomenen (wie Lärm- und Luftschadstoffausbreitungen, Hochwasser), Errechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden.

Als Anbieter von Geographischen Informationssystemen fasst M.O.S.S. die in den genannten Projekten entwickelten Technologien zusammen, um eine Plattform zur Erzeugung, Verwaltung und fachlichen Anreicherung der 3D-Stadtmodelle anzubieten. Ziel ist dabei ein durchgängiges Datenmanagement sowie eine Dienste basierte Bereitstellung von Daten (als WFS) und Prozessen (als WPS). Die Plattform enthält Services zu folgenden Bausteinen:

- Erzeugung von 3D-Stadtmodellen (Produktion und Qualitätssicherung)
- Datenmanagement (Datenverwaltung, Importe, Exporte)
- Anbinden von Fachapplikationen
- Workflowmanagement
- Laufendhaltung des 3D-Stadtmodells.

Im Folgenden werden diese Bausteine einzeln vorgestellt.

1 Erzeugung von 3D-Stadtmodellen

Gebäudeproduktion

Die Erzeugung von 3D-Gebäudemodellen ist inzwischen kein Geheimnis mehr. Auf Basis der Gebäudegrundrisse, des Digitalen Oberflächenmodells (DOM) und des Digitalen Geländemodells (DGM) erkennen Softwareprodukte die Gebäudedachflächen und können daraus Standarddachformen zuordnen. Als Ergebnis liegen die Gebäude im CityGML-Format vor, mit dem „Level of Detail“ (LoD) 2. Gebäude, deren Dachform nicht erkannt werden konnte, werden im LoD 1 als sogenanntes „Klötzchenmodell“ erzeugt.



Abb. 1: Digitales Geländemodell, Gebäudegrundrisse

Im Rahmen der hier behandelten Projekte wurden neuartige Verfahren entwickelt, die es ermöglichen, dass der Prozess der 3D-Gebäudeproduktion als Web Processing Service (WPS) bereitgestellt wird. Die Plattform ermöglicht es, Ausgangsdaten hochzuladen, den Produktionsprozess auszuführen und die Ergebnisse im Format CityGML wieder herunterzuladen.

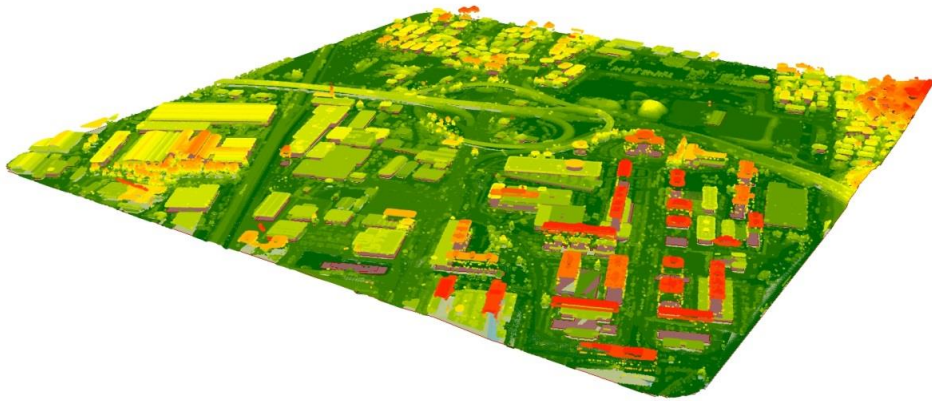


Abb. 2: Digitales Oberflächenmodell

Qualitätssicherung

Je nach Qualität der Ausgangsdaten sind manuelle Nacharbeiten der automatisch generierten Gebäude erforderlich. Dazu nutzen wir die Standard-Software Trimble SketchUp. Es war notwendig, SketchUp mittels eines eigenen Plug-Ins zu erweitern, um den verlustfreien Datenkreislauf CityGML–SketchUp–CityGML bidirektional zu gewährleisten, die generierte Gebäude-Identifikationsnummer (ID) zu erhalten (um das Aktualisieren der Daten im CityGML-Datenpool sicherzustellen) und die Erfassung von Sachdaten zum Gebäude zu ermöglichen.

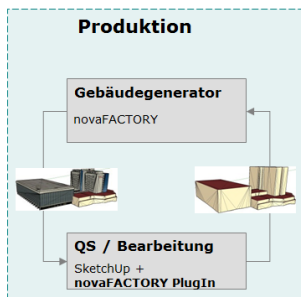


Abb. 3: Gebäudeproduktion und Qualitätssicherung

2 Datenmanagement

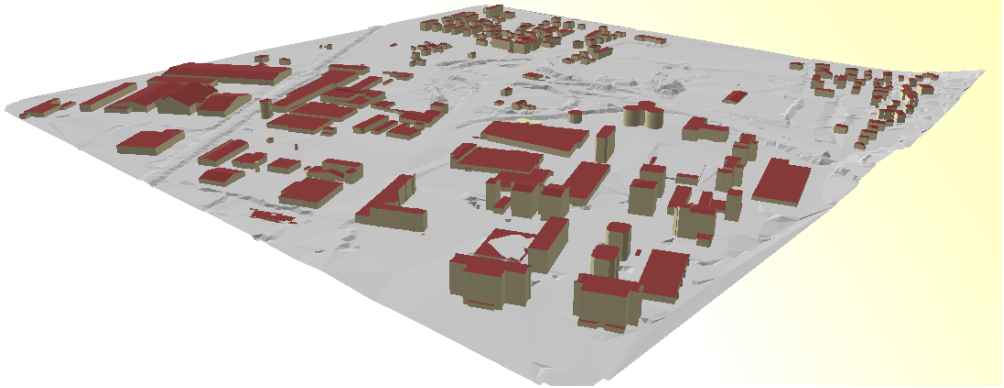


Abb. 4: 3D-Gebäudemodell

Basis für die Datenverwaltung des 3D Gebäudemodells bildet die Open Source Implementierung 3D City DB (Link siehe Quellenverzeichnis). Neben der Datenhaltung ist die Bereitstellung von Import- und Export-Services notwendig, um einerseits die Ergebnisse der Applikationen aufzunehmen und andererseits die Daten den Applikationen zur Verfügung zu stellen. Beim Import ist immer darauf zu achten, dass der Datenbestand sequentiell korrigiert und nicht komplett überschrieben wird.

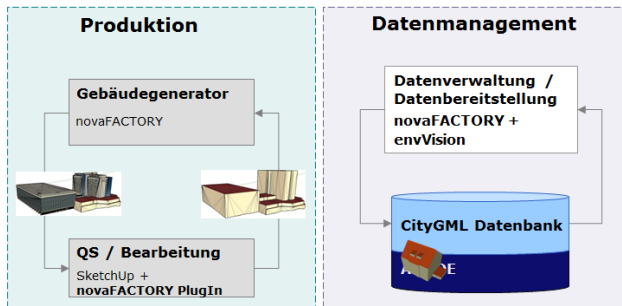


Abb. 5: Datenmanagement

3 Anbinden von Fachapplikationen

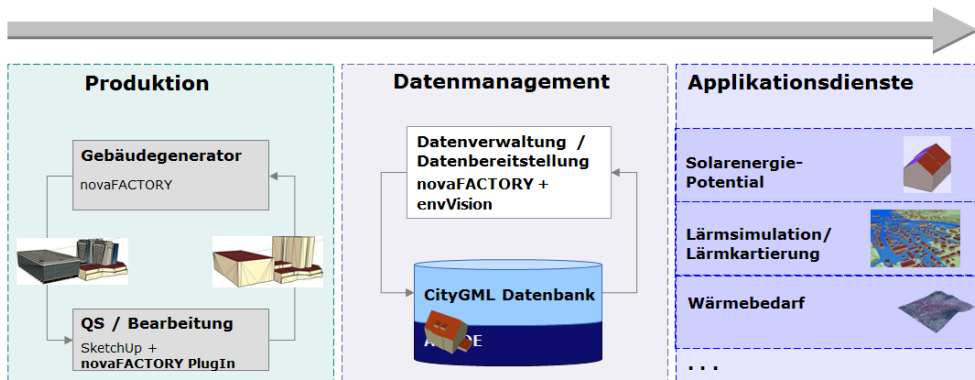


Abb. 6: Anbinden von Fachapplikationen

CityGML sieht Möglichkeiten vor, das Modell um Fachdaten zu erweitern. Einerseits ist das über sogenannte generische Objekte und Attribute möglich, andererseits können ganze Datenstrukturen kreiert werden (als sogenannte Application Domain Extension – ADE). Die Plattform ist in der Lage, die Daten beliebiger ADE zu importieren, diese als generische Objekte oder Attribute zu verwalten und sie verlustfrei wieder in der Form der ADE zu exportieren.

Damit werden die Fachdaten ergänzend (oftmals sprechen wir auch von „anreichernd“) in das Datenmanagement involviert.

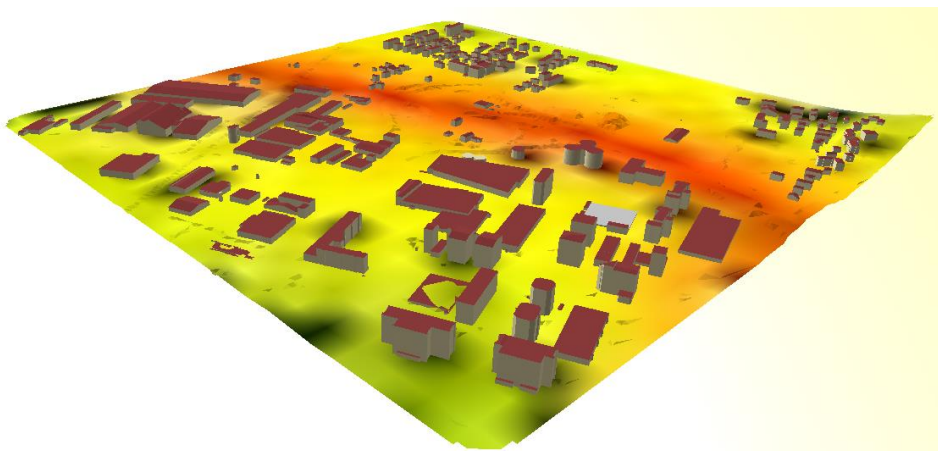


Abb. 7: Ergebnisse von Fachapplikationen, Beispiel Lärmkartierung

In den oben genannten Forschungsprojekten wurden verschiedene Fachthemen angebunden:

- Berechnung des Solarenergie-Potenzials
- Lärmausbreitungen
- Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden
- Routing-Systeme.

Hier zeigt sich ein wesentliches Qualitätsmerkmal der entwickelten Plattform:

Ein und derselbe Bestand an 3D-Basisdaten wird auf diese Weise für unterschiedliche Fachanwendungen zur Verfügung gestellt und nutzbar gemacht. Mehr noch, dieser Datenbestand wird sukzessive um Ergebnisse von Fachverfahren erweitert. Und die Datenhaltung ist konsistent, begründet durch einen Themen übergreifenden Modellansatz zur Datenverwaltung.

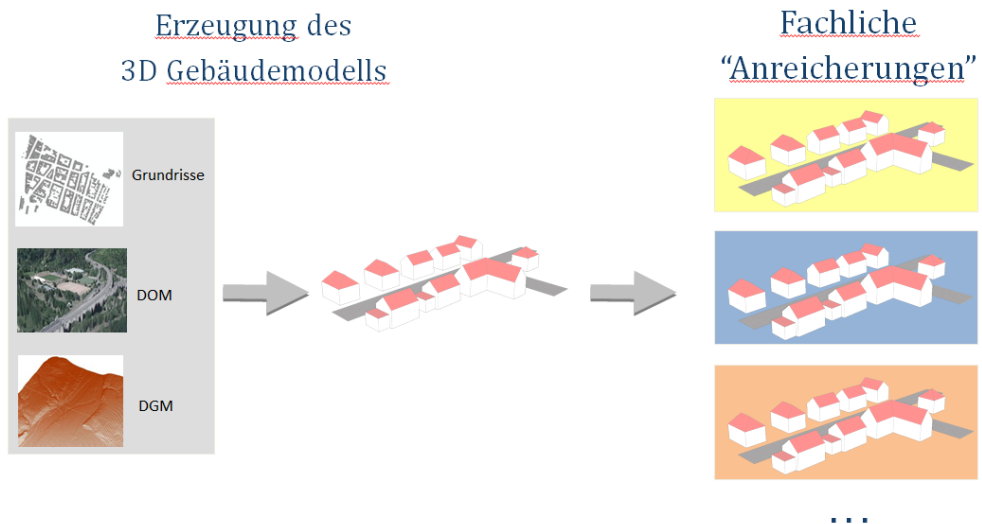


Abb. 8: „Anreicherung“ mit Fachdaten
(Die unterschiedlichen Farben sollen Anreicherungen um
Ergebnisdaten verschiedener Fachverfahren symbolisieren.)

4 Workflowmanagement

Sind jetzt Lösungen für das Datenmanagement in der Plattform verfügbar, so steht parallel die Aufgabe, die (fachlichen) Services im Sinne von Workflows zu managen. Es soll möglich werden, beliebige fachliche Prozesse anzustoßen, sie zu Prozessketten (Workflows) zusammenzustellen und diese Prozessketten abzuarbeiten.

Dazu wurde eine Methodik ausgearbeitet, die unter Verwendung von Petri-Netzen [PETRI 1962] gestattet, einzelne Prozesse über Ports zusammenschließen. Die Struktur des Prozess-Graphen kann beliebig sein (in Reihe geschaltete und parallele Prozesse) – immer, wenn ein Ausgangsport nach erfolgreicher Abarbeitung des Prozesses seine „Bereitschaft“ an den folgenden Eingangsport übergibt und alle Eingangspore eines Prozesses „bereit“ sind, wird der (Folge-) Prozess angestoßen.

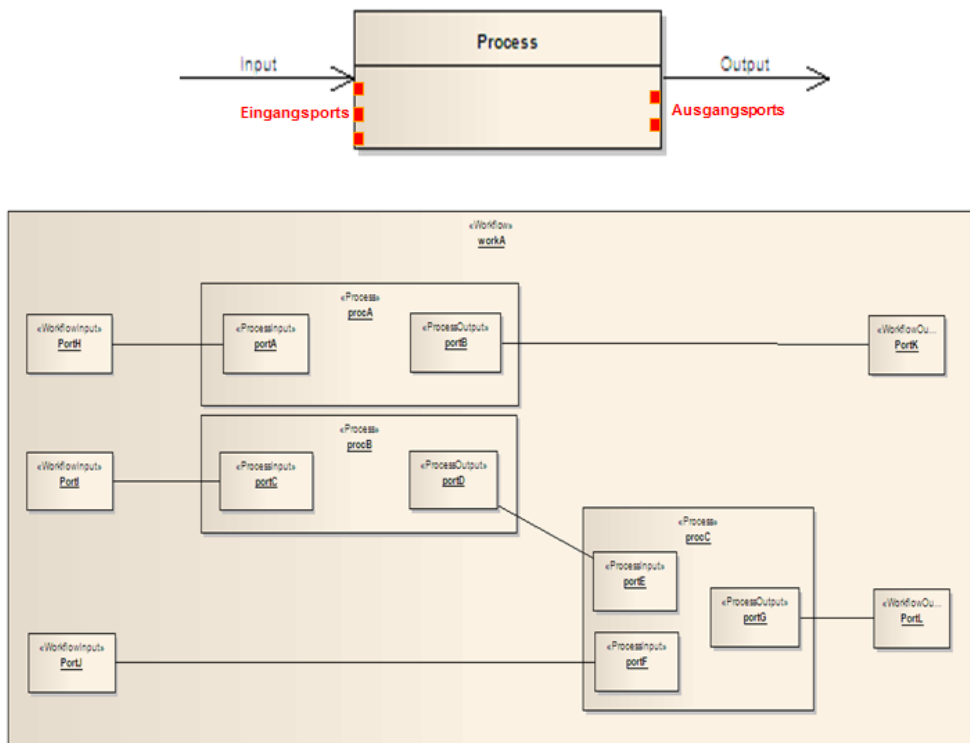


Abb. 9: Prozessausführung und Steuerung

Abbildung 9 stellt dieses Prinzip schematisch dar. Die Workflows werden in einer XML-Datei beschrieben, die dann den „Prozessketten-Manager“ steuert.

Damit ist die Plattform in der Lage, beliebige Workflows zu verarbeiten und ablaufen zu lassen. Konkret umgesetzt wurde das im Projekt IQmulus für verschiedene Objekterkennungsroutinen, insbesondere auch zur Erkennung von Änderungen des Gebäudebestands (siehe Abschnitt 5).

5 Laufendhaltung der Daten

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit strukturiert erfasster bzw. abgeleiteter Daten gelangt immer stärker die Aktualisierung und Laufendhaltung der 3D Stadtmodelle in den Fokus der Datenmanager. Verfahren, die auf einer regelmäßigen, weitestgehend automatisierten, vollständigen Neuerfassung basieren, sind unbrauchbar, da diese die erzeugten und mit den Gebäudedaten verknüpften Zusatz- und Fachinformationen verwerfen. Intelligentere Prozesse werden somit erforderlich, einerseits um Kosten der Datenfortführung zu sparen, andererseits um die (teilweise teuren Fach-) Daten weitzunutzen zu können.

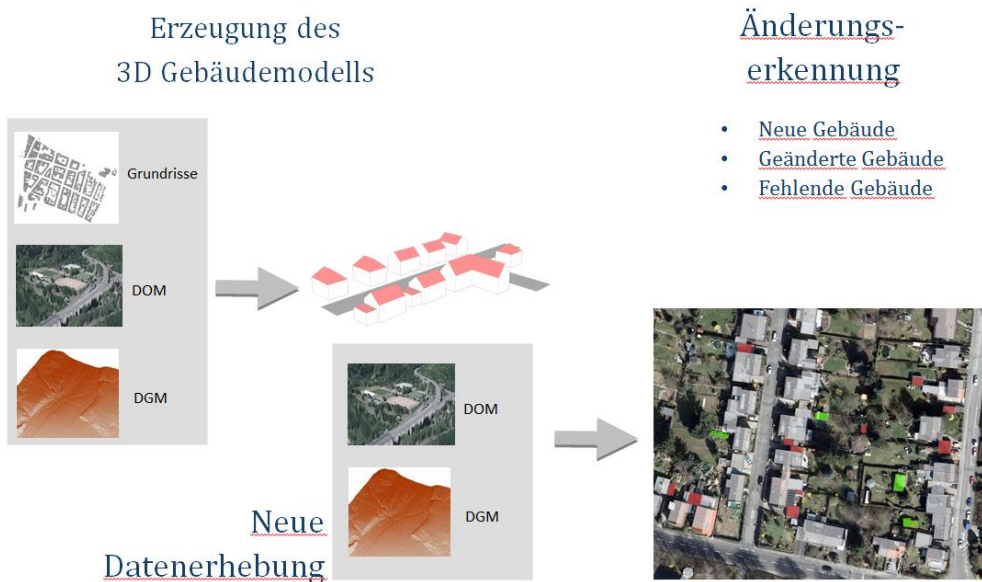


Abb. 10: Laufendhaltung der Daten: Änderungserkennung

Aktuell werden verschiedene Softwareprodukte bzgl. der Erkennung von Gebäuden evaluiert. Diesbezüglich wurde ein Workflow konzipiert und implementiert, mit folgenden Prozessschritten:

- Export der Ausgangsdaten
- Gebäudeerkennung unter Nutzung des „BuildingFinder“ der Fa. tridicon
- Vergleich der erkannten Gebäude mit dem Bestand
- Import der Ergebnisse: neue, geänderte, fehlende Gebäude.

Als Ergebnis werden die angenommenen neuen, geänderten und fehlenden Gebäude attributiv markiert. Damit kann im Anschluss eine gezielte manuelle Aktualisierung des 3D-Stadtmodells vorgenommen werden.

6 Fazit und Ausblick

Für den Umgang mit 3D-Stadtmodellen steht eine Plattform zur Verfügung, die sowohl das Datenmanagement (von der Erzeugung über die Verwaltung und Bereitstellung bis hin zur fachlichen „Anreicherung“) als auch das Prozessmanagement (zur Abarbeitung beliebiger fachlicher Workflows und Prozesse) ermöglicht.

Sollte Interesse an der Erzeugung von 3D-Stadtmodellen bestehen, so können die Services getestet werden, insbesondere die zur Produktion der 3D-Gebäudedaten. Eine Plattform zur Verwaltung der 3D-Daten steht zur Verfügung und kann genutzt werden.

Programmseitig werden die sich noch im Prototypstadium befindlichen Fachanbindungen „marktreif“ implementiert. Eine Erweiterung um weitere Fachthemen ist vorgesehen, Fachpartner sind dazu willkommen.

Der Prozess der Änderungserkennung wird weiter qualifiziert und auf andere Objektklassen (wie z.B. Gewässer, Landnutzung, Wegenetz) ausgedehnt.

Quellenverzeichnis

I-SCOPE, i-Scope - interoperable Smart City services through an open platform for urban ecosystems, <http://www.iscopeproject.net/>, abgerufen: 12.01.2015

SIMSTADT, SimStadt - Energiesimulation von Stadtquartieren, <http://www.simstadt.eu/de/index.html>, abgerufen: 12.01.2015

IQMULUS, IQmulus-318787 – A High-volume Fusion and Analysis Platform for Geospatial Point Clouds, Coverages and Volumetric Data Sets, <http://iqmulus.eu/>, abgerufen: 12.01.2015

3D CITY DB, 3D City Database for CityGML, http://www.3dcitydb.org/3dcitydb/fileadmin/downloaddata/3DCityDB-Documentation-Addendum-v2_1.pdf, abgerufen 15.01.2015

CITYGML, <http://www.citygml.org/>, abgerufen: 12.01.2015

PETRI, C.A., Kommunikation mit Automaten. 1962, Institut für instrumentelle Mathematik der Universität Bonn