

# Ableitung von 3D-Gebäudeobjekten aus 3D-Solardachflächen und Katastergrundrissen mit Hilfe von SketchUp<sup>®</sup>

Tobias Jung und Tim Mausbach-Judith

## Zusammenfassung

Die Bedeutung von 3D-Stadtmodellen hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Der Anspruch an Aktualität und Qualität der bereitgestellten (Modell-)Daten nimmt stetig zu. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei insbesondere die Lösung der Fragestellung, wie zukünftig, möglichst automatisiert, eine angemessene Fortführung gewährleistet werden kann, die den Anforderungen an Aktualität und Qualität genügt. Der vorliegende Artikel zeigt den Lösungsweg auf, der bei der Stadt Bochum entwickelt wurde. Hierbei wird kostengünstig darauf geachtet, welche Softwarelösungen und welche Daten zur Fortführung des 3D-Stadtmodells bereits vorliegen.

## Summary

*The significance of 3D city models has increased constantly during the past few years. 3D city models are expected to represent currentness of data and increasing standards. Thereby, it is crucial to answer the following question: How can 3D city models, in a preferably automated way, be adjusted and still satisfy the requirements of high quality standards and currentness of data. This article illustrates the solution that was developed by Stadt Bochum. The elaboration of the solution takes existing software and data available at Stadt Bochum into account in order to develop an economic solution to the problem.*

**Schlüsselwörter:** 3D-Stadtmodelle, LoD2, grundrisstreue Fortführung, SketchUp<sup>®</sup>, CityGML

## 1 Einführung

Die Stadt Bochum führt seit einigen Jahren ein flächendeckendes 3D-Stadtmodell. Hierbei wird der Gebäudebestand aus den vorhandenen Daten des Liegenschaftskatasters abgeleitet, fortgeführt und immer wieder auf den neuesten Stand gebracht.

Die Datenhaltung erfolgt auf Grundlage von CityGML in einer Oracle-Datenbank mit dem Programm SGJ3D<sup>®</sup> der Firma CPA. Mit dieser Software wird der Gebäudebestand in der LoD1 (Level of Detail)-Ausprägung aus den Katasterdaten abgeleitet und in regelmäßigen Abständen fortgeführt. Im Anschluss an die Fortführung des LoD1 wird das LoD2-Modell manuell bearbeitet. Dabei wird auf Informationen aus Bauakten, Gebäudeeinmessungen (Aufmessungen) oder anderen Datentöpfen zurückgegriffen. Eine aktuelle und kontinuierliche Fortführung des LoD2 ist mit diesem Verfahren aufgrund des zeitlichen Aufwandes aber nicht immer möglich. Zudem wird in

Bochum mit der Einführung von ALKIS<sup>®</sup> im Rahmen der Fortführung des Liegenschaftskatasters regelmäßig homogenisiert. Bei der Homogenisierung wird die Lage der vorhandenen Geometrie unter Berücksichtigung von geometrischen Bedingungen (u. a. Parallelität, Rechtwinkligkeit, Geradlinigkeit) an die zu übernehmende Vermessung angepasst. Die Anzahl der Gebäude, deren Grundriss sich verändert, ohne dass eine reale Veränderung des Gebäudes vorliegt, wird hierdurch um ein Vielfaches erhöht.

Grundsätzlich besteht das LoD2 in Bochum aus geschlossenen Volumenkörpern, die auf den Katastergrundriss bzw. auf den LoD1-Grundriss beschnitten sind. Auf die Modellierung von Dachüberständen wird verzichtet und es werden derzeit auch noch keine flächendeckenden Texturierungen vorgenommen.

Für die Erstellung eines Solardachflächenpotenzialkatasters wurden in Bochum, in Kooperation mit den Stadtwerken Bochum, für das gesamte Stadtgebiet die solarrelevanten Dächer dreidimensional erfasst. Zeitgleich wurden im Amt für Geoinformation, Liegenschaften und Kataster der Stadtverwaltung Bochum zwei Stereoanalyt-Arbeitsplätze angeschafft. Neben der Auswertung von Stereobildern, u. a. für die Erfassung von Daten zum Aufbau der amtlichen Basiskarte (ABK), können hiermit zukünftig auch alle zur Fortführung des 3D-Stadtmodells erforderlichen Daten selbstständig und kontinuierlich erfasst werden.

Auf der Grundlage der oben beschriebenen Daten sowie den technischen Gegebenheiten und den in Bochum vorhandenen Programmen, wie ArcMap<sup>®</sup>, FME<sup>®</sup>, SketchUp<sup>®</sup> und SGJ3D<sup>®</sup>, wurde ein Workflow entwickelt, der das LoD2-Gebäudemodell durch Verschneidung der 3D-Dachflächen mit dem Katastergrundriss in der Datenbank fortführt. Dabei sind die folgenden Anforderungen an die Gebäudegeometrie zwingend zu erfüllen:

- Die Gebäudegeometrien müssen durch einen geschlossenen Volumenkörper repräsentiert werden. Somit dürfen keine innen liegenden Flächen oder durchdringenden Flächen vorhanden sein. Die Vorgaben des Modellierungshandbuchs der SIG3D<sup>®</sup> [1] sind zu beachten.
- Der Volumenkörper muss aus planaren Flächen bestehen. Koplanare Flächen, Nachbarflächen, die in einer Ebene liegen, sollten nicht vorkommen.

In Bochum wird für die manuelle Fortführung des Gebäudemodells das Programm SketchUp<sup>®</sup> der Firma Trimble in Verbindung mit dem CityGML-Importer der Westfälischen Hochschule erfolgreich eingesetzt. Dabei werden die zu bearbeitenden Gebäude im Datenformat CityGML

ausgegeben, nach SketchUp® importiert und anschließend bearbeitet. Die bearbeiteten Gebäude werden abschließend als CityGML-Datensatz exportiert und mittels der WFS-T-Schnittstelle von SGJ3D® in die Datenbank abgegeben.

Mit der Version SketchUp® 8.0 wurden neue Funktionen der Volumenkörperverarbeitung eingeführt. Durch diese Funktionen ist es nunmehr möglich, Gruppen, die einen geschlossenen Volumenkörper darstellen, miteinander zu vereinigen, voneinander abzuziehen, zu stutzen, zu teilen und/oder zu verschneiden. Zudem gibt es die Funktion »Äußere Schale«, bei der zwei Volumenkörper miteinander vereinigt werden können.

Mit der SketchUp®-Ruby®-Programmierschnittstelle [2] (SketchUp®-Ruby-API) ist es möglich, eigene »Tools« zu schreiben und somit Abläufe zu automatisieren. Grundsätzlich kann alles, was manuell durch Interaktion erfolgt, auch durch die Einbindung eines »PlugIns« erfolgen. So entstand in Bochum die Idee und Umsetzung, den Workflow in SketchUp® weitgehend durch ein selbstgeschriebenes »PlugIn« zu automatisieren. Hierdurch konnte eine halbautomatische Fortführungskomponente, basierend auf den Daten des Liegenschaftskatasters, für das 3D-Gebäudemodell und somit für das 3D-Stadtmodell entwickelt werden. Weitere Hinweise zum Programmieren von Werkzeugen mittels der Programmiersprache Ruby® finden sich bei Scarpino (2010).

## 2 Ausgangsdaten

Für die Erstellung eines Solarpotenzialkatasters wurden in Bochum flächendeckend 3D-Dachflächen über Stereoluftbilder erfasst. Dabei wurden solarrelevante Dachflächen und Gauben über 10 m<sup>2</sup> Grundfläche ermittelt. Für eine saubere Weiterverarbeitung ist es wichtig, dass die Dachflächen planar erfasst worden sind und gemeinsame Dachkanten eindeutig sind. Je nach Qualität der Erfassung und durch die Aufbereitung der Daten für eine Solarpotenzialkatasterauswertung können die Daten Eigenschaften haben, die für den weiteren Arbeitsablauf »kontraproduktiv« sind. Dies ist dann der Fall, wenn Löcher und Aussparungen in Bereichen von Dachüberständen und Gauben vorliegen oder etwa Flächen entstanden sind, deren Größe Richtung »Null« strebt. Zudem sind zum Teil Punkte vorhanden, die sich in der Lage nur im Submillimeterbereich unterscheiden oder in einer Geraden liegen. Insbesondere wenn die Dachflächen nicht planar sind, kommt es in der Weiterverarbeitung in SketchUp®, das nur planare Flächen verarbeitet, zu Problemen. Deshalb kommt es beim Importieren vor, dass Flächen trianguliert oder gar nicht gebildet werden können.

Aufgrund dessen müssen die Daten im Vorfeld bereinigt werden. Vorhandene Löcher werden mit der FME® entfernt. In SketchUp® wurden Methoden entwickelt, mit denen Punkte in Geraden gelöscht und die Planarität von Flächen wiederhergestellt werden können. Da bei

der Wiederherstellung der Planarität nur eine Dachfläche und nicht das gesamte Dach betrachtet wird, kann es allerdings vorkommen, dass gemeinsame Dachkanten mit anderen Dachflächen nicht mehr identisch sind.

Die Gebäudegrundrisse werden aus dem Gebäudemodell im LoD1 der CityGML-Datenbank gewonnen. Dabei ist darauf zu achten, dass die LoD1-Geometrien im gleichen Höhensystem wie die Dachflächen vorliegen müssen. Zusätzlich wurden im Vorfeld unterirdische Gebäude aus den Datenbeständen entfernt, um fehlerhafte Ergebnisse zu vermeiden.

## 3 Beschreibung des Workflows

Der neu entwickelte und teilweise als »PlugIn« programmierte Workflow besteht aus den folgenden Schritten:

1. Zuordnung von Dachflächen zu den Grundrissen;
2. Erzeugen von CityGML-Daten und Import nach SketchUp®;
3. Verarbeitung in SketchUp®:
  - a) Erzeugen eines Volumenkörpers aus den vorhandenen 3D-Dachflächen;
  - b) Vereinigung der Volumenkörper mit der Funktion »Äußere Schale«;
  - c) Erzeugen eines Volumenkörpers aus dem Grundriss mit einer fiktiven Höhe;
  - d) Verschneidung dieser Volumenkörper;
4. CityGML-Export;
5. Import über WFS-T in die 3D-Datenbank.

### 3.1 Zuordnung von Dachflächen zu den Grundrissen

Die Dachflächen wurden für das Solarpotenzialkataster ohne einen Bezug zu den Gebäudeumringen aus dem Liegenschaftskataster erfasst. Das hat zur Folge, dass die ca. 350.000 Dachflächen den 160.000 Gebäudegrundrissen zugeordnet werden müssen (Abb. 1).

In einem ersten Schritt erfolgte die Zuordnung über eine räumliche Verschneidung in ArcMap. Mit dem Werkzeug »Räumliche Verbindung« wurde jeder Dachfläche die

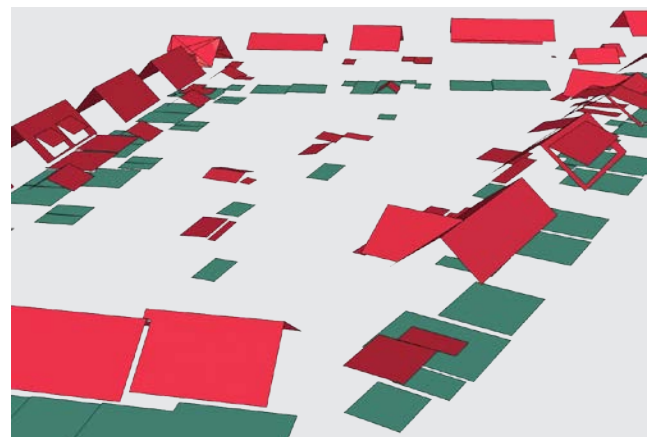


Abb. 1: Dachflächen mit Grundriss

ID des Grundrisses zugeordnet, der unter der Dachfläche liegt. Durch die Voreinstellung »join\_to\_many« wird die Dachfläche mehrfach abgelegt, wenn diese mehr als einen Grundriss überlagert. Diese Einstellung ist wichtig, da es Dachflächen gibt, die mehr als einen Grundriss überlagern (z. B. Reihenhäuser).

Bei dieser automatischen Zuordnung kommt es allerdings auch zu falschen Zuordnungen. So kann es vorkommen, dass einem Grundriss die Dachfläche des Nachbarhauses zugeordnet wird, da diese aufgrund eines Dachüberstandes oder ungenauer Erfassung den Grundriss in kleinen Teilen überlagert.

Eine Möglichkeit die Zuordnung zu kontrollieren und zu verbessern, ist die Berechnung der Flächenanteile der Überlagerungen. So kann durch Verschneidung mit Hilfe der FME die Fläche berechnet werden, um die eine Dachfläche den Grundriss überlagert. Durch Ermittlung der Anteile zur Dachfläche und zum Grundriss kann so analysiert werden, welche Dachflächen falsch zugeordnet wurden. Sind beide Anteile sehr klein, kann davon ausgegangen werden, dass die Zuordnung von einem Nachbardach erfolgt ist. Unter welchen Bedingungen eine Zuordnung richtig oder falsch ist und wie hoch die Grenzwerte für ein plausibles Ergebnis gesetzt werden können, wird in Bochum zurzeit noch ermittelt.

### 3.2 Erzeugen von CityGML-Daten und Import nach SketchUp®

Für die Verarbeitung müssen die Daten nach SketchUp® importiert und am Ende auch exportiert werden. Genau wie bei der manuellen Bearbeitung wird für diesen Schritt der CityGML-Importer der Westfälischen Hochschule verwendet. Der Importer bildet für jedes Building in einer CityGML-Datei eine Gruppe. In dieser Gruppe werden dann die Flächen abgelegt. Sind die Flächen in »Wall«, »Roof« oder »Ground« separiert, werden diese auf entsprechenden Layern abgelegt. Für die weitere Verarbeitung ist diese Zuordnung von großem Vorteil, da eindeutig ist, welche Flächen miteinander verschritten werden sollen.

Mit der FME werden so aus den Ausgangsdaten »3D-Dachflächen« und den »LoD1-Grundrissen« CityGML-Daten erzeugt, die aus Gebäuden mit »Roof-« und »Groundsurface« bestehen. Dabei wurde die GML:ID des LoD1-Building übernommen, um eine spätere Zuordnung in der Datenbank zu gewährleisten.

In einem ersten Durchgang wird das Stadtgebiet gekachelt verarbeitet. Da es bei SketchUp® bei der automatisierten Verarbeitung immer wieder zu »Abstürzen« der Software kommt, die auf die Datenkonstellation bei einzelnen Gebäuden zurückzuführen ist, wird in weiteren Durchgängen für jedes Gebäude eine separate Datei erzeugt.

Der CityGML-Importer der westfälischen Hochschule ist in der Lage, ganze Verzeichnisse im Batchbetrieb zu importieren. Von dieser Möglichkeit wird hier Gebrauch

gemacht. Nach diesem Schritt liegt nun eine SketchUp-Datei vor, die mehrere Gruppen enthält, die wiederum Roof- und Groundsurface beinhalten.

### 3.3 Verarbeitung in SketchUp®

Die Verarbeitung in SketchUp® besteht aus mehreren Schritten, die jeweils auf eine Gruppe angewendet werden.

#### Volumenkörper aus den Dachflächen

Als erstes werden aus den vorhandenen Dachflächen Volumenkörper erzeugt (Abb. 2). Die Methode »pushpull« der »Class-Face-« lässt sich hier nicht anwenden, da die Flächen bei dieser Funktion nur in Richtung der Flächennormalen extrudiert werden können. Zu diesem Zweck wurde eine neue Methode programmiert, die eine vorhandene Fläche vertikal extrudiert und einen horizontalen Boden erzeugt. Durch die Übergabe einer absoluten Höhe kann die Höhe des Bodens bestimmt werden.

#### Vereinigung der Volumenkörper

Die Volumenkörper, die aus den Dachflächen erzeugt wurden, werden nun mit der Funktion »Äußere Schale« zu einem Volumenkörper vereinigt (Dachvolumen, Abb. 3). Je nach Qualität der Grundlagendaten kommt es vor, dass das Ergebnis der Vereinigung kein Volumenkörper ist. Dies geschieht insbesondere dann, wenn gemeinsame Dachkanten nicht eindeutig erfasst werden konnten. Da

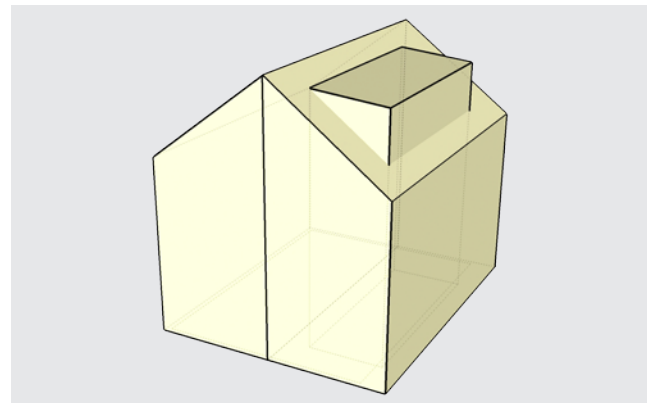


Abb. 2: Volumenkörper aus den Dachflächen

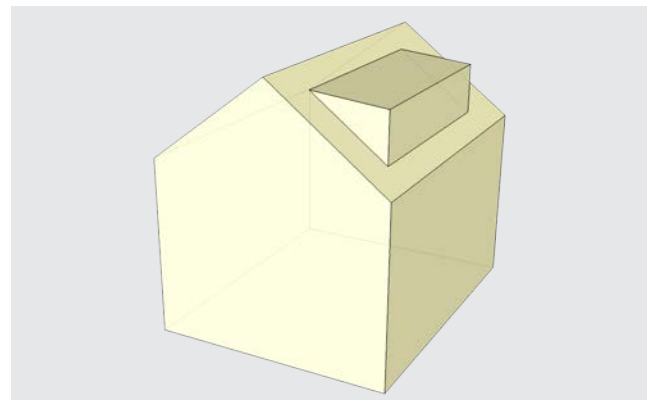


Abb. 3: Dachvolumen

diese Fälle nicht weiterverarbeitet werden und manuell nachbearbeitet werden müssen, werden diese Fälle protokolliert.

#### Volumenkörper aus der »Groundsurface«

Für die Verschneidung des Dachvolumens mit dem Grundriss wird aus der vorhandenen »Groundsurface« ein Volumenkörper erzeugt (Abb. 4). Hier wird die Methode

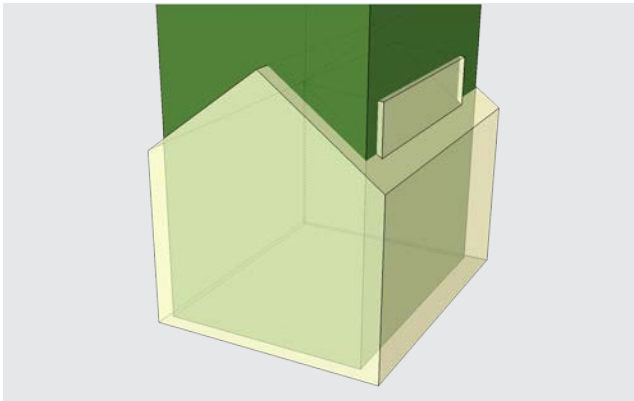


Abb. 4: Volumenkörper aus der Groundsurface

»pushpull« der »Class-Face« verwendet. Da sichergestellt sein muss, dass der Volumenkörper über die höchste Dachfläche hinausgeht, wird eine Standardhöhe von 200 m angenommen.

#### Auffüllen von Dachflächen

Im letzten Schritt des Prozesses wird der Dachvolumenkörper mit dem Volumenkörper aus dem Grundriss verschritten. Damit diese Verschneidung einen plausiblen Volumenkörper ausgibt, darf der Dachvolumenkörper nicht kleiner sein als der Grundriss. Bei den Volumenkörpern aus den Solardachpotenzialflächen ist dies nicht immer gewährleistet. Aufgrund von Erfassungsungenauigkeiten kommt es vor, dass der Grundriss nicht vollständig im Dachvolumenkörper liegt. In SketchUp® kann dies mit der Methode »point\_in\_polygon\_2d« der »Class-Geom« geprüft werden. Liegen nicht alle Punkte des Grundrisses im Grundriss des Dachvolumens, muss das Dachvolumen erweitert werden. Dies erfolgt durch die Erzeugung eines weiteren Volumenkörpers, der größer ist als die Groundsurface (s. Abb. 5) und die Höhe der niedrigsten Traufe bekommt. Anschließend wird der Körper mit dem Dachvolumen vereinigt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Verschneidung mit dem Grundriss ein plausibles Gebäudevolumen ausgibt (Abb. 6).

#### Zuschnitt auf den Grundriss

Im letzten Schritt wird der Dachvolumenkörper mit dem Grundrissvolumenkörper mit Hilfe der Volumenkörperfunktion verschritten (s. Abb. 7). Das Ergebnis ist ein Volumenkörper, der aus der Schnittmenge aller zuvor genannten Volumenkörper besteht. Am Ende dieses Prozesses wird geprüft, ob die Gruppe ein Volumenkörper ist. Das Ergebnis wird protokolliert. Zudem wird abschlie-

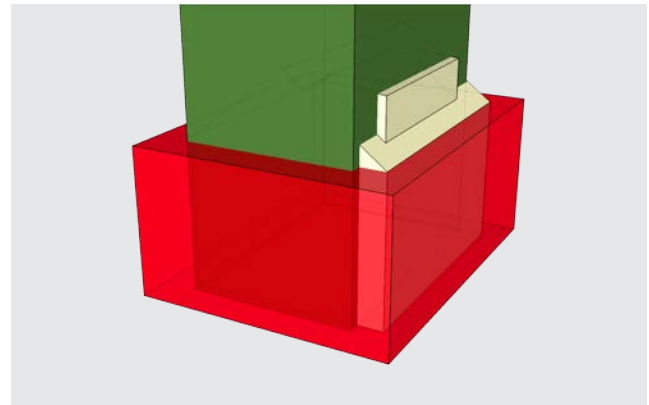


Abb. 5: Auffüllen des Grundrisses

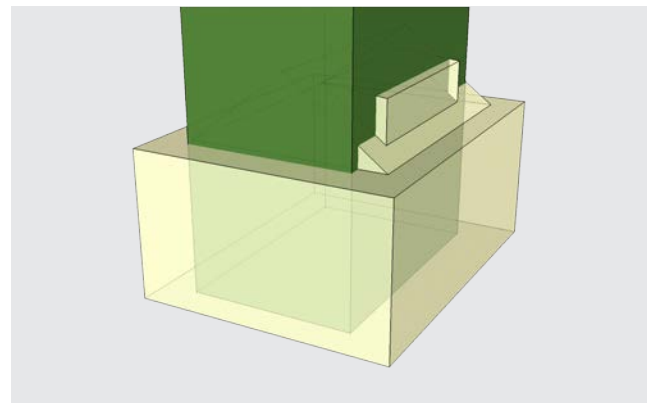


Abb. 6: Aufgefüllter Volumenkörper

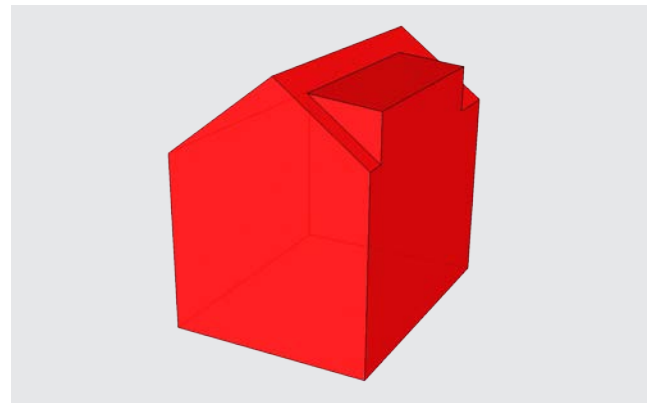


Abb. 7: Fertiges Gebäudemodell

ßend geprüft, ob die Flächennormalen, der Roof- und die Groundsurface richtig ausgerichtet sind. Ist dies nicht der Fall, erfolgt eine Korrektur.

#### Aufteilung Wall-, Roof-, Groundsurface

Im letzten Schritt »der Verarbeitung mittels SketchUp®« erfolgt die Aufteilung der Flächen in Wall, Roof- und Groundsurface. Dazu werden die Flächennormalen und die Lage der Flächen ausgewertet (Abb. 8).

### 3.4 Import in die 3D-Datenbank und Protokollierung

Über das CityGML-PlugIn der Westfälischen Hochschule werden die Daten nach CityGML exportiert. Auch hier

ist ein Batchbetrieb möglich, sodass mehrere SketchUp-Dateien verarbeitet werden können. Über eine WFS-T-Schnittstelle der Software SGJ3D® wird die LoD2-Geometrie des jeweiligen Gebäudes mit der Geometrie aus der CityGML-Datei in der Datenbank ersetzt. Die Zuordnung erfolgt dabei über die GML-ID des »Building«.

Die verschiedenen Schritte und deren Ergebnis oder deren Fehler werden während des Prozesses protokolliert. So ist es möglich festzustellen, an welcher Stelle die Gebäudeverschneidung auf einen Fehler gelaufen ist oder bei welchem Gebäude Flächen aufgefüllt wurden. Letzteres ermöglicht so auch eine Qualitätsangabe und einen ersten Hinweis für eventuelle Nachbearbeitungen.

#### 4 Ergebnisse der Verschneidung

In Abb. 8 ist zu sehen, dass der Verschneidungsprozess auch bei aufwendigen Dachformen ein zutreffendes Ergebnis liefert. Aufgrund der Datenqualität der Ausgangsdaten gibt es dennoch auch inhaltliche Fehler, die entweder auf eine falsche Zuordnung zurückzuführen sind oder darin liegen, dass das Dach den Grundriss nicht vollständig überlagert.

In Abb. 9 ist zu erkennen, dass dem Gebäude eine Dachfläche des Nachbargebäudes zugeordnet wurde. Bei der Verschneidung dominiert immer die oberste Fläche. Dadurch kommt es zu dieser falschen Darstellung des Gebäudes. Wird das Gebäude im Zusammenhang mit dem

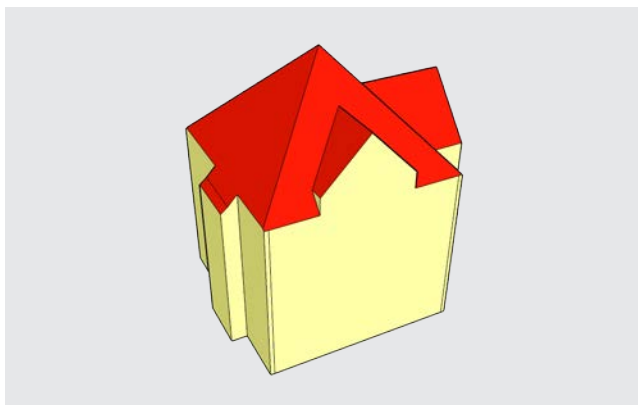


Abb. 8: Komplexe Dachform

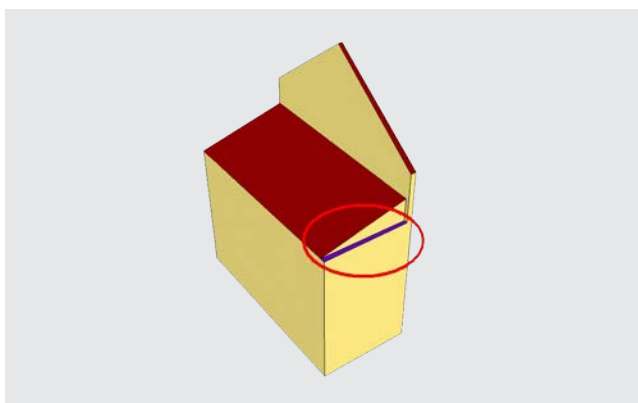


Abb. 9: Nicht vollständiger Grundriss im zugeordneten Dach

Nachbargebäuden betrachtet, fällt dieser Fehler optisch nicht auf. Dieser Fehler ist der automatischen Zuordnung der Dachflächen zu den Grundrissen geschuldet (vgl. Abschnitt 3.1). Daher muss zukünftig die Zuordnung der Dachflächen zu den Grundrissen schon bei der Erfassung erfolgen.

Liegt der Grundriss nicht vollständig im zugeordneten Dach, wird dieser mit einer Flachdachfläche aufgefüllt (s. Abschnitt 3.3). In Abb. 9 ist das die lila eingefärbte Dachfläche. Zukünftig muss bei der Erfassung von 3D-Dachflächen drauf geachtet werden, dass das Dach den Grundriss vollständig überlagert. Im Nachgang lässt sich dieser Fehler nur aufwendig manuell bereinigen.

In Bochum wurde der zuvor beschriebene Prozess im Stadtgebiet flächendeckend mit den vorhandenen Daten durchgeführt. Dabei wurden Flachdachgebäude (rd. 35 %) gesondert behandelt, da hier eine aufwendige Verschneidung nicht notwendig ist. In vier Durchgängen wurden ca. 60 % der Gebäude mit variierenden Dachformen erfolgreich abgeleitet. Somit wurde eine Flächendeckung von rd. 95 % erreicht. Dies ist eine äußerst zufriedenstellende Lösung, zumal die Gründe für die fehlerhaft durchlaufenden Prozesse und die Qualität der Ausgangsdaten zum einen gegeben und zum anderen bekannt sind.

#### 5 Fortführung

Auf Grundlage des in Bochum entwickelten Workflows (Bearbeitungsprozess) wird zukünftig das Gebäudemodell im LoD2 (und somit das Stadtmodell) des Bochumer Stadtgebietes halbautomatisiert fortgeführt. Dazu werden die Dachvolumen mit der ALKIS®-ID des Gebäudes zwischengespeichert. Mit der Software SGJ3D® wird der Gebäudebestand in der LoD1-Ausprägung mit den Veränderungsdaten aus dem Liegenschaftskataster fortgeführt. Gebäude, die sich im Grundriss verändert haben oder neu erfasst wurden, werden dabei protokolliert bzw. attributiv gekennzeichnet. Die Dachflächen der Neuerfassungen und die Dachflächen von Gebäuden, deren Grundriss sich aufgrund von Anbauten und Umbauten verändert haben, werden an den vorhandenen Stereoarbeitsplätzen überprüft und erfasst, anschließend durch den oben beschriebenen Prozess mit dem Grundriss verschnitten und abschließend in die Datenbank geschrieben. Die im Zwischenschritt entstandenen Dachvolumen werden mit der ALKIS®-ID des Gebäudes zwischengespeichert. Ein Problem und Gegenstand der aktuellen Diskussion sind minimale Veränderungen von Gebäudegrundrissen aufgrund von Homogenisierungen im Liegenschaftskataster. Um sicherzustellen, dass auch der Grundriss im LoD2 katastergetreu (d. h. grundrissgetreu) wiedergegeben wird, wird auf das vorhandene Dachvolumen zurückgegriffen und automatisch mit dem aktuellen Grundriss verschnitten.

Da die Geometrie des LoD2 dabei immer neu gebildet wird, ist zu beachten, dass Informationen oder Texturierungen, die an diesen Flächen hängen, verloren gehen.

## 6 Fazit

Es wurde ein PlugIn programmiert, mit dessen Hilfe computergestützt eine Fortführung des 3D-Stadtmodells realisiert und umgesetzt werden kann. Die hierbei verwendeten Softwarelösungen waren im Wesentlichen bei der Stadt Bochum bereits vorhanden. Gleichzeitig konnte bei der Umsetzung auf bereits bestehende Datenbestände zurückgegriffen werden und eine Anbindung an die Fortführung der Daten des Liegenschaftskatasters realisiert werden.

Die Qualität der Ergebnisse hängt in erster Linie von der Qualität der erfassten 3D-Dachflächen ab. Die Erfahrungen zeigen, dass die Erfassung der 3D-Dachflächen immer mit Bezug auf die Katastergrundrisse erfolgen sollte. Die Dachflächen können dem jeweiligen Gebäude eindeutig zugeordnet werden und es kann darauf geachtet werden, dass das Dach immer größer als der Grundriss erfasst wird, um das Auffüllen des Grundrisses mit Pseudodachflächen zu vermeiden. Da das Import- und Exportformat nach SketchUp® CityGML ist, ist dieser Teil der Verarbeitungskette universal einsetzbar und kann so auch von anderen Städten eingesetzt werden, die ähnliche Daten vorliegen haben. In Bochum wird derzeit daran gearbeitet, den Vorgang für den Fortführungsprozess weiter zu automatisieren und die einzelnen Schritte zusammenzufassen sowie zu vereinfachen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass sich der Ausdruck »Fortführung«

auf den LoD2-Gebäudebestand bezieht. Für jedes einzelne Gebäude wird die LoD2-Geometrie immer wieder neu erzeugt. Sollten zwischendurch manuelle Bearbeitungen vorgenommen worden sein, wie z. B. Texturierungen, gehen diese bei der Neuableitung verloren.

Unabhängig von dem beschriebenen Workflow ist festzustellen, dass die SketchUp®-Ruby-API viele Möglichkeiten bietet für SketchUp® Werkzeuge zu programmieren, die das Bearbeiten und Überprüfen von Gebäudemodellen mittels SketchUp® vereinfachen oder automatisieren.

### Literatur

Scarpino, M.: Automatic SketchUp – Creating 3-D Models in Ruby. Eclipse Engineering LCC, April 2010.

### Internet

[1] <http://wiki.quality.sig3d.org>, letzter Zugriff 7/2013.

[2] [www.sketchup.com/intl/en/developer/?hl=de-DE](http://www.sketchup.com/intl/en/developer/?hl=de-DE), letzter Zugriff 7/2013.

### Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Jung

Dipl.-Ing. Tim Mausbach-Judith

Stadt Bochum, Die Oberbürgermeisterin, Technisches Rathaus

Stadtamt 62 – Geoinformation, Liegenschaften und Kataster

Hans-Böckler-Straße 19, 44777 Bochum

tjung@bochum.de

tmausbach-judith@bochum.de