

Virtuelle 3D-Stadtmodelle in Bremen und Bremerhaven

Jörn Beulke und Marco Kewes

Zusammenfassung

Die Städte Bremen und Bremerhaven betreiben den Aufbau und die Bereitstellung von virtuellen 3D-Stadtmodellen. Es handelt sich dabei um einen Ansatz, bei dem auf Basis der Grundrisse aus der Liegenschaftskarte 3D-Stadtmodelle in Verbindung mit weiteren Geodaten datenbankbasiert geführt werden. Die Modelle sind anwendungsoffen konzipiert und berücksichtigen die nachhaltige Fortführung auf Grundlage der Liegenschaftskarte. Der aktuelle Stand der Modelle wird aufgezeigt und anhand von Anwendungsbeispielen veranschaulicht.

Summary

The cities of Bremen and Bremerhaven establish and provide virtual 3D city models. Their approach is to construct these models using ground plans which can be derived from realty maps together with additional survey data (all based on a database). The models are application independent and support effective updates based upon realty maps. The current state of the models is shown and explained with practical examples.

1 Ausgangssituation

3D-Stadtmodelle kommen in immer mehr Bereichen der öffentlichen Verwaltung zum Einsatz, ihre Pionierphase ist abgeschlossen. Nach ersten Einsätzen in Bereichen der Lärmkartierung werden dreidimensionale Daten heute nicht nur in der Architektur und in der Stadtplanung eingesetzt, sondern auch die Tourismusbranche und Institutionen der Wirtschaftsförderung greifen verstärkt auf sie zurück. Dabei treten zunehmend die Kommunen und vereinzelt im Rahmen von Geobasisprodukten auch die Landesbehörden (Heitmann 2007) als Datenerzeuger auf.

Das Land Bremen besteht aus den beiden Städten Bremen und Bremerhaven, die Landesfläche setzt sich dabei zum größten Teil aus urban stark verdichteten Gebieten zusammen. Neben einer hohen baulichen Ausnutzung stehen vielfach die verschiedenen städtischen Nutzungen in einer direkten Konkurrenz- oder sogar Konfliktsituation zueinander. Besonders bei städtebaulichen Entwicklungskonzepten, den Anforderungen des Stadtumbaus und der Umgebungslärmkartierung zeigte sich ein großer Bedarf an dreidimensionaler Visualisierung.

Nach dem Bremischen Gesetz über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster werden die Aufgaben des amtlichen Vermessungswesens im Lande Bremen vom Eigenbetrieb GeoInformation Bremen und dem Vermessungs- und Katasteramt Bremerhaven wahrgenommen.

Die Zuständigkeit erstreckt sich dabei für den Eigenbetrieb auf die Stadtgemeinde Bremen; die Aufgaben zur Durchführung der Landesvermessung und der Führung des Liegenschaftskatasters wurden für das Gebiet der Stadtgemeinde Bremerhaven und des stadtbremischen Überseehafengebietes auf das Vermessungsamt des Magistrats der Stadt Bremerhaven übertragen. Die Fachaufsicht übt der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa aus. Darüber hinaus werden sowohl bei GeoInformation Bremen als auch beim Vermessungs- und Katasteramt Bremerhaven die Aufgaben einer kommunalen Vermessungsdienststelle erbracht.

Die automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) in Bremen und Bremerhaven wird mit erweiterten Inhalten als Stadtgrundkarte geführt. Das Vermessungs- und Katasteramt Bremerhaven und GeoInformation Bremen stellen als kommunale Vermessungsämter anderen städtischen Einrichtungen, Planern, Investoren und Entscheidungsträgern eine Vielzahl von Geodaten zur Verfügung. Dies sind zum einen standardisierte Geobasisprodukte (ALK, Luftbilder, usw.), zum anderen zunehmend individuell angefertigte thematische Karten und aktuelle Planungen im Rahmen städtebaulicher Veränderungen. Dabei tritt immer deutlicher in den Vordergrund, dass vor allem von Entscheidungsträgern eine realistische Einschätzung der baulichen Dimensionen erwartet wird und auf Planungsänderungen schnell reagiert werden muss. Die Einführung und Verfügbarkeit eines dreidimensionalen Modells zur Veranschaulichung und Erweiterung des Geodatenbestandes ist ein Entwicklungsschritt, der diesen Anforderungen Rechnung trägt.

Durch das aufgezeigte Tätigkeitsspektrum kann das 3D-Stadtmodell hier sowohl unter den Aspekten einer kommunalen Anwendung als auch unter dem Blickwinkel einer allgemeinen Daseinsvorsorge als Geobasisprodukt betrachtet werden.

2 Realisierung und Sachstand

Die beiden Vermessungsstellen haben wegen ihrer unterschiedlichen Ausgangslagen zwei verschiedene Einstiege für das Erstellen ihrer 3D-Stadtmodelle gewählt. Grund dafür ist das Vorhandensein einer Geschossinformation in der Liegenschaftskarte von Bremerhaven, wohingegen in Bremen keine vergleichbare Höheninformation im digitalen Datenbestand vorliegt.

Bremen

Nach einem fachlichen Vorlauf, der mit einem Realisierungskonzept des Fraunhofer Instituts für graphische Datenverarbeitung (IGD) in Darmstadt für ein virtuelles 3D-Modell der Stadt Bremen abschloss, wurde Ende des Jahres 2004 ein Pilotprojekt für ein virtuelles 3D-Stadtmodell im Gebiet der Bremer Airport-Stadt gestartet.

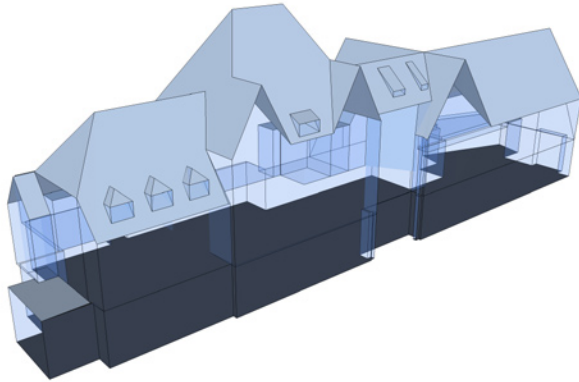


Abb. 1: Dachformen aus Luftbildauswertung, Grundriss und berechnete Seitenflächen am Beispiel der Alten Feuerwache Überseestadt Bremen

Getragen wurde das Projekt von einem Konsortium mit Mitgliedern aus den Behörden des Senators für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, des Senators für Wirtschaft und Häfen und der Gesellschaft für Projektmanagement im Verkehrswegebau mbH (GPV) als Auftraggeber und GeoInformation Bremen als Auftragnehmer mit der fachlichen Federführung. Das Pilotprojekt wurde begleitet von einer Arbeitsgruppe des Projektkonsortiums, in der Vorgehen und Entscheidungen in regelmäßigen Sitzungen diskutiert und abgestimmt wurden.

Ziel des Pilotprojektes war die Einrichtung einer Infrastruktur, die es ermöglichen sollte, zukünftig ein potentiell flächendeckendes 3D-Modell der Stadt Bremen aufzubauen und zu führen. Dabei sollte besonders berücksichtigt werden, dass auch eine effiziente Führung von nicht in der Fläche zusammenhängenden Modellgebieten möglich ist, um projektbezogene Erweiterungen des Modellgebiets vornehmen zu können. Die Führung des Modells sollte möglichst eng an die Fortführungsprozesse der amtlichen Liegenschaftskarte gekoppelt werden. Ein Verfahren für die Erfassung von Dachflächen und die Übernahme dieser in das zu schaffende System war zu finden und eine Methode zum Erzeugen von Gebäudeobjekten aus den Grundrissen und den erhobenen Dachflächen war zu entwickeln und im Pilotgebiet anzuwenden.

In der ALK der Stadt Bremen wird kein Attribut geführt, aus dem sich eine exakte oder technische Gebäudehöhe, z.B. aus einer Geschosszahl, ableiten lässt. Entsprechend dem Realisierungskonzept des Fraunhoferinstituts für graphische Datenverarbeitung wurden, nach Analyse der verfügbaren Datenquellen, aus vorhandenen Bildflugdaten durch digitale Auswertungen von einem

spezialisierten Dienstleistungsunternehmen die Dachgeometrien mit genauen absoluten Höhen erfasst.

Das LoD 2 (Level of Detail: Detaillierungsgrad) Gebäudemodell entsteht im Grundsatz dadurch, dass die Grundrisspolygone von der Geländehöhe bis zum Zusammentreffen mit den ermittelten Dachflächen extrudiert werden. Die so getroffenen bzw. umschlossenen Dachflächen werden dem Gebäude zugeschlagen (Abb. 1).



Abb. 2: Modellausschnitt Bremen LoD 2 Altstadt Rechts der Weser, Blick vom Altenwall nach Nordwesten

Zusätzlich zu diesem Gebäudebasismodell werden besondere Einzelgebäude mit zusätzlichen Details wie Fassadenstrukturen geführt.

Die im Pilotprojekt entwickelten Verfahren wurden in der Folgezeit auf große Gebiete in der Bremer Innenstadt und weitere Gebiete projektbezogen angewendet. Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Modell.

Bremerhaven

Bei dem im Jahr 2007 begonnenen Aufbau eines 3D-Stadtmodells Bremerhaven wurde wegen der Datenlage und vor dem Hintergrund der Bereitstellung eines Standardproduktes ein anderer Einstieg gewählt. Die Zielsetzung bestand darin, aus der vorhandenen Stadtgrundkarte ein flächendeckendes LoD 1 Klötzchenmodell automatisiert zu erstellen und dieses mit anderen Geodaten und Fremdobjektklassen zu präsentieren, zu kombinieren und zu verschneiden. Das Modell wird als eine Erweiterung der Geodaten des Vermessungs- und Katasteramtes gesehen, das insbesondere bei der Visualisierung projektbezogener städtischer Planungen in politischen Gremien zum Einsatz kommen soll. Voraussetzung für diesen Einstieg war das Vorhandensein entsprechender Ausgangsdaten und vor allem einer Höheninformation in den digitalen Daten. Neben den Gebäudegrundrissen und ausgewählten Objekten der Basis- und Ergänzungstopographie konnte aus der ALK die Höheninformation mittels der dort vollständig enthaltenen Stockwerksangabe (Annahme z.B. 3 m Geschosshöhe) abgeleitet werden. Aus der Geschosshöhe wird durch Multiplikation mit der angenommenen Geschosshöhe eine technische Gebäudehöhe ermittelt. Der Grundriss wird dann bis zu dieser Höhe extrudiert.

Das 3D-Stadtmodell stellt sich somit als ein für das Stadtgebiet Bremerhaven flächendeckendes LoD 1 dar (Abb. 3), das jederzeit mit der Genauigkeit und Qualität der ALK abgeleitet werden kann und mit weiteren Datenquellen kombinierbar ist (siehe Abb. 4). Eine weitergehende Verfeinerung des Detaillierungsgrades erfolgt zurzeit nur anlassbezogen und für konkrete Anwendungen. Spezielle Datenerhebungen zum Aufbau eines LoD 2 fin-

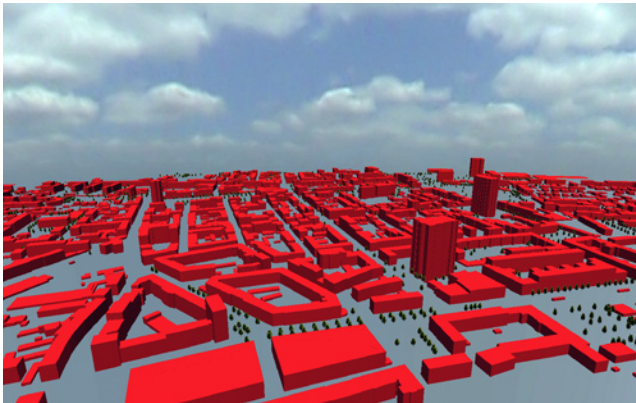


Abb. 3: Ausschnitt des flächendeckenden LoD 1 Bremerhaven

den teilweise und im Bereich eines Stadtumbau-West-Projektgebietes (siehe Kap. 5) statt.

Übersicht

Bei beiden Einstiegen stand im Vordergrund, ein universelles Modell zu erstellen, dessen Führung möglichst eng an die Fortführungsprozesse der amtlichen Liegenschaftskarte gekoppelt ist (Städtetag NRW, SIG 3D 2007). Veränderungen an Gebäudegrundrissen oder der Ergänzungstopographie werden nur in der ALK vorgenommen und erst dann aktualisiert in das Modell eingespielt. Der derzeitige Datenstand der Modelle für die beiden Stadtgebiete ist in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Übersicht des Datenbestandes

	Bremen	Bremerhaven
Fläche gesamt	318 km ²	87 km ²
3D-Stadtmodell	28 km ² (Zentrale Stadtteile)	87 km ² (Stadt gesamt)
Anzahl Gebäude	54.000	46.000
Level of Detail	LoD 2	LoD 1
Bodentexturen	Projektbezogen	Tatsächliche Nutzung
Weitere Daten	Objekte der Basis- und Ergänzungstopographie	Objekte der Basis- und Ergänzungstopographie, Tiefendaten

3 Stadtmodell und Datenhaltung

Stadtmodelle bestehen aus verschiedenen Komponenten. Das Gebäudemodell wird in unterschiedlichen Detailgraden je nach der beabsichtigten Anwendung ergänzt. Zum einen können dies Geländemodelle, Modelle von Ingenieurbauten oder Modelle von Stadtmöbeln und Bäumen sein, zum anderen Bodentexturen wie z. B. Ortho-



Abb. 4: LoD 1 Bremerhaven, verschnitten mit DGM, Bäumen aus der ALK und Orthophotos

photos, Darstellungen der tatsächlichen Nutzungen oder thematische Karten. Ein Beispiel einer Gestaltungsvariante zeigt Abb. 4.

Beispielsweise eignet sich ein Stadtmodell für die Anwendung bei der Berechnung von Immissionsausbreitungen als LoD 1 Gebäudemodell mitsamt DGM und Bruchkanten. Eine Anwendung im Standortmarketing kann dagegen in der norddeutschen Tiefebene auf Geländedetails verzichten und ausgewählte Gebäude mit geometrischen Fassadendetails oder Fototexturen präsentieren.

Texturen in Form von Rasterbildern und Zeichnungen lassen sich sowohl mit den Flächen der Gebäudemodelle verknüpfen als auch in Form von Orthophotos oder Themenkarten auf das jeweilige Geländemodell projizieren. Die erforderlichen Gestaltungsmöglichkeiten der Stadtmodelle schlagen sich in Anforderungen an die Datenhaltung nieder.

Anforderungen an die Datenhaltung

Das Datenmodell selbst sollte objektorientiert sein, d. h. ein Gebäude in der Modelldatenbank muss als Objekt angesprochen werden können (z. B. über die Gebäudenummer der Liegenschaftskarte) und aus semantisch sinnvollen Teilobjekten, wie Dachflächen und Seitenwänden, aufgebaut sein.

Es ist erforderlich, verschiedene Modelle eines Gebäudes parallel in der Datenbank führen zu können. Auch sollten nicht mehr im Bestand vorhandene Gebäude als historischer Bestand verwaltet werden können (von 3D zu 4D). Fremdobjekte wie Stadtmöbel, Laternen, Bäume sind mit demselben Datenmodell zu führen.

Neben diesen inhaltlichen Anforderungen sind unterstützte Formate zum Datenaustausch für die praktische Anwendung von besonderer Bedeutung.

Zum einen sollten GML-basierte (Geography Markup Language) Formate, besonders das sich rasch entwickelnde CityGML, unterstützt werden, gebräuchliche proprietäre 3D-Formate müssen abseits aller offenen Standards praktisch mit verlustarmen Konvertierungsverfahren zu erreichen sein. Zum anderen sind Formate des Liegenschaftskatasters wie EDBS (Einheitliche Datenbankschnittstelle) und zukünftig die NAS (Normbasierte Austausch-Schnittstelle) sowie landschaftsbeschreibende Daten eines DGM als Punktraster oder als vermaschtes Gitter zu unterstützen.

Systemauswahl

Eine Marktanalyse zu Beginn des Bremer Pilotprojektes ergab, dass kein Produkt verfügbar war, das sämtliche Anforderungen erfüllte. Es wurde daher abgewogen zwischen der Möglichkeit einer weitgehenden Neuentwicklung oder der Anpassung eines bestehenden Systems. Die Entscheidung fiel auf Anpassung des Standardprodukts SupportGIS der CPA-GeoInformation. Das 3D-Modul SupportGIS 3D erfüllte die Anforderungen aus Sicht der Datenhaltung und der unterstützten Formate für den Datenimport und -export. Die Werkzeuge zum Verschneiden von Dachmodellen und Grundrissen wurden an die Projektbedürfnisse in Bremen angepasst.

Wegen der positiven Ergebnisse sowie der erfolgreich umgesetzten Projektgebiete und unter Beachtung des Gesichtspunkts einer einheitlichen Landeslösung wurde in Bremerhaven, mit Beteiligung weiterer städtischer Ämter, die gleiche Systementscheidung getroffen.

4 Fortführung

Die Fortführung der virtuellen 3D-Stadtmodelle erfolgt in Bremen und Bremerhaven auf der Grundlage der ALK. Im Fall des Bremerhavener LoD 1 Modells soll das Gebäudemodell durch ein Bezieher-Sekundärnachweis-Verfahren (BZSN) aktualisiert werden. Hinzugekommene oder veränderte Grundrisse werden neu mit technischen Höhen abgeleitet. Gelöschte Grundrisse führen zum Entfernen eines Gebäudes aus dem Bestandsmodell. Diese Form der Fortführung ist weitgehend automatisch durchführbar und erfolgt regelmäßig.

Im Bremer LoD 2 Modell ergibt sich aus dem Veränderungsnachweis der Liegenschaftskarte erst der Auslöser für einen Fortführungsfall. Zusätzlich zu der Information über Veränderungen von Grundrissgeometrien werden Daten über die Dachhöhen und -geometrien benötigt. Diese Informationen erhält man z. B. aus Bauunterlagen. Zurzeit läuft zudem ein Test, in dem bei der Einmessung

von Gebäuden wesentliche Höhen wie First- und Traufhöhen im Vermessungsriss vermerkt werden. Zusammen mit der schon üblichen Skizze der Dachform ergibt sich ein effizienter Weg für die Informationssammlung zum Modellieren von Dachgeometrien. Erste Ergebnisse des Tests stellen sich positiv dar.

Die Fortführungsinformationen können zur kontinuierlichen Pflege des Modells eingesetzt werden. Viele Anwendungen erfordern die Darstellung eines Gebäudebestandes, der eine höchstmögliche Aktualität aufweist. In diesen Fällen ist vor Projektbeginn ein Feldvergleich notwendig und sinnvoll (Städtetag NRW, SIG 3D 2007). Aus praktischen Gründen werden die Fortführungen am LoD 2 in der Regel erst dann in das Modell eingepflegt, wenn eine Anwendung den entsprechenden Modellstand benötigt. Die für die Korrektur erforderlichen Bearbeitungsschritte können effizient mit den Fortführungsprozessen kombiniert werden, die durch das Liegenschaftskataster angestoßen werden.

Sollten zukünftig automatisch auswertbare Daten aus aktuellen flächendeckenden Laserscanbefliegungen oder digitalen Stereoaufnahmen zur Verfügung stehen, wird zudem über Möglichkeiten des automatischen Abgleichs mit dem Gebäudebestand der Modelle nachgedacht werden (siehe auch Städtetag NRW, SIG 3D 2007). Die Verknüpfung zur Liegenschaftskarte (und später ALKIS®) soll jedoch die Basis der nachhaltigen Fortführung bleiben.

5 Konkrete Anwendungen

Standortmarketing Überseestadt Bremen

Die Bremer Investitionsgesellschaft hat ein virtuelles 3D-Stadtmodell (Abb. 5) der Bremer Überseestadt für ihre Zwecke erworben. Ein Imagefilm, der unter Verwendung des Modells entstanden ist, kann auf der Homepage der Überseestadt betrachtet werden (Überseestadt Bremen).

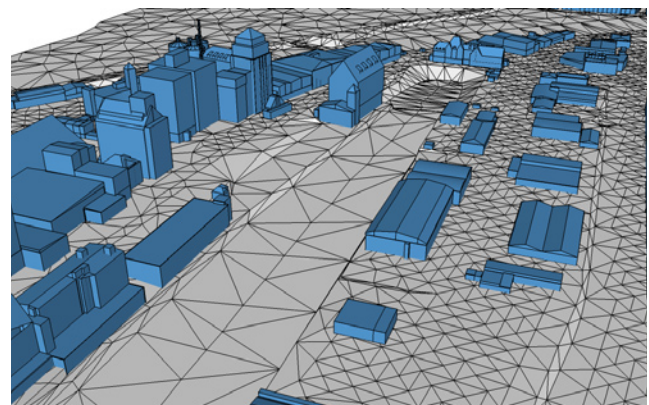


Abb. 5: Modellausschnitt Überseestadt Bremen, dargestellt mit Geländemodell und hervorgehobenen Dreiecksmaschen

Hotelneubau

Am Bremer Bredenplatz entsteht in zentraler Lage der Neubau eines Hotels. Die Diskussion von Entwürfen und besonders die Höhenkontrolle wurden durch das virtuelle 3D-Modell der Bremer Innenstadt unterstützt (Abb. 6). Vorteilhaft ist bei diesen Anwendungen die Möglichkeit der freien Positionswahl im Modell.

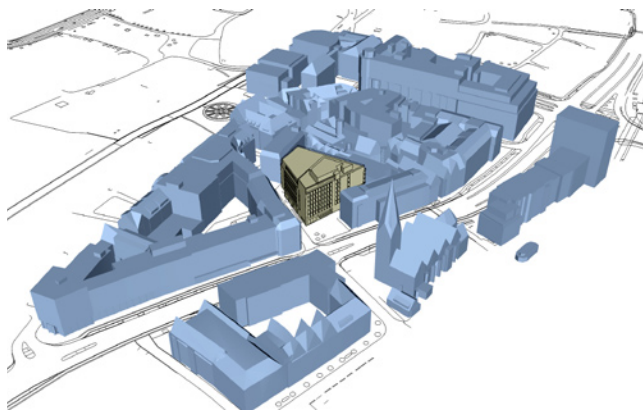


Abb. 6: Hotel Bredenplatz, 3D-Entwurfsskizze mit Stadtmodell (Darstellung eines Entwurfes mit freundlicher Genehmigung von Haslob Kruse + Partner, Architekten BDA)

Stadtumbau West

Im Jahr 2002 wurde das Forschungsfeld Stadtumbau West im Rahmen des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus (ExWoSt) gestartet. 16 westdeutsche Pilotstädte nahmen am Forschungsprojekt teil, unter ihnen Bremen und Bremerhaven (BBR 2008). Das hier vorgestellte 3D-Modell findet im Rahmen des Stadtumbau West in den beiden Wohnquartieren Bremen Osterholz-Tenever und Bremerhaven Grünhöfe Verwendung.

Die in den 1950er-Jahren entstandene Siedlung Bremerhaven Grünhöfe wird charakterisiert durch Mehrfamilienhäuser mit hohen Leerstandzahlen. In einer ersten Phase wurden auf den durch Gebäuderückbau entstandenen Freiflächen ein Spielplatz mit maritimem Charakter für Kinder sowie attraktive Aufenthaltsräume für Erwachsene geschaffen. Das Wohnumfeld konnte durch die Neuordnung von Kfz-Stellplätzen und die Anlage barrierefreier Hauseingangssituationen aufgewertet werden. Im Weiteren sollen sich die geplanten Maßnahmen neben kleineren Bereinigungen auf Bestandserhaltung und Neubau konzentrieren. Dabei wird das 3D-Stadtmodell diese Planungen veranschaulichen und in Zukunft begleiten.

Dem beschriebenen Konzept entsprechend ist das Gebiet Bremerhaven Grünhöfe (rd. 750 Gebäude), aufbauend auf dem bestehenden LoD 1, für diesen Zweck zu einem LoD 2 erweitert worden (Abb. 7). Die Dachformen und gemessenen Höhen wurden durch das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik der

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven erstellt.

Für das Stadtumbau-West-Projektgebiet Bremen Osterholz-Tenever hat GeoInformation Bremen im Auftrag der GEWOBA Aktiengesellschaft Wohnen und Bauen ein Standortmodell mit einer digitalisierten Bodenstruktur erstellt, in der Verkehrswege, Grünflächen, Wasserflächen und sonstige Flächen wiedergegeben werden (Abb. 8).

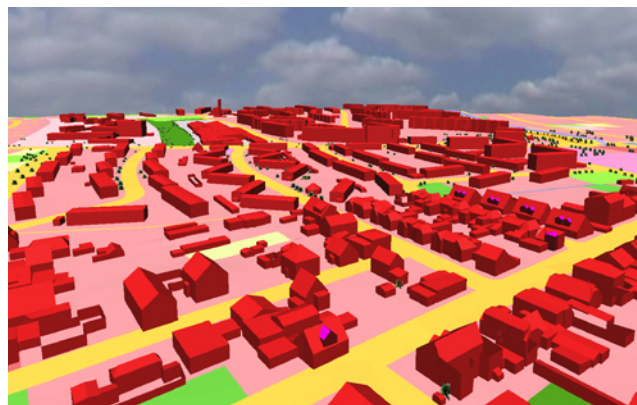


Abb. 7: Bremerhaven Grünhöfe, projektbezogene Erweiterung zum LoD 2, Bodentextur basierend auf tatsächlicher Nutzung



Abb. 8: Standortmodell Osterholz-Tenever

Das Modell wurde bisher im Rahmen einer Parallelbeauftragung für eine städtebauliche Untersuchung in Osterholz-Tenever im Jahr 2007 eingesetzt.

6 Ausblick

In den letzten Jahren sind in Bremen und in jüngerer Zeit in Bremerhaven virtuelle 3D-Stadtmodelle erfolgreich eingeführt worden. Neben der Ausdehnung des Modellgebiets in Bremen und der Aufnahme von detaillierten Gebäudedarstellungen in Bremerhaven besteht das wichtigste Arbeitsfeld in der Etablierung der virtuellen 3D-Stadtmodelle in den fachlichen Anwendungen, in Analyse-, Planungs- und Entscheidungsprozessen.

Derzeit wird für Bremerhaven in Zusammenarbeit mit dem Institut für Angewandte Photogrammetrie und

Geoinformatik der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven am Beispiel des beschriebenen Stadtumbaugebietes und eines weiteren Testgebietes die semi-automatische Belegung mit fotorealistischen Texturen untersucht. Ziel ist es, eine wirtschaftliche und auf die individuellen Gegebenheiten angepasste Modellerweiterung zu betreiben.

Die Frage nach der aktuellen und zuverlässigen Bereitstellung von Modellen für die breite Öffentlichkeit und auch von Fachmodellen z.B. für die Bürgerbeteiligung ist praktisch zu lösen. Eine Bereitstellung auf internationalen Werbepattformen ist wohl nur für Teilbereiche des Anwendungsspektrums von 3D-Stadtmodellen eine akzeptable Lösung.

Mittelfristig richtet sich der Blick bei virtuellen 3D-Modellen, die auf Grundlage der Liegenschaftskarte geführt werden, natürlich auf ALKIS® und die damit verbundenen Anwendungsschemata. Die Gestaltung der Fortführungsprozesse erfordert auch hier besonderes Augenmerk. Insgesamt erwarten die Autoren, dass virtuelle 3D-Stadtmodelle mittelfristig zum Standardrepertoire bei der Bearbeitung von raumbezogenen Fragestellungen in urbanen Bereichen gehören werden und somit als ein Geobasisprodukt anzusehen sind.

Literatur

- BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung): Stadtbau in 16 Pilotstädten – Bilanz im ExWoSt-Forschungsfeld Stadtbau West. Berlin, Oldenburg, März 2008.
- Gröger, G. et al.: Das interoperable 3D-Stadtmodell der SIG 3D. In: zfv 130, S. 343–353, 2005.
- Heitmann, S.: Digitales Geländemodell mit Gebäudestrukturen – Das 3D-Gebäudemodell des LVerMA NRW – In: NOV NRW S. 65–71, 1/2007.
- Städtetag NRW: 3D-Stadtmodelle – Eine Orientierungshilfe für die Städte in NRW, 2004.
- Städtetag NRW, SIG 3D: Fortführung von 3D-Stadtmodellen – Ein Zwischenbericht, 2007.
- Überseestadt Bremen: <http://www.ueberseestadt-bremen.de/> Imagefilm unter »Überseestadt« -> »Image Film«

Anschrift der Autoren

Dipl.-Math. Jörn Beulke
GeoInformation Bremen
Lloydstraße 4, 28217 Bremen
joern.beulke@geo.bremen.de

Vermessungsrat Dipl.-Ing. Marco Kewes
Vermessungs- und Katasteramt Bremerhaven
Fährstraße 20, 27568 Bremerhaven
marco.kewes@magistrat.bremerhaven.de