

Dirk Grapengießer, Carsten von Rymon-Lipinski

Pilotprojekt „3D-Stadtmodelle für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)“

Google, Microsoft und andere Firmen überbieten sich zurzeit bei dem Anspruch, die Welt mit immer detailreicheren Geodaten zu versorgen. Dabei werden neue Produkte kreiert und die Darstellung der dritten Dimension gewinnt an Bedeutung. Sind die vorhandenen Daten der Landesvermessung noch zeitgemäß oder durch Microsoft, Google und Nokia verstaubt und antiquiert? Werden 3D-Modelle überbewertet und sollten der Privatwirtschaft überlassen werden? Das Ministerium des Innern ist dieser Fragestellung gemeinsam mit der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB), der Firma imp GmbH und weiteren Behörden nachgegangen. Hierzu wurden in einem Pilotprojekt – am Beispiel der Stadt Cottbus – die differenzierten Methoden zur Erstellung eines 3D-Stadtmodells aus den Daten der Vermessungsverwaltung, der Stadtverwaltung Cottbus und den Fachdaten der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) sowie deren Nutzen erörtert.

Ausschlaggebend für das besondere Interesse der Brandenburger Landesvermessung an dem Thema 3D-Modelle ist die Bedeutung von 3D-Stadtmodellen im Zusammenhang mit geografischen Informationssystemen. Nachfolgend seien beispielhaft einige Anwendungsgebiete aufgezeigt:

Lärmschutz

Lärmschutzberechnungen gehören zur Hauptnutzung von einfachen 3D-Stadtmodellen, da für die großräumige Lärmausbreitungssimulation möglichst ein 3D-Modell des zu untersuchenden Gebiets benötigt wird. Für die Lärmberechnung benötigen Expertensysteme ein einfaches Stadtmodell in Form eines Level of Detail (LoD)-1 Modells.

Navigationssysteme

Die Navigation der Zukunft wird sich nicht auf Fahrzeuge beschränken, sondern durch mobile Endgeräte den Nutzer in jeder Situation begleiten. Virtuelle Stadtmodelle sind insbesondere für ein mobiles Fußgängernavigationssystem hilfreich, da eine realitätsnahe 3D-Darstellung der Umgebung die visuelle Orientierung des Nutzers unterstützt. Aber auch Fahrzeugnavigationssysteme profitieren von der Nutzung dreidimensionaler Stadtmodelle, bei denen Tunnel, Brücken und Unterführungen bekannt sind.

Bedingt durch den hohen Sättigungsgrad an mobilen Endgeräten suchen die großen Hersteller nach Möglichkeiten, ihre Geräte über zusätzliche Inhalte zu verkaufen. Nach

den Vorstellungen der Hersteller werden Mobiltelefone in Zukunft auch den Bereich der Fußgängernavigation erschließen. Neben dem Abspielen von mp3- und Videodateien sind hier Navigation unter Einsatz von 3D-Modellen künftige Verkaufsargumente. Navteq lässt hierfür derzeit die Gebäudeumringe aller Städte Europas mit mehr als 50 000 Einwohnern digitalisieren. Im Ergebnis entstehen Umringe mit einer mittleren Dachhöhe. Diese Vorgehensweise deckt sich mit den Ansprüchen von Vodafone zur Planung von Mobilfunknetzen. Schon heute können die Daten der LGB für diesen Zweck eingesetzt werden.

Stadt- und Landschaftsplanung

Für die Beurteilung seitens der Stadtplanung, inwiefern neue Hochbauvorhaben mit dem Stadtbild verträglich sind, spielen typische Perspektiven und Sichtachsen eine besondere Rolle. Größere Straßenvorhaben im besiedelten Gebiet lösen häufig Diskussionen mit den betroffenen Anrainern aus. Ziel des Projektmanagements ist es, im Zuge des gesetzlich vorgeschriebenen Bewilligungsverfahrens einen tragfähigen Konsens mit den betroffenen Bürgern zu finden. Als Basis dafür sind Visualisierungen, die auch für Nicht-Techniker nachvollziehbar sind, zunehmend unverzichtbar.

Realitätskonforme interaktive Visualisierungen vermitteln den betroffenen Anrainern eine besondere Glaubwürdigkeit, da flexibel auf individuelle Standpunkte und Blickrichtungen eingegangen werden kann. Das 3D-Stadtmodell ermöglicht die kostengünstigere und schnellere Umsetzung solcher Visualisierungen. Außerdem kann das Stadtmodell schon für die Simulation der zukünftigen Lärmbelastung verwendet werden.

Einsatz von 3D-Stadtmodellen bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

Im Pilotprojekt: „3D-Stadtmodell–Cottbus zum Einsatz bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) im Land Brandenburg“ sollte die Verwendung von Stadtmodellen für den Gebrauch bei den BOS analysiert werden. Hierzu wurden durch die Beteiligten der Polizei und der Feuerwehr näher zu betrachtende Einsatz-Szenarien bestimmt.

Dabei sollte insbesondere in einem Szenario „Fußball“ die Erstellung von Voraus- und Verlaufs-lagen zur Planung von Gefährdungslagen durch gewalttätige Gruppierungen im Zusammenhang mit Spielbegegnungen des bezahlten Fußballs untersucht werden. Der Aktionsbereich von gewaltbereiten Gruppierungen beschränkt sich nicht auf die unmittelbaren Austragungsorte der Sportveranstaltungen, sondern umfasst immer häufiger auch die An- bzw. Abreisewege oder sogenannte Dritort. Im Szenario „Fußball“ sollten die Möglichkeiten von 3D-Stadtmodellen zur Unterstützung der Polizei in der Einsatzplanung für derartige Großeinsätze untersucht werden.

Grundlagen

Da die Kosten für ein 3D-Stadtmodell im Wesentlichen vom Detaillierungsgrad abhängig sind, wird dieser nachfolgend kurz erläutert. Im Bereich der Stadtmodelle bezeichnet der Level of Detail (LoD) den Detaillierungsgrad in der Datenerfassung. Grobe Modelle enthalten einfache Blöcke von Gebäuden, detailreichere Modelle bestehen aus genauer modellierten Gebäuden mit korrekten Texturen sowie Vegetation und Straßenmöbeln.

In den letzten Jahren hat sich das vom Open Geospatial Consortium (OGC) beschriebene Modell der LoD durchgesetzt. Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) hat ebenfalls eine Definition der LoD vorgenommen und diese in der Expertise „Digitale Oberflächenmodelle und 3D-Stadtmodelle“ zusammengefasst.

Eingangs wurde unter dem Punkt Lärmschutz schon das sogenannte Blockmodell oder LoD 1 erwähnt. Bei diesem Detaillevel werden die Gebäude aus dem Grundriss und der Höhe konstruiert. Dachformen werden nicht berücksichtigt, d.h. die Gebäude erhalten einheitlich Flachdächer.

Der nächst höhere klassifizierte Detaillierungsgrad ist das Strukturmodell oder LoD 2. Beim Übergang zu diesem werden den Gebäuden zusätzlich Dachformen (Standarddächer) zugeordnet und entsprechend dem tatsächlichen Firstverlauf ausgerichtet. Die Gebäudefassaden können im LoD 2 zusätzlich bei Bedarf mit Standardtexturen

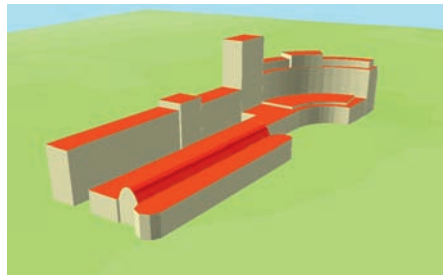
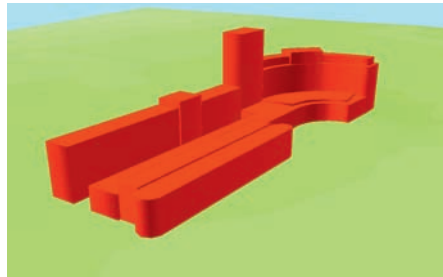


Abb. 1: Fürst-Pückler-Passage dargestellt im LoD 1 (oben) und LoD 2 (unten)

belegt werden, womit sich schon eine der Realität sehr nahekommende Darstellung erreichen lässt.

In der Detaillierungsstufe LoD 3 – dem Architekturmodell – werden die Gebäude

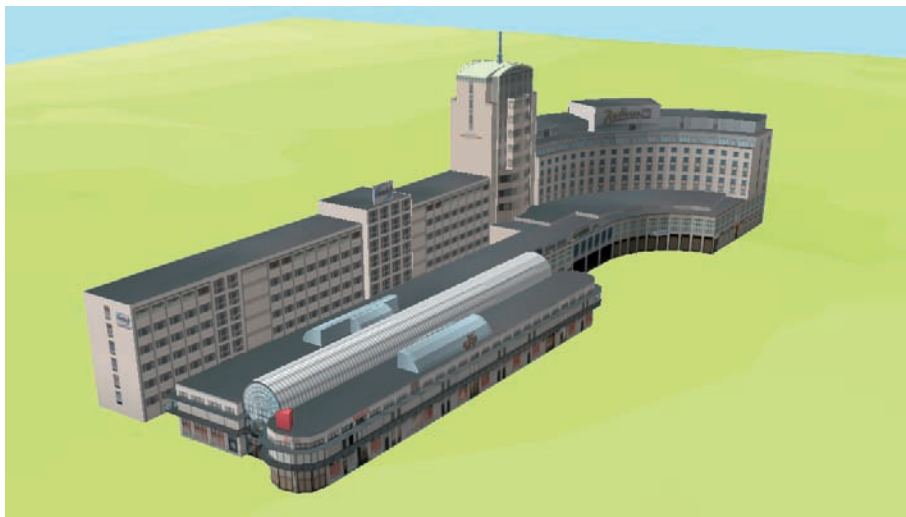


Abb. 2: Fürst-Pückler-Passage dargestellt im LoD 3

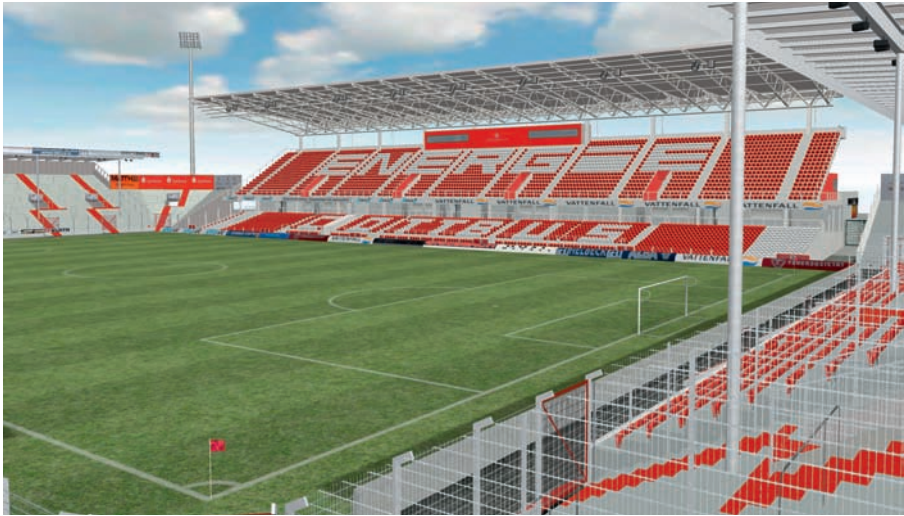


Abb. 3: Stadion der Freundschaft dargestellt im LoD 4

noch realitätsnäher dargestellt. Markante Gebäudeausbauten wie z. B. Erker und Kamine werden ergänzt und die Dachlandschaften werden detailgetreu erzeugt.

Im höchsten Detaillierungsgrad (Level of Detail 4), dem Innenraummodell/Projektmodell werden die Gebäude um Innenräume ergänzt und somit „begehrbar“ gestaltet.

Je nach Anwendung kommt das entsprechende Modell zum Einsatz.

Eingangsdaten der Vermessungsverwaltung

Im Projekt wurde die Eignung der Daten der LGB und der Katasterbehörden zur Erstellung von 3D-Stadtmodellen untersucht. Folgende Daten der Vermessungsverwaltung wurden dabei verwendet:

Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)

Die Grundrissdaten der ALK sind für die automatisierte Erstellung von 3D-Stadtmodellen unerlässlich, da hierdurch ein eindeutiger Raumbezug hergestellt werden kann.

Digitales Geländemodell (DGM)

Digitale Geländemodelle sind die Voraussetzung, um in 3D-Modellen das Gelände plastisch darstellen zu können. Damit werden Höheninformationen maßstabsunabhängig vorgehalten. Die LGB stellte vier digitale Geländemodelle mit unterschiedlicher Auflösung und Genauigkeit bereit.

ATKIS®-Basis-DLM

Aus dem ATKIS®-Basis-DLM können Bodentexturen für das 3D-Stadtmodell abgeleitet werden, insbesondere Informationen zu Flächeneigenschaften und -nutzungen. Im Vergleich zu Luftbilddaten bringt die Verwendung der ATKIS®-Daten einen messbaren Geschwindigkeitsvorteil in der Darstellung von 3D-Stadtmodellen.

ATKIS®-DOP

Zur Verwendung als Bodentextur sowie zur Kontrolle der Richtigkeit der Modellbildung eignen sich digitale Orthophotos (DOP). Besonders im ländlichen Bereich eignet sich das DOP hervorragend als Bodentextur.

ATKIS®-DTK

Alternativ zu Orthophotos und ATKIS®-Basis-DLM können die DTK10 und die DTK25 benutzt werden, um auf dem Boden eines 3D-Stadtmodells abgebildet zu werden. Dem Nutzer steht damit eine kartografisch bearbeitete Grundlage zur Verfügung, auf der sich viele Informationen leichter und schneller ablesen lassen, da die Interpretierbarkeit einfacher ist.

ATKIS®-Gebäudedaten

Die LGB hat seit 1997 ATKIS®-Gebäudedaten erfasst. Es handelte sich dabei grundsätzlich um eine 3D-Erfassung. Diese Daten stellen eine optimale Grundlage für die Erstellung von LoD 2-Modellen dar. Außer Gebäuden enthält der Datensatz auch Türme, Schloten, Kräne und Windräder.

Georeferenzierte Gebäudeadresse

Durch die Georeferenzierte Gebäudeadresse wird die Suche nach Straßen und Hausnummern im 3D-Modell möglich.

Ergebnisse

Grundsätzlich konnte das gesamte Stadtgebiet der Stadt Cottbus aus den vorhandenen Quelldaten als 3D-Modell erstellt werden. Damit zeigt das Verfahren seine Eignung im Umgang mit Massendaten.

Ausgehend vom vorhandenen Datenbestand konnten ca. 70 % der Gebäude automatisch als LoD 2 abgeleitet werden. Zu ungefähr 20 % sind die Eingangsdaten unvollständig bzw. nicht detailliert genug, um eine korrekte Umsetzung der Dachformen zu gewährleisten. Ca. 7 % der Dächer konnten nicht vollautomatisiert erzeugt werden. Diese Gebäude können durch semiautomatische Auswertung mittels gängiger Verfahren zur Luftbild- oder Laserscanningauswertung nacherfasst werden. Etwa 4 % der Gebäude waren anhand von Luftbilddaten nicht auswertbar, da sie beispielsweise durch Bewuchs nicht genügend einsehbar waren. Das LoD 2-Modell wurde durch stadtprägende LoD 3-Modelle wie die Lutherkirche ergänzt.



Abb. 4: Lutherkirche

Eine Herausforderung dieses Projektes war die möglichst realistische Darstellung des Stadions der Freundschaft. Zu diesem Zweck wurden die erstellten Modelle der Firma Maila-Push zur weiteren Veredelung übergeben (siehe Abb. 3).

Die Darstellung eines solch komplexen 3D-Modells in einem Viewer, welcher es gestattet, sich innerhalb des Modells frei, zügig und fließend zu bewegen, stellt höchste Anforderungen an das zugrunde liegende Modell (Vereinfachung der Modellierung), den Viewer sowie die genutzte Hardware. Hierzu wurde der von Maila-Push vertriebene Faciliator Player getestet. Das Ergebnis besticht durch höchste grafische Auflösung und eine extrem einfache Handhabung. Kameraschwenks lassen sich über die Pfeiltasten der Tastatur in einfacher Weise nachvollziehen.

In einem ersten Schritt wurde ausschließlich das Stadion visualisiert und seine Umgebung ausgespart. Die Gesamtgröße der entsprechenden Datei war mit 60 Megabyte überschaubar. In

dieser Realisierungsstufe zeichnete sich die Anwendung durch eine extrem hohe Geschwindigkeit aus.

In einem zweiten Schritt wurde die Leistungsfähigkeit dieser Lösung in einem größeren Umfeld untersucht. Hierzu wurde die Umgebung des Stadions mit den erzeugten LoD 2- und LoD 3-Modellen der Umgebung angereichert. In dieser Konstellation erreichte die entsprechend der Empfehlungen des Herstellers eingesetzte Hardware schnell ihr Limit. So brach die Performance bei einer Ausrichtung auf weitere hoch modellierte Gebäude auf unakzeptable Werte ein.

Damit ließen sich im Projekt die derzeitigen Grenzen von der die Realität abbildenden 3D-Modellen aufzeigen. Eine weitere Verbesserung der Performance wäre nur durch wirtschaftlich nicht mehr zu rechtfertigende Aufwendungen möglich gewesen.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass derartige 3D-Visualisierungen derzeit zur Darstellung von Objekten wie Stadien, Messegeländen usw. höchsten Ansprüchen

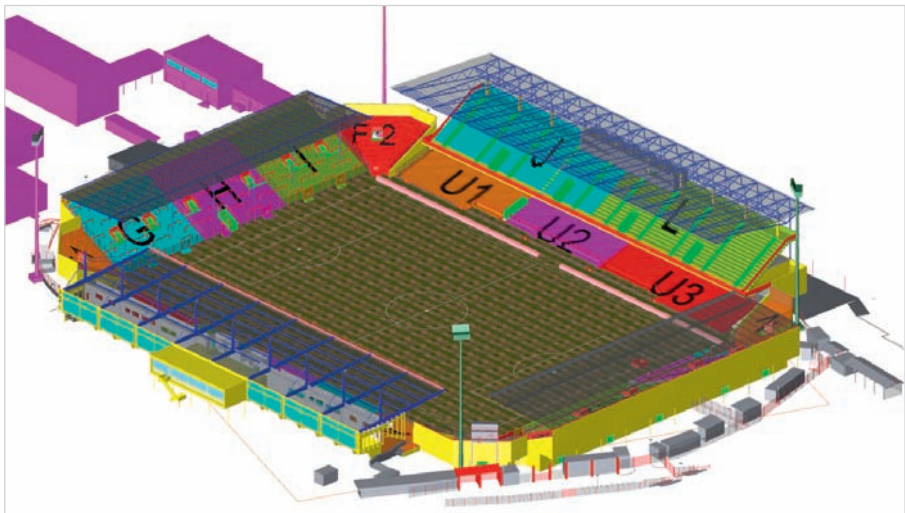


Abb. 5: Überlagertes Blockmodell im Stadion

genügen, aber bei der Darstellung von ganzen Stadtteilen Abstriche hingenommen oder erhebliche Mittel zur Datenoptimierung aufgewendet werden müssen.

Das Modell wurde außerdem zur Verwendung mit dem Adobe Reader umgesetzt. Adobe Reader ist der weltweite Standard für den Austausch elektronischer Dokumente. Das Analysewerkzeug des Adobe Readers stellt vielfältige Funktionen zum Messen von Strecken, Flächen und Volumen zur Verfügung. Als Messwerkzeuge stehen Funktionen wie Abstand, Radius, Durchmesser und andere zur Verfügung. Auch grafische Kennzeichnungen einzelner Blöcke ließen sich durch entsprechende Funktionen gut einrichten.

Bei Einsätzen kommuniziert die Polizei mithilfe taktischer Zeichen. Diese Zeichen lassen sich sehr einfach platzieren und so Sachverhalte darstellen. Videoaufzeichnungen, Bilder und Kommentare lassen sich ebenso einfach anbinden und verknüpfen. Die Kommentare lassen sich sperren oder auch mit Passwörtern sichern und sind so vor Zugriffen geschützt. Eine Datenreduktion auf die Kartendarstellung – also 2D – ist dabei jederzeit möglich und in bestimmten Fällen auch übersichtlicher.

Um dem Wunsch der Polizei nach einer zentralen Datenhaltung nachzukommen, wurde außerdem die Verwendung des 3D-Modells auf Basis der im GISPolBB verwendeten Viewer durchgeführt. GISPolBB ist eine Webanwendung zur Anzeige und Auswertung von Geodaten für PC-Arbeitsplätze im Intranet der Polizei. Die zur Darstellung verwendeten Geobasisdaten der Vermessungsverwaltung liegen in aktueller Version auf einem zentralen Server des Zentraldienstes der Polizei (ZDPol).

Zur Einbindung des 3D-Modells wurden der bei GISPolBB zum Einsatz kommende

ArcIMS als WMS- und KML-Server für den ArcGIS-Explorer konfiguriert. Durch die Möglichkeiten des ArcGIS-Explorers, KMZ-Dateien über eine Netzwerkverbindung zu laden, ist der ZDPol unter Nutzung seiner Infrastruktur in der Lage, 3D-Modelle zu visualisieren. Der ArcGIS-Explorer bietet zudem die Möglichkeit, zwischen 2D- und 3D-Ansichten zu wechseln.

Hürden und Fitness for use

Da der Großteil der im Projekt beteiligten Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben bisher weder über GIS- noch CAD-Software verfügt, ist die Nutzung von originären Raster- oder Vektordaten bisher nicht durchgreifend möglich. Werden die Daten bedarfsgerecht aufbereitet und über entsprechende Dienste bereitgestellt, so erweisen sie sich als wertvolle Ergänzung in der täglichen Arbeit.

Im Rahmen einer Befragung der potenziellen Nutzer seitens BOS wurde immer wieder auf die Notwendigkeit der Bereitstellung aktueller Daten hingewiesen. Diese Forderung nach größtmöglicher Aktualität konnte nicht immer gewährleistet werden.

Im Projekt konnte dies am Beispiel der Görliitzer Straße/Cottbus näher untersucht werden. Während der Projektphase ist das Gros des alten Gebäudebestandes abgerissen worden und durch verschiedene 7-geschossige Neubauten im Rohbauzustand ersetzt worden.

Die Befliegungsdaten der LGB gaben diesen Stand nicht wieder, da Befliegungen in mehrjährigen Zyklen erfolgen. Neben den Daten der Landesvermessung bieten auch verschiedene private Geodatenprovider wie Microsoft und Google Earth sowie deren Zulieferer wie z. B.

Geocontent und Blom derartige Daten an. Aufgrund des Mangels an Aktualität der Daten der Landesvermessung wurden auch diese analysiert. Ein Vergleich all dieser Datenquellen ergab aber, dass keiner der Geodatenprovider in der Lage war, aktuellere Daten vorzuhalten. Außerdem wiesen ausschließlich die Daten der Landesvermessung ein korrektes Datum der Befliegung aus. Will man höchste Aktualität auch im Bereich der 3D-Modelle garantieren, müssen Fortführungen daher anlassbezogen vorgenommen werden, wie es im Liegenschaftskataster der Fall ist.

Beim Einsatz von 3D-Modellen sind die gesteigerten Anforderungen an die Hardware zu berücksichtigen. Im Projekt sind mehrere Lösungen präsentiert worden. Die Darstellung auf den vorhandenen Bürorechnern der BOS erfolgte in unzureichender Geschwindigkeit. Dies konnte auf das Fehlen entsprechender Grafikkarten zurückgeführt werden. Wünschenswert ist die technische Ausrüstung des vom ZDPol und der von der LGB betreuten Geodatenserver, damit im Katastrophenfall die benötigten Geodaten online angeboten werden können. Dies ist hard- und softwareseitig bereits realisiert, die Kapazität der Datenübertragung wird einer solch erhöhten Anforderung jedoch noch nicht gerecht.

Fazit

Der Einsatz von LoD 2-Modellen in Kombination mit Laserscanning oder Panoramafotografie bietet ein hohes Potenzial, Einsatzorte vorab „begehrbar“ zu gestalten und taktische Ergebnisse geografisch übersichtlich zu verorten.

Die Art, wie wir zukünftig Karten lesen, wird sich mittelfristig ändern. Eine Karte ist ein digitales oder analoges In-

formationsmittel, in dem raumbezogene Gegenstände, Sachverhalte oder Prozesse generalisiert und mithilfe eines Zeichensystems grafisch in ihren Raumbeziehungen veranschaulicht werden. Wie das Luftbild seinen berechtigten Platz neben den generalisierten Kartendarstellungen erobert hat, so werden in naher Zukunft Blockmodelle unsere Art Karten zu lesen entscheidend beeinflussen.

Im Laufe des Projektes ist vielfach der Wunsch nach der Reduzierung auf das Wesentliche geäußert worden. Die klare und eindeutige Fokussierung auf den Kern einer Sache führte bei den Projektbeteiligten oft zu einem besseren Ergebnis als eine Überfrachtung mit einer Vielzahl von Informationen. Besonders der Einsatz der thematischen Karten oder Luftbilder als Kartenhintergrund wirkt sich häufig eher störend aus. Das Anliegen vom ZDPol ist daher eine Beschränkung auf das Wesentliche, um einen schnellen Eindruck der Situation zu ermöglichen. Dem könnte künftig durch Verwendung eines reduzierten ATKIS®-Hintergrundes als Kartenhintergrund Rechnung getragen werden.

Nebeneinfachen Blockmodellen zur Einsatzplanung wird die Verfügbarkeit von hochwertigen, innenraummodellierten 3D-Modellen bei öffentlichen, stark frequentierten Gebäuden mit überregionaler Funktion als sehr hilfreich angesehen. Neben Anwendungen beim Personenschutz sind diese Modelle auch bei größeren Objekten (z. B. am neuen Flughafen BBI) im Brandfall mit starker Rauchentwicklung sehr sinnvoll. Der Einsatzleiter kann sich so ein Bild der Gefahrenstelle verschaffen, obwohl er durch die Rauchentwicklung tatsächlich nichts mehr sehen kann.

Der ZDPol steht daher auch dem Einsatz von im Innenraum begehbaren Modellen optimistisch gegenüber. Durch das hohe öffentliche Interesse und die überschaubare Anzahl von Umbauten werden keine sonderlich hohen Anforderungen an eine Aktualisierung gestellt. Taktische Einsatzbesprechungen am neuen Flughafen BBI wären dann kostengünstig und unauffällig vorab möglich. Die kostenintensive Erstellung dieser Modelle kann vermieden werden, wenn bereits im Vorfeld auf eine Übergabe der Pläne in 3D seitens der Architekten gedrungen wird.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die technischen Möglichkeiten zur Erfassung, Fortführung und Nutzung von 3D-Stadtmodellen vorhanden sind. Mittelfristig werden die technischen Voraussetzungen zur Nutzung sowohl bei der Mehrzahl der Privatpersonen als auch in der Verwaltung nahezu flächendeckend vorliegen.

Momentan fehlen jedoch Konzepte, wie ein 3D-Datenbestand anlassbezogen fortgeführt werden kann. Will die Vermessungsverwaltung künftig weiterhin eine Rolle als Lieferant von Geobasisdaten spielen, sollte sie sich dieser Herausforderung stellen.

Dirk Grapengießer
Landesvermessung und
Geobasisinformation Brandenburg
dirk.grapengiesser@geobasis-bb.de

Carsten von Rymon-Lipinski
imp GmbH
carsten.lipinski@imp-gmbh.de

