

Hamburg in der dritten Dimension

Bernhard Cieslik

Zusammenfassung

Die Entwicklung von digitalen Geländemodellen aus Laserscannerdaten und 3D-Stadtmodellen wird z.Zt. von vielen Städten und Institutionen erwogen und teilweise schon in die Praxis umgesetzt. Die Konzeption von Hamburg und erste Erfahrung in der Vermarktung werden anhand einiger Beispiele aufgezeigt.

Summary

The generation of Digital Terrain Models based on laser scanner data and 3D-City-Models is being considered and partly put into action by many communities and institutions. The conception of Hamburg and the first experience are demonstrated by some examples.

1 Einleitung

Mit der Entwicklung und Einführung neuer Techniken in der Datenerfassung und Datenverwaltung haben sich auch die Aufgabenfelder der Vermessungsverwaltungen in Ländern und Kommunen verändert und/oder weiterentwickelt. Seit einigen Jahren können Höheninformationen direkt über flugzeuggestützte Laserscanning-Verfahren gewonnen werden. Virtuelle Stadtmodelle werden bundes- und europaweit in verschiedenen Ausprägungen und Ansätzen aufgebaut (Ulm 2003).

Der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV) der Freien und Hansestadt Hamburg, ehemals Amt für Geoinformation und Vermessung, hat sich seit 1999 intensiv mit der dritten Dimension beschäftigt, hat eigene Entwicklungen vorangetrieben bzw. sich den Möglichkeiten neuer Messverfahren aufgeschlossen gezeigt und diese eingesetzt.

Die Entwicklung neuer 3D-Produkte ist gleichermaßen technische wie wirtschaftliche Herausforderung. Der Markt insbesondere für virtuelle Stadtmodelle existiert als solcher noch nicht. Es gibt zahlreiche Überlegungen über den Kreis der Anwender und eine Vielzahl von technischen Anwendungsmöglichkeiten, doch ähnlich wie im Bereich von digitalen 2D-Daten Anfang der neunziger Jahre stellt sich der Erfolg nicht zwingend sofort ein.

Im Bereich der digitalen Geländemodelle sind Anwendungen seit vielen Jahren gegeben. Das Laserscannerverfahren, welches sich insbesondere in der deutschen Landesvermessung zur Erzeugung großflächiger DGM als Standardverfahren durchgesetzt hat, hat aufgrund der enorm hohen Punktdichte neue Möglichkeiten in der Weiterverarbeitung geschaffen.

Im Folgenden wird beschrieben, wie der LGV das Digitale Geländemodell (DGM) und die Digitale Stadtgrund-

karte 3D (DSGK-3D) aufgebaut und eingeführt hat. Dabei werden Vorgaben und Ziele erläutert. Anhand einiger Beispiele wird gezeigt, welche Projekte bereits mit den Produkten bearbeitet wurden.

2 Die Digitale Stadtgrundkarte 3D (DSGK-3D)

Die DSGK-3D wird seit dem Jahr 2000 in Hamburg aufgebaut. Erste Überlegungen und Ansätze wurden in Form einer Machbarkeitsstudie zusammen mit der Fraunhofergesellschaft – Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) – erarbeitet, behördintern vorgestellt und abgestimmt (IDG 2000).

Entsprechend der Aufgabe des LGV, Geobasisdaten im Sinne der Daseinsvorsorge für die Stadt Hamburg vorzuhalten, wurde auch die DSGK-3D als Geobasisdatenbestand definiert. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an 3D-Stadtmodelle hinsichtlich Flächendeckung, Detaillierung und Genauigkeit werden zwei Stufen im Sinne von Level of Details aufgebaut (Cieslik 2002).

2.1 DSGK-3D Stufe 1

Der flächendeckende Aufbau (750 km²) erfolgt durch eine direkte Ableitung aus den Informationen der Digitalen Stadtgrundkarte (DSGK; m = 1 : 1.000), indem für jedes der ca. 320.000 Gebäude die Grundrissgeometrie und die Angaben über Anzahl der Vollgeschosse und Art der Nutzung in einen sog. »Gebäudeblock« umgesetzt werden. Die Umsetzung erfolgt im System *ArchiCad* der Fa. *Graphisoft*.

Jedes Gebäude der Stufe 1 ist über die kommunale Adresse (Straße, Hausnummer, Gebäudenummer) eindeutig als Objekt ansprechbar. Weitere Informationen zum Gebäude können dem Sachsatz beigefügt werden.

Zur Vollständigkeit und besseren Übersicht wurden neben den Gebäudeblöcken Texturen für Straßen-, Gewässer- und Grünflächen aus der Flurstücksnutzung des Hamburger Automatisierten Liegenschaftsbuches (HALB) abgeleitet und markante und bekannte Gebäude aus der DSGK-3D Stufe 2 in das Modell der Stufe 1 aufgenommen.

2.2 DSGK-3D Stufe 2

Um ein möglichst realistisches Gebäudemodell zu erstellen, werden über Luftbildvermessung die Dachland-

schaften inkl. Dachaufbauten erfasst. Die Außenwände der Gebäude werden durch Projektion der Traufen auf ein Digitales Geländemodell gebildet. Weitere Gebäudeobjekte, wie Fassadenausgestaltung, Fenster und Türen sind nicht Bestandteil der Stufe 2. Gleichwohl ist es technisch einfach zu realisieren, das Modell um diese Inhalte zu erweitern bzw. zu modifizieren.

Der Bezug zum DGM ermöglicht es, die Höhenverhältnisse einzelner Gebäude untereinander in ihrer Nachbarschaft herzustellen. Somit ist die Voraussetzung für Anwendungen z. B. aus den Bereichen Stadtplanung und Erstellung von lärmtechnischen Untersuchungen gegeben.

Der Aufbau der Stufe 2 erfolgte für große Bereiche der Innenstadt. Insgesamt 120.000 Gebäude auf einer Fläche von 200 km² liegen als Wandmodell der Stufe 2 vor. Abb. 1 zeigt die Stufe 2, welche im Hintergrund um Gebäude der Stufe 1 ergänzt wurde.



Abb. 1: DSGK-3D Stufe 2, Hamburg Rathaus und Binnenalster

2.3 Fortführung

Eine Auswertung aus der DSGK hat ergeben, dass im Laufe eines Jahres ca. 12.000 Fortführungsfälle an Gebäuden stattfanden, bei denen sich die Grundfläche verändert hat. Dabei handelt es sich bei ca. 3.000 Fällen um Gebäudeabrisse.

Die Stufe 1 wird fortgeführt, indem der Gebäudebestand der DSGK komplett ausgeleitet und mit *ArchiCad* neu erstellt wird. In der Stufe 1 enthaltene Sondergebäude bleiben als solche erhalten und müssen nicht nochmals bearbeitet werden. Das Fortführungsverfahren ist so konzipiert, dass dies eines sehr geringen zeitlichen Aufwandes bedarf.

Das wesentliche Element der Stufe 2 ist die Geometrie der Dachlandschaften. Diese Fortführung kann z. Zt. nur über eine Luftbildauswertung erfolgen. Die hohe Zahl an Fortführungsfällen – immerhin sind dies für das Gebiet der Stufe 2 noch ca. 6.000 – macht ein gezieltes und von der Gebäudeart und -bedeutung abhängiges Verfahren

notwendig. Über das im LGV neu eingerichtete Topographische Informationsmanagement (TIM) werden die Gebäude- und Gebäudekomplexe ermittelt, die entweder durch ihre Gestalt und Markanz oder ihre Bedeutung für die Stadt, aktuell in das Modell der Stufe 2 aufgenommen werden müssen (LGV 2003).

Nur für bestimmte räumlich begrenzte Projekte ist eine vollständige Fortführung der Stufe 2 möglich und sinnvoll.

3 Das Digitale Geländemodell (DGM)

Die Konzeption und der Aufbau des Digitalen Gelände-modells erfolgten parallel zu den Entwicklungen des 3D-Stadtmodells. Es sollte für die Stadt Hamburg ein flächendeckender und homogener Höhendatenbestand aufgebaut werden.

Seit Mitte des Jahres 2001 liegen Höhendaten aus Laserscannervermessungen vor. Zwei Firmen wurden beauftragt, die Daten zu erfassen und anschließend zu klassifizieren, um die Boden- und Hochpunkten (Gebäude, Vegetation, ...) voneinander zu trennen.

Für den nördlichen Teil mit einer Fläche von ca. 350 km² wurden die originären Messungspunkte als unregelmäßig verteilter Punkttaufen (Punktabstand ca. 1–1½ m) geliefert. Für den südlichen Teil mit einer Fläche von ca. 400 km² wurde ein bereits gerechnetes Modell mit 1-m-Rasterweite erstellt. In der Regel liegen pro km² ca. 1.000.000 Punkte vor.

Der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung hat es sich zum Ziel gemacht, sich nicht nur auf die reine Abgabe von Höhendaten zu beschränken. Unter Integration weitere Geobasis- und Fachdaten (Vektor- und Rasterdaten) sollen Dienstleistungen für groß- und kleinräumige Anwendungen aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Tiefbau, Umwelt und Stadtplanung sowie Energieversorgung angeboten werden. Auf diese Weise kann das Potenzial der hochauflösenden Laserscannerdaten besser genutzt werden.

Vor diesem Hintergrund wurde bei der Auswahl der DGM-Software großer Wert auf die Verarbeitungsmöglichkeit großer Punktmengen in Form eines TIN (Triangulated Irregular Network; Dreiecksmasche) gelegt. Ein TIN stellt in dieser hohen Punktdichte die bestmögliche Repräsentation einer städtischen Geländeoberfläche dar. Der originäre Messpunkt bleibt in Lage und Höhe erhalten und wird nicht auf eine durch die Rasterweite vorgegebene Lagekoordinate verschoben.

Ein TIN bietet die Möglichkeit, mit geeigneten Algorithmen große Datenmengen in Abhängigkeit der Geländerauhigkeit auszudünnen bzw. zu reduzieren und der Aufgabenstellung entsprechend bereitzustellen. Es können 2D-Vektordaten (Bestand oder Planung) als Punkt, Linie oder Fläche in die Dreiecksvermaschung eingerechnet und so um die dritte Dimension erweitert werden.

3.1 Systemlösungen DGM des Landesbetriebes Geoinformation und Vermessung

Kernstück der DGM-Software bilden die speziell für die Kontrolle, Klassifizierung und Weiterverarbeitung von Laserscannerdaten entwickelten Softwaremodule *Terrascanner*, *Terramodeller* und *Terraphoto* der finnischen Fa. *Terrasolid*. Als Aufsatzprodukt auf das CAD-System *MicroStation* der Fa. *Bentley* sind dessen CAD-Funktionalitäten und insbesondere der Datenaustausch in 2D und 3D zu anderen Systemen gegeben. Das Programm ist in der Lage, mehrere Millionen Punkte zu verarbeiten, so dass es so gut wie keine Beschränkungen hinsichtlich der Datenmenge gibt.

Durch die Anbindung an die digitalen photogrammetrischen Auswertestationen der Fa. LH-Systems können die Höhendaten direkt gelesen und im Stereomodell betrachtet, korrigiert und auch erweitert werden. Diese Kombination ermöglicht die gezielte Fortführung und Erweiterung des bestehenden Modells.

3.1.1 Überprüfung der Klassifizierung und Anlegen der Datenbasis

Obwohl die Trennung von Boden- und Hochpunkten bereits von den Firmen vorgenommen wurde, gilt es, diese zu überprüfen und ggf. zu korrigieren. Die Aufbereitung von Höhen in Form von (perspektivischen) farbigen Reliefbildern gibt einen wichtigen Eindruck der Höhenverhältnisse und lässt Fehler und Unstimmigkeiten sofort

erkennen. Werden Höhendarstellungen mit digitalen Orthophotos oder Vektordaten kombiniert, lassen sich viele Auffälligkeiten nachvollziehen. Gerade die Besonderheiten des Hamburger Hafens, wie die langen Kaimauern und große Hafenschuppen, sind schwer automatisch richtig in Boden- und Hochpunkte zu trennen. Insbesondere hier gilt es, eine durchgreifende Kontrolle mit weiteren Daten durchzuführen.

Unmittelbar nach der Kontrolle erfolgt eine rechnerische Ausdünnung der Höhenpunkte. Die enorm hohe Punktdichte von durchschnittlich 1.000.000 Punkte pro km² ist rechentechnisch sehr schwer zu bearbeiten und wird in dieser Dichte auch nicht benötigt. Ebene Flächen können durch wenige Punkte ausreichend und ohne Verlust der Genauigkeit beschrieben werden.

Mit diesem Verfahren wird die Anzahl der Bodenpunkte von 900 Mio. auf ca. 180 Mio. Punkte (Model Key Points, MKP) reduziert. Diese MKP bilden die Datenbasis für sämtliche groß- und kleinräumige Anwendungen.

Die stichprobenartige Überprüfung hinsichtlich der Genauigkeit in Lage und Höhe bestätigte für eindeutige Punkte, z.B. auf Straßenflächen, die allgemeine Angabe von ± 15 cm Höhengenauigkeit. In Bereichen von Böschungen, wo insbesondere der Stand der Vegetation zum Zeitpunkt der Befliegung das Ergebnis der Klassifizierung und somit indirekt auch die Genauigkeit der Höhenpunkte beeinflusst, sind diese Genauigkeitsbereiche nicht zu halten.

Abb. 2 zeigt deutlich, wie hochauflösend ca. 3 Mio. Höhenpunkte das gesamte Gebiet der Stadt Hamburg geomorphologisch repräsentieren können. Gut zu erken-

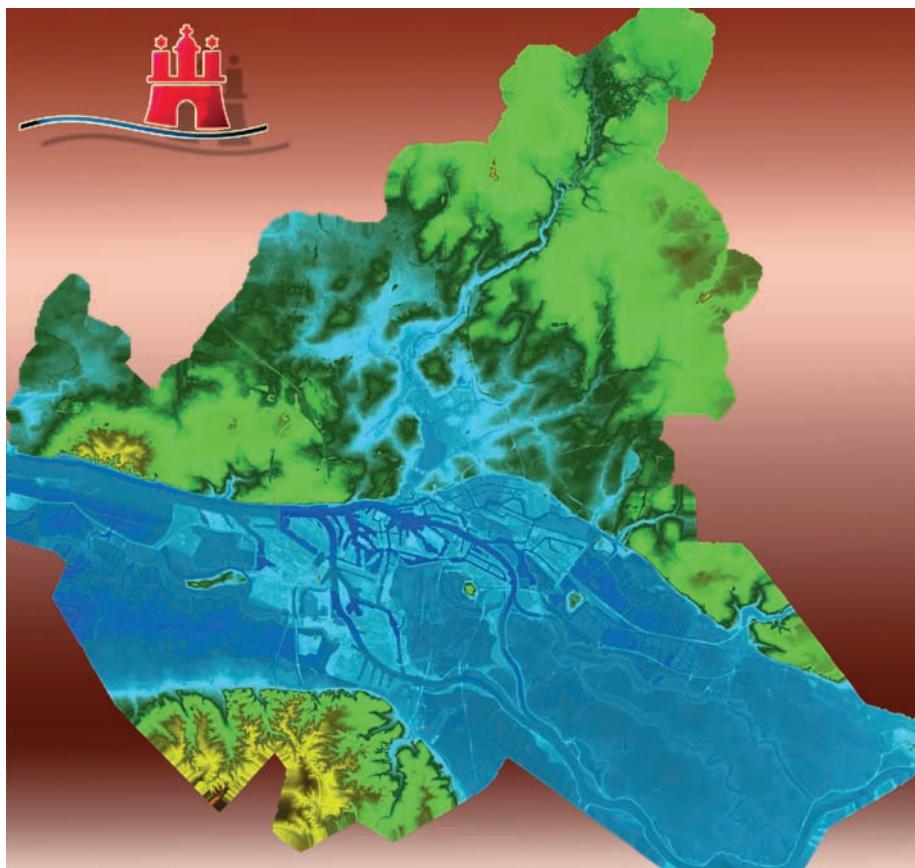


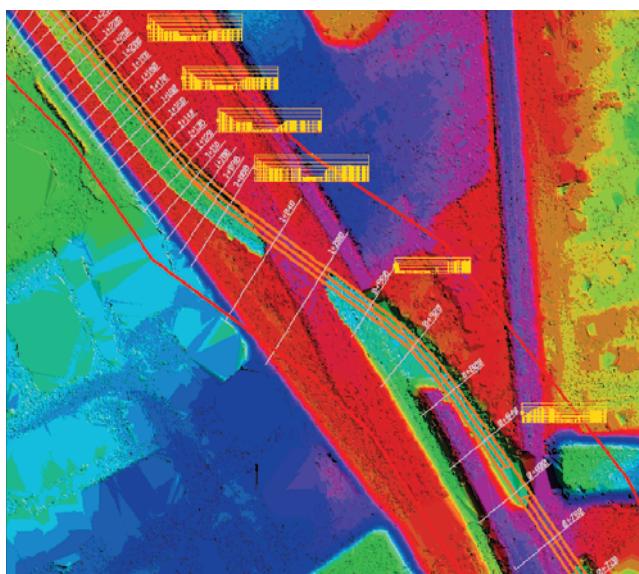
Abb. 2: Höhenverhältnisse Hamburg; ca. 3 Mio. Punkte

nen ist das alte Elbstromtal. Die feine Verästelung der Höhenschichten zeigt, dass das Ergebnis der Ausdünnung selbst für großflächige Anwendungen eine sehr gute Grundlage bieten kann.

3.2 Anwendungsmöglichkeiten des DGM

Neben der reinen Bereitstellung von Höheninformation in Form von TIN, GRID (dt. Gitter, Raster) oder als Punkt- wolke können aus diesen hochauflösenden Daten verschiedene Produkte unter Verschneidung mit 2D-Bestands- oder auch Planungsdaten erstellt werden.

Sowohl der Tief- wie auch der Wasserbau benötigen für ihre Projekte Längs- und Querprofile. Diese werden oft durch zeitaufwändige und teure Vermessungsarbeiten erstellt. Für einige Aufgabenstellungen ist es vollkommen ausreichend, diese Profile aus den Höhendaten direkt abzuleiten. Entsprechend können 2D-Bestandsdaten oder auch Planungsentwürfe, wie z. B. Böschungen oder mögliche Trassenverläufe, in die dritte Dimension überführt werden (siehe Abb. 3 und 4).



Für die Bearbeitung des Projektes »Hafentor« für das Amt für Stadtentwicklung in Hamburg wurden sowohl Bruchkanten als auch die Verbindungskanten zu Kunstbauwerken, wie Brücken und Treppen, über die Photogrammetrie gemessen. Das DGM wurde mit weiteren Höhenpunkten modelliert, und Gebäude wie auch Brücken, Hochtrassen und weitere Elemente wurden in das Modell integriert (siehe Abb. 7).

Im Ergebnis liegt ein sehr anschauliches Modell des Bereiches an den Hamburger Landungsbrücken vor, welches im nächsten Schritt um die Entwürfe einer vorgesehenen Hochhausbebauung erweitert und aus Sicht des Stadtplaners beurteilt werden wird.



Abb. 7: Modell Hafentor an den Hamburger Landungsbrücken

4 Präsentation von 3D-Daten

Im Bereich der virtuellen 3D-Modelle gibt es zahlreiche Produkte, die Präsentationen in Form von Einzel- oder bewegten Bildern erstellen können. Viele dieser Softwareprodukte stammen aus der Welt der Film- und Spieleanimation.

Die Verarbeitung großer Datenmengen und die gleichzeitige Visualisierung von digitalem Geländemodell mit Kunstbauwerken, wie Gebäuden, Brücken usw. sind neue Aufgabenstellungen und somit keine Standardanwendungen.

Bereits bestehende Softwarelösungen für die Verarbeitung großer Bereiche wurden speziell für diese Aufgabenstellung entwickelt. Sie stellen Einzellösungen dar, die sehr kostenintensiv sind und können aufgrund der besonderen Datenaufbereitung nur eingeschränkt für das täglich wechselnde Geschäft, wie die kurzfristige Projektarbeit, genutzt werden.

LGV setzt als Standardlösung zur Präsentation kleinerer Projekte in Form von Einzeln- oder bewegten Bildern das Produkt *Artlantis* von *Graphisoft* ein. Die Möglichkeiten, große Bereiche inkl. DGM darzustellen, sind begrenzt. Interaktion ist nicht möglich.

Für größere Projekte, insbesondere im Bereich der Stadtplanung, wird die Visualisierungssoftware *Walkinside*

inside der belgischen Fa. *VRcontext* genutzt. *Walkinside* bietet die Möglichkeit, sich intuitiv durch das virtuelle Modell zu bewegen (inkl. Kollisionserkennung). Es können über eine Layerstruktur diverse Inhalte interaktiv betrachtet und miteinander verglichen werden. Durch die direkte Verbindung zu *Microstation* ist es möglich, das DGM, Gebäude und weitere Kunstbauwerke inkl. Texturen gemeinsam darzustellen. CAD-Datenfiles bis zu einer Größe von 600 MB können präsentiert werden.

5 Projekte/Vermarktung

Bis heute hat sich noch kein Markt für Daten und Anwendungen im Bereich 3D-Stadtmodelle gebildet. Es ist schwierig für die Produzenten, Produkte, Dienstleistungen und Preise zu definieren, wenn der potentielle Kunde erst über das Produkt als solches informiert werden muss. Häufig gestellte Fragen sind: Wer braucht das? Was kostet das?

Aus diesem Grund ist LGV aktiv auf verschiedene Dienststellen zugegangen, um mit diesen Kunden gemeinsame Projekte zu bearbeiten. Beide Seiten haben wertvolle Erfahrungen mit dieser Vorgehensweise gesammelt.

In Zusammenarbeit mit der Stadtplanungsabteilung des Bezirkes Wandsbek wurden für ein Bebauungsplanverfahren zur Neubebauung eines Marktplatzes virtuelle Modelle von Bestand und Planung erzeugt und diese im Rahmen der öffentlichen Plandiskussion vorgestellt (Welzel 2002).

Anlässlich einer geplanten Hochhausbebauung auf dem Gelände der Bavaria-Brauerei in Hamburg St. Pauli wurde die DSGK-3D Stufe 2 erstellt, die Planungsentwürfe in ihrer Kubatur in den Bestand integriert und für die obersten Entscheidungsträger so aufbereitet. So konnten sie anhand verschiedener Ansichten die Planung im Rahmen des Gesamtgebietes beurteilen. Abb. 8 und 9 zeigen das Gelände mit und ohne Planung.

In ähnlicher Aufgabenstellung – nur weitaus umfangreicher – wird das Projekt »Hamburg Stadtteil Süd-Ost« bearbeitet. Der Bereich der Elbbrücken wird durch umfangreiche Hochhausbebauung sowie Neu- und Umgestaltung der Grün- und Verkehrssituation erweitert werden. Für den LGV galt es, die komplexen Strukturen aus Hafenbecken, Böschungen und Brücken zu erstellen, aufzubereiten und zu einem Gesamtmodell aufzubereiten (siehe Abb. 10).

Im nächsten Schritt werden verschiedene Planungsentwürfe in das Modell integriert und so aufbereitet, dass es auch für den Nicht-CAD-Nutzer möglich ist, eine Begutachtung mit diesem Modell nach seinen Anforderungen durchzuführen.

Im Bereich DGM wurden diverse kleinere Projekte für Anwender aus den Fachbereichen Wasserwirtschaft, Lärmuntersuchung und Tiefbauplanung bearbeitet. Jeder

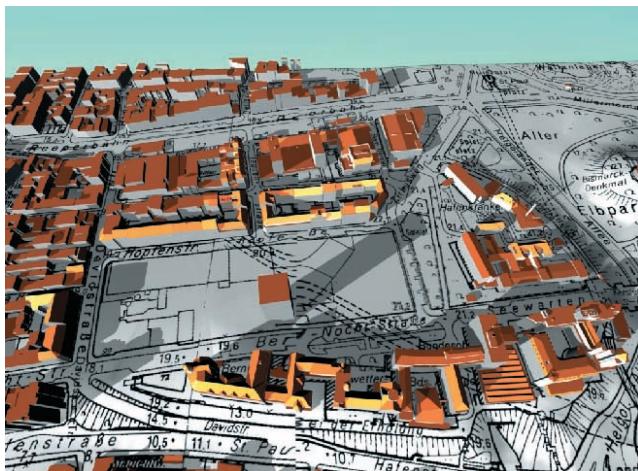


Abb. 8: Bavaria-Gelände ohne Planung

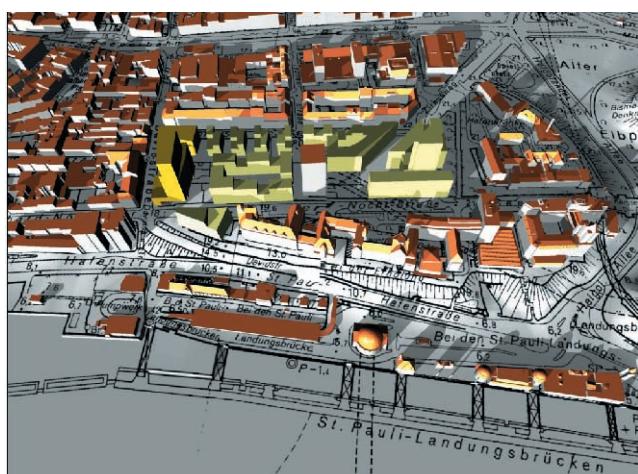


Abb. 9: Bavaria-Gelände mit Planung

Bearbeitung ging eine Information über Laserscanning im Allgemeinen und die Möglichkeiten von Software und Daten im Besonderen voraus.

In wenigen Fällen beschränkte sich die Bearbeitung auf eine reine Abgabe der Daten als Punktfolge, TIN oder GRID. Die Erstellung von Profilen, das Ableiten von Höhenlinien und Höhenschichten sowie die Verbindung zu Bestands- und Planungsdaten waren die Dienstleistungen des LGV.

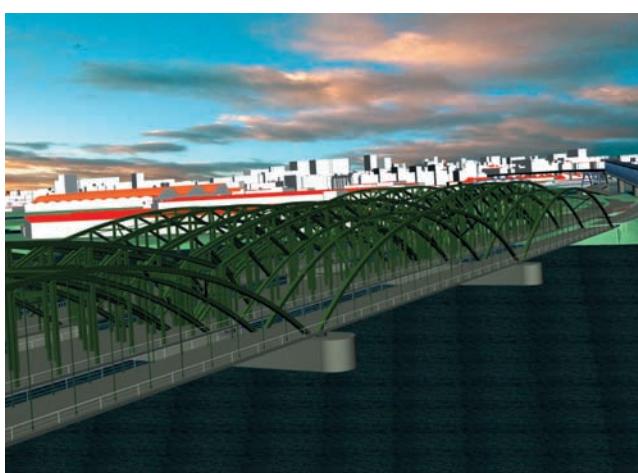


Abb. 10: Hamburg Stadttor Süd-Ost, Freihafenbrücke

Im Rahmen der Hochwasserkatastrophe im August 2002 konnten sehr schnell Höhendaten bereitgestellt und Aussagen im gefährdeten Bereich für den Katastrophenschutz getroffen werden.

Im ersten Quartal des Jahres 2003 haben beide Bereiche, DGM und DSGK-3D, die Erfahrungen der ersten Projekte genutzt und ein Produkt- und Preisverzeichnis aufgestellt.

Der Ansatz des LGV, sich nicht nur auf die reine Datenabgabe zu beschränken, hat sich bestätigt. Das Produkt- und Preisverzeichnis ist so aufgebaut, dass neben den konfektionierten Standardprodukten (DGM25/ DGM50, DSGK-3D Stufe 1, Stufe 2), der Faktor Dienstleistung (Information + Beratung + techn. Unterstützung) für 3D-Aufgabenstellungen angeboten wird. Im Zusammenhang mit weiteren Produkten des LGV wird ein digitales Datenpaket erstellt (siehe Abb. 11).

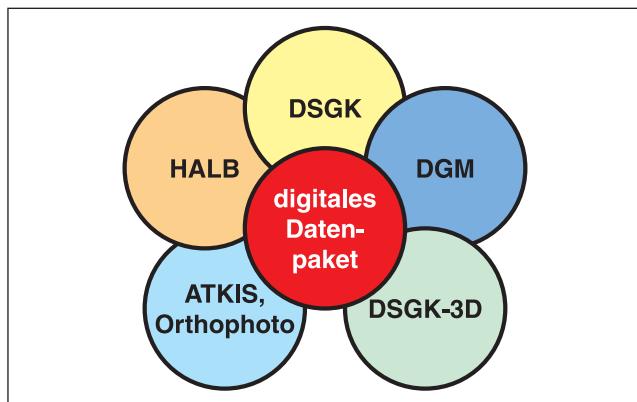


Abb. 11: Vermarktungsziel LGV

Für das DGM gilt, dass viele Anwendungen aufgrund der hohen Datenmenge des DGM und der bei LGV geführten Geobasisdaten auch nur durch LGV bearbeitet werden können. Für die DSGK-3D spielt neben der Aufbereitung des virtuellen Modells dessen Präsentation z. Zt. noch die größte Rolle.

Aufgabe der kommenden Wochen und Monate ist es, gezielt in der Hamburger Verwaltung und Wirtschaft auf die Produkte und Dienstleistung des LGV aufmerksam zu machen. Es sind verschiedene Informationsveranstaltungen auch in Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen geplant. Die Zusammenarbeit in Form von PublicPrivate-Partnership bietet sich insbesondere in der Veredlung bzw. Erweiterung des virtuellen Stadtmodells bzgl. der Fassadenausgestaltung an.

Die Präsentation beider Modelle über das Medium Internet wird den Bekanntheitsgrad wesentlich erhöhen und somit weitere Perspektiven bieten.

6 Ausblick und Entwicklungen

Der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung hat bereits die Weichen für die Weiterentwicklung der 3D-

Modelle gestellt. Er ist im Begriff, eine 3D-Infrastruktur inklusive Visualisierung der 3D-Daten über das Internet aufzubauen.

Der bisher unter *Archicad* filebasiert vorgehaltene Bestand der DSGK-3D wird in eine 3D-Oracle-Datenbank inkl. DGM portiert. Neben produktiven Vorteilen in der Datenadministration werden erweiterte Möglichkeiten in der Projektbearbeitung erwartet. Die Fa. *Graphisoft* ist im Begriff, diese u. a. auch nach den Vorgaben des LGV einzurichten. Erste Anwendungen sind noch im zweiten Quartal 2003 vorgesehen.

Die *GIS tec-GmbH*, ein Spin-off-Unternehmen des *Fraunhofer IGD*, entwickelt im Auftrag von LGV und in Abstimmung auf die Datenbanklösung von *Graphisoft* eine datenbankgestützte Visualisierungskomponente. Die Visualisierung wird für Intranet- und Internetanwendungen eingerichtet werden.

Durch die technischen Entwicklungen im Bereich Laserscanning werden neue Produktionsschritte und Verfahrenslösungen im Bereich der 3D-Stadtmodelle eingeführt. Sowohl die Lasertechnik, die immer höhere Auflösungen bieten wird, als auch die Softwareentwicklung zur Generierung von Bruchkanten oder gar Dachgeometrien aus den Höhendaten versprechen neue und wirtschaftliche Verfahren bei Aufbau und Fortführung von 3D-Stadtmodellen und digitalen Geländemodellen. Erste Ansätze sind bereits durch die Software von *Terrasolid* verwirklicht.

Die erfolgreiche Präsentation von 3D-Daten im Internet wird dem Verbreitungsgang des Produktes 3D einen Schub geben. Werden parallel dazu den Nutzern die tech-

nischen Möglichkeiten zu selbständiger Bearbeitung der Daten bereitgestellt, werden viele der potentiellen Anwendungen die praktische Durchführung erfahren. Die Akzeptanz der Daten wird steigen und die Nutzung von 3D-Stadtmodellen wie auch Daten des DGM wird entsprechend der Nutzung von 2D-Daten aus dem täglichen Geschäft nicht mehr wegzudenken sein.

Literatur

- Cieslik, B.: DSGK-3D in Hamburg – Erfahrungen mit der Einführung eines 3D-Stadtmodells in Verwaltung und Wirtschaft. Symposium Praktische Kartographie 2002.
- Fraunhofer IGD: Beratung und Methoden für die DSGK-3D, Darmstadt, unveröffentlicht, 2000.
- LGV: Konzept zur Einführung eines Topographischen Informationsmanagement, unveröffentlicht, 2003.
- Terrasolid: Produktinformationen 2003
- Ulm, Kilian: Improved 3D City Modeling with Cybercity-Modeler (CC-Modeler™) using Aerial-, Satellite Imagery and Laserscanner data. ISPRS-Workshop on Visualization and Animation of Reality-based 3D Models, Tarasp-Vulpera, Engadin, Schweiz, Februar 2003.
- Welzel, R.-W.: Das 3D-Stadtmodell von Hamburg. GEO-Connexion, 2002.
- Wild, E.: 3D-Stadtmodelle aus Laserscannerdaten. GISnet 2003, Offenbach.

Anschrift des Autors

Dipl.-Ing. Bernhard Cieslik
Freie und Hansestadt Hamburg
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
Sachsenkamp 4
20003 Hamburg
Bernhard.Cieslik@GV.Hamburg.de