



Hochschule Neubrandenburg

Studiengang Geoinformatik

**Anforderungen an 3D Stadtmodelle
für Polizei und Feuerwehr**

Bachelorarbeit

vorgelegt von: Bianca Ziemann

Zum Erlangen des akademischen Grades

„Bachelor of Engineering“ (B.Eng.)

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Heil

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Wehrenpfennig

Eingereicht am: 24.06.2009

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2009-0234-0

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Hohenbüssow, den 18.06.2009

(Bianca Ziemann)

Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei allen bedanken, die mir bei dieser Bachelorarbeit durch Diskussionen, Literatursuche und –hinweise, sowie Korrekturlesen geholfen haben. Besonders bei meinen Betreuern Professor Ernst Heil und Professor Andreas Wehrenpfennig möchte ich mich für ihre sehr gute Betreuung bedanken. Mein spezieller Dank gilt meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben.

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit werden die Anforderungen an 3D Stadtmodelle für Polizei und Feuerwehr aufgezeigt.

Dazu werden erst die Grundlagen der 3D Stadtmodelle und deren Eigenschaften näher erklärt. Und dann wird auf die Einsatzmöglichkeiten von Systemen eingegangen, die für die Polizei und Feuerwehr von Bedeutung sind.

Um am Schluss die Anforderungen zusammenfassen zu können, wird auf schon vorhandene Systeme eingegangen. Dazu gehören: CityGRID, CityServer3D, GeoFES und LandXplorer. Deren Eigenschaften werden in einer Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Abstract

Within the framework of this bachelor work, the requirements of the 3D models for police and fire-fighters were regarding.

Furthermore the basics of 3D models and their properties were explained closer. And then the important uses of the systems were present for the police and the fire-fighters.

At the end to resume the requirements already existing systems were described. These include: CityGRID, CityServer3D, GeoFES and LandXplorer. Their Properties were by a table summarizes.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Das 3D Stadtmodell.....	2
2.1	Daten.....	2
2.2	Besonderheiten: Landmarks.....	4
2.3	Vorteile.....	5
2.4	Komponenten.....	5
2.5	Texturen.....	6
2.6	Einsatzbereich.....	7
3.	Einsatz für Polizei und Feuerwehr.....	8
3.1	Einsätze bei der Polizei.....	8
3.2	Einsätze bei der Feuerwehr.....	8
3.3	Einsätze die Beide ausführen.....	9
4.	Programme für 3D Stadtmodelle.....	10
4.1	Programme erklären.....	10
4.1.1	<i>GeoFES</i>	10
4.1.2	<i>City GRID</i>	14
4.1.3	<i>CityServer 3D</i>	17
4.1.4	<i>LandXplorer</i>	19
4.2	Vergleiche der Programme.....	23
5.	Anforderungen an 3D Stadtmodelle.....	27
5.1	Anforderungen und Ihre Verwendung an Beispielen...	27
5.2	Zusammenfassung der Anforderungen.....	29
6.	Zusammenfassung.....	31

Inhaltsverzeichnis

GLOSSAR.....	I
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNISS.....	VIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	X
TABELLENVERZEICHNIS.....	XII
ANHANG.....	XIII

1. Einleitung

Entscheidungsunterstützende Systeme gewinnen in der heutigen Zeit immer mehr an Bedeutung. Der Grund dafür liegt in dem wichtig gewordenen Produktionsfaktor Information. Diese Systeme helfen bei der Arbeit Entscheidungsprozesse zu optimieren. Dazu ein Zitat welches dies treffend erklärt: „Entscheidungsunterstützende Systeme sollen die richtige Information zur richtigen Zeit am richtigen Platz bereitstellen, auf deren Basis sich eine zutreffende Entscheidung ableiten lässt.“ (Quelle: M. Bold, et al.: Datenmodellierung für das Data Warehouse. 1996). Data Warehouse, oder auch Datenlager genannt, ist eine Datensammlung, die ihren Inhalt aus unterschiedlichen Quellen zusammensetzt.

Entscheidungsunterstützende Systeme sind für Polizei und Feuerwehr vor allem 3D Stadtmodelle, aus denen sie räumliche Informationen für jedes Gebiet beziehen können und diese für Planungen und Entscheidungen nutzen können.

3D Stadtmodelle sind dreidimensionale Abbildungen von bebauten Gebieten und deren näheren Umgebung. Diese Modelle erlangen immer mehr Bedeutung im Vermessungswesen, auf dem Gebiet der Stadt- und Raumplanung, in der Tourismusbranche, beim Katastrophenmanagement, der Navigation und vielem mehr. Sie bieten dabei eine visuelle Unterstützung bei Planungen, wodurch ein Interessent sich das Projekt schon vor der Realisierung ansehen kann und notfalls etwas ändern könnte.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit den Anforderungen die an 3D Stadtmodellen gestellt werden und ihrem Zweck für Polizei und Feuerwehr. Sie gliedert sich in 6 Kapitel. Nach der gerade erfolgten kurzen Einleitung werden in Kapitel 2, 3D Stadtmodelle näher erläutern um einen Einblick zu bekommen, welche Informationen daraus interessant für die Polizei und Feuerwehr wären. Kapitel 3 geht näher darauf ein, was die Polizei und Feuerwehr an Informationen benötigt um dann einzelne Programme, die bereits existieren beurteilen und vergleichen zu können, in Kapitel 4.

Anhand der Funktionen dieser Programme, werde ich in Kapitel 5 auf die Anforderungen an 3D Stadtmodelle eingehen, um zu klären welche Funktionen fehlen oder weiter ausgebaut werden könnten. Das letzte Kapitel befasst sich mit der Zusammenfassung aller Ergebnisse.

2. Das 3D Stadtmodell

In diesem Kapitel wird auf das 3D Stadtmodell näher eingegangen, d.h. der Begriff wird definiert und Eigenschaften werden erläutert.

„Unter einem digitalen 3D Stadtmodell...“ versteht LORBER „...ein dreidimensionales Computermodell einer Stadt...“. „In diesem Modell sollen die realen Objekte der Stadt möglichst realitätsnahe abgebildet werden. Zu jedem Objekt werden die Informationen gespeichert, die für eine räumliche Rekonstruktion erforderlich sind.“

Eine interaktive Bearbeitung und eine realitätsnahe Darstellung der digitalen 3D Stadtmodelle sind möglich geworden, durch die Entwicklung leistungsfähiger Rechner. Dabei setzen sich die 3D Stadtmodelle aus Geometrie und Texturen zusammen, die aus unterschiedlichen Quellen stammen können. In so einem Stadtmodell werden die Geometrie und die Oberfläche der einzelnen Objekte gleichzeitig beschrieben. Ein entscheidender Faktor für den Aufbau und die effiziente Nutzung von digitalen 3D Stadtmodellen, ist die Erfassung und die Qualität der Daten.

2.1 Daten

Als Daten für die Erstellung von digitalen 3D Stadtmodellen werden der Dateninhalt, Digitale Daten und die Datenquellen benötigt. Der Dateninhalt, ist der Inhalt eines Stadtmodells, wie zum Beispiel Gebäude oder der Straßenraum. Dabei setzt sich der Dateninhalt aus Digitalen Daten zusammen, z.B. dem Grundriss und der Höhe. Die Datenquellen bezeichnen den Ursprung einzelner digitaler Daten.

Digitale Daten und die Datenquellen bezeichnen die Datengrundlage des Modells, wobei sie abhängig ist vom Dateninhalt des einzelnen Modells. Der Dateninhalt und die Komplexität sind abhängig von der Aufgabenstellung. In diesem Zusammenhang können drei 3D- Modelle aufgrund ihres unterschiedlichen Detaillierungsgrades, oder auch des Level of Detail (LoD), unterschieden werden.

An erster Stelle ist das Basismodell (LoD 1), welches eine einfache Darstellung der realen Objekte zeigt, Häuser als einfache Blöcke ohne Dachformen darstellt, Fassaden mit Textur und für den Straßenraum und Grünraum keine weiteren Differenzierung vorgenommen werden. Für dieses Modell werden nur wenige digitale Daten benötigt (siehe Tabelle 1).

Das 3D Stadtmodell

Das nächste ist das Blockmodell (LoD 2). Dies ist eine Ergänzung zum Basismodell, in dem Häuser mit realen Dachformen dargestellt werden und Straßenraum und Grünraum weiter differenziert werden (Siehe Tabelle 2).

Detailmodell ist das dritte Modell (LoD 3) und baut auf dem Blockmodell auf. Es zeigt Gebäude mit Fassaden, Fassaden werden mit generischen Texturen oder Fotos beschrieben und der Straßenraum wird mit Möblierung dargestellt (Siehe Tabelle 3). Die generischen Texturen setzen eine detailgetreue geometrische Modellierung voraus, da zum Beispiel Balkons modelliert werden müssen. Bei der Verwendung von Fotos kann auf die Modellierung von geometrischen Einzelheiten verzichtet werden, da Informationen über Balkons im Foto schon erhalten sind. Damit beschreibt das Detailmodell ein realitätsnahes Abbild der tatsächlichen Objekte.

Die Einteilung der Modelle ist neben dem Verwendungszweck auch bei der Modellpräsentation von Bedeutung. Der höchste Detaillierungsgrad wird zum Beispiel für die Aufgaben der Stadtplanung benötigt. In der folgenden Tabelle sind Dateninhalt, digitale Daten und Datenquellen zusammengestellt.

Basismodell:

Dateninhalt	Digitale Daten	Datenquelle
Geländemodell	Höhenraster, Höhenpunkt	Terrestrische Vermessung, photogrammetrische Auswertung, Laserscanning
Häuser als Blöcke ohne Dachformen	Gebäudegrundrisse	Digitale Karten, Dateninhalte bestehender GIS- Systeme, photogrammetrische Auswertung, terrestrische Vermessung
	Gebäudehöhen	Photogrammetrische Auswertung, terrestrische Vermessung, Laserscanning
Grünraum	Grünflächen, Waldflächen	Terrestrische Vermessung, photogrammetrische Auswertung
Straßenraum	Straßenbegrenzungen, Einfriedungen, Gehsteigkanten	Terrestrische Vermessung, photogrammetrische Auswertung, Digitale Karten, Dateninhalte bestehender GIS- Systeme

Tabelle: 1 Basismodell

Das 3D Stadtmodell

Blockmodell:

Dateninhalt	Digitale Daten	Datenquelle
Häuser mit Dächern	Dachfirste, sonstige Dachlinien, Schornsteine	Photogrammetrische Auswertung Dateninhalte bestehender GIS- Systeme
Differenzierung des Grünraumes	Einzelbäume	Photogrammetrische Auswertung terrestrische Vermessung, Baumkataster
Differenzierung des Straßenraum	Randsteinkanten, Verkehrsinseln	Terrestrische Vermessung, photogrammetrische Auswertung, Dateninhalte bestehender GIS- Systeme

Tabelle: 2 Blockmodell

Detailmodell:

Dateninhalt	Digitale Daten	Datenquelle
Häuser mit Fassaden	Fassadenbilder	Fotos, Ausschnitte aus Videosequenzen
Möblierung des Straßenraums	Verkehrszeichen, Masten, Versorgungseinrichtungen	Terrestrische Vermessungen, Dateninhalte bestehender GIS- Systeme
Differenzierung des Straßenraum	Bodenmarkierungen	Terrestrische Vermessungen, photogrammetrische Auswertungen, Dateninhalte bestehender GIS- Systeme
Einfriedung	Zäune, Mauern	Terrestrische Vermessung, photogrammetrische Auswertung

Tabelle: 3 Detailmodell

Aus den terrestrischen Vermessungen lassen sich Höhendaten und Laserscanning von Gebäuden und Straßenzügen beziehen.

Die Photogrammetrie liefert Orthophotos, Reliefdaten, Landscanningdaten oder Daten der terrestrischen Photogrammetrie.

Dateninhalte aus bestehenden GIS- Systemen, sind unter anderem Bebauungspläne, Infrastrukturpläne, Liegenschaften, Kataster oder Daten aus dem ALK/ALKIS.

2.2 Landmark

Der Begriff Landmark bedeutet Grenzstein, Merkzeichen oder Sehenswürdigkeit und stammt ursprünglich aus der Luft- und Schifffahrt. Es bezeichnete dort ein aufgestelltes oder vorhandenes auffälliges, meist weithin sichtbares topographisches Objekt. Dazu gehören zum Beispiel Kirchen, Türme, Burgen, weithin sichtbare Berge oder Einzelbäume. Diese Landmarken spielen bei der Orientierung im Raum und der Navigation eine wichtige Rolle.

In 3D Stadtmodellen dienen sie, bei virtuellen Rundgängen, als Orientierungspunkte. Dabei sind es dann hauptsächlich Bauwerke oder Naturerscheinungen, die eine wichtige kulturelle Bedeutung in dem jeweiligen Gebiet haben.

2.3 Vorteile

3D Stadtmodelle bieten in ihrer Erzeugung und Verwendung viele Vorteile, die in der folgenden Aufzählung genannt werden.

- Beim flächendeckenden Vorhalten von Daten, ist die Erstellung eines 3D Stadtmodells preisgünstig.
- Komplexe Zusammenhänge des Modells sind leichter interpretierbar durch verschiedene perspektivische Ansichten.
- Eine Situation kann objektiv dargestellt werden.
- Der Standpunkt für die perspektivische Ansicht, kann frei gewählt werden.
- Der Maßstab ist frei wählbar.
- Es gibt die Möglichkeit der interaktiven Bearbeitung und der interaktiven Begehung.
- Interaktives Aufzeigen von Planungsalternativen während der Begehung.
- Als Grundlage können die schon vorhandenen 2D- und 3D-Daten aus der Bestandserfassung und der Planung direkt einfließen.
- Diese Modelle eignen sich ebenfalls, um die Visualisierung unterschiedlicher Beleuchtungen zu testen, sowie Situationen am Tag und in der Nacht.
- Dienen als überzeugende Darstellung für politische Entscheidungen.

2.4 Komponenten

Ein 3D Stadtmodell besteht aus verschiedenen Komponenten, die sich je nach Anwendungsbereich und Detaillierungsgrad unterscheiden.

- Gebäudeobjekte: Darstellung der Gebäude mit ihren Dachaufbauten und Dachformen.
- Geländemodell: Es beschreibt die dreidimensionale Geländeform der Erdoberfläche.
- Texturen: Die Texturierung der Geländeoberfläche erfolgt aus Karten oder Orthophotos. Mit digitalen Fotos oder Grafiken werden die Gebäudefassaden texturiert.
- Sonstige Element: Dazu gehören Elemente, die den Detailgrad des Modells erhöhen und somit realistischer abbilden.
 - Brücken und Tunnel
 - Straßenausstattung (Straßenschilder, Bodenmarkierungen usw.)
 - Vegetationsobjekte (Bäume, Sträucher usw.)
 - Ober- und Unterirdische Ver- und Entsorgungseinrichtungen

2.5 Texturen

Texturen haben in 3D Stadtmodellen eine große Bedeutung, da sie den Realitätsgrad erhöhen und eine bessere Orientierung ermöglichen. Die Modellobjekte werden durch die Textur hervorgehoben und ausgeschmückt und dienen der Visualisierung von Attributen. Je nach Anwendung wird mit Hilfe von Texturen versucht eine bestimmte Wirkung beim Betrachter zu erzielen. Dabei erstrecken sich die Texturierungsmethoden von der einheitlichen Einfärbung der Gebäudefassaden, über die Darstellung von Attributen durch Farbzweisung, generalisierte Fassaden die mit Bildbearbeitungsprogramm erstellt wurden, bis hin zu hochwertigen terrestrischen Fotoaufnahmen.

Mit Hilfe von Texturen, können beim Betrachter verschiedene Eindrücke erweckt werden:

- Eine realitätsnahe Abbildung
- Die Erweckung eines realistischen Eindrucks
- Eine Abbildung mit Modellcharakter

Für die realitätsnahe Abbildung werden Fototexturen verwendet. Der realistische Eindruck wird durch generische Texturen erweckt. Mit synthetischen Texturen wird der Modellcharakter erzeugt.

2.6 Einsatzbereiche

Anwendungen für 3D Stadtmodelle finden sich in vielen Bereichen. So dienen sie bei der Detailplanung für Gebäude, der Telekommunikation, der Umwelt usw. In der Städtebaulichen Planung dient es zur Visualisierung neu geplanter Baugebiete, Herstellung von 3D Stadtmodellen sowie das Einfügen neuer Gebäude in das Stadtbild. Außerdem finden sich noch Möglichkeiten für den Einsatz in der Raum- und Stadtplanung, Navigation, Tourismus und der Wirtschaftsförderung, sowie in den Vorbereitungen von Großveranstaltungen und in der Spielindustrie.

3. Einsatz für Polizei und Feuerwehr

Da in 3D Stadtmodellen bestimmte Gebiete genau betrachtet werden können und auch Einzelheiten dargestellt werden, eignen sie sich für den Einsatz bei Polizei und Feuerwehr. Hier dienen sie als Einsatzvorbereitung für unbekanntes Gelände oder zu Übungszwecken, um Szenarien nachzustellen. In diesem Kapitel wird darauf eingegangen, was für die Polizei und Feuerwehr wichtig ist in 3D Stadtmodellen und ihren Funktionen und in was für Einsätze sie Verwendung finden.

3.1 Einsätze bei der Polizei

Für die Polizei ist der Einsatz von 3D Stadtmodellen hilfreich, bei Planungen von Demonstrationen und ihrer Absicherung, Analyse von möglichen Fluchtwegen und Absperrungsplanung für Gitter, Poller, Barrikaden, etc. Hierfür wird die Bebauungs-, Vegetations- und Straßenvisualisierung benötigt, um einen genauen Überblick über das Gebiet zu bekommen. Außerdem ist das Anzeigen von Stadtplänen, Luftbildern und weiteren 2D Karten sehr hilfreich, damit sich auch Ortsfremde orientieren können und der Einsatz in der Nacht ermöglicht wird.

Um dies zu realisieren benötigen die verwendeten Programme, spezielle Funktionen. Dazu gehören das interaktive Setzen von Markern und Objekten, die Sichtbarkeitsanalyse und das Setzen von Routen.

3.2 Einsätze bei der Feuerwehr

Bei der Feuerwehr ist die Verwendung von 3D Stadtmodellen besonders wichtig bei Gefahrstoffunfällen und Störfällen in Anlagen mit toxischen, umweltgefährdenden und brennbaren Stoffen. Hierzu müssen die Programme den Gefährdungsbereich hinsichtlich der gefährdeten Bevölkerung, Objekte, Infrastruktur und Umwelt analysieren können und ihn grafisch darstellen. Außerdem ist es hilfreich, die grafischen Auswertungen und Ausdrücke von Karten mittels vordefinierten Layouts zu realisieren. Und auch die Protokollierung der durchgeführten Aktionen, die zur Beweissicherung dient, ist wichtig um aus diesen Fällen zu lernen und beim nächsten Unfall noch schneller reagieren zu können.

3.3 Einsätze die Beide ausführen

Bei der Betrachtung der Einsätze die Beide ausführen, sind vor allem Straßen- und Adressanzeigen wichtig, ebenso wie die Längen-, Flächen- und Abstandsmessung, da diese täglich Anwendung finden. Außerdem ist die Einsatzvorbereitung für Ortsfremde oder bei Einsätzen in der Nacht in unbekanntem Gelände wichtig, damit keine Unfälle passieren. Und auch die Unterstützung der Situationsanalyse in der Leitzentrale durch georeferenzierte 3D Visualisierung ist von großer Bedeutung für die Verwendung von 3D Stadtmodellen.

Um all diese Einsätze im Modell durch Funktionen zu realisieren, werden bestimmte Daten benötigt. Dazu gehören:

- 3D Stadtmodell
- Straßendaten
- Hausnummern
- Vegetation
- Geländemodell
- Stadtmöblierung
- Orthophotos
- Thematische Karten
- Mauern, Zäune, Brückengeländer, Parkplätze, U-Bahneingänge

Zu den Funktionen, die das 3D Stadtmodell brauchbar machen für den Einsatz bei Polizei und Feuerwehr, gehört die schnelle Lokalisierung des Einsatzortes mithilfe von Adressen, Kreuzungen, Straßen, Autobahnabschnitten und Gewässerabschnitten. Hinzu kommt das Messen von Abständen und Flächen, die Adresssuche, Erstellen von DVD' s mit einem festen Szenario für Trainingszwecke und das hervorheben von Objekten die durch Attribute generiert werden (d.h. zum Beispiel, alle unüberwindbaren Hindernisse rot darstellen)

4. Programme für 3D Stadtmodelle

Zu dem Thema „Anforderungen an 3D Stadtmodelle für Polizei und Feuerwehr“ wurden bereits Programme entwickelt, die in diesem Kapitel erläutert und verglichen werden, da diese auch schon im Einsatz sind und wichtige Erkenntnisse für die Anforderungen an 3D Stadtmodelle liefern können. Die folgenden Programme sind alle im Internet zu finden, wo sie zum Teil herunter geladen werden können.

4.1 Programme erklären

Die Programme sind in verschiedenen Einrichtungen entstanden. So wurde GeoFES von der GmbH WASY entwickelt, City GRID von dem Dienstleister Met Consultancy Group, der City Server 3D von dem Fraunhofer- Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) und der LandXplorer von der 3D Geo GmbH. Auf die Unternehmen wird in den einzelnen Abschnitten näher eingegangen.

4.1.1 GeoFES

Dieses Programm ist ein von der WASY GmbH entwickeltes “Geogestütztes Feuerwehr Entscheidungshilfesystem”, welches auf der Grundlage eines geographischen Informationssystems (GIS) aus dem Hause ESRI funktioniert.

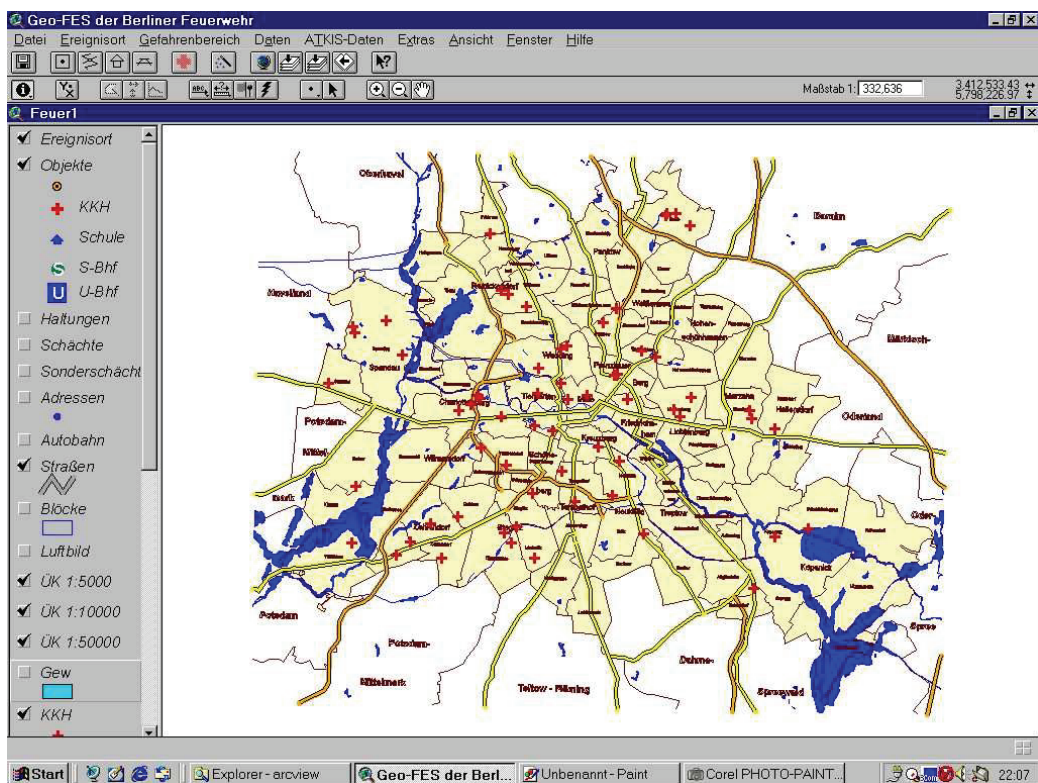


Abb.: 1 GeoFES der Berliner Feuerwehr

Die WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH wurde im März 2007 zu einem Unternehmen der weltweit tätigen DHI Gruppe, der DHI-WASY GmbH. Die DHI-WASY GmbH vertritt die DHI Gruppe in Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz. Die leistungsstarke Software von WASY und die bekannte Programmpalette zur Modellierung des gesamten Wasserkreislaufes von der DHI ergänzen sich ideal.

GeoFES ist ein Entscheidungshilfesystem für die Feuerwehr, den Katastrophenschutz, die Polizei und weitere Ordnungsbehörden. Bei der Einsatzvor- und Nachbereitung, für den täglichen Einsatz und bei Großschadensanlagen (Umwelt, Industrie, Tourismus) bietet es Unterstützung.

In Abbildung 1 sieht man eine 2D Karte von Berlin und das Menü für deren Bearbeitung. Einsatz findet das Programm zum Beispiel bei der Berliner Feuerwehr, die es mit initiiert haben und durch permanente Projektarbeit weiterentwickelt wird.

Einsatzmöglichkeiten:

- Lagekartenführung
- Berechnung und Darstellung von Gefahrstoffausbreitung
- Analyse betroffener Gebiete
- Lagekarten für Großveranstaltungen (z.B. Marathonlauf)
- Einsatzplanung
- Analyse Gefahrenpotential in Ausrückebereiche
- Betriebe mit Störfallbereichen untersuchen
- Erstellen und Bereitstellen der Löschwasser- und Forstpläne
- Einbinden der eigenen Brunnen, Zisternen und Saugstellen

Mit GeoFES ist eine schnelle Lokalisierung des Einsatzortes mittels Adresse, Kreuzung, Straße, Autobahnabschnitt, Gewässerabschnitt und Gleisabschnitt möglich. Der Gefährdungsbereich kann interaktiv ausgewiesen werden oder durch Berechnung und er kann analysiert werden hinsichtlich gefährdeter Bevölkerung, Objekte, Infrastruktur und Umwelt. Es ist außerdem eine vielfältige grafische Auswertung möglich und der Ausdruck von Karten mittels vordefiniertem Layout. Und auch die Protokollierung der durchgeführten Aktionen zur Beweissicherung ist möglich.

Dieses System ist für den stationären wie auch für den mobilen Einsatz konzipiert. Und eine Integration zahlreicher Datenformate ist auf einfachste Weise möglich, da GeoFES auf der Grundlage des Desktop-GIS ArcView arbeitet.

GeoFES kann folgende Daten integrieren:

- Vektorbasierte Übersichtskarten z.B. in den Maßstäben 1:200.000, 1:150.000, 1:100.000
- Grundkarten: - vektororientierte Flächennutzungskarte ATKIS, ALK- Daten, Rasterbasierende digitale Karten z.B. in den Maßstäben 1:50.000, 1:10.000, 1:50.000, digitale Luftbilder
- Spezialkarten der Feuerwehr wie z.B. digitale Feuerwehrpläne, Gewässerpläne, Bereichspläne der Bundesautobahnen, Ausrückebereichsgrenzen, Funkbereiche
- Adressdatenbank mit Hausnummern, Straßenabschnitte, Kreuzungen, Blöcke
- Sonstige Daten: - Einwohnerdaten, Daten von Schulen und Kindertagesstätten, Bahnhofsdaten einschließlich Lagepläne, Daten zu Krankenhäusern einschließlich umfangreicher Objektinformationen (Siehe Abbildung 2), Abwasser- und Regenwasserkanalnetz, Hydrantenplan, Daten zu genehmigungsbedürftigen Ablagen nach dem BImSchG, gefährdete Objekte aus Sicht der Feuerwehr einschließlich Objektpläne

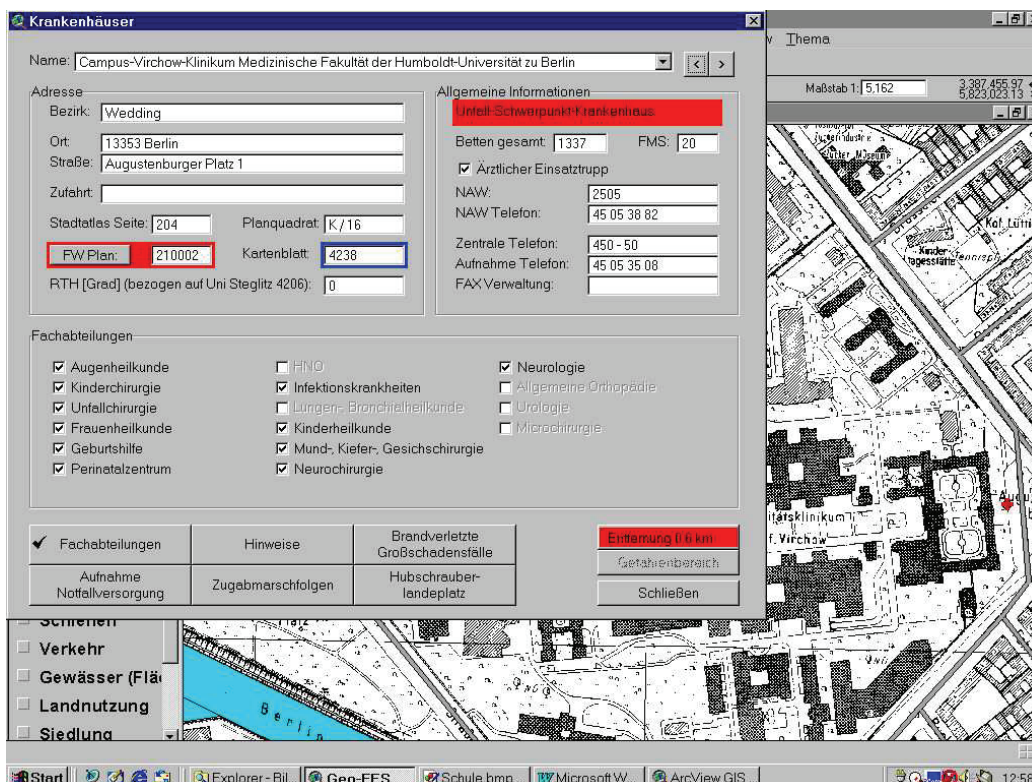


Abb.: 2
Daten zu einem
Krankenhaus

Der Zugriff durch ArcView auf die alphanumerischen Attributdaten zu den Geometrien der Karteninhalte, ist gewährleistet, da sie in dBASE- Dateien gehalten werden. Und es bestehen Freiheiten bei Import und Pflege der abgelegten Daten. Die Datenpflege liegt in der Verantwortung des jeweiligen Datenerzeugers und diese Daten können periodisch aktualisiert werden mit Hilfe des Transferfilters.

In GeoFES ist eine Raumbezogene Simulation der Schadstoffausbreitung möglich. Hierzu stehen Modelle zur Verfügung die eine Gefahreinschätzung für folgende Ereignisse ermöglicht:

- Stofffreisetzung
- Explosion
- Spezialbrand
- Lachenbrand

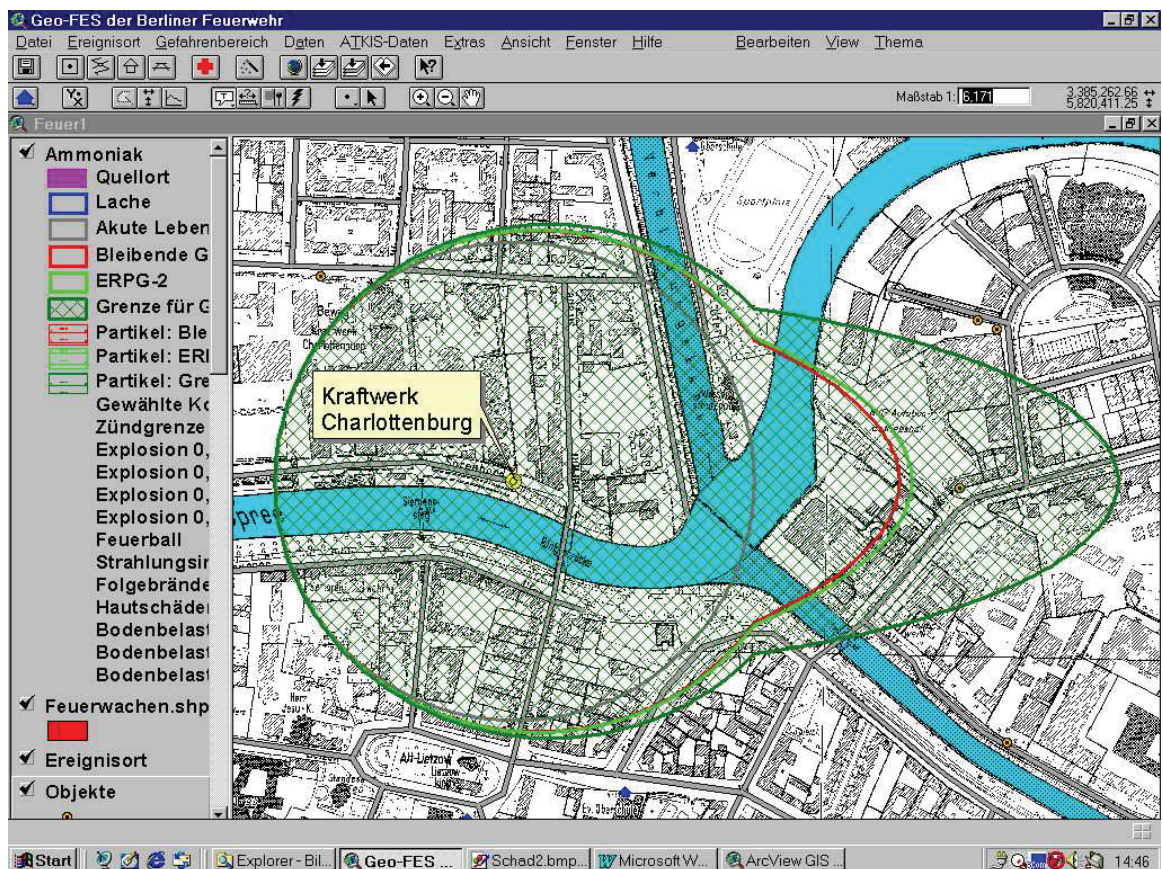


Abb.: 3 Abbildung eines Kraftwerkes und Darstellung des Gefährdungsbereiches

Integriert in dem Programm GeoFES ist die Schadstoffausbreitungssoftware DISMA, wodurch einer Ausbreitungssimulation des gefährdeten Bereichs generiert wird (Siehe Abbildung 3). Die dazu benötigten Informationen werden über Dialogboxen am Bildschirm abgefordert. Die Software DISMA enthält eine interne Stoffdatenbank mit ca. 100 Stoffen und die Stoffdatenbank CHEMIS des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV). Der Gefahrenbereich kann auch als Kreis oder Polygon direkt am Bildschirm eingegeben werden ohne Simulation. Dieser Bereich steht dann, für weitere Operationen, im räumlichen Bezugssystem zur Verfügung.

4.1.2 City GRID

City GRID wurde von dem anerkannten Dienstleister in Großbritannien für Land- und Gebäudevermessung sowie Umweltverträglichkeitsprüfungen, der Met Consultancy Group entwickelt. Dieses Unternehmen bietet 3D Geoinformationssysteme und 3D Projektsimulationen für Architektur und das Bauwesen an und ist damit ein führender Anbieter.

Um dreidimensionale geographische Informationen effizient einsetzen zu können, wurde die City GRID Softwaretechnologie entwickelt. Sie dient für die Planung, die Konstruktion und dem Betrieb von Infrastruktur. Es findet bereits Einsatz in einigen Städten für die Erstellung, Fortführung und Nutzung von 3D Stadtmodellen. An City GRID ist besonders, die effiziente Erweiterung von vorhandenen geographischen Informationssystemen. Das bei den Firmen schon vorhandene GIS wird durch City GRID zu einem 3D Informationssystem ergänzt. Dazu können einige Systemmodule, die im Folgenden kurz erläutert werden, eingesetzt werden für eine optimale Unterstützung.

Die Systemmodule sind der City GRID Modeler, der City GRID Manager, der City GRID Planner und der City GRID Explorer.

Für die effiziente Generierung eines 3D Stadtmodells aus Geodaten wird der City GRID Modeler benutzt (Siehe Abbildung 4). Die Verwaltung und die Erweiterung zur Nutzung des Stadtmodells für die 3D Visualisierung im GIS, ist auf einer Datenbank gestützt die mit dem City GRID Manager erstellt wird. In Abbildung 6 sind das Menü und die Darstellung eines Gebäudes im City GRID Manager zu sehen. Mit dem City GRID Planner wird für die Stadtplanung und Projektentwicklung eine 3D Simulation

erstellt. Und eine hochwertige interaktive Echtzeit Visualisierung wird durch den City GRID Explorer ermöglicht.

Viele Dachgeschosse werden heutzutage als Wohn- und Büroräume genutzt. Die bis dahin ungenutzten Dachbereiche werden ausgebaut und mit Hilfe von Gaupen und Terrassen attraktiver gestaltet. Durch diese neuen Dachelemente können sich im Brandfall lebensrettende Bergungsmöglichkeiten ergeben. Daher ist es wichtig, dass die Feuerwehr über den Einsatzort schon vorher genaue Kenntnis besitzt. Durch City GRID ist eine realitätskonforme Dachmodellierung möglich, die für diese Anwendung ideal geeignet ist. Hierfür werden die Systemmodule Modeler und Manager benötigt. Daher wird auf diese beiden Module näher eingegangen.

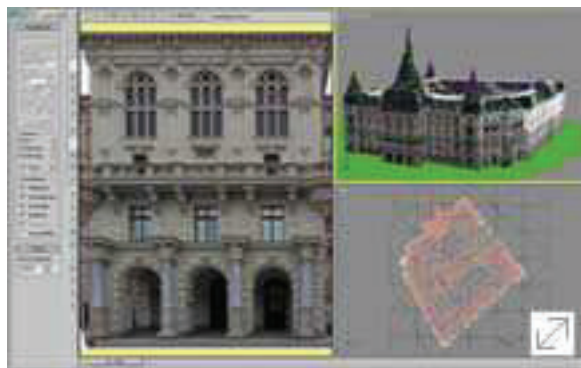


Abb.:4 City GRID Modeler

Wie schon erwähnt ermöglicht der Modeler eine schnelle Generierung. Dies geschieht aus vermessenen, digitalisierten oder geschätzten Objektlinien. Der Import wird über die Datenbank ermöglicht, die der Manager liefert oder filebasiert via XML oder AutoCAD. Und auch die Ausgabe erfolgt über den Manager oder über Files im Format XML, 3D Studio bzw. VRML. Um den Modeler installieren zu können, wird 3D Studio Max oder Autodesk VIZ benötigt.

Im City GRID werden die schon vorhandenen Geodaten aufgewertet und nicht ersetzt. Dies ist durch die Definition der Objekte mit Hilfe von Linienhaften Geodaten in 3D Form möglich (Siehe Abbildung 5). Hieraus wird das 3D Modell automatisch abgeleitet. Die räumliche Form des Gebäudes, welche durch die Linienstruktur definiert wird, wird in 3D bearbeitet und auch verwaltet. Der City GRID Modeler beinhaltet weitere Editierfunktionen, ein Texturmodul, wodurch sich die Gebäudemodelle schnell fotorealistisch texturieren lassen, und auch unterirdische Objekte lassen sich durch Strukturlinien darstellen.

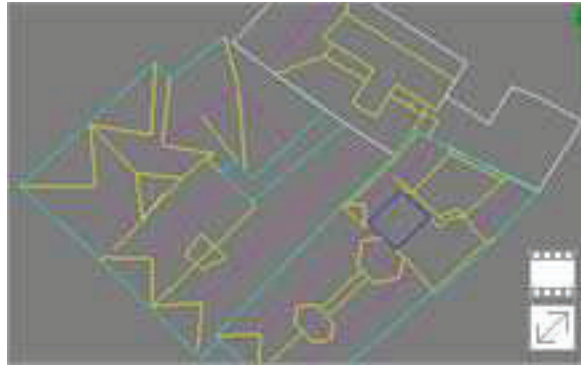


Abb.: 5 Linienstruktur

Der Manager verwaltet Datenbanken, in denen sämtliche Gebäudemodelle gespeichert sind. Diese kann durch den Benutzer mittels einer Unit-ID, der Adresse oder einem frei wählbaren Interessenbereich angesprochen werden. Installiert werden kann der Manager nur, wenn bereits relationale Datenbanksysteme wie Oracle oder MYSQL vorhanden sind.

Aufgrund der Speicherung in Datenbanken und dem kontrollierten Aus- und Einchecken, können mehrere Nutzer gleichzeitig auf ein Stadtmodell zugreifen. Die Bearbeitung der einzelnen Units kann durch die Speicherung in verschiedenen Versionen zurückverfolgt werden. Aber die originalen Messdaten bleiben immer in „Version 0“ erhalten. Der City GRID Manager verwaltet die 3D Linienstruktur und die Fototextur jedes Gebäudemodells. Die Darstellung als Flächenmodell erfolgt mit Hilfe der Triangulationsalgorithmen zur Laufzeit. Triangulationsalgorithmen, oder auch Delaunay- Triangulation genannt, ist ein Verfahren, um aus einer großen Punktemenge ein Dreiecksnetz herzustellen. Durch den City GRID Manager können die 3D Dachdaten in 2D Flächendaten umgewandelt werden, die erhaltenen Fassadeninformationen mit dem Linienthema „Fassade“ verknüpft werden, Sichtbarkeitskarten im GIS berechnet werden und 3D Oberflächenmodelle abgeleitet werden für ArcScene oder ArcGlobe.



Abb.: 6 City GRID Manager

City GRID beruht auf dem Prinzip: „Modellierung nach Geodaten“. Dies hat entscheidende Vorteile im Hinblick auf die Aktualisierbarkeit des Stadtmodells:

- Grundlage sind strukturierte Objektlinien die in einer Datenbank verwaltet werden. So ist die Verwaltung von Stadtmodellen mit mehreren 100.000 Gebäuden möglich.
- Über die Adresse oder den Koordinatenbereich, kann das zu aktualisierende Objekt aus der Datenbank abgerufen werden.
- Die Objektlinien können in aktuelle Luftbilder eingespielt werden und so können Veränderungen erkannt und nachgearbeitet werden.

4.1.3 CityServer3D

CityServer3D wurde vom Fraunhofer- Institut für graphische Datenverarbeitung (IGD) entwickelt. Das Fraunhofer IGD ist eine Forschungseinrichtung an der technischen Universität Darmstadt und Teil der Fraunhofer-Gesellschaft. Zu den Hauptaufgaben dieser Forschungseinrichtung gehören die Entwicklung von Produkten, Erstellung von Konzepten, Modellen und Umsetzungslösungen und deren Anpassung an spezifische Anwendungsfälle.

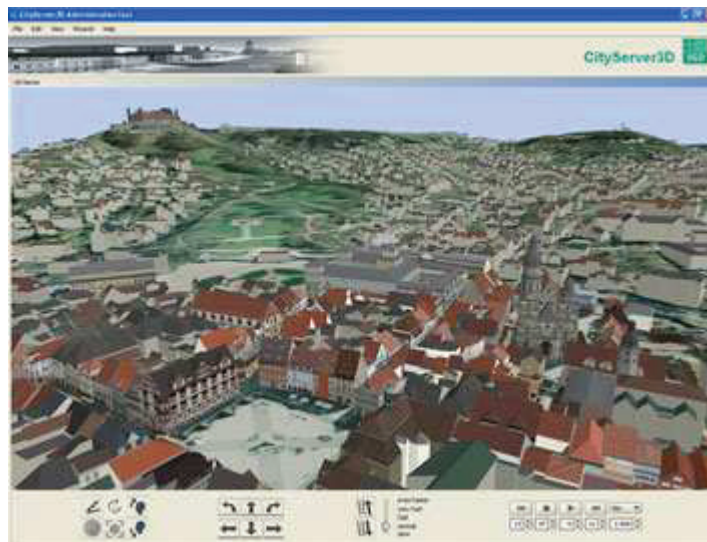


Abb.: 7 CityServer3D

Der CityServer3D ist ein System, das das automatisierte Einlesen, Visualisieren und Speichern von Geodaten aus unterschiedlichen Quellen ermöglicht. Es können Daten miteinander verknüpft, in einer Datenbank abgelegt und verarbeitet werden, die früher nicht kombinierbar waren. Abbildung 7 zeigt das Navigationsmenü des CityServer3D.

Dieses System ist ein Client-Server-System, welches die Visualisierung und Analyse großer Landschaftsmodelle in Echtzeit ermöglicht. Ebenso ermöglicht es die Visualisierung rekonstruierter Sehenswürdigkeiten und 3D-Routing. Die Geodaten werden in eine objektrelationale Geodatenbank gespeichert und über Internet verschiedenen Client- Plattformen zur Verfügung gestellt. Der CityServer3D beinhaltet eine Datenbank, einen Server und eine Clientanwendung. In der Datenbank können 3D-Geometrien, Sachdaten und Metadaten gespeichert werden. Um zu ermöglichen, dass die Landschaftsmodelle den Clients in der gewünschten Detaillierung vorliegen, können die Geometrien in verschiedenen LoD's gehalten werden. Der Server ist der zentrale Baustein des Systems und beinhaltet einige Schnittstellen für den Import und den Export der Daten. Um die Kompatibilität mit anderen Servern zu gewährleisten, können die Geodaten in den folgenden Formaten integriert und gespeichert werden: VRML, GML3, CityGML, GeoTiff, DEM, PNG, GIF, JPEG, DXF, SVG etc.

Der CityServer3D beinhaltet ein Administrator-Tool, welches dem Administrator ermöglicht, sich im Landschaftsmodell frei zu bewegen und Gebäude hinzuzufügen, zu löschen oder mit Fachdaten zu hinterlegen (Siehe Abbildung 8). Der Im- und Export wird auch durch den Administrator gesteuert.

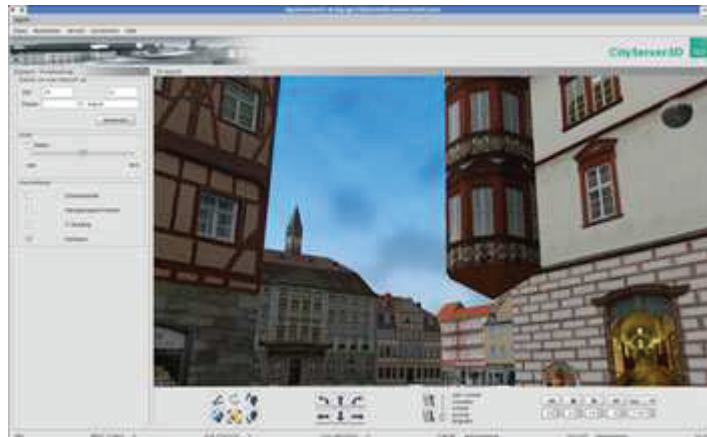


Abb.: 8 Administrator-Tool

Über eine entsprechende Schnittstelle, besteht nicht nur die Möglichkeit über einen Standard PC auf ein 3D- Stadtmodell zuzugreifen, sondern auch von mobilen Endgeräten wie zum Beispiel aktuellen Mobiltelefonen. Dies ist vor allem wichtig, für die neue Generation von Navigationsgeräten, da es eine dreidimensionale Visualisierung der aktuellen Route unterstützt. Dabei müssen die Daten bei der Übertragung möglichst kompakt gespeichert und übers Internet gesendet werden. Dazu wurde 2004 ein Verfahren von Coors und Rossignac entwickelt, welches das

benötigte Datenvolumen unter Ausnutzung topologischer Informationen sehr stark reduziert. Das Kompressionsverfahren basiert auf Dreiecksnetzen und die 3D- Objekte im CityServer3D sind durch Polygone definiert. Die Polygone müssen zunächst trianguliert, d.h. in Dreiecke zerlegt werden, um anschließend komprimiert zu werden. Diese Daten werden als Java-Objekte an den Client übertragen, dekomprimiert und als 3D-Modell visualisiert. Dieses Verfahren ist seit April 2006 Bestandteil des CityServer3D.

Auf der Intergeo 2006 wurden zwei weitere Bestandteile des CityServer3D vorgestellt. Zum einen verfügt das System nun über eine vierte Dimension: die Zeit. Dadurch wird eine Reise durch verschiedene Epochen ermöglicht, d.h. es werden die Gebäude und Stadtteile gezeigt, wie sie vor 50 oder 200 Jahren ausgesehen haben. Und der CityServer3D verfügt über eine neue Komponente, dem Mobile3DViewer. Durch diese Komponente wird die Darstellung der 3D Modelle auf Mobiltelefone ermöglicht.

4.1.4 LandXplorer

LandXplorer ist ein leistungsfähiges IT- Werkzeug, welches für das Management und die Visualisierung von geovirtuellen 3D-Stadtmodellen und 3D-Landschaftsmodellen dient. Umfangreiche Import- und Konvertierungsfunktionalitäten bietet dieses Programm für die unterschiedlichsten Typen und Quellen von 2D- und 3D-Geodaten. Außerdem ermöglicht es dem Nutzer, für massive Geodatenmengen, interaktive Präsentationen, Explorationen (Erkundung, Erforschung) und Analysen der resultierenden geovirtuellen Umgebung herzustellen. Die Abbildung 9 zeigt die Darstellung von Dresden im LandXplorer.

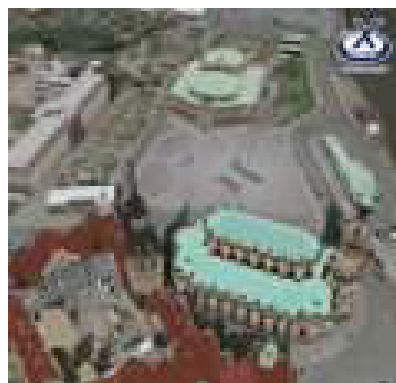


Abb.: 9 Dresden

Dieses Programm wurde von der 3D Geo GmbH entwickelt. Das Unternehmen vertreibt Softwarelösungen für Echtzeit 3D Visualisierung, Management und Auslieferungen von Geoinformationen. Damit ebnet das Unternehmen Eintrittsbarrieren in der Nutzung, Verarbeitung und Verbreitung von raumbezogenen Daten und Informationen. Mit deren Technologie reduzieren sie den Einarbeitungs- und Bereitstellungsaufwand. Dadurch sind Geoinformationen in Produktform zugänglich und im täglichen Leben findet es vielfältige Anwendungsgebiete, so z.B. im Business, Freizeit und in der Bildung. Unternehmen, die Öffentliche Hand, Kommunen und Privatpersonen sind typische Anwender für die Technologie der 3D Geo GmbH.

Der LandXplorer besitzt als grundlegende Komponente, digitale Geländemodelle. Diese werden spezifiziert durch digitale Höhenmodelle in Form von Rasterdaten. Luftbilder, Flächennutzungspläne, Katasterkarten oder Stadtmodelle lassen sich mit dem Geländemodell kombinieren und gemeinsam darstellen. Zum Austausch von Stadtmodellen dienen GIS- und 3D-Formate, ebenso wie CityGML. Im LandXplorer ist die Bewegung und Navigation intuitiv. Dies ermöglichen mehrere 3D- und 2D-Navigationsmodelle. Bedeutsame Standpunkte können durch so genannte Bookmarks markiert und später direkt angeflogen werden. Ebenso besteht die Möglichkeit Kamerapfade festzulegen, um so ein Video von der 3D-Umgebung aufzunehmen.

Die 3D Geo GmbH bietet zwei Versionen des LandXplorer an. Den LandXplorer Studio und LandXplorer Studio Professional. LandXplorer Studio enthält die Basisfunktionen, die zur 3D Visualisierung benötigt werden. Wobei LandXplorer Studio Professional den vollen Funktionsumfang beinhaltet. Aus diesem Grund wird der LandXplorer Studio Professional in diesem Abschnitt näher erläutert. In Abbildung 10 ist ein 3D Geländemodell angezeigt.

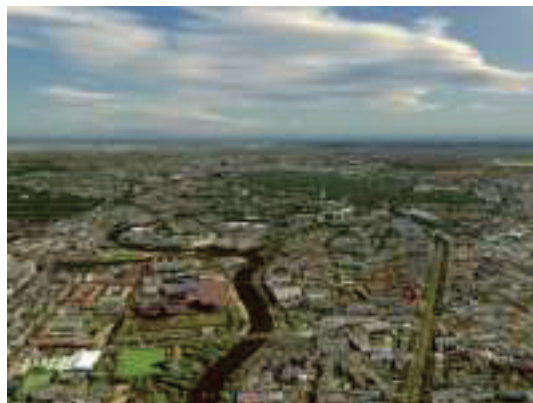


Abb.: 10 Geländemodell

Optimierte Rendering- Verfahren zur Verarbeitung großer Datenmengen, findet ihren Einsatz, um Geländemodelle und Geländetexturen zu visualisieren. Große Datenmengen sind in dem Fall, einige Terabyte große Rasterdaten. Diese Datensätze, die aus georeferenzierten Bildkacheln bestehen, können so zu einer zusammenhängenden Geländetextur verknüpft werden. Das LandXplorer Studio Professional kann folgende Dateiformate verwenden:

- Visualisierung von CityGML-Modellen
- 2D-Shapefiles mit Grundrisspolygonen, die zu Blockmodellen konvertiert werden
- 3D-Shapefiles
- 3DS-Modelle
- X3D-Modelle
- Verschiedene Datenformate können exportiert werden, darunter CityGML und KMZ für Google Earth

Die Datenbank, die dem LandXplorer unterliegt unterstützt eine CityGML- basierte Datenbank. Dies ermöglicht den Zugriff auf Geländemodelle, Geländetexturen und Stadtmodelle durch mehrere Benutzer gleichzeitig, da diese in einer zentralen Datenbank abgelegt sind.

Beim Betrachter wird die räumliche Wahrnehmung und Verarbeitung verstärkt, dadurch dass die dreidimensionalen Stadtmodelle und Landschaftsmodelle durch das Stereo-Viewing plastisch dargestellt werden können. Wenn spezielle 3D- Hardware vorhanden ist, können Shutter-Brillen oder Brillen mit Polarisationsfiltern verwendet werden. Ansonsten vermitteln Rot-Cyan-Stereobrillen den 3D-Eindruck, indem die 3D-Szene als Anaglyphenbild angezeigt wird (Siehe Abbildung 11).

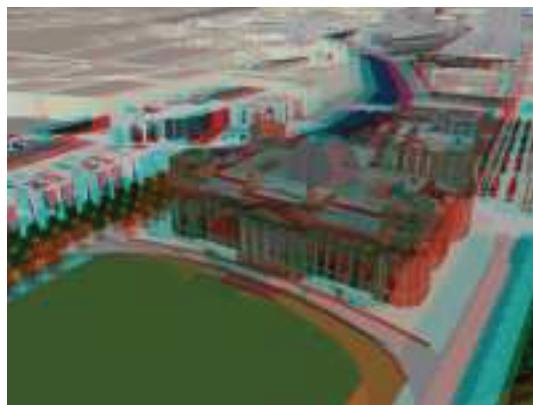


Abb.: 11 Anaglyphenbild

Ein Anaglyphenbild, ist „ein Stereobild, das aus zwei Halbbildern besteht, die in verschiedenen, optisch trennbaren Farben auf den gleichen Bildträger überlagert projiziert, gezeichnet, kopiert oder gedruckt sind. Die linke Komponente wird z.B. in roter Farbe dargestellt und über die rechte Komponente gelegt, die in einer anderen Farbe (üblicherweise hellgrün) angezeigt wird. Beim Betrachter mit einer ebenfalls farblich gefilterten und separierten Brille verschmelzen die beiden Bilder und geben somit einen Stereoeindruck wider.“ Eine weitere Funktion ist die Pack&Go Funktion, die eine Schnittstelle zwischen dem LandXplorer Studio Professional und der Viewer Anwendung LandXplorerXpress bildet. Die Projekte, die im LandXplorer entstanden sind, können so automatisch exportiert und aufbereitet werden, um anschließend als eigenständige Geodokumente einer großen Benutzergruppe zugänglich gemacht werden. Diese Projekte, können dann als DVD verbreitet oder direkt im LandXplorerXpress betrachtet werden.

Um virtuelle Stadtmodelle im LandXplorer realistischer und detaillierter zu gestalten, gibt es die Funktion SmartBuildings (Siehe Abbildung 12). Dies ist ein stockwerkbasiertes Gebäudemodell zur Darstellung von komplexen Gebäudegeometrien. So entsteht ein Gebäude durch das interaktive festlegen des Grundrisses, der einzelnen Wände jedes Stockwerkes und daraufhin das Übereinandersetzen der Stockwerke.



Abb.: 12 SmartBuilding

Die Landschaftsmodelle werden realistischer und detaillierter dargestellt, durch die SmartTerrains Funktion (Siehe Abbildung 13). Diese ermöglicht das generieren von Straßen, Gehwegen, Wasserflächen und ähnlichem aus 2D Plänen in qualitativ hochwertige bodennahe Geometrien. Straßen und Mauern können weiterhin noch mit Texturen versehen und Wasserflächen durch simulierte Fließbewegung realistischer dargestellt werden.

Durch diese Funktion, ist die Orientierung und Wiedererkennung durch den Betrachter erleichtert.

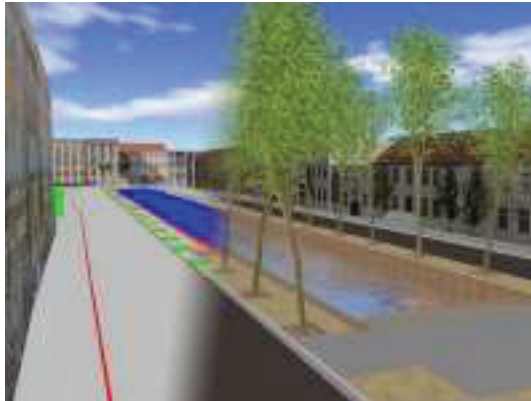


Abb.: 13 Smart Terrains

Eine weitere wichtige Funktion stellt die Analysefunktion da. Diese kann noch unterteilt werden, in Morphologie, Hypsometrie, Geländeschraffung, Höhenzylinder, Distanzabfrage. Die Morphologie ist wichtig, um die Beschaffenheit des Geländes untersuchen zu können, wie die Hangneigung oder die Exposition. Exposition bezeichnet die Lage eines Hanges in Bezug auf die Einfallrichtung der Sonnenstrahlen. Zur Verdeutlichung der Geländeeigenschaften lässt sich dieses höhenabhängig einfärben (Hypsometrie=Messung der Höhe der Erdoberfläche in Bezug auf den Meeresspiegel). Durch die Geländeschraffung können Neigungen und Abhänge dargestellt werden. Ein Höhenzylinder kann erstellt werden, um das ganze Gelände besser analysieren zu können. Innerhalb eines Stadtmodells oder eines Geländes können einfach und schnell Distanzen errechnet werden.

4.2 Vergleiche der Programme

	GeoFES	CityGRID	CityServer3D	LandXplorer
Grundlage	GIS aus dem Hause ESR	Das vorhanden GIS wird zum Informations-GIS ergänzt	Keine Grundlage, Eigenständig	Keine Grundlage, Eigenständig
Anwender	Feuerwehr, Polizei, Katastrophenschutz	Städte, Feuerwehr	Für alle Interessenten	Firmen, Bildung, Freizeit, Kommunen Privat

Programme für 3D Stadtmodelle

Verwendung	Einsatzvor-, Nachbereitung, täglicher Einsatz, Großschadensanlagen	Planung, Konstruktion, Betrieb von Infrastruktur	Automatisiertes einlesen, visualisieren, speichern von Geodaten	Management, Visualisierung von Geovirtuellen 3D Stadtmodellen
Einsatz- möglichkeiten	Lagekartenführung, Gefahrstoffausbreitung, Analyse, Planung, Untersuchungen	Erstellung, Fortführung, Nutzung von 3D Stadtmodelle	Visualisierung, Analyse großer Landschafts- Modelle, Rekonstruierung von Sehenswürdig- keiten	Visualisierung, Management, Erstellen von interaktiven Präsentationen, Erkundungen und Analysen
Lokalisierung	Schnell mittels Adresse, Kreuzung, Straße, Autobahn-, Gewässer-, Gleisabschnitt	X	X	Durch setzen von Bookmarks
Ausdruck von Karten	Möglich, mittels vordefiniertem Layout	Nein, aber Sichtbarkeits- karten können für ArcScene berechnet werden	Nein, aber Bilder der Landschaftsmodell können ausgedruckt werden.	X
Einsatz	Stationär und Mobil	Stationär	Stationär und Mobil (aktuelle Mobiltelefone)	Stationär und auf DVD und über LandXplorerXpress
Integration von Datenformaten	K5,K10,K100,TK10, TK25,TK50, Luftbilder, ALK,DLM25-ATKIS, Adressen, Krankenausdaten, Schuldaten, KITA, Einwohnerdaten, Lagepläne der Bahn, Kanalnetz	Vermessene, Digitalisierte und geschützte Objektlinien	X	2D und 3D Geodaten unterschiedlichen Typs und Quelle
Datenbank	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
Ausbreitungs- simulation	Software DISMA	X	X	X

Programme für 3D Stadtmodelle

Systemmodule	X	Modeler, Manager, Planner, Explorer	Mobile 3D Viewer	Nein, aber zwei verschiedene Versionen: Studio und Professional
Echtzeit- Visualisierung	X	Ja, durch Explorer	Ja, weil Client- Server System	√
Realitäts- konforme Modellierung	X	√	√	√
Schnelle Generierung	X	√	√	√
Import	X	Über Datenbank od. Filebasiert via XML oder AutoCAD	VRML,GML3, CityGML, Geo Tiff, Dem, DNG, GIF, JPEG, DXF, SVG etc.	GIS und 3D Formate, CityGML, 2D od. 3D Shape files, 3DS od. 3D Modelle
Export	X	Über Datenbank od. Filebasiert via XML oder AutoCAD	VRML,GML3, CityGML, Geo Tiff, Dem, DNG, GIF, JPEG, DXF, SVG etc.	GIS und 3D Formate, CityGML, 2D od. 3D Shapefiles, 3DS od. 3D Modelle, CityGML und KMZ für Google Earth
Unterirdische Objekte	X	Ja durch Strukturlinien	X	X
Grundlagen für Systemmodule notwendig	Ja, ArcGIS	Ja, für Manager: Oracle, MySQL Modeller: 3D StudioMax, Autodesk VIZ	X	X
Mehrere Nutzer gleichzeitig Zugriff	X	√	√	√
3D Routing	X	X	√	√

Programme für 3D Stadtmodelle

Geometrien in verschiedenen LoD's	X	X	√	√
Vierte Dimension Zeit	X	X	Ja, Reise durch verschiedene Epochen	X
Bookmarks	X	X	X	√
Kamerapfade	X	X	X	Ja, dann Aufnahme von Video möglich
Stereo Viewing	X	X	X	Ja, durch umwandeln in Anaglyphenbild
Generieren von Straßen, Wasser...	X	X	X	Ja, dann mit Texturen oder Fließbewegungen realistischer gestalten

Tabelle.:4 Vergleich der Programme

Zeichenerklärung: X - Eigenschaft nicht vorhanden
 √ - Eigenschaft vorhanden

Beim Vergleich der einzelnen Programme (Siehe Tabelle 4) fällt auf, dass GeoFES und City GRID eher 2 dimensionale Programme sind und so die Landschaftsmodelle Karten darstellen. Wobei die Möglichkeit bei City GRID besteht, Gebäude dreidimensional darzustellen. Bei CityServer3D und LandXplorer ist dies auch möglich, aber auch die Landschaftsmodelle können in 3D dargestellt werden. Diese beiden Programme sind auch die, die beim Vergleich am besten abschneiden. Sie beinhalten sie die meisten Funktionen und können mit den meisten Formaten von Daten arbeiten.

5. Anforderungen an 3D Stadtmodelle

Die Anforderungen an 3D Stadtmodelle sind abhängig von ihrem Einsatzort. So benötigen Ämter andere Funktionen als die Polizei. Dieses Kapitel handelt von den Anforderungen, die ein 3D Stadtmodell erfüllen muss, um geeignet für die Polizei, Feuerwehr und den Katastrophenschutz zu sein.

5.1 Anforderungen und Ihre Verwendung an Beispielen

Die Software, die bei der Polizei, Feuerwehr und im Katastrophenschutz Verwendung findet, wird mit einer Vielzahl von heterogenen 2D/3D Geodaten und mit Daten aus Konstruktionswerkzeugen der Architektur und des Bauwesens konfrontiert. Diese Daten müssen vom System verwertet werden können und Funktionen für deren Darstellung enthalten.

Die vorrangige Anforderung ist das reale darstellen eines Gebietes mit Gebäuden, Vegetation und Verkehrswegen (Straßen, Flüsse, Bahnschienen,...)(Siehe Abb. 13), ebenso wie die geometrische und die Geografische Genauigkeit. Durch einen hohen Wiedererkennungswert wird die Orientierung für Ortsfremde der öffentlichen Behörden gewährleistet. Außerdem können so Großveranstaltungen, wie Demonstrationen oder Fußballspiele, vorher geplant und organisiert werden. Für Demonstrationen können einzelne Straßen gesperrt werden und die Polizei an Knotenpunkten bereit stehen. Bei Fußballspielen können so vorher Routen festgelegt werden, wo die Fans der beiden Mannschaften getrennt voneinander in Richtung der öffentlichen Verkehrsmittel geführt werden, um gewaltsame Übergriffe zu vermeiden. Außerdem müssen Marker gesetzt werden können, um die Knotenpunkte darzustellen oder Standorte für Barrikaden anzuzeigen.

Um aus diesen Planungen lernen zu können und sie gegebenenfalls bei der nächsten Großveranstaltung zu verbessern, muss eine Funktion vorhanden sein, um sie in Datenbanken zu speichern. So kann je nach Bedarf, auf Karten oder 3D Stadtmodelle zugegriffen und möglichst in Präsentationen eingefügt oder als einzelne Karten ausgedruckt werden.

Hinzu kommt eine Sichtbarkeitsanalyse die durchgeführt werden könnte (Siehe Abbildung 14), um Positionen, zum Beispiel für Kameras, festzulegen. Das bedeutet, sich jeden Ort aus allen Perspektiven anschauen zu können, egal ob aus der Sicht eines Fußgängers oder eines Hubschraubers (Siehe Abb. 8).

einsetzen der Rettungsmannschaft richtig koordiniert werden. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn die U-Bahn Stationen auch dargestellt werden können, im 3D Stadtmodell.

Eine sehr wichtige Funktion des Systems stellt die Analyse des Gefährdungsbereiches bei Störfällen oder Gefahrstoffunfällen in Großanlagen, wie z.B. der chemischen Industrie, da. Hierzu muss das System die Wetterlage, also den Wind und den Niederschlag, mitberücksichtigen, um das Gebiet, welches evakuiert werden muss, richtig darzustellen (Siehe Abb.3). Um das zu ermöglichen, muss die Realweltsituation simuliert werden können, mit Wolkenbewegung, Nebel, usw.

Für Städte die an Küsten liegen oder an Flüssen, ist das beobachten des Meeresspiegel wichtig, um Überschwemmungen rechtzeitig erkennen zu können und Gegenmaßnahmen einzuleiten. So kann mithilfe eines 3D Stadtmodells, welches diese Funktion beinhaltet, schon vorher simuliert werden, welche Stadtgebiete überschwemmt werden würden, wenn das Wasser über einen bestimmten Wert steigt (Siehe Abbildung 16).

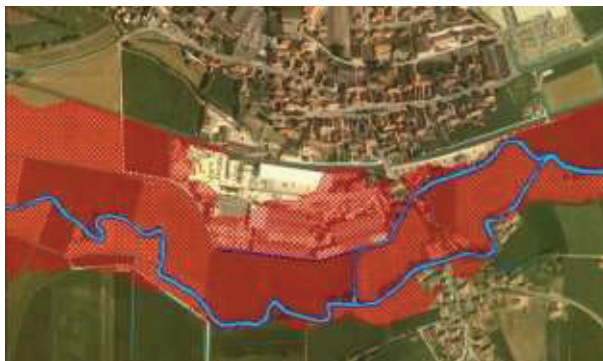


Abb.: 16 Luftbild mit Überschwemmungsgebiet

5.2 Zusammenfassung der Anforderungen

Zusammengefasst ergeben sich folgende Anforderungen an ein 3D Stadtmodell System:

- Reale Darstellung mit einem hohen Wiedererkennungswert
- Geometrische und Geografische Genauigkeit
- Speichern von Einsätzen in Datenbanken
- Situationen in Präsentationen einfügen
- Karten ausdrucken
- Sichtbarkeitsanalyse
- Freie Navigierbarkeit im Stadtmodell

Anforderungen an 3D Stadtmodelle

- Stadtpläne, Luftbilder, andere 2D Karten beinhalten
- Setzen von Markern, Objekten und Bookmarks
- Unterirdische Objekte darstellen
- Analyse von Gefährdungsbereichen
- Berechnung von Überschwemmungsgebieten
- Simulation von Realweltsituationen

6. Zusammenfassung

Diese Arbeit hat sich mit den Anforderungen an 3D Stadtmodelle für Polizei und Feuerwehr beschäftigt.

Hierzu wurde das Thema 3D Stadtmodelle und dessen Eigenschaften allgemein erklärt, um eine Grundlage für das Verständnis zu schaffen und aus den Eigenschaften die einzelnen Funktionen, die für Polizei und Feuerwehr notwendig sind, heraus zu filtern. Diese wurden dann im nächsten Kapitel kurz zusammengefasst und dargestellt.

Um zu zeigen, welche Funktionen in den Systemen schon vorhanden sind, wurden vier ausgewählte Systeme dargestellt und deren Funktionen in einer Tabelle gegenüber gestellt. Dadurch wurde sichtbar, dass sich zwei Programme auf 2D Karten gründen und der CityServer3D und der LandXplorer die Landschaft aber auch die Gebäude in 3D darstellen können. Außerdem wurden fehlende Funktionen in den einzelnen Systemen sichtbar, die dazu führen, dass noch kein Programm alle Anforderungen, die im letzten Kapitel erläutert und zusammengestellt wurden, beantworten kann.

Aber durch den steigenden Bedarf und der wachsenden Nachfrage nach 3D Stadtmodellen, dürften alle Anforderungen in einiger Zeit Anwendung in den Systemen finden.

Glossar

Terrestrische Vermessung

Dokumentation von Grenzen und Feststellung von Eigenschaften der Geländeoberflächen.

Photogrammetrie

Methoden, aus einem oder mehreren Bildern eines beliebigen Objektes indirekt dessen Form und Lage durch Bildmessung sowie dessen inhaltliche Beschreibung durch Bildinterpretation zu gewinnen.

Photogrammetrische Auswertung

Ergebnisse können sein: Koordinaten einzelner Objektpunkte in einem dreidimensionalen Koordinatensystem, Karten und Pläne mit Grundriss- und Höhenlinien, entzerrte Photographien und daraus hergestellte Luftbildkarten.

Laserscanning

Erfassen der Oberflächenbeschaffenheit durch das abtasten der Oberfläche mit einem Laser aus einem Flugzeug heraus; gemessen wird die Laufzeit eines Lichtimpulses vom Aussenden bis zur Rückkehr des Echos zum Empfänger.

Orthophotos

Verfahren und Hilfsmittel zur flächenweisen Entzerrung von Bildern nichtebener Objekte.

ALKIS

Amtliches Liegenschaftskataster- Informationssystem, Standard zur Integration von ALB und ALK in ein einheitliches Datenmodell in Analogie zu ATKIS.

ALK Automatisierte Liegenschaftskarte, digitaler Nachfolger der analogen Liegenschaftskarte in den Katasterämtern Deutschlands

ALB Automatisiertes Liegenschaftsbuch, aus dem früher manuell geführtem Katasterbuchwerk entwickelt und enthält dessen Inhalt in digitaler Form; in ihm sind die Daten sämtlicher Flurstücke gespeichert.

Textur Charakterisiert die Oberflächenbeschaffenheit von Objekten.

generische Texturen = komplexe Texturen

synthetischen Texturen Vereinigung von zwei oder mehreren Texturen.

Vektorbasierte Übersichtskarten

Übersichtskarten, die wenige Informationen abspeichern, sehr schlank sind, aber gleichzeitig auch so flexibel, dass sie die gewünschten Anforderungen entsprechen.

vektororientierte Flächennutzungskarte

Flächennutzungskarte die aus vielen unterscheidbaren Einzelobjekten bestehen. Damit kann jedes einzelne Objekt bearbeitet werden. Die Grafik ist in Größe und Form beliebig veränderbar.

alphanumerischen Attributdaten

Bezeichnen Sachdaten, die neben numerischen Zeichen auch Buchstaben, Satzzeichen und Sonderzeichen erlauben.

Glossar

dBASE- Dateien	Es ist eine Datenbank, die sich im Bereich der PCs zur populärsten Standard- Datenbankapplikation ihrer Art entwickelte.
Transferfilters	Sind benutzerdefinierte Objekte, die gespeichert und jederzeit wieder verwendet werden können.
Generierung	Zusammenbinden aller notwendigen Systemprogramme zu einem lauffähigem System unter Berücksichtigung der Hardware- Konfiguration.
Echtzeit Visualisierung	Bezeichnet den Vorgang der Sichtbarmachung von Daten, Informationen, Modellen in Echtzeit.
Objektlinien	Linien zwischen Punkten eines Objektes.
File	= Datei
XML	Beschreibungssprache im Internet, XML Seite als Anzeige-, Speicher- und Datenmedium.
AutoCAD	Software zum Erstellen von 2D- und 3D- Zeichnungen.
3D Studio	Es ist ein professionelles Programm zum Erstellen von 3D- Animationen.
VRML	Die Virtual Reality Markup Language ist eine Beschreibungssprache für 3D- Szenen und deren Geometrien, Ausleuchtungen, Animationen und Interaktionsmöglichkeiten.
Unit-ID	Eine Nummer die jedem Gebäudemodell zugeordnet ist.

relationale Datenbanksysteme

Der Datenbestand liegt in einer 2dimensionalen tabellenartigen Struktur vor, die über Schlüssel in Verbindung stehen.

graphische Datenverarbeitung

Technologie, mit der Bilder mit Hilfe von Rechnern erfasst bzw. erzeugt, verwaltet, dargestellt, manipuliert und verarbeitet werden.

Client-Server-System

Ist eine kooperative Informationsverarbeitung, bei der die Aufgaben zwischen Programmen auf verbundenen Rechnern aufgeteilt werden. In einem solchen Verbundsystem können Rechner aller Art zusammenarbeiten. Server (Dienstleister) bieten über das Netz Dienstleistungen an, Clients (Kunden) fordern diese bei Bedarf an.

objektrelationale Geodatenbank

Ist eine Mischform zwischen relationalen und objektorientierten Datenbanken(Datenbasis in Form von Objekten abgelegt), welche die Vorteile beider Datenmodelle vereinigt. Findet hauptsächlich Einsatz in geographischen Informationssystemen (GIS).

Metadaten

Es sind Daten, die Informationen über andere Daten enthalten. So sind auch Angaben von Eigenschaften eines Objektes Metadaten.

Clients

Ist ein Computerprogramm, das Kontakt zu einem anderen Programm, dem Server, aufnimmt, um dessen Dienstleistung zu nutzen.

Glossar

GML	Geography Markup Language. Dient der digitalen Repräsentation der Welt in 2D.
CityGML	Dient zur Speicherung und zum Austausch von virtuellen 3D- Stadtmodellen.
GeoTiff	Ist ein Dateiformat zur Speicherung von Bilddaten und eignet sich gut zur Verarbeitung von geographischen Daten.
DEM	Digital Elevation Model, entspricht dem DHM (Digitales Höhenmodell). Ist ein Modell der Geländehöhen und Geländeformen.
PNG	Portable Network Graphics. Ist ein Grafikformat für Rastergrafiken.
GIF	Graphics Interchange Format. Ist ein Grafikformat für Bilder mit geringer Farbtiefe.
JPEG	Joint Photographic Experts Group. Ist ein Dateiformat zur Speicherung von Bilddateien.
DXF	Drawing Interchange Format. Ist ein Dateiformat von der Firma Autodesk zum CAD- Datenaustausch für das Programm AutoCAD.
CAD	Computer Aided Design, Rechnergestützte Konstruktion
SVG	Beschreibungssprache im Internet und ist konzipiert als Standard für nicht Rasterbilder im Netz.

IT- Werkzeug	Informationstechnologie. Deren Werkzeuge sind spezielle Programme zur Analyse und zur Optimierung der Arbeit usw.
Konvertierungsfunktionalitäten	Ist die Funktion bei dem Daten aus einem Datenformat ins andere umgewandelt werden.
Rasterdaten	Werden durch Bildelemente in einer Rastermatrix dargestellt. Dabei handelt es sich häufig um Luftaufnahmen und Satellitenbilder.
Bookmarks	Sind Favoriten und werden als solche gekennzeichnet. Zum Beispiel dient es zur schnellen Erreichbarkeit schon besuchter Internetseiten ohne die Internetadresse eingeben zu müssen. In GIS Anwendungen dient es zur Speicherung wichtiger Gebäude oder Plätzen.
Rendering- Verfahren	Ist die Berechnung fotorealistischer, 3dimensionaler Abbildungen, bei denen die Lichteffekte wie Schatten und Lichtreflektion simuliert werden.
Terabyte	Dateneinheit, 1 Terabyte = 1024 Gigabyte, entspricht etwa 1 Billion Zeichen.
georeferenzierten Bildkacheln	Ist die Zuweisung raumbezogener Referenzinformationen zu einem Datensatz.
Shapefile	Ist ein Format für Geodaten, dass ursprünglich von ESRI für ArcView entwickelt wurde.
Stereo-Viewing	Ist ein Verfahren zur raumtreuen Abbildung.

Glossar

Morphologie	Untersucht die Formen und Formbildenden Prozesse der Oberfläche der Erde.
Layout	Text- und Bildgestaltung einer Karte
K5	Karte im Verhältnis 1:5000
K10	Karte im Verhältnis 1:10000
K100	Karte im Verhältnis 1:100000
TK10	Topographische Karte im Verhältnis 1:10000
TK25	Topographische Karte im Verhältnis 1:25000
TK50	Topographische Karte im Verhältnis 1:50000
ATKIS	Stellt die topographische Basisinformation der fachlichen Informationssysteme im großräumigen, mittel- bis kleinmaßstäblichen Bereich da.
DLM25	Ist das Digitale Landschaftsmodell im Verhältnis 1:25000

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

1. CAD-Glossar/ Stichwörter alphabetisch
(<http://www.blien.de/ralf/cad/db/alphabet.htm>)
2. www.landentwicklung-muenchen.de/mitarbeit/Klaus/aufsaeetze/3d-stadtmodelle_gis_seminar.pdf
3. Geoinformatik Service der Uni Rostock
(www.geoinformatik.uni-rostock.de)
4. Digitale 3D Stadtmodelle und ihre Nutzung
(www.stadtmodelle.com)
5. Coors/ Zipf (Hrsg.) (2005) 3D Geoinformationssysteme – Grundlage und Anwendung, Verlag Herbert Wichmann/ Heidelberg
6. GisWiki
(<http://de.giswiki.net>)
7. Gottfried Konencny, Gerhard Lehmann (1984) Photogrammetrie, 4.Auflage
8. Klaus (1997) Erstellung von 3D-stadtmodellen für die virtuelle interaktive Begehung
9. Koppers (2004) 3D Stadtmodelle – Techniken, Trends, Visionen
10. Uni Bonn Special Interest Group 3D
(<http://www.ikg.uni-bonn.de/sig3d>)
11. Autodesk LandXplorer
(<http://www.3dgeo.de>)
12. Fraunhofer IGD
(<http://www.igd.fhg.de/igd-a5/>)
13. CityGRID - Die ganze Stadt in 3D
(<http://www.citygrid.at/>)
14. DHI-Wasy GmbH
(<http://www.dhi-wasy.de>)
15. Präsentation von GeoFES
(http://www.geomv.de/geoforum/2007/18-04_MI/D3_GeoFES_Such.pdf)
16. GeoFES Download
(<http://www.wasy.eu/geofes+M5c50842c46a.html>)
17. Vortrag GeoFES
(http://gk-lin.gfz-potsdam.de/media/de/Geofes_Vortrag.pdf)

18. Berliner Feuerwehr
(<http://www.berliner-feuerwehr.de/198.html>)
19. Diplomarbeit – Vergleich des Tridicon City Discoverer und Autodesk LandXplorer zur Nutzung von 3D Stadtmodellen, Maik Koschel (2009)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	10
GeoFES der Berliner Feuerwehr	
Quelle:	
http://www.berliner-feuerwehr.de/303.html	
Abbildung 2	12
Daten zu einem Krankenhaus	
Quelle:	
http://www.berliner-feuerwehr.de/303.html	
Abbildung 3	13
Abbildung eines Kraftwerkes und Darstellung des Gefährdungsbereiches	
Quelle:	
http://www.berliner-feuerwehr.de/304.html	
Abbildung 4	15
City GRID Modeler	
Quelle:	
http://www.citygrid.at/deutsch/system/texturen.php	
Abbildung 5	16
Linienstruktur	
Quelle:	
http://www.citygrid.at/deutsch/system/modellierung.php	
Abbildung 6	16
City GRID Manager	
Quelle:	
http://www.citygrid.at/deutsch/system/3dvisua.php	
Abbildung 7	17
City Server 3D	
Quelle:	
http://www.igd.fhg.de/igd-a5/	
Abbildung 8	18
Administrator-Tool	
Quelle:	
http://www.igd.fhg.de/igd-a5/	
Abbildung 9	19
Dresden	
Quelle:	
http://www.3dgeo.de/idxstudio.aspx	
Abbildung 10	20
Geländemodell	
Quelle:	

Abbildungsverzeichnis

<http://www.3dgeo.de/ldxstudiopro.aspx>

Abbildung 11	21
Anaglyphenbild	
Quelle:	
http://www.3dgeo.de/ldxstudiopro.aspx	
Abbildung 12	22
Smart Building	
Quelle:	
http://www.3dgeo.de/ldxstudio.aspx	
Abbildung 13	23
Smart Terrains	
Quelle:	
http://www.3dgeo.de/ldxstudio.aspx	
Abbildung 14	28
Sichtbarkeitsanalyse	
Quelle:	
http://www.citygrid.at/deutsch/system/virtueller.php	
Abbildung 15	28
2D Karte	
Quelle:	
http://www.berliner-feuerwehr.de/303.html	
Abbildung 16	29
Luftbild mit Überschwemmungsgebiet	
Quelle:	
www.lfu.bayern.de/.../index.htm	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	3
Basismodell	
Quelle:	
Klaus (1997) Erstellung von 3D-stadtmodellen für die virtuelle interaktive Begehung	
Tabelle 2	4
Blockmodell	
Quelle:	
Klaus (1997) Erstellung von 3D-stadtmodellen für die virtuelle interaktive Begehung	
Tabelle 3	4
Detailmodell	
Quelle:	
Klaus (1997) Erstellung von 3D-stadtmodellen für die virtuelle interaktive Begehung	
Tabelle 4	23-26
Vergleich der Programme	

Anhang

1. CD mit folgendem Inhalt
 - Arbeit als PDF- Datei
 - Kurzfassung der Arbeit
 - Postervorlage
 - Webseite in deutsch und englisch