



3D-Stadtmodell Graz – Überlegungen für eine operationelle Umsetzung

Monika Ranzinger ¹, Günther Lorber ²

¹ GRINTEC GesmbH, Maiffredygasse 4/3, 8010 Graz

² Magistrat Graz, A10/6 – Stadtvermessungsamt, Kaiserfeldgasse 25, 8010 Graz

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **83** (3), S. 111–118

1995

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Ranzinger_VGI_199510,  
  Title = {3D-Stadtmodell Graz -- {\\"U}berlegungen f{\\"u}r eine operationelle  
    Umsetzung},  
  Author = {Ranzinger, Monika and Lorber, G{\\"u}nther},  
  Journal = {VGI -- {\\"O}sterreichische Zeitschrift f{\\"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {111--118},  
  Number = {3},  
  Year = {1995},  
  Volume = {83}  
}
```





3D-Stadtmodell Graz – Überlegungen für eine operationelle Umsetzung

Monika Ranzinger, Günther Lorber, Graz

Zusammenfassung

Vor allem für Planungsvorhaben besteht die Anforderung zu einer dreidimensionalen Darstellung des Stadtbildes. Aus den Erfahrungen einer Studie über die Machbarkeit eines 3D-Stadtmodells und deren praktischer Anwendung am Beispiel Langegasse/Korösisstraße in Graz werden Überlegungen zu einer operationellen Umsetzung dargelegt.

Abstract

3D-visualizations of the townscape become more and more important especially for planning purposes. A study on the feasibility and the potential benefits of a 3D-city model has been carried through by GRINTEC on behalf of the Stadtvermessungsamt Graz. The applicability of the study's findings has been tested in a pilot project in the area Langegasse/Korösisstraße in Graz to good effect. This paper sums up the results of the study and the pilot project and describes how the building of a 3D-city model can be done on a regular operational basis.

1. Einleitung

Die Aufgaben einer Stadtverwaltung sind sehr heterogen und erfordern in zunehmendem Maß qualitativ hochwertige und den entsprechenden Aufgabenstellungen angepaßte Plangrundlagen. Seit einigen Jahren werden kommunale Informationssysteme, in deren Mittelpunkt grafische Daten stehen, in städtischen Verwaltungen aufgebaut. Auch die Stadt Graz arbeitet bereits seit 1985 am Aufbau des Digitalen Stadtplanes (DSP) bzw. des Kommunalen Ortsbezogenen Grafikinformatiionssystems. Verwaltet werden die Daten in zweidimensionalen bzw. 2 $\frac{1}{2}$ dimensionalen Informationssystemen.

Vor allem aus dem Bereich Stadtplanung und -entwicklung kommt jedoch immer mehr die Forderung, die Objekte der realen Welt dreidimensional abzubilden. Es wird dabei die Zielsetzung verfolgt, für die Abgabe von städtebaulichen Gutachten die Höhenentwicklung des Stadtgebietes zu kennen. Dreidimensionale Betrachtungsweisen können in den Bereichen Bebauungsplanung oder in Aufgaben der globalen Stadtentwicklung zu fundierteren Entscheidungsgrundlagen führen. Von der Stadt Graz wurden bereits in einigen Planungsvorhaben neue Wege in deren Präsentation beschritten. Zum Beispiel wurde für die Neugestaltung des Jakominiplatzes eine Computeranimation erstellt. Mit dieser konnten die Entscheidungen rascher herbeigeführt und die betroffenen Bürger optimal informiert werden. Aus den Erfahrungen einer Studie über die Machbarkeit eines 3D-

Stadtmodells sollen nun Überlegungen zu einem operationellen Einsatz dargelegt werden.

2. Was ist ein 3D-Stadtmodell ?

Ein 3D-Stadtmodell (im folgenden 3D-SM) ist eine möglichst naturgetreue Nachbildung aller feststehenden Objekte (Gebäude, Grünräume, Verkehrs- und Wasserwege, etc.) einer Stadt im Computer. Über jedes Objekt sind dabei so viele Informationen gespeichert, daß es in allen drei räumlichen Dimensionen abgebildet ist und betrachtet werden kann. Es ist also ein dreidimensionales CAD-Modell der gesamten Stadt.

Damit eröffnen sich für den Benutzer neue Möglichkeiten, das derzeitige Stadtbild im Computer zu „erwandern“ und zu begreifen, oder interaktiv am Computer Veränderungen von Gebäuden auszuprobieren oder konkrete Planungen in das bestehende Stadtbild einzubauen, um deren städtebauliche Auswirkungen zu beurteilen.

Wie detailliert welche Informationen für das 3D-SM benötigt werden und ob flächendeckend über das ganze Stadtgebiet oder schrittweise in Teilbereichen gearbeitet wird, hängt von der jeweiligen Anwendung ab. Beispielsweise ist bei der Vorstellung von Planungsergebnissen eine möglichst realitätsnahe Darstellung erforderlich, während für die Erstellung von Bebauungsplänen die Verwendung von einfacheren Flächen- oder Drahtgittermodellen eine ausreichende Grundlage zur Beurteilung der Massenverhältnisse bietet.

3. Studie über die Machbarkeit eines 3D-Stadtmodells

In dieser Studie, die im August 1994 von der Stadt Graz, Stadtvermessungsamt, in Auftrag gegeben wurde, ging es darum, grundsätzlich die Machbarkeit und die Einsatzmöglichkeiten eines 3D-SM zu untersuchen und an einer praktischen Anwendung zu demonstrieren. Hierzu wurde ein Bereich nördlich des Schloßberges ausgewählt.

Eine wirtschaftlich vertretbare Erstellung eines 3D-Stadtmodells kann nur unter der Voraussetzung erfolgen, daß bereits vorhandene Daten des Digitalen Stadtplanes als Grundlage verwendet werden, um aufbauend auf redundanzfreie Basisdaten Doppelerfassungen bzw. Doppelspeicherungen zu vermeiden. Die interaktive Modellierung dreidimensionaler Abbildungen der Stadt stellt eine aufwendige Angelegenheit dar. Daher war es naheliegend, eine Möglichkeit zu suchen, aus den vorhandenen Daten möglichst automatisch das dreidimensionale Modell ableiten zu können. Der interaktive Aufwand sollte dabei möglichst minimal gehalten werden. In dieser Studie sollten auch die Möglichkeiten untersucht werden, in Echtzeit interaktiv verschiedene Betrachtungsstandorte auswählen und somit das betreffende Stadtgebiet am Computer durchwandern zu können.

Die dazu notwendigen Voraussetzungen hinsichtlich Hard- und Software sollten erhoben werden, aber auch die derzeit bestehenden Probleme oder Einschränkungen waren in dieser

Studie darzulegen. Außerdem sollte gezeigt werden, daß neue Planungsvorhaben rasch und effizient in die bestehende Umgebung einbezogen werden können. Eine möglichst rasche Änderungsmöglichkeit konkreter Planungsergebnisse war eine weitere Anforderung, die in dieser Studie untersucht werden sollte. Etwaige Auswirkungen für die Datenstruktur des Digitalen Stadtplanes vor allem im Hinblick auf eine automatisierte Erstellung des 3D-Stadtmodells waren zu beschreiben.

4. Datengrundlagen

Zwei wesentliche Datenbestände des Digitalen Stadtplanes, die für die Erstellung des 3D-Modells verwendet werden können, sind die Kataster- und die Naturdaten. Während die Katasterdaten aufgrund des seinerzeitigen Pilotprojektes mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen flächendeckend vorliegen, sind die Naturdaten derzeit nur projektbezogen vorhanden. Jedoch wird in den nächsten 5 Jahren im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit allen Leitungsbetreibern in Graz der gesamte Naturbestand des Straßenraumes erfaßt. Ergänzend zu diesem Projekt werden vom Stadtvermessungsamt sukzessive die übrigen Bereiche photogrammetrisch inklusive der Dachlandschaften ausgewertet.

Die zweidimensionalen Katasterdaten eignen sich für die Herstellung der Geometrie. Die Höheninformation der Gebäude wird aus den pho-

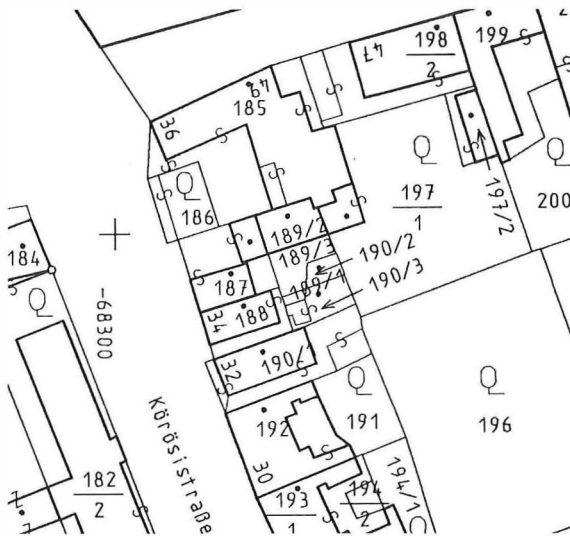


Abb. 1: DSP - Katasterdaten

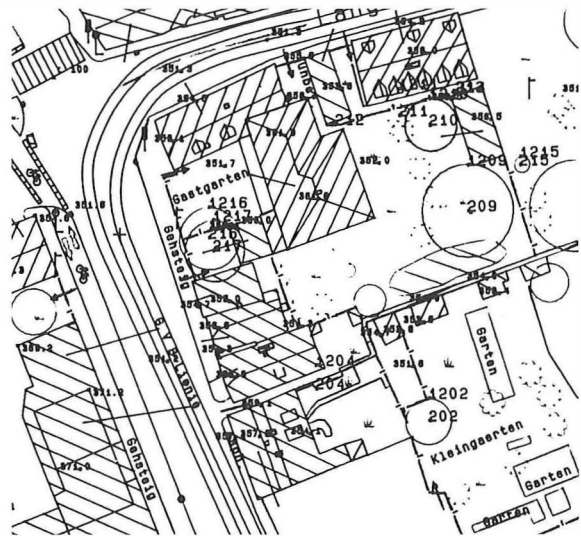


Abb. 2: DSP - Naturdaten (photogrammetrisch)

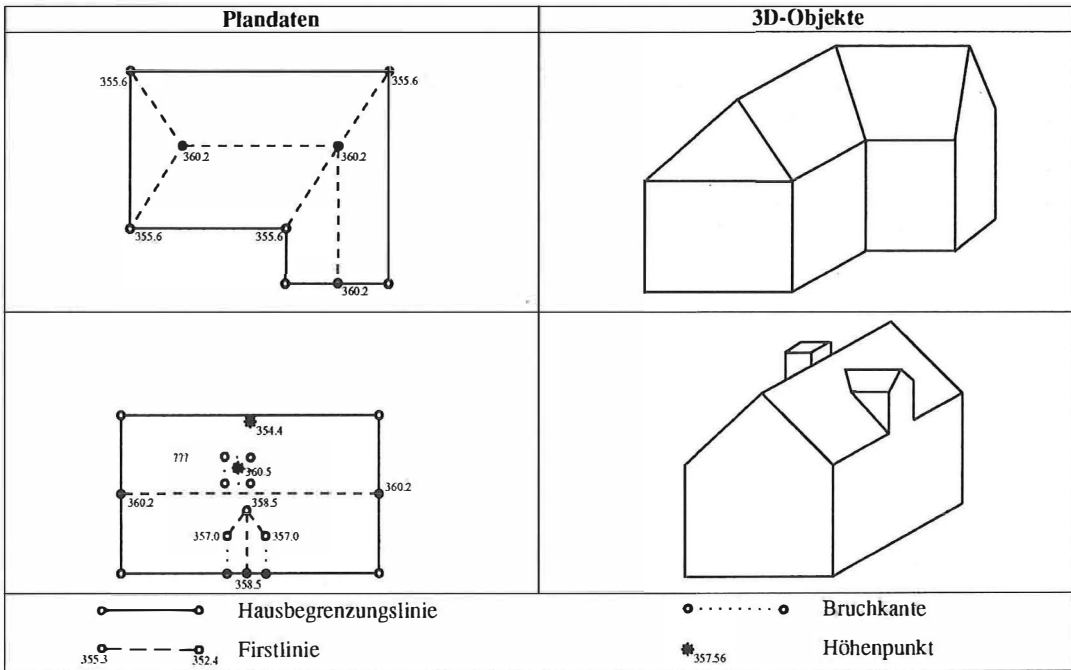


Abb. 3: Beispiele für die photogrammetrische Dachfassung

photogrammetrischen Auswertungen übernommen. Darüber hinaus können weitere Informationen über die Lage und die Höhe sowohl aus den ter-

restrisch als auch aus den photogrammetrisch erfaßten Daten verwendet werden.

Für die Generierung der Gebäudehöhe mußte

*	clas	ocode	icode	typ	name	explanation
O	0	1000		AR	BAUWERK	Allgemeines Bauwerk
I			10001	TX	HAUSNUMM	Hausnummer
I			2001	LI	DACHFIRST	Dachfirst
I			20002	LI	DACHLINIE	sonstige Dachlinie
I			23	AR	SCHORNST	Schornstein
I			6	LI	EINGANG	Eingang
I			7	LI	EINFAHRT	Einfahrt
I			20003	LI	STUFEN	Stufen
I			20006	LI	TRAUFE	Traufe
I			20022	AR	ENTLUEFT	Entlüftung
I			20023	AR	DFLFENSTER	Dachflächenfenster
I			20024	AR	LICHTKUPP	Lichtkuppel
I			20025	LI	TRAUFPENPFL	Traufenfplaster
I			20026	PO	AUFGMWK	aufgehendes Mauerwerk
I			20027	AR	FEUERMAUER	Feuermauer
I			20028	LI	SCHNEEFANG	Schneefang
I			30026	PO	SYEINGANG	Symbol für Eingang
I			30007	PO	SYEINFAHRT	Symbol für Einfahrt
O	0	999		LI	HÖHENLINIE	Höhenlinie

O	↔	Objekt
I	↔	Item
clas	↔	Klasse
ocode	↔	Objektcode
icode	↔	Itemcode

Tab. 1: Datenstruktur für die photogrammetrische Gebäudeauswertung

die Datenstruktur für die photogrammetrische Auswertung verändert werden. Da auch eine automatische Berücksichtigung der Dachlandschaften bei der Erstellung des 3D-Stadtmodells erfolgen sollte, mußte auch hinsichtlich dieser Datenelemente eine strukturelle Anpassung durchgeführt werden. Die der automatisierten Umsetzung in das 3D-Stadtmodell zugrundeliegenden Datenbestände des Digitalen Stadtplanes sind in Abbildung 1 und 2 ersichtlich. In Abbildung 3 sind Beispiele für die Erfassung verschiedener Dachformen zu sehen. Tabelle 1 zeigt einen Ausschnitt der Datenstruktur für die photogrammetrische Erfassung gebäudespezifischer Daten.

5. Pilotprojekt „Lange Gasse“

Das 40 ha große Projektgebiet im Bereich Korösisstraße, Lange Gasse, Theodor-Körner-Straße, Muchargasse umfaßt ca. 50 Häuser mit dem umgebenden Straßen- und Grünraum. Aufgabenstellung für das Pilotprojekt war, die oben beschriebenen Daten für dieses Gebiet aus dem Digitalen Stadtplan (DSP) zu übernehmen und daraus möglichst automatisch ein 3D-SM zu erzeugen.

5.1 Datenübernahme aus dem DSP

Für das Projektgebiet wurde aus dem DSP folgender Datensatz im DXF-Format erstellt:

DXF-Layer	verwendet für
DACH	Dachbegrenzungen und Hauswände (Grundriß der Häuser ist daher identisch zur Dachunterkante)
SATTELDA	Firstlinien
FLACHDA	Bruchkanten
HOEHENLI	Gebäudehöhe: Linie aus 2 Punkten mit Höheninformation (1. Punkt auf Hausunterkante, 2. Punkt auf Hausoberkante)
VKRFL	Verkehrsflächen (Straßenbegrenzung, Gehsteigkanten)
SPLNLAY	Schienen
SONSTPKT	Begrenzung der Sportanlagen
GRUEN1	Baumsymbole (als Vollkreis, Durchmesser gibt Kronengröße an)
LEIT	Bodenmarkierungen (Schutzwege, Verkehrsleitlinien, Parkplatzabgrenzungen)

Tab. 2: Ausgangsdaten für das 3D-Stadtmodell im DXF-Format

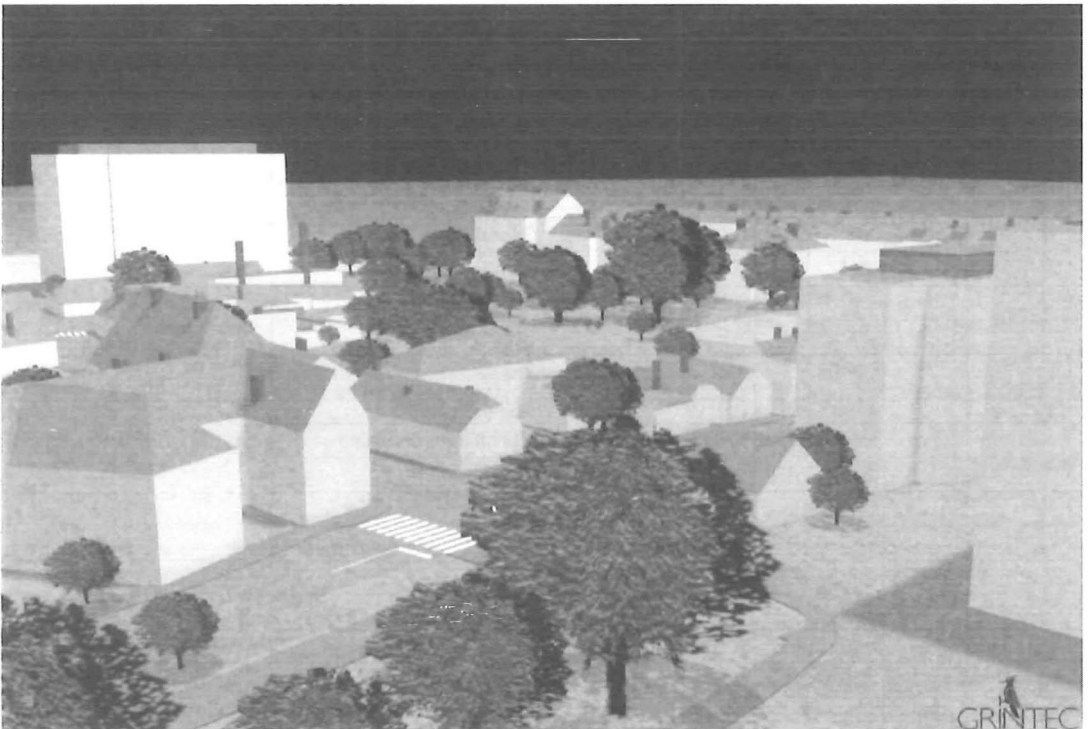


Abb. 4: Gerenderte Ansicht des Ist-Zustands aus dem Projektgebiet „Lange Gasse“

Mit der von GRINTEC entwickelten Software GO-3DM wurden aus den bereinigten Layern automatisch die entsprechenden 3D-Flächen – wiederum im DXF-Format – erzeugt. Da die Höhenunterschiede im Testgebiet vernachlässigbar sind, wurde kein Modell des Geländes erzeugt. Das Ergebnis dieses Schrittes ist ein 3D-Modell, wobei die einzelnen 3D-Flächen noch ohne Textur vorliegen (siehe Abbildung 4).

5.2 Interaktive Nachbearbeitung und Modellierung

Um die einzelnen Objekte im Modell besser erkennbar zu machen, wurden sie mit Bildern ihrer Fassaden versehen. Dazu wurden alle straßenzugewandten Fassaden und Plakatflächen fotografiert, insgesamt 50 Bilder (einige überlappend, bzw. mehrfach). Daraus wurden die Fassaden für ca. 30 Häuser und 4 Plakatwände generiert, indem sie gescannt und mit dem Programm Photostyler am PC entzerrt und retuschiert wurden. Danach wurden die von GO-3DM generierten 3D-DXF-Daten in 3DStudio importiert und zusätzliche Geometrie für Objekte wie Tennisplatznetze und Straßenbahn (stark vereinfacht) definiert. Den zeitlich aufwendigsten Schritt bildete die Zuordnung von Materialien zu den Objekten (Fassadenbilder, Farben, Asphalttextur, etc.).

Die Anwendung mit Virtual Reality wurde am Interactive Information Center des WIFI in Graz auf dem dort installierten ONYX-Rechner von Silicon Graphics durchgeführt; verwendet wurden dazu die Softwarepakete MultiGen (interaktive Modellierung) von Multigen Inc, USA und Vega (Echtzeitvisualisierung) von Paradigm Inc, USA. Sowohl die Modelldaten des Altbestands als auch die im 3DStudio vorbereiteten CAD-Mo-

den zwei Beispiele für „Level of Details“ eingefügt. Dabei werden bestimmte Einzelheiten (z.B. Netz des Tennisplatzes oder Dachfenster) erst eingeblendet, wenn der Betrachter einen bestimmten Abstand zu den jeweiligen Objekten unterschreitet.

5.3 Präsentation

Ziel der Anwendungsstudie war es, das generierte 3D-Stadtmodell einerseits als

- „Hintergrund“-Datenbestand für ein interaktives 3D-Planungswerkzeug (es sollten verschiedene Varianten für die Neubebauung des Ecks Korösistraße - Lange-Gasse - Theodor-Körnerstraße durchgespielt werden) andererseits als
- Grundlage für ein Datenmodell für ein Virtual Reality Paket (Durchwandern/Überfliegen des Testgebiets in Echtzeit) und auch als
- Ausgangsmaterial für Präsentationen (Standbilder und/oder Computeranimation) zu verwenden.

Dazu wurden die Modelldaten des Testgebietes parallel auch im 3DStudio gehalten, um verschiedene Ansichten als Standbilder für Präsentationszwecke rechnen und reproduzieren zu können (siehe Abbildungen 5 und 6).

6. Operationelle Vorgangsweise

Als praktisch durchführbar und zeitlich in vernünftige Schritte aufteilbar hat sich aus der Machbarkeitsstudie und aus Erfahrungen anderer Projekte die im folgenden skizzierte Vorgangsweise herauskristalliert:

Speicherung der aktuellen, gültigen Daten: im DSP	
Editieren und Erweitern der Ausgangsdaten (z.B: um Fassadenbilder): im DSP	
Projektweise Selektion des gewünschten Gebietes und der Dateninhalte aus dem DSP zur Erzeugung des 3D-SM	
wahlweise in	
Software-Paket : für interaktive Modellierung und Echtzeitvisualisierung	PC-CAD-System: für Bebauungsstudien oder Dimensionsmodelle und Überführung der erzeugten Daten in Rendering Paket für Standbilder und Animationen
Übernahme der im 3D- SM neu gebildeten Objekte in den DSP	

delle der drei vorgesehenen Bauvarianten wurden als DXF-Daten in MultiGen importiert.

Danach wurden die Daten für die Echtzeitvisualisierung entsprechend strukturiert. z.B. wur-

Um diesen Ablauf zu ermöglichen, wird im Lauf der Zeit zusätzliche Soft – und Hardware angeschafft und der Datenbestand entsprechend erweitert werden.



Abb. 5: Übersicht über den Ist-Zustand im Projektgebiet (mit Fassadenbildern)

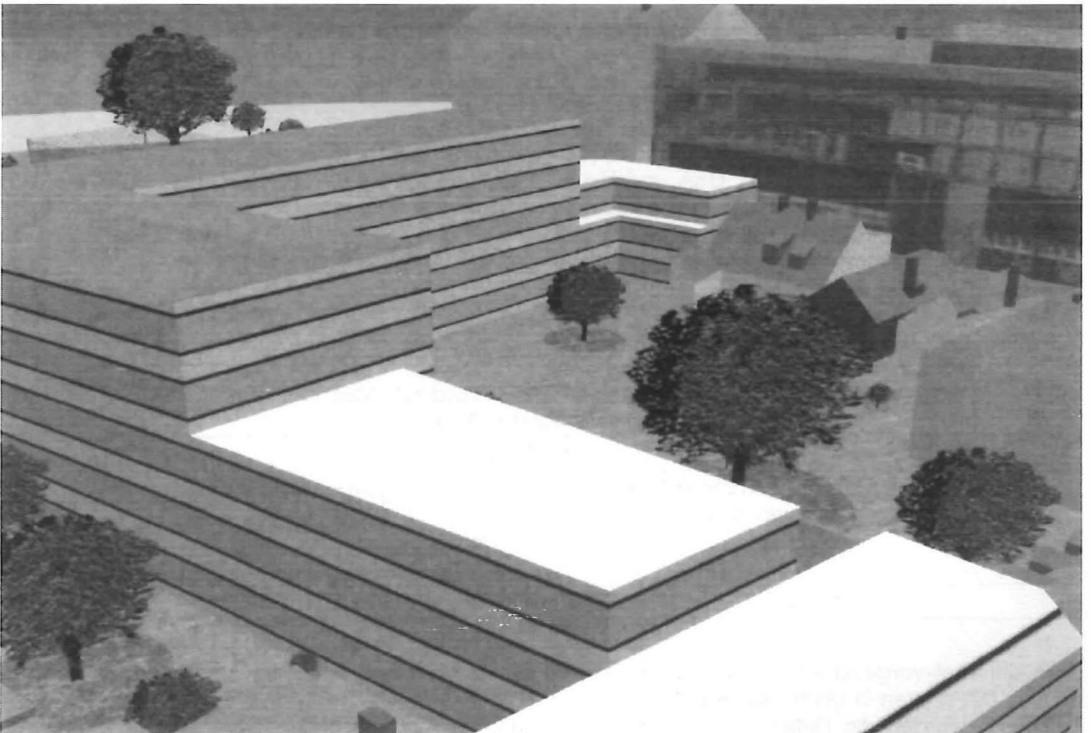


Abb. 6: Ansicht aus dem Projektgebiet mit einer der Bebauungsvarianten

6.1 Ausgangsdaten und Software für 3D-SM-Erstellung

Für die Erstellung des 3D-Stadtmodells werden aus den digitalen Kataster- und Naturdaten des DSP folgende Ebenen benötigt:

- Eine inverse Schnittstelle, also die Rückführung der Daten aus dem 3D-Bearbeitungssystem in DSP ist auf längere Sicht auch vorzusehen, um ein nochmaliges Erfassen der Änderungen für den DSP zu vermeiden.

erforderlich für	digitale Daten	Anmerkung
Basismodell: <ul style="list-style-type: none"> • Geländemodell überlagert mit Häusern als Klötze • keine Dachformen • Straßen- und Grünraum nur andeutungsweise 	Schichtenlinien oder Höhenraster bzw. Höhenpunkte Gebäudegrundrisse und Traufenhöhe Grenzen zwischen Grün- und Straßenraum Bäume, Büsche	Erforderliche Genauigkeit abhängig von jeweiliger Geländebeschaffenheit möglichst durchgehend (keine Löcher), damit Flächen gebildet werden können Standort
Blockmodell: <ul style="list-style-type: none"> • Ausgehend von Basismodell • Häuser mit Dächern • Bäume und Spezialobjekte • detailliertere Ausprägungen • " " " 	Dachausmittlung Baumkatasterin Gehsteigkanten Verkehrswege (Bahn, Straßen)	in einigen Stadtgebieten bereits vorhanden, Daten werden bei Bedarf überprüft und verbessert werden " " " Daten sind an die Bedürfnisse des 3D-SM anzupassen
Detailmodell: <ul style="list-style-type: none"> • Ausgehend von Blockmodell • mit photorealistischen Texturen • Ergänzung weiterer, typischer Einzelheiten • Einbindung realitätsnaher Texturen und Materialien 	spezielle Objekte (Lichtmasten, Straßenmarkierg.) Fassaden-Phototexturen Standard-Texturen (für Wände, Bäume, Verkehrszeichen, etc.) Farbcodes für Häuser	ist im Grazer Datenmodell vorgesehen derzeit nicht vorhanden, je nach Projektgebiet schrittweise zu erfassen Können unabhängig von den Datenebenen des DSP erstellt und verwaltet werden. alternativ oder ergänzend zu Fassadenphotos oder Standard-Texturen

Mit GO-3DM ist die Überführung der Daten des DSP in ein 3D-Modell grundsätzlich durchführbar, wobei folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Die Speicherung der digitalen Fassadenbilder erfolgt ebenfalls im DSP. Das hat zusätzlich den Vorteil, daß dort die Bilder auch direkt als Attribute zu den Häusern eingeblendet werden können.
- GO-3DM soll die Daten direkt aus dem DSP – ohne Umweg über DXF – übernehmen. Auch das Ausgabeformat von GO-3DM soll auf die für die Modellierung und Visualisierung verwendete Software abgestimmt werden – wahrscheinlich müssen sogar mehrere Formate unterstützt werden, da je nach Aufgabenstellung verschiedene Modellierungspakete zur Anwendung kommen werden.

6.2 Software für Interaktive Modellierung

Die im Pilotprojekt eingesetzte Software hatte ein sehr breites Funktionalitätsspektrum. Grundsätzlich muß die verwendete Software auch auf der im Stadtvermessungsamt installierten Hardware verfügbar sein. Soll nur das Blockmodell bearbeitet werden, ist im ersten Schritt auch ein CAD-Paket am PC eine ausreichende und günstige Alternative.

6.3 Software für Echtzeitvisualisierung

Die für Echtzeitvisualisierung verwendete Software sollte in jedem Fall kompatibel zur Modellierungs-Software sein – und zwar ohne zusätzliche Dateikonvertierungen, d.h. geänderte Daten sollen sofort wieder in der Visualisierung zur Verfügung stehen. Von Vorteil wäre es auch, wenn

einfache Editierarbeiten (z.B. interaktiver Austausch von bereits vorbereiteten Bauvarianten) auch direkt in der Echtzeitvisualisierung durchgeführt werden können.

6.4 Software für Präsentation

Für die Präsentation von Bauvorhaben soll das zukünftige Bauwerk möglichst detailliert mit der bestmöglichen Bildqualität aus Perspektiven zu sehen sein, die dem Blickwinkel des Passanten am ehesten entsprechen. Das – und der nicht zu vernachlässigende Kostenfaktor – sprechen gegen eine endgültige Präsentation mittels Echtzeitvisualisierung. Hier wird mit der Produktion einer Computeranimation eine wesentlich realistischere Darstellung erzielt. Die Erstellung einer solchen Visualisierung kann mit günstigen PC-Systemen erfolgen.

6.5 Speicherplatzbedarf – Abschätzung

Um zu einer Abschätzung der Datenmenge für ein flächendeckendes Detailmodell von ganz Graz zu kommen, wird von den Erfahrungswerten aus den Projekten „Jakominiplatz“ und „Lange Gasse“ und von folgendem Mengengerüst ausgegangen:

Gesamtes Stadtgebiet von Graz	ca. 34.000 Häuser	12.758 ha
-------------------------------	-------------------	-----------

Element	Anzahl	pro Einheit *)	gesamt
Fassadenphotos	34.000 Fassaden	+) 160 kb/Fassade	6 Gigabyte
Geometrie Häuser	34.000 Häuser	12 Kb/Haus	0,4 Gigabyte
Gelände, Grün- u.Verkehrsraum	12.758 ha	100 Kb/ha	1,3 Gigabyte

*) bezieht sich auf den in 3DStudio benötigten Speicherplatz
 +) bei einer Auflösung, die für diese Anwendungen gerade noch ausreichend ist

Wie schon erwähnt, wird die Erstellung des 3D-SM aber nicht flächendeckend, sondern schritt- und projektweise erfolgen. Wenn man den vorgesehenen Plan für die photogrammetrische Grundlagendatenerfassung als Maßstab nimmt, ist folgender Zeitplan realistisch:

Basismodell	innerhalb der nächsten 5 Jahre	flächendeckend für Graz
Blockmodell	innerhalb der nächsten 5 10 Jahre	flächendeckend für Graz
Detailmodell		projektbezogen

7. Schlußbemerkung

Die Fortschritte in der Informationstechnologie ermöglichen neuartige Formen der Architekturpräsentation und der Darstellung von Planungsvarianten und effizientere und intuitiv einsetzbare Hilfsmittel für Planer und Architekten. Um die betroffenen Bürger über eine Planung zu informieren, ist eine möglichst wirklichkeitsgetreue Darstellung wichtig. Sowohl die Umgebung als auch die neugeplanten Objekte sollten detailliert abgebildet sein, eine Forderung, die mit dem oben beschriebenen 3D-Stadtmodell in Zukunft leichter erfüllbar sein wird.

Virtual Reality-Methoden sind für die Neuplanung größerer Gebiete von Bedeutung, wo bereits in der Planungsphase interaktiv verschiedene Varianten untersucht und aus allen Blickwinkeln betrachtet werden können. Das Ausgangsmodell kann dann schrittweise verfeinert und für die Präsentation der einzelnen Planungsvorschläge eingesetzt werden.

Anschrift der Autoren:

Senatsrat Dipl.-Ing. Günther Lorber, Magistrat Graz, A10/6 – Stadtvermessungsamt; Kaiserfeldgasse 25, 8010 Graz; Dipl.-Ing. Monika Ranzinger, GRINTEC GesmbH, Maiffredygassee 4/3, 8010 Graz.