

**Arne Schilling**

**Integration und Visualisierung von 2D- und  
3D-Geodaten in einem verteilten GIS am  
Beispiel virtueller Stadttouren**

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2002 Diplom.de  
ISBN: 9783832453992

**Arne Schilling**

**Integration und Visualisierung von 2D- und 3D-Geodaten  
in einem verteilten GIS am Beispiel virtueller Stadttouren**

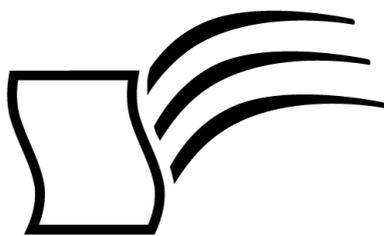


---

Arne Schilling

# Integration und Visualisierung von 2D- und 3D-Geodaten in einem verteilten GIS am Beispiel virtueller Stadttouren

Diplomarbeit  
an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Januar 2002 Abgabe



***Diplom.de***

Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_

Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_

agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

ID 5399

Schilling, Arne: Integration und Visualisierung von 2D- und 3D-Geodaten in einem verteilten GIS am Beispiel virtueller Stadttouren / Arne Schilling - Hamburg: Diplomica GmbH, 2002  
Zugl.: Heidelberg, Universität, Diplom, 2002

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH  
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002  
Printed in Germany

---

# Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Konzeption .....	1
1.1	GIS und 3D-Visualisierung .....	1
1.2	Bisherige Entwicklungen internetbasierter 3D-GIS .....	3
1.3	Zielsetzung und Anforderungen.....	4
1.4	Konzeption eines Virtual Reality Servers .....	6
2	Grundlagen für die Implementierung.....	9
2.1	Deep Map.....	9
2.2	Verfügbare Geodatenquellen und Geodaten .....	11
2.2.1	SDE.....	11
2.2.2	OpenGIS Geodatenserver .....	13
2.2.3	3D/4D Datenbank .....	14
2.2.4	ODF-Modell .....	14
2.2.5	VRML-Modelle.....	15
2.3	Verfügbare 3D-Technologien .....	16
2.3.1	VRML .....	16
2.3.2	X3D .....	19
2.3.3	Java3D.....	20
3	Datenkomponente.....	21
3.1	Möglichkeiten der Modellierung von 3D-Geodaten.....	21
3.1.1	Modellierung der Objekte .....	21
3.1.1.1	Geometrische Modellierung .....	21
3.1.1.2	Levels-of-Detail .....	24
3.1.2	Modellierung des Geländemodells.....	26
3.1.2.1	Geometrische Modellierung .....	27
3.1.2.2	Levels-of-Detail Konzepte.....	30
3.1.2.3	Shading-Texturen .....	31
3.1.2.4	Darstellung von thematischen Daten.....	31
3.1.2.5	Sichtbarkeitsanalysen .....	32
3.2	Implementierung des Geometrie- und Feature-Modells.....	33
3.2.1	Geometrie-Modell.....	33
3.2.2	Feature-Modell.....	38

---

4	Managementkomponente .....	43
4.1	Geodatenverwaltung.....	44
4.1.1	Collections .....	44
4.1.2	Datenquellen-Schicht.....	45
4.1.3	Layer-Schicht.....	46
4.1.4	Thema-Schicht .....	47
4.1.5	Konfiguration der Datenquellen-, Layer- und Thema-Schicht .....	48
4.2	Räumliche Abfrage.....	49
4.3	Integration der Objekte.....	51
4.3.1	Konvertierung von 2D zu 3D Daten.....	51
4.3.2	Integration verschiedener SRS .....	55
4.3.3	Verschneidung der Features .....	56
4.3.3.1	Halbautomatische Verschneidung .....	58
4.3.3.2	Automatische Verschneidung.....	59
4.4	Integration des Geländemodells .....	62
4.5	Export der Geodaten.....	64
4.6	Einbindung in Deep Map und ans Internet.....	66
4.6.1	Einbindung in Deep Map .....	66
4.6.2	Server-Client Kommunikation .....	68
4.6.3	Inkrementelle Datenübertragung.....	68
4.6.4	Datenreduktion.....	69
5	Visualisierungskomponente.....	71
5.1	Benutzeroberfläche .....	72
5.2	Tourenvisualisierung.....	72
5.3	Anzeige von Objektinformationen.....	73
6	Ergebnisse .....	75
6.1	Geländemodell.....	75
6.2	Viewshed-Analyse .....	77
6.3	Aus 2D generierte 3D Geodaten .....	78
6.4	Verschneidung von extrudierten Grundrissen und echten 3D-Modellen.....	80
6.5	Integriertes 3D-Modell.....	81
6.6	Tourensimulation .....	84
6.7	Vergleich verschiedener Modellgrößen.....	85
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	87
	Literaturverzeichnis.....	91

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Benutzeroberfläche von Virtual Glasgow. Beispiel für eine Virtual City im Internet. ....	4
Abbildung 2: Grobkonzept eines Virtual Reality Servers für die Integration von 2D- und 3D-Geodaten. ....	6
Abbildung 3: Mobiler Prototyp von Deep Map. ....	9
Abbildung 4: Organisation der räumlichen Daten durch Tabellen in SDE. ....	12
Abbildung 5: Rekonstruiertes Gebäude. Links Randdarstellung, rechts zusammen mit DHM [Quelle: BrHa00]. ....	14
Abbildung 6: 3D-Modell der Heidelberger Altstadt. ....	15
Abbildung 7: Routing bei VRML. Im Beispiel ist der Zeitpunkt des Berührens eines TouchSensors mit der Mouse mit dem Start der Wiedergabe eines Klanges verknüpft. ....	17
Abbildung 8: GeoVRML. Beispiel für <i>GeoElevationGrid</i> . ....	18
Abbildung 9: Java3D Szenengraph [Quelle: Sun00]. ....	20
Abbildung 10: Zellenmodell nach Molenaar. ....	22
Abbildung 11: Differenz-Operation bei CSG. ....	23
Abbildung 12: Quadtree (links) und Octree (rechts). ....	24
Abbildung 13: Verschiedene Levels-of-Detail eines Gebäudes. ....	25
Abbildung 14: RSG. Die Farbwerte entsprechen unterschiedlichen Höhen des Geländes. ....	27
Abbildung 15: Verhältnis zwischen Delaunay-Triangulation und Voronoi-Diagramm. ....	28
Abbildung 16: HTIN. Sukzessive Verfeinerung durch Aufteilung in weitere Dreiecke [nach FIMa97]. ....	29
Abbildung 17: Anwendung von Shading-Texturen. In der oberen Bildhälfte ist ein sehr feinmaschiges TIN mit Gouraud-Shading abgebildet, unten ein vereinfachtes TIN mit darauf gelegter Shading-Textur [nach DöHi00]. ....	31
Abbildung 18: Das Geometriemodell des VRServers als UML-Diagramm. ....	35
Abbildung 19: Zugriff auf die Eckpunkt-Koordinaten in VRML. Die Koordinaten und der Knoten, der diese enthält, sind hervorgehoben. ....	36
Abbildung 20: Topologische Beziehungen zwischen den Elementen eines TINs (ti: Dreieck, ei: Kante, ni: Knoten). ....	37
Abbildung 21: Das DGM-Modell des VRServers als UML-Diagramm. ....	37
Abbildung 22: Grobkonzept eines Features. ....	38
Abbildung 23: Das Feature-Modell des VRServers als UML-Diagramm. ....	40

Abbildung 24: Interaktionsdiagramm der wichtigsten Klassen des VRServers.....	43
Abbildung 25: Die Informationen für die Konvertierung von 2D nach 3D stehen in der Klasse <i>VRExtrusion</i> .....	46
Abbildung 26: Verschiedene Generalisierungsgrade eines Gebäudegrundrisses. Durch geometrische Vereinfachung lässt sich die Anzahl der Eckpunkte (v.a. bei Rundungen) reduzieren, ohne dass wesentliche Informationen verloren gehen. Der Wert „Flatness“ entspricht ungefähr den resultierenden Kantenlängen.....	47
Abbildung 27: Die Klassen <i>VRTheme</i> , <i>VRLayer</i> und die Schnittstelle <i>VRDataSource</i> dienen der Geodatenverwaltung. UML-Diagramm.....	48
Abbildung 28: GUI von XML-Spy zur Editierung der Konfigurations-Datei.....	49
Abbildung 29: Fokusregionen entlang einer Tour.....	50
Abbildung 30: Dreistufige Hierarchie des Datenmanagements am Beispiel eines Feature-Themas, das aus zwei Layern besteht. Auf der rechten Seite befinden sich die Hilfsklassen.....	51
Abbildung 31: Die Integration als Kette einzelner Teilprozesse.....	51
Abbildung 32: Höheninformationen als Attribute im GIS. ArcView Tabelle.....	53
Abbildung 33: Möglichkeiten der Konvertierung von 2D nach 3D Geometrien.....	54
Abbildung 34: Das Koordinatentransformationspaket von SEDRIS und die Erweiterung um Gauß-Krüger Koordinaten.....	55
Abbildung 35: Vergleich der Aufteilung von Gebäudekomplexen in Teilobjekte bei verschiedenen Datenquellen. Links digitale Grundrisskarte, rechts 3D- Modell aus ODF-Datei. A) Stadthalle, B) Marstall.....	57
Abbildung 36: Verknüpfungen zwischen Objekten aus verschiedenen Datenquellen über Attribute bei der halbautomatischen Verschneidung. Die Tabelle zeigt die einer ArcView Shape-Datei zugehörigen DBase-Tabelle. Die Werte in den einzelnen Spalten gehen als Attribute (properties) in die Feature-Objekte ein.....	59
Abbildung 37: Die einzelnen Schritte bei der automatischen Verschneidung.....	60
Abbildung 38: Anordnung der Views beim Erzeugen einer Feature-Liste ( <i>VRFeatureCollection</i> ) aus mehreren Layern.....	60
Abbildung 39: Konvexe Hülle eines Gebäudegrundrisses.....	61
Abbildung 40: Kopiervorgänge bei der räumlichen Zusammenführung der Features. Die Zahlen beziehen sich auf die Objekt-IDs des Marstallkomplexes aus Abbildung 35 B. ....	62
Abbildung 41: Multiresolution-Geländemodell in Aufsicht. Drahtgitterdarstellung.....	63
Abbildung 42: Export der Features nach VRML.....	65
Abbildung 43: Darstellung von Bäumen durch mehrere Levels-of-Detail.....	66
Abbildung 44: Architektur des Gesamtsystems. Die Beschreibung der einzelnen Komponenten erfolgt im Text.....	67
Abbildung 45: Datenreduktion am Beispiel einer ca. 2200 KByte großen VRML-	

Datei, 1: ursprüngliche Datei, 2: Begrenzung der Koordinatengenauigkeit auf 1 cm, 3: zusätzliche Komprimierung nach dem Huffman-Verfahren. ....	70
Abbildung 46: GUI der Visualisierungskomponente. ....	71
Abbildung 47: Multiresolution-DGM in Schrägansicht. Schattierte Darstellung.....	75
Abbildung 48: Vergleich zwischen der Einbettung von Gebäuden in das ursprüngliche DGM (oben) und in ein um Plattformen erweitertes DGM (unten).....	76
Abbildung 49: Viewshed. Links: ursprüngliches DGM, rechts: Auf den Viewshed reduziertes DGM; die weißen Flächen sind von der Tour aus nicht sichtbar und wurden gelöscht. Der Verlauf der Tour ist als Kurve eingezeichnet. ....	77
Abbildung 50: Auf DGM gelegte Straßenbegrenzungen. ....	78
Abbildung 51: Auf DGM gelegte Baublockflächen.....	79
Abbildung 52: Mit Labels versehene Objekte.....	79
Abbildung 53: Aus Gebäudegrundrissen extrudierte Blockmodelle im Bereich der Altstadt.....	80
Abbildung 54: ODF-Modelle, die die Gebäude als echte 3D-Modelle zeigen. Dächer und Wände wurden wie in der vorigen Abbildung aufgrund dem Neigungswinkel unterschiedlich eingefärbt.....	80
Abbildung 55: Ergebnis der Verschneidung von extrudierten Grundrissen und ODF-Modellen. ....	80
Abbildung 56: Integriertes 3D-Modell. Terrestrische Ansicht Universitätsplatz. ....	81
Abbildung 57: Integriertes 3D-Modell. Vogelperspektive Universitätsplatz. ....	82
Abbildung 58: Integriertes 3D-Modell. Vogelperspektive Altstadt. ....	82
Abbildung 59: Integriertes 3D-Modell. Übersicht westliche Altstadt, östliches Bergheim und Neuenheim. Für Gebiete außerhalb der Altstadt sind keine 3D-Modelle vorhanden, so dass hier extrudierte Gebäudegrundrisse ohne Dachlandschaft verwendet wurden. ....	83
Abbildung 60: Tourensimulation. Ansicht im Modus WALKTHROUGH. Universitätsplatz. ....	84
Abbildung 61: Tourensimulation. Ansicht im Modus FLYOVER. ....	84
Abbildung 62: Tourensimulation. Ansicht im Modus OVERVIEW. Die dargestellte Tour verläuft vom Darmstädter Hofzentrum zur Erlöserkirche.....	84
Abbildung 63: Modellgröße 1 (Auflösung: 800 * 600). ....	85
Abbildung 64: Modellgröße 2 (Auflösung: 800 * 600). ....	85
Abbildung 65: Modellgröße 3 (Auflösung: 240 * 320). Die Auflösung entspricht dem Display eines tragbaren PDAs.....	86

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der vorhandenen Datenquellen.....	33
Tabelle 2: Vergleich zwischen Zellen- und Simplex-Modell .....	35
Tabelle 3: Export der Simplexe nach VRML.....	64