

# Web-Service-basierte 3D-Visualisierung im Umfeld der Raumplanung

Martin MAY, Benno SCHMIDT, Ulrich STREIT, Christoph UHLENKÜKEN

Martin MAY, Ulrich STREIT, Institut für Geoinformatik der Westf. Wilhelms-Universität Münster, Robert-Koch-Str. 26-28, D-48149 Münster

Email: [{may|streit}@ifgi.uni-muenster.de](mailto:{may|streit}@ifgi.uni-muenster.de)

Benno SCHMIDT, Christoph UHLENKÜKEN, con terra Gesellsch. für Angew. Informationstechnologie mbH, Martin-Luther-King-Weg 24, D-48155

Münster, Email: [{schmidt|uhlenkueken}@conterra.de](mailto:{schmidt|uhlenkueken}@conterra.de)

## 1 EINLEITUNG

Dreidimensionale Darstellungen raumbezogener Daten und Prozesse sind heute in zunehmendem Maße im Internet zu finden. Während für zweidimensionale Präsentationsformen (Web-Mapping) bereits geeignete offene Schnittstellen spezifiziert sind (z. B. seitens OGC und ISO) und darauf aufsetzend zahlreiche Internet-Anwendungen realisiert wurden, fehlt es für den 3D-Bereich an nutzbaren Standards. Insbesondere stellt sich die Frage nach den seitens der Anwendungsentwicklung konkret benötigten Diensten, die teilweise bereits spezifiziert, implementiert und einsetzbar sind, teilweise jedoch neu entwickelt werden müssen. Die im Umfeld planerischer Tätigkeiten benötigten Dienste können dabei unter anderem davon abhängen, welche (3D)-GIS-Funktionen im Netz realisierbar sind oder inwieweit sich kooperative Ansätze (LEHMKÜHLER 1999) von Planung integrieren ließen. Im vorliegenden Beitrag wird das Einsatzpotenzial von Web-Services an Hand eines Visualisierungsbeispiels aus dem Planungsbereich (interdisziplinäres Flusseinzugsgebiets-Management) aufgezeigt. Web-Services bieten die Möglichkeit der verteilten Bereitstellung von Funktionalität. Die in den Anwendungen benötigten Dienste lassen sich hierbei auf unterschiedliche Art und Weise in die aufgebauten Systemarchitekturen integrieren.

Im Weiteren wird zunächst der technische Stand der Web-Service-Entwicklung im Umfeld raumbezogener Anwendungen kurz dargelegt (Kapitel 2). Im Anschluss daran wird ein konkreter Anwendungsfall aus dem Flusseinzugsgebiets-Management beschrieben (Kapitel 3). In Kapitel 4 werden für den betrachteten Anwendungsfall praktisch nutzbare Dienste zusammengetragen und in ein Referenzmodell eingeordnet. In Kapitel 5 werden schließlich Aspekte der praktischen Umsetzung diskutiert.

## 2 WEB-SERVICES UND 3D-GEOVISUALISIERUNG

Web-Services werden heute als eine der Schlüsseltechnologien für die Weiterentwicklung des World Wide Web (WWW) angesehen. Eine einheitliche Begriffsdefinition fehlt allerdings bislang (BETTAG 2001). Im Weiteren soll unter einem Web-Service eine Schnittstelle verstanden werden, die eine Menge von Operationen beschreibt, auf die sich über Standard-Internet-Protokolle zugreifen lässt (vgl. KREGER 2001). Zu den charakteristischen Eigenschaften von Web-Services zählen u. a. die Programmierbarkeit, die Fähigkeit zur Selbstbeschreibung, Kapselung, die ortsunabhängige Aktivierbarkeit, Internet-Protokoll-Transparenz, XML-Basiertheit und die Möglichkeit der Komposition (z. B. Hintereinanderschalten mehrerer Services).

Im Umfeld der Geoinformationsverarbeitung wird die Spezifikation von Web-Services insbesondere durch das OpenGIS-Konsortium (OGC) und das ISO TC/211 vorangetrieben (OGC 2002, ISO 2001). Die dort diskutierten und in weiten Teilen spezifizierten Web-Services ermöglichen den Zugriff und die Verarbeitung verteilter Geodaten-Bestände. Bis dato werden die vorliegenden OGC-Service-Spezifikationen "Web Coverage Service" (WCS), "Web Map Service" (WMS) und "Web Feature Service" (WFS) (OGC 2002) hauptsächlich dazu genutzt, auf georeferenzierte Bild-, Raster- und Vektor-Daten aus verschiedenen Quellen zuzugreifen, sie zu visualisieren und im Sinne einer 2D-Daten-Exploration mit ihnen zu interagieren. Die Geodaten selbst bleiben dabei (weitgehend) unverändert an ihren ursprünglichen Speicherorten (z. B. in den den Services hinterliegenden GIS) und die dort verfügbaren Vektor- und Attribut-Daten und bestimmte Teile der GIS-Funktionalität werden (soweit freigegeben) auch über das Web zugreifbar.

Da die hinterlegten Daten mindestens teilweise bereits Information enthalten, die zu einer 3D-Visualisierung benötigt wird, liegt die Frage nahe, inwieweit bestehende Web-Services direkt für eine 3D-Geovisualisierung im Web nutzbar gemacht werden können. Dies macht im Bereich der professionellen Planung Datenbestände verschiedener Fachdisziplinen ohne großen Aufwand kooperativ nutzbar und könnte nicht zuletzt für Beteiligungsverfahren eingesetzt werden.

Die Bedeutung der kollaborativen Exploration und Synthese von Geodaten in virtuellen 3D-Welten wurde schon vor der breiten Verfügbarkeit der technischen Möglichkeiten erkannt (vgl. JACOBSON 1999).

## 3 ANWENDUNGSFALL FLUSSEINZUGSGEBIETS-MANAGEMENT

Im Frühjahr 2002 wurde im Rahmen des BMBF-Förderprogramms "Flusseinzugsgebietsmanagement" das Forschungsprojekt "FLUMAGIS" unter Federführung des Instituts für Geoinformatik in Münster gestartet. Ziel ist die interdisziplinäre Entwicklung von Methoden und DV-Werkzeugen, um spezielle planerische Aufgaben aus diesem Themenfeld zu unterstützen und die Partizipation der Planungsbeteiligten zu ermöglichen. Dies soll insbesondere durch die Entwicklung einer interaktiven echtzeitfähigen 3D-Visualisierungs-Umgebung erreicht werden (FLUMAGIS 2002). Als konkreter Bezug wurden die Ems und mehrere ihrer Zuläufe im Münsterland gewählt.

Ein mögliches Anwendungsszenario ist die naturnahe Umgestaltung eines Fließgewässers und des umgebenden Geländeabschnitts. Vorstellbare Maßnahmen sollen im Vorfeld durch Landschaftsplaner erarbeitet werden. Sie arbeiten in verschiedenen miteinander vernetzten Planungsinstitutionen und erreichen kollaborativ präsentierbare Varianten, die für Experten und im planerischen Sinne "-betroffene" Laien auch als virtuelle 3D-Landschaft aufgearbeitet werden können. So kann beispielsweise eine Gewässerbegrünung sichtbar und eine veränderte Raumsituation leichter verständlich gemacht werden (Abbildung 1).



Abbildung 1: 3D-Visualisierung eines Gewässerabschnitts (BÜSCHER 2002)

#### 4 SPEZIFISCHE DIENSTE FÜR DIE 3D-GEOVISUALISIERUNG IM WWW

Für 3D-Geovisualisierungen lassen sich zahlreiche, teilweise sehr heterogene Dienste nutzen, die sich u. a. hinsichtlich ihrer funktionalen Mächtigkeit, der verarbeiteten Objekte und der jeweiligen Operationsebene unterscheiden. Neben präzisen Dienst-Beschreibungen ist hierbei eine systematische Einordnung in eine "Dienste-Sammlung" sinnvoll, welche Hinweise über Anwendungsbereich und -kontext sowie alternativ oder in Kombination nutzbare Dienste liefern kann. Im Umfeld der Visualisierung sind verschiedene Arbeiten verfügbar, die den Aufbau von Referenzmodellen zur Einordnung der verschiedenen Dienste ermöglichen (siehe z. B. CARD et al. 1999). Weite Verbreitung hat insbesondere die ursprünglich von HABER & MCNABB (1990) und UPSON et al. (1989) vorgeschlagene Visualisierungspipeline gefunden (WOOD et al. 1996, SCHMIDT 2003). Das Modell des OGCs (DOYLE & CUTHBERT 1998; Abbildung 2) entspricht im Wesentlichen diesem Referenzmodell, in dem konzeptionell Filter-, Mapper- und Rendering-Dienste unterschieden werden:

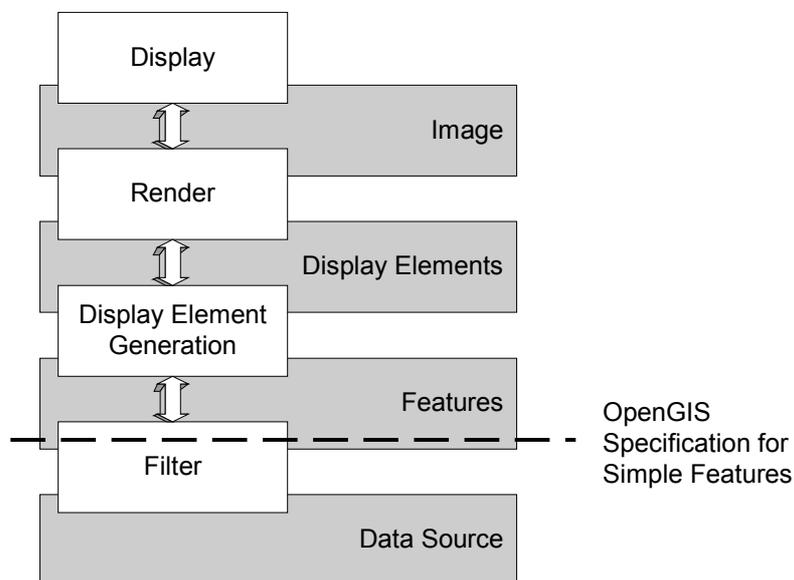


Abbildung 2: OGC-Modell des Visualisierungsprozesses

- Als Beispiel für innerhalb des Filterschritts des OGC-Modells einsetzbare Dienste sind z. B. WFSes zu nennen, welche Geoobjekte ("features") als Datengrundlage für die Visualisierung liefern.
- Beispiele für Dienste zur Transformation der Geo- in Visualisierungsobjekte – 3D-Visualisierer sprechen häufig von "Mappern" – sind Funktionen, die zweidimensionale, attributierte Punkt- und Polygoneometrien in 3D-Shapes umsetzen (z. B. Baum- und Strauchdarstellungen und Flächennutzungstexturen in Abbildung 1). Es ist zu beachten, dass es die Kardinalität dieser dynamischen (d. h. zur Systemlaufzeit änderbaren) Verknüpfung nicht notwendigerweise 1:1 ist. Zudem ist diese Verknüpfung zur Gewährleistung der Interaktivität bidirektional auszuführen (SCHMIDT 2003). Hinsichtlich der operationellen Nutzbarkeit der Visualisierungsdienste stellen sich somit besondere essenzielle Anforderungen.

- Rendering-Dienste übernehmen die Transformation der Visualisierungsobjekte (z. B. Elemente einer "display list" oder auf einer übergeordneten Abstraktionsebene vorliegende Szenengraphen) in ein wahrnehmbares Bild. Methodische Ansätze für den Aufbau generischer Rendering-Dienste sind z. B. bei DÖLLNER (2000) zu finden. Der seitens des OGCs diskutierte WTS ("web terrain service") ist ein Beispiel für einen mehrere Schritte der Visualisierungspipeline umfassenden Dienst, in dessen Konzeption eine Integration des Rendering-Schritts vorgesehen ist.

Filterungs-, Mapper- und Rendering-Dienste lassen sich prinzipiell miteinander verketteten (UPSON et al. 1989, ISO 2001). Wesentliche Voraussetzung ist hierbei die Kompatibilität der Ein- und Ausgabeobjekte der hintereinander geschalteten, optional verteilt vorliegenden (ggf. bidirektional operierenden) Prozesselemente. Die für konkrete Anwendungsfälle benötigten Dienste können architektonisch an verschiedenen Orten angesiedelt sein. So lassen sich beispielsweise interaktive Echtzeit-Darstellungen im Regelfall nur dann realisieren, wenn das Rendering Hardware-unterstützt auf dem lokalen Rechner des Anwenders erfolgt. Darstellungen mit einem niedrigen Interaktivitätsgrad (z. B. vorgefertigte Animationen) sind hingegen prinzipiell auch über einen Web Server generierbar. Der Web-Client lässt sich hierbei sehr schlank halten ("thin client – fat server"), wohingegen die vorgenannten Echtzeit-Anwendung einen vergleichsweise mächtigen Client ("fat client – thin server") erfordert; vgl. auch LADSTÄTTER (1999).

Die Dienste-Idee sei am Beispiel der in Abbildung 1 gezeigten Visualisierung erläutert. Als (statische) Bestandteile der 3D-Szene lassen sich verschiedene konzeptuelle Entitäten unterscheiden, z. B. das Relief, Vegetationselemente (Bäume und Sträucher), die Landnutzung, das Gewässer und die Verkehrswege (vgl. BÜSCHER 2002, MÖLTGEN et al. 1999, SCHMIDT 2003). In Tabelle 1 sind die als Ausgangspunkt der Modellierung dienenden Geoobjekte, die daraus generierten Visualisierungsobjekte ("display elements") sowie mögliche unterstützende Dienste aufgeführt. Die Dienste operieren dabei auf verschiedenen der in Kapitel 3 genannten Ebenen und lassen sich ggf. miteinander verketteten.

Tabelle 1: Konzeptuelle, Geo- und Visualisierungsobjekte und zugehörige Dienste

konzeptuelles Objekt	Geoobjekte	Visualisierungsobjekte	mögliche Dienste
Relief	Geländemodell (hier modelliert als Gitter)	Triangle Strips	WFS, Dienste zur DGM-Präprozessierung
Einzelpflanzen (Bäume und Sträucher)	Menge von Punktgeometrien mit them. Attributen (Spezies, Wuchshöhe)	texturierte Rechtecke mit vorgeschaltetem Billboard-Verhalten, ...	WFS, Suchen von Texturen im Web, Pflanzen-Synthesizer, ...
thematische Kartografie (Landnutzung)	Menge polygonaler Geometrien mit them. Attribut	Texturen (auf Triangle Strips für Relief projiziert)	WFS, Suchen von Texturen, ...
Gewässer (Fluss und Altarm)	- (numerischer Wert für Pegelhöhe)	einfaches Mesh	Verschneidung Wasserspiegel mit Relief
Verkehrswege	linienhafte Geometrie (Straßenachse) und Attributangaben (Breite etc.)	texturierte Dreiecke	Trassierungsdienst (Einbau der Trasse in Geländemodell/Relief)

## 5 PROTOTYPISCHE UMSETZUNG

Für die praktische Umsetzung des 3D-Werkzeugs für FLUMAGIS ergeben sich die folgenden allgemeinen Anforderungen:

- Im praktischen Einsatz muss ein solches Planungswerkzeug innerhalb bestehender informationstechnischer Infrastrukturen einsetzbar sein. Dies kann insbesondere im Falle des GIS durch offene Standards gewährleistet werden.
- Das bei Planungsexperten "räumlich verteilte Arbeiten" macht den Einsatz von Web-Schnittstellen notwendig. Mit Blick auf die vorgenannte Anforderung legt dies den Einsatz von Diensten nahe.
- Die Arbeit in dem fachlichen Kontext erfordert vollen Zugriff auch auf Attribut-Daten, die zunächst einmal nur im GIS vorgehalten werden. Dies bedeutet, dass eine geeignete Verknüpfung zwischen Visualisierungs- und Geoobjekten stets vorhanden sein muss. In vielen verfügbaren Systemen ist diese Verknüpfung nur unidirektional ausgeführt, wodurch sich erhebliche Einschränkungen bezüglich der Realisierung interaktiver Systemfunktionen ergeben können.
- Da auch die Partizipation von Planungslaien durch die Software ermöglicht werden soll, ist der Einsatz von 3D-Visualisierungen in einer Standard-Desktop-Umgebung mit 2D-Ein- und Ausgabe-Geräten erforderlich. Dies stellt auch Ansprüche an den Benutzer. Ein intuitives Verständnis von komplexen Inhalten wird nicht nur für Experten durch eine möglichst natürlich wirkende Visualisierung und echtzeitfähige Umgebung gefördert (BUKOWSKI et al. 1997).

Als Ausgangsbasis für FLUMAGIS dient ein mit Java 3D entwickelter 3D-Client, der ein texturiertes Geländemodell in Echtzeit darstellt. Darauf werden mittels geometrischer Berechnungen erzeugte Visualisierungs-Objekte positioniert, die als 2D-Punkte oder -Polygone georeferenziert vorliegen. Dazu sind bei einer auf Services aufgebauten Lösung bestehende OGC-Dienste einsetzbar: WFS, WCS und WMS. Soll der Client jedoch möglichst stark entlastet, also so schlank wie möglich gestaltet werden, sind wie oben geschildert weitere Dienste erforderlich.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Web-Services bieten ein weites Einsatzpotenzial für den Aufbau von 3D-Geovisualisierungen. An Hand eines praktischen Anwendungsbeispiels aus dem Planungsbereich wurde demonstriert, auf welche Art und Weise sich Dienste in die zugrunde liegende Software integrieren lassen. Die für den Aufbau interaktiver Anwendungen zur 3D-Geovisualisierung benötigten Dienste beschränken sich nicht auf Filterungs- und Selektionsdienste, die sich in weiten Teilen über die im OGC- und ISO-Umfeld diskutierten und spezifizierten Dienste realisieren lassen. Weitere praktisch nutzbare Dienste sind z. B. den Mapping-Prozess unterstützende "3D-Visualisierungsdienste", welche der Client-Anwendung Visualisierungsobjekte bereitstellen, Rendering-Dienste, Interaktionsdienste (ISO 2001) oder zusammengesetzte Dienste ("service chaining"). Des weiteren ist die Nutzung von Hilfsdiensten denkbar, die bestimmte Berechnungen ausführen oder vorhalten (z. B. die Ermittlung des Höhenwerts für bestimmte Koordinaten oder die Generierung und Modifikation von Geländemodellen) oder die Integration von Verhaltensbeschreibungen ermöglichen (z. B. sich ändernde Wasserstände oder Editierungen konzeptueller Objekte).

Da in der Praxis auch für den 3D-Bereich bereits Lösungen existieren, die jedoch nur zu geringen Teilen auf gemeinsamen Spezifikationen basieren, wird dieses Thema auch in der Initiative "Geodaten-Infrastruktur" des Landes Nordrhein-Westfalen (GDI-NRW) in der Special Interest Group (SIG) "3D" bearbeitet. Ziel dieses Konsortiums aus Vertretern von Fachbehörden, Forschungsinstitutionen und privaten GI-Unternehmen ist die Schaffung und operationelle Inbetriebnahme einer standardisierten GDI. Die con terra GmbH und das Institut für Geoinformatik bringen sich dabei maßgeblich in die Arbeitsgruppe "Dienste" der SIG ein. Eine wesentliche methodische Aufgabe dieser Arbeitsgruppe besteht in der Identifikation von Diensten, die als Grundlage für die Implementierung der in ihrer Funktionalität teilweise stark variierenden 3D-Anwendungen für unterschiedliche Einsatzbereiche dienen können.

Im Forschungs-Projekt FLUMAGIS wird ein Spatial Decision Support System entwickelt, das vielfältige Informationen enthält und unter Berücksichtigung der EU-Wasserrahmen-Richtlinie ein auf Gewässer-Auen spezialisiertes Planungs-Werkzeug darstellt. Hier wird ein Schwerpunkt der Entwicklung der Visualisierungs-Bereich liegen. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Fragestellung, wo eine Bearbeitung (nicht nur die Exploration) der Geodaten am sinnvollsten unterzubringen ist (womöglich nicht immer im 3D-Bereich). Diese Frage stellt sich jedoch für FLUMAGIS zunächst einmal ohne die explizite Berücksichtigung von offenen Schnittstellen.

Die Verallgemeinerung dieser beiden Entwicklungsrichtungen bringt die Frage auf, inwieweit später auch eine Bearbeitung der Geodaten über offene Schnittstellen möglich sein wird und dies sowohl für den 2D- als auch für den 3D-Bereich.

## 7 REFERENZEN

- BETTAG, U. (2001): *Web-Services*. Informatik-Spektrum, Bd. 24, Berlin: Springer, S. 302-304.
- BÜSCHER, O. (2002): *Computerbasierte 3D-Visualisierung von Kompensationsmaßnahmen*. Diplomarbeit, Institut für Geoinformatik der Universität Münster.
- BUKOWSKI, R. & C. SEQUIN (1997): *Interactive Simulation of Fire in Virtual Building Environments*. Los Angeles, CA, August 1997.
- CARD, S. K., J. D. MACKINLAY & B. SHNEIDERMAN, eds. (1999): *Readings in Information Visualization*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- DÖLLNER, J. (2000): *Objektorientierte kartographische Visualisierung*. In G. Buziek, D. Dransch & W.-D. Rase, Hrsg.: *Dynamische Visualisierung*. Berlin: Springer, S. 61-82.
- DOYLE, A. & A. CUTHBERT (1998): *Essential Model of Interactive Portrayal*. OpenGIS project document 98-061. <http://www.opengis.org/>
- FLUMAGIS (2002): *Interdisziplinäre Methoden- und Werkzeugentwicklung zur Planung und Kontrolle von Maßnahmen für das Flusseinzugsgebietsmanagement mit Geoinformationssystemen*. <http://www.flumagis.de/>
- HABER, R. B. & D. A. McNABB (1990): *Visualization Idioms: A Conceptual Model for Scientific Visualization Systems*. In B. Schriver, G. M. Nielson & L. J. Rosenblum: *Visualization in Scientific Computing*, IEEE Computer Society Press, pp. 74-93.
- ISO (2001): *Geographic Information Services*. ISO TC 211/WG 4, Document no. N 1044, Oslo: Norwegian Technology Centre.
- JACOBSON, R. (1999): *Virtual Worlds, Inside and Out*. In M. Mark, ed.: *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space*. Las Navas del Margués, Spain 1990.
- KREGER, H. (2001): *Web Services Conceptual Architecture (WSCA 1.0)*. IBM Software Group, May 2001.
- LADSTÄTTER, P. (1999): *GIS on the Internet: Applications, Technologies and Trends*. 6. Internationales Anwenderforum für Geoinformationssysteme, 24/25.02.99, Duisburg, [http://www.sicad.de/pages/ueber\\_uns/publikationen/pdf/v9902\\_aw\\_ladstaetter.pdf](http://www.sicad.de/pages/ueber_uns/publikationen/pdf/v9902_aw_ladstaetter.pdf)
- LEHMKÜHLER, S. (1999): *Computergestützte Visualisierungstechniken in der Stadtplanung*. Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 91, Dortmund 1999.
- MÖLTGEN, J., B. SCHMIDT & W. KUHN (1999): *Landscape Editing with Knowledge-Based Measure Deductions for Ecological Planning*. In P. Agouris & A. Stefanidis, eds.: *ISD'99 - Integrated Spatial Databases*. Lecture Notes in Computer Science 1737, Berlin: Springer.
- OGC (2002): *The OpenGIS Abstract Specification - Topic 12: OpenGIS Service Architectures*. Wayland, MA: Open GIS Consortium, Inc. <http://www.opengis.org/>
- SCHMIDT, B. (2003): *Verknüpfung der Datenmodelle für GIS und interaktive 3D-Visualisierung*. IfGIprints, Bd. 17, Münster: Institut für Geoinformatik / Solingen: Natur & Wissenschaft, in Druck.
- UPSON, C., T. FAULHABER, D. KAMINS, D. LAIDLAW, D. SCHLEGEL, J. VROOM, R. GURWITZ & A. VAN DAM (1989): *The Application Visualization System: A Computational Environment for Scientific Visualization*. IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 9, No. 4, pp. 30-42.
- WOOD, J., K. BRODLIE & H. WRIGHT (1996): *Visualization Over The World Wide Web And Its Application To Environmental Data*. In R. Yagel & G. M. Nielson, eds.: *Proceedings Visualization '96*, IEEE Computer Society, pp. 81-86.

