



geoinformation.net

Projektpartner: Westfälische Wilhelms-  
Universität Münster -  
Institut für Geoinformatik  
Datum: 07.07.2003

## Lerneinheit 7: „Integration in informations- technische Infrastrukturen“

### Einleitung

3D-Geovisualisierung wird zumeist nicht isoliert, sondern in Verbindung mit anderen Werkzeugen wie zum Beispiel Geoinformationssystemen oder Datenbanken angewendet. Praktisch ist dafür zu sorgen, dass sich die verwendeten Werkzeuge in die bestehenden informationstechnischen Infrastrukturen einfügen. Das Ziel der letzten Lerneinheit besteht darin, die wichtigsten zu berücksichtigenden Basistechnologien vorzustellen und Hinweise für die praktische Verknüpfung zu geben.

## Inhalt

<b>Lerneinheit 7: „Integration in informations-technische Infrastrukturen“</b> .....	<b>1</b>
Software-Basistechnologien im Umfeld der 3D-Geovisualisierung .....	3
Datenbank-Verwaltungssysteme (DBMS) .....	3
Geoinformationssysteme (GIS).....	3
CAD-Systeme.....	3
Weitere Basistechnologien .....	3
Notwendigkeit der Trennung Geo- und Visualisierungsobjekten .....	4
Formen der Kopplung verschiedener Systeme .....	5
Aufbau von 3D-Geovisualisierungen durch Dienste-basierte Architekturen .....	6
Grundidee .....	6
Relevante Dienste im OGC-Umfeld.....	7
Anwendungsszenarien .....	8
Schlussbemerkungen .....	10
Literatur .....	11

## Software-Basistechnologien im Umfeld der 3D-Geovisualisierung

3D-Geovisualisierung wird zumeist nicht isoliert, sondern in Verbindung mit anderen Software-Werkzeugen angewendet. Nachfolgend soll kurz auf einige der wichtigsten Technologien eingegangen werden, die im Umfeld der 3D-Geovisualisierung von Interesse sind.

### Datenbank-Verwaltungssysteme (DBMS)

Aufgrund ihrer weiten Verbreitung und historisch frühen Verfügbarkeit werden Datenbank-Verwaltungssysteme ("database management systems") in der Praxis bereits seit langem zur Ablage thematischer Information genutzt. Insbesondere relationale DBMS sind oft ein Bestandteil von Geoinformationssystemen (Ablage thematischer Attribute). Die räumliche Funktionalität ist für "pure" DBMS allerdings zumeist nur sehr gering ausgeprägt. So fehlen (im Gegensatz zu GIS) beispielsweise häufig räumliche Zugriffsindizes oder leistungsfähige geometrisch-thematische Analysefunktionen.

### Geoinformationssysteme (GIS)

Darüber hinaus bieten GIS wesentliche räumlich-thematische Analysefunktionen, die z. B. für explorative Visualisierungszwecke nutzbringend anwendbar sein können. Traditionell verarbeiten GIS zeitlich statische, (bezüglich des verwendeten Darstellungsraums) zweidimensionale Daten. Zur Zeit sind zwei interessante Trends zu beobachten: Einerseits erweitern viele GIS-Hersteller ihre Produkte um 3D-Visualisierungs- und Analyse-Funktionalität. Auf der anderen Seite bieten 3D-Visualisierungs-APIs zunehmend räumliche Analyse-Funktionalität wie z. B. das Auslösen von Ereignissen in Abhängigkeit von Shape-Abständen, die Kollisionserkennung zur Umsetzung zeitlich-dynamischer topologischer Operationen oder verschiedene Interpolationsverfahren.

### CAD-Systeme

Auf CAD-Systeme wurde bereits in Lerneinheit 5 eingegangen. CAD ("computer-aided design") sind als Entwurfsinstrument konzipiert (Fokussierung von Syntheseaufgaben im Map-Cube). Insbesondere unterstützen sie auch den Aufbau dreidimensionaler geometrischer Modelle und können somit als wichtige Datenquelle für 3D-Geovisualisierungen dienen (z. B. Modelle von Gebäuden oder anderer Bauwerke). Der Datenfluss ist allerdings zumeist unidirektional, so dass heute der traditionelle Weg des Modell-Imports über Dateien gewählt wird. Soll die Visualisierung als Benutzerschnittstelle für Modelleditierungen dienen, ist die entgegengesetzte Datenfluss-Richtung zu realisieren (Zurückschreiben der geänderten Modelldaten). Diese Funktionalität ist in den verfügbaren Systemen allerdings häufig nicht realisiert.

### Weitere Basistechnologien

Stellvertretend für die Vielzahl der weiteren u. U. nutzbaren Basistechnologien seien an dieser Stelle nur die folgenden genannt:

- 3D-Fernerkundung und -Fotogrammetrie (wichtige Datenquellen!)
- Vermessungssoftware
- Kartografie-Lösungen
- AM/FM-Lösungen ("automated mapping/facilities management")
- Animations- und Multimedia-Software

Darüber hinaus besteht in der häufig der Bedarf nach einer Verknüpfung von 3D-Geovisualisierungen und Simulationsmodellen (z. B. Prognosemodelle).

Häufig erfolgt der Datenaustausch zwischen den Systemen (noch) über Dateien. Zu den verbreitetsten Dateiformaten zählen: DXF für CAD-Daten, VRML (für Szenengraphen), das ESRI-Shape-Format (für Geoobjekte), verschiedene Bildformate (z. B. für Drape-Information oder Texturen) wie JPEG, TIFF, GIF, IMG oder PNG sowie verschiedene ASCII-Formate (z. B. für Geländemodelle). Neben der Proprietät der Formate führen häufig konzeptuelle Probleme (unterschiedliche Datenmodellierungen) zu praktischen Problemen.

## Notwendigkeit der Trennung Geo- und Visualisierungsobjekten

Die Notwendigkeit der strikten Trennung von Geo- und Visualisierungsobjekten (vgl. hierzu Visualisierungspipeline) wird an verschiedenen Stellen deutlich:

1. In Geoobjekten ist i. Ggs. zu Visualisierungsobjekten thematische Information gespeichert. Dahingegen enthalten sie häufig keine Information über ihre visuelle Ausgestaltung (z. B. Farben, Symbolik).
2. Zu vielen Geoobjekten gibt es mehr als eine visuelle Repräsentation, u. a.
  - a. für unterschiedliche Abstraktionsgrade der Darstellung (z. B. fotorealistisch oder abstrakt),
  - b. unterschiedliche Detailliertheitsgrade (grober Level-of-Detail für die kleinmaßstäbliche Darstellung, volle Detailliertheit für die großmaßstäbliche Darstellung),
  - c. verschiedene Renderer,
  - d. zur Darstellung in unterschiedlichen räumlichen Referenzsystemen,
  - e. bei Verwendung unterschiedlicher Visualisierungstechniken,
  - f. bei Verwendung unterschiedlicher Signaturen für die kartografische Ausgestaltung.
3. Die Zuordnung kann während der Programmausführung geändert werden, z. B. durch Änderung einer Farb- oder Symbolzuordnungsvorschrift.
4. Ein Visualisierungsobjekt kann durch die Ausprägungen mehrerer Geoobjekte definiert sein (z. B. ein Visualisierungsobjekt, das Geometrie- und Farbinformation aus unterschiedlichen Geoobjekten bezieht).
5. Visualisierungsobjekte können unabhängig von Geoobjekten definiert sein (z. B. Interaktionsobjekte).
6. Die Geometrien von Visualisierungsobjekten können voneinander abhängen (Erfordernis geometrischer Verschneidungen für geometriescharfe Darstellungen).

Geo- und Visualisierungsobjekte stehen somit nicht immer nicht in einer 1:1-Beziehung zueinander. Zudem ist die Verknüpfung häufig dynamischer Natur (Änderbarkeit während der Programmausführung). Zum Zweck der Interaktion mit dem Dargestellten ist die Verknüpfung darüber hinaus häufig bidirektional auszuführen (z. B. Ermittlung des zu einem angeklickten Visualisierungsobjekt gehörigen Geoobjekt).

## Formen der Kopplung verschiedener Systeme

Es lassen sich mehrere Stufen der Kopplung der verschiedenen Systeme mit der 3D-Visualisierung unterscheiden. In den Stufen des Modells nach RHYNE (1997) spiegelt sich in etwa die zeitliche Abfolge der technischen Entwicklung wider:

1. Rudimentäre Kopplung: Die erste Stufe stellt die Umsetzung basierend auf Dateikonvertierungen dar (häufig auch als "lose Kopplung" bezeichnet). Als Nachteile sind eine redundante Datenhaltung mit etwaigen Konsequenzen wie zum Beispiel Konsistenzproblemen, eine niedrige Performanz sowie das Vorhandensein zweier Benutzeroberflächen zu nennen.
2. Operationale Kopplung: Die Kopplung auf operativer Ebene ermöglicht die Nutzung der Funktionalitäten der beteiligten Systeme unter einer einheitlichen Bedienoberfläche. Hierbei bestand in der Vergangenheit die Bestrebung, die Konsistenz der Daten zu gewährleisten und Redundanzen zu entfernen.
3. Funktionale Kopplung ("Integration"): Während auf operativer Ebene die Sicht primär darauf gerichtet wurde, was das Gesamtsystem tun soll, erfolgt auf der funktionalen Ebene die Betrachtung der Art und Weise, wie dies geschehen soll (Implementierungssicht). Auf dieser Ebene sind die Daten seitens der Visualisierungskomponente direkt lesbar. Es muss zwar weiterhin eine systeminterne Transformation zwischen den benötigten Datenstrukturen stattfinden, jedoch ist diese auf das Mindestmaß reduziert. Insbesondere werden aufwändige Konvertierungen und redundante Datenhaltungen weitgehend vermieden.

Für die funktionale Kopplung besteht die Gefahr der Entwicklung proprietärer, geschlossener ("monolithischer") Systeme. Daher ist darauf zu achten, dass die beteiligten Systemkomponenten (z. B. GIS und 3D-Visualisierung) weiterhin "kooperativ" einsetzbar sind (Forderung nach "Interoperabilität").

## Aufbau von 3D-Geovisualisierungen durch Dienste-basierte Architekturen

### Grundidee

An die Stelle des herkömmlichen Datenaustausches zwischen "isoliert" voneinander betriebenen Anwendungen treten heute vermehrt Dienste-basierte Architekturen. Als Ziele derartiger Architekturen sind hierbei die Ablösung proprietärer Datenaustauschformate, die Vermeidung redundanter Datenhaltung und das Anbieten von zu den ausgetauschten Daten passender Methoden zu nennen. Als wesentlicher Vorteil ist die Möglichkeit der Verteilung der für den Aufbau einer konkreten Anwendung benötigten Funktionalität (insbesondere über das World Wide Web) zu sehen. Der Aufbau Dienste-basierter Architekturen geht einher mit der Vermeidung des Aufbaus monolithischer Systeme und der Möglichkeit der Schaffung sogenannter "schlanke Clients".

Voraussetzung ist, dass die Hersteller der beteiligten Software-Komponenten sich auf Standard-Schnittstellen für die Konzeption und Realisierung der Dienste verständigen. Im Umfeld der Verarbeitung raumbezogener Daten sind insbesondere das [OpenGIS-Konsortium](#) (OGC) und die ISO zu nennen, die eine derartige Standardisierung (in harmonisierter Form) vorantreiben.

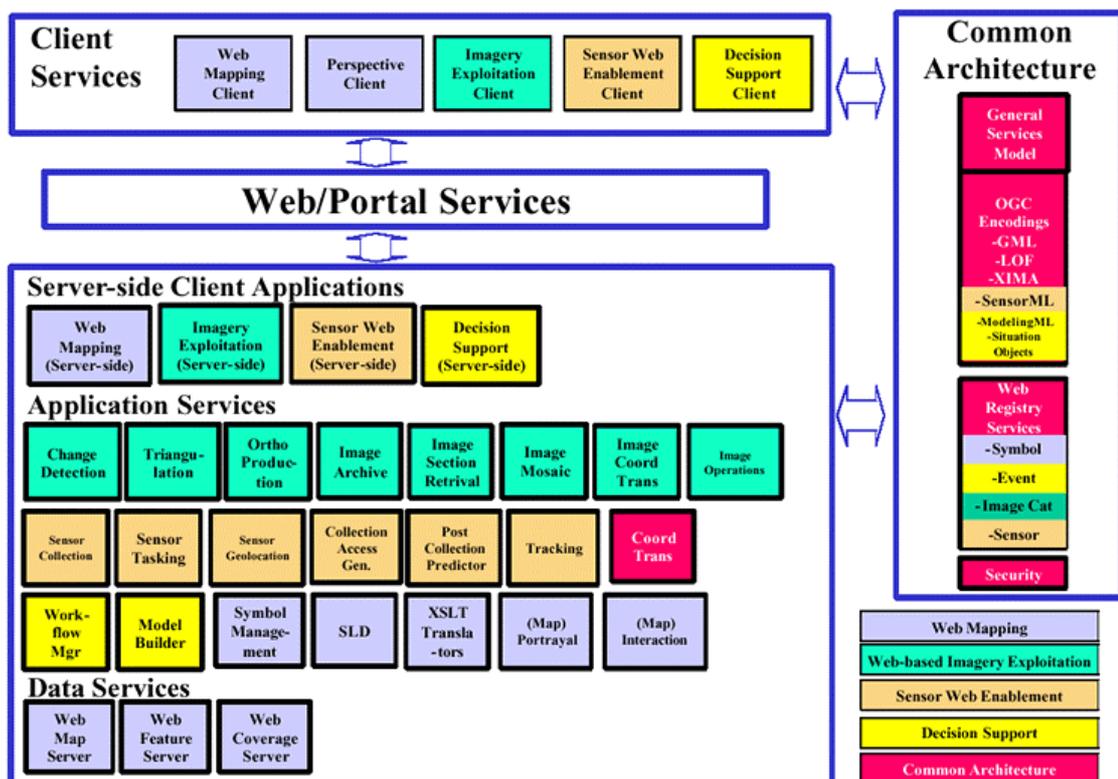
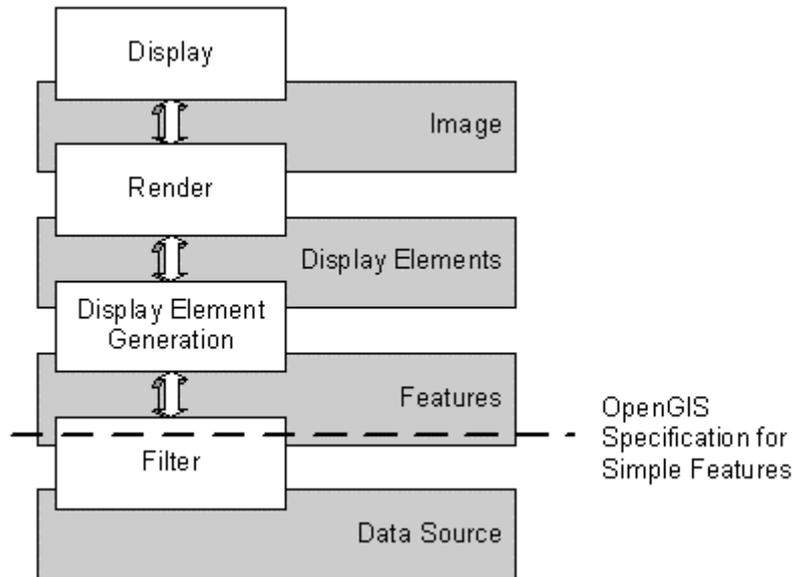


Abbildung 1: Die im OGC-Umfeld verfügbaren Dienste.

## Relevante Dienste im OGC-Umfeld



**Abbildung 2:** Das im OGC-Umfeld vorgeschlagene Referenzmodell für die Geovisualisierung (die "features" entsprechen den Geobjekten, die "display elements" den Visualisierungsobjekten)

Für die verschiedenen Transformationsschritte lassen sich unterschiedliche Dienste nutzen, z.B.:

- **WMS** ("Web Map Service"): Zugriff auf georeferenziertes Kartenmaterial als Bitmap, z. B. für Drape-Objekte.
- **WFS** ("Web Feature Service"): Zugriff auf "vektorielle" Geobjekt-Information, z. B. mit thematischen Attributen versehene punkt-, linien- oder flächenhafte Geometrien oder in Zukunft 3D-Objekte.
- **WCS** ("Web Coverage Service"): z. B. für den Zugriff auf Raster-basiert modellierte Geoinformation.
- **WTS** ("Web Terrain Service"): Z. B., um für einen gegebenen Ansichtspunkt eine 3D-Ansicht abzufragen.



<http://alpha.skylinesoft.com/services/ogc/WMS/WMS3D.asp?request=GetView&srs=EPSG:4326&poi=-84.405049,33.745012,0&distance=500&pitch=90&yaw=0&aov=53&width=512&height=300&format=jpeg&quality=medium>

Abbildung 3: Web Terrain Service: Beispiel 1



<http://alpha.skylinesoft.com/services/ogc/WMS/WMS3D.asp?request=GetView&srs=EPSG:4326&poi=-84.405049,33.745012,0&distance=500&pitch=30&yaw=0&aov=53&width=512&height=300&format=jpeg&quality=medium>

Abbildung 4: Web Terrain Service: Beispiel 2

Auch innerhalb Dienste-basierter Architekturen findet ein Datenaustausch statt (der vom Anwender nicht notwendigerweise bemerkt werden muss). Die Kodierung der Geobjekte erfolgt dabei zumeist mittels der Geography Markup Language (GML).

Im Weiteren soll durch zwei konkrete Anwendungsszenarien das praktische Einsatzpotenzial des Dienste-Konzepts illustriert werden.

## Anwendungsszenarien

### 1. Geplanter Wanderurlaub

Stellen wir uns folgendes Szenario vor: Ein Urlauber kennt die Adresse seiner Ferienunterkunft und möchte sich gerne darüber informieren, wie die umgebende Landschaft aussieht. Außerdem interessiert er sich dafür, welche Wanderwege es in der Umgebung seiner Unterkunft gibt und wie diese bezüglich ihrer Steigungen beschaffen sind, so dass er seinen Urlaub frühzeitig schon von zu Hause aus planen kann. Möglicherweise wird dies in Zukunft auf folgende Art und Weise möglich sein: Zunächst nutzt der Urlauber für die Ermittlung einer Geokoordinate für seine Ferienun-

terkunt einen Geokodierungsdienst, der die gegebene Hausanschrift (Straße, Hausnummer, Postleitzahl) in eine Geokoordinate umwandelt. Die Aussicht von diesem Ort beschafft er sich über einen WTS. Über einen sogenannten Katalog-Dienst erfährt er, dass ein Anbieter einen WMS mit WanderwegInformation anbietet. Also beschafft er sich hierüber die Wanderweg-Information und "draped" sie auf das umliegende Geländemodell. Die perspektivische Ansicht vermittelt ihm einen Eindruck von den dortigen Verhältnissen. Da ihm eine statische Ansicht des Situation ausreicht und er keine "virtuelle Szene" interaktiv durchreisen möchte, reicht sein Standard-Web-Browser für diese Zwecke aus ("schlanker Client").

2. Visualisierung einer Flusslandschaft  
Im zweiten Szenario soll für Präsentationszwecke ein fiktiver Zustand einer Flusslandschaft visuell dargestellt werden.



Abbildung 5: 3D-Visualisierung der Flusslandschaft

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 Wasser-spiegel mit Relief
Verkehrswege	linienhafte Geometrie (Straßenachse) und Attributangaben (Breite etc.)	texturierte Dreiecke	Trassierungsdienst (Einbau der Trasse in Geländemodell/Relief)

Abbildung 6: konzeptuelle Objekte und denkbare Dienste

Nicht alle dieser teilweise fiktiven Dienste sind bislang realisiert.

## Schlussbemerkungen

Anzumerken ist, dass der Schlankheit der genutzten Clients für Echtzeit-Visualisierungen praktische Grenzen gesetzt sind: Im Regelfall muss das Rendering hier auf dem lokalen Rechner stattfinden, da durch ein Web-basiertes Rendering die benötigten Frame-Raten nicht erreichbar sind.

Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass für Web-basierte Echtzeit-Anwendungen die Navigation in großen Modellen neben LoD-Mechanismen häufig die Möglichkeit des frühzeitigen Nachladens von Geoobjekten erfordert (z. B. unter Verwendung sogenannter Streaming-Techniken, die heute zunehmend in die Anwendungen integriert werden).

Es bleibt abzuwarten, was die teilweise rasante technische Entwicklung bringt und in Zukunft möglich machen wird. Geht es um die Entwicklung möglicher Dienste, sind der Fantasie praktisch kaum Grenzen gesetzt (z. B. Rundflug mit Wettervorhersage, Reise auf geplanter Bahntrasse, kollaborative Erkundung raumbezogener Phänomene). Heute beschäftigt uns die Frage, welche Dienste methodisch sinnvoll und zu fordern sind. Besondere Bedeutung wird dabei zweifellos der Verknüpfung verschiedener Dienste zu in komplexen "Dienste-Ketten" zukommen.

## Literatur

- (1) Rhyne, T. M. (1997): Going Virtual with Geographic Information and Scientific Visualization. *Computers & Geosciences*, special issue on Exploratory Cartographic Visualization, Vol. 23, No. 4, pp. 489-491.
- (2) Schmidt, B. (2002): Verknüpfung der Datenmodellierungen von GIS und interaktiver 3D-Visualisierung. *IfGIprints*, Bd. 17. Münster/Solingen.
- (3) Döllner, J. & K. Hinrichs (2000): An Object-Oriented Approach for Integrating 3D Visualization Systems and GIS. *Computers & Geosciences*, Vol. 26, No. 2, special issue "Geoscientific Visualization", Elsevier Science, pp. 67-76.