

# Geoinformatik wird Bestandteil der klassischen Informationsverarbeitung

Martina Seuß und Robert Seuß

Geoinformatik ist nicht länger eine Anwendung von und für Spezialisten, sondern wird zunehmend ein regulärer Baustein in der normalen IT-Infrastruktur. Der Beitrag belegt diese Entwicklung anhand von ausgewählten Indikatoren, wie die Datenhaltung, die Programmierung, die Datenbeschreibung sowie durch Entwicklungen rund um das Internet.

## 1 Einführung

Die Technologie der Geo-Informationssysteme entwickelt sich von einer Anwendung von und für Spezialisten hin zu einem regulären Baustein in der normalen IT-Infrastruktur. Dafür gibt es eine Reihe von Indikatoren, wie die Datenhaltung, die Programmierung, die Datenbeschreibung sowie das Internet, die im weiteren Beitrag aufgegriffen und detaillierter beschrieben werden.

## 2 Datenbanken

Daten sind das Kernstück eines jeden Informationssystems, und damit ist ihre Verwaltung und Bereitstellung eine der zentralen Aufgaben. Wurden in den Anfangsjahren der raumbezogenen Datenverarbeitung die Informationen in Dateisystemen oder als Binärobjekte (BLOB) in einer Datenbank verschlüsselt, so wandelt sich die Speicherung der Information hin zu einer offenen Datenhaltung in Datenbankmanagementsystemen. Beispiele für diese neue Form der Datenablage sind die Spatial-Erweiterung von Oracle bzw. die Spatial Data Blade von Informix resp. IBM. Durch diese „offene“ Speicherform sind die Daten leichter zugänglich und eignen sich dadurch auch für andere Funktionen des Datenbankmanagementsystems, wie detaillierte Rechtevergabe für Benutzer auf Tabellen, Transaktionsmanagement, Parallelisierung, Replikation sowie Backup und Recovery. Damit der Zugriff auf umfangreiche Datenmengen effizient und performant bleibt, sollten die Daten mit einem Index indiziert werden (Abb. 1). Der gebräuchlichste Index für räumliche Daten ist momentan der R-Baum. Dabei wird jede Geometrie durch ein minimum bounding rectangle (MBR) eingehüllt. In einem zweiten Schritt werden weitere bestangepasste größere Rechtecke definiert, die mehrere MBR's enthalten. In einem letzten Schritt wird das gesamte zu indizierende Gebiet durch

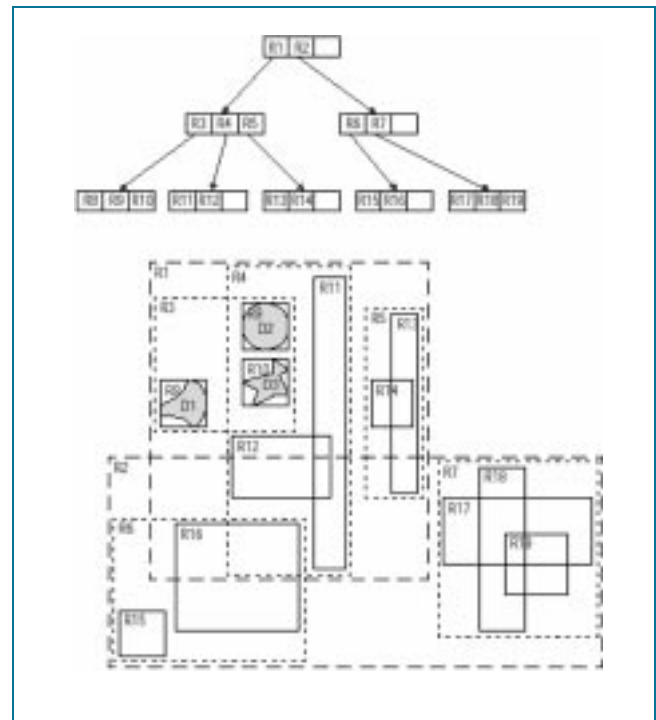


Abb. 1: Beispielindex für einen R-Baum

ein Rechteck eingeschlossen. Anhand der MBR's kann jetzt ein Zugriffsbaum generiert werden, der auf der obersten Stufe das umfassende Rechteck enthält und dann immer weiter in die bestangepassten Rechtecke verzweigt, bis er auf der untersten Stufe die einzelnen MBR's der Geometrien enthält, die in einer Tabelle abgespeichert werden. R-Bäume sind dynamisch, d.h. sie werden aktualisiert nach Änderung der zugrunde liegenden Daten. Auswirkungen auf die Geschwindigkeit des R-Baumes hat außerdem der Überlappungsgrad der MBR's und die relative Lage der Objekte zueinander. Um so mehr Überlappungen vorhanden sind, um so geringer ist die Selektivität der Daten.

### 2.1 Oracle Spatial

Oracle wandelt sich seit der Version 8 von einer relationalen hin zu einem objektrelationalen Datenbankmanagementsystem. Dementsprechend wird zur Verwaltung der räumlichen Daten auch dieser Ansatz favorisiert. Dazu wird ein neuer räumlicher Objekttyp *sdo\_geometry* geschaffen. Dieser allgemeine räumliche Objekttyp besteht aus den Attributen *sdo\_gtype*, *sdo\_srid*, *sdo\_point*,

sdo\_elem\_info und sdo\_ordinates. Durch das Attribut sdo\_gtype wird der Geometriertyp festgelegt. Es können verschiedene Geometriertypen, wie Punkte, Linien, Polygone oder homogene und heterogene Sammlungen dieser drei Grundtypen, gespeichert werden. Der Eintrag sdo\_srid enthält den Schlüssel des zugrunde liegenden Koordinatensystems. Die anderen Felder dienen zur Speicherung der Koordinaten. Die eigentlichen Koordinaten werden also nicht wie in einem relationalen Ansatz direkt in der Relation gespeichert, sondern in einem benutzerdefinierten räumlichen Objekttyp, der entweder als Attribut einer Relation oder direkt in einer reinen Objekttafel des räumlichen Objekttyps abgelegt werden kann. Dadurch wird die Speicherung und Verwaltung der räumlichen Daten sehr übersichtlich und effektiv (LAUER, 2002). Durch den einheitlichen, von Oracle vorgefertigten Objekttyp, der von den meisten großen GI-Herstellern übernommen wurde, lassen sich auch Interoperabilitätsszenarien aufbauen (siehe hierzu BLANKENBACH, SEUSS 2002).

Zusätzlich benötigt Oracle zur Verwaltung des Objekttyps sdo\_geometry noch Metadaten. Für jede Tabelle, die den objektrelationalen Geometriertyp sdo\_geometry verwendet, erfolgt ein Eintrag in die Metadaten-tabelle sdo\_geom\_metadata\_table. Die Tabelle beinhaltet Informationen über die Dimension des Koordinatenfensters sowie die Toleranzbereiche in jeder Koordinatenrichtung.

Zur Indizierung verwendet Oracle in der aktuellen Version 9i sowohl den oben angesprochenen R-Baum (wird von Oracle favorisiert) als auch den bisherigen Quadtree.

## 2.2 Informix Spatial Data Blade

Ein „DataBlade“-Modul besteht aus einer Sammlung von benutzerdefinierten Typen (UDT) und Routinen (UDR), evtl. noch eigenen Zugangsmethoden und einer SQL-Schnittstelle zum Datenbankserver, die den Informix Dynamic Server erweitern. Zu beziehen sind „DataBlade“-Module bei Informix direkt oder von Drittanbietern. Selbst entwickelt werden können „DataBlades“ mit dem Entwicklungswerkzeug „DataBlade Developers Kit“ von Informix. Um ein „DataBlade“ benutzen zu können, muss es erst mit Hilfe des Blademanagers einer existierenden Datenbank zugewiesen und registriert werden. Ein Beispiel für ein DataBlade Module ist das „Informix Spatial DataBlade-Module“ zur Speicherung räumlicher Daten. Hierbei wird der Typ *st\_geometry* verwendet, der ebenfalls Punkte, Linien, Polygone oder Kollektionen dieser Geometrien enthalten kann.

Zusätzlich sind durch Installation und Registrierung des Informix Spatial DataBlade Moduls die Metatabellen *geometry\_columns*, *spatial\_references* und *spatial\_ref\_sys* vorhanden.

Zur Indizierung der räumlichen Daten wird unter Informix ebenfalls der R-Baum in einer etwas modifizierten Version verwendet.

## 3 Programmiersprachen

Bei den verwendeten Programmiersprachen in Geo-Informationssystemen lässt sich der Paradigmenwechsel ebenfalls nachweisen. Wurden in den 80er und 90er Jahren überwiegend proprietäre Programmiersprachen verwendet, wie z.B. MDL als C++-Dialekt von Intergraph oder die objektorientierte Sprache Avenue von ESRI, so basieren die meisten GIS heute auf komponenten-basierter Software. Diese Baukästen von Komponenten können dabei flexibel zusammengestellt werden und somit in unterschiedlichen Ausprägungen wiederverwendet werden. Um diese Komponenten anzusprechen, bieten die meisten GIS heute offene Programmierschnittstellen, die mit gängigen Programmiersprachen wie VisualBasic, PowerBuilder, Delphi oder Visual C++ zusammenarbeiten. Damit wird es deutlich leichter, die jeweiligen GIS-Systeme, wie GeoMedia (Intergraph), ArcGIS (ESRI) oder MapInfo (MapInfo), um benutzerdefinierte Ergänzungen zu erweitern, ohne vorher in die Feinheiten einer herstellerbezogenen Programmierumgebung einsteigen zu müssen. Zusätzlich ist auch denkbar, GIS-Funktionalität in andere Applikationen einzubauen und damit neue Anwendungsfelder zu erschließen. Ein erstes Beispiel hierzu ist „Der Knopf“ des Terramapservers ([www.terramapserver.com](http://www.terramapserver.com)), der sowohl in GIS-Systeme als auch in herkömmliche Office-Produkte eingebunden werden kann.

Ein zusätzlicher Vorteil dieser Entwicklung ist, dass für Standardprogrammiersprachen deutlich mehr Entwickler zu Verfügung stehen, die bei Bedarf eingesetzt werden können.

## 4 Internet

Das Internet stellt ein bisher nicht gekanntes, weltweites Kommunikations- und Informationsmedium dar. Diese Möglichkeiten wirken sich natürlich auch direkt auf die Nutzung und Verbreitung von Geoinformationen aus. Der erste Schritt ist dabei, die vorhandenen Daten mittels eines Browsers in einem Internet/Intranet verfügbar zu machen. Dabei bedient man sich der klassischen 3-Tier-Architektur mit einem Datenserver, einem MapServer als Middleware sowie einem Browser als Client. Je nach GIS-Architektur und Funktionalitätsumfang können dem Anwender damit Daten in Form von einer einfachen Rasterkarte bis hin zu einer umfangreichen Vektorgrafik mit vielfältigen Analyse- und Auswertmöglichkeiten präsentiert werden. Auch hier werden IT-Standards, wie das Datenformat GIF und JPEG zur Komprimierung sowie Darstellung von Rasterdaten oder SVF bzw. CGM zur Präsentation von Vektordaten, verwendet. Damit die Interaktion mit dem Nutzer möglichst reibungslos verläuft, kommen Programmiersprachen, wie HTML, Java, Active Server Pages (ASP) sowie Java Script und VB Script, zur Anwendung (Abb. 2).

Den nächsten Schritt bilden die sogenannten Web-Services. Darunter versteht man Softwarebausteine, die auf verschiedenen Netzwerkrechnern laufen und über das Internet über offene Schnittstellen zu einer Anwendung ver-

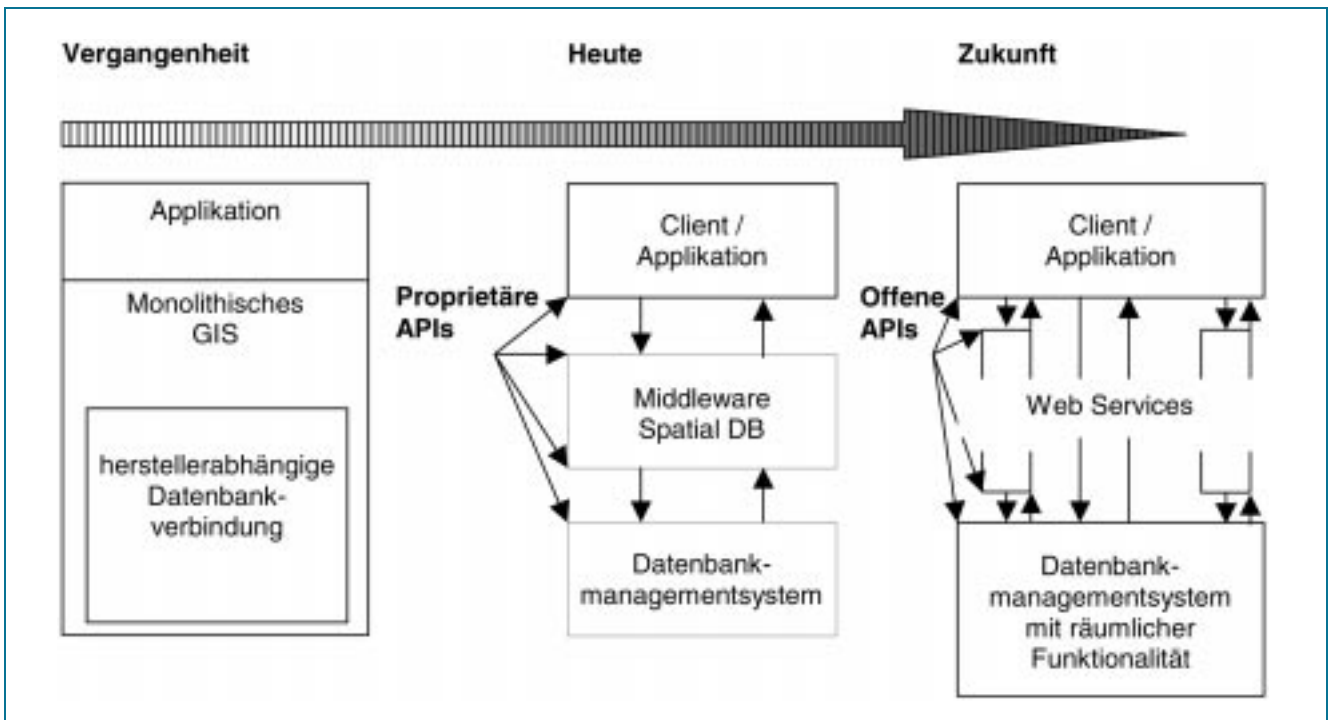


Abb. 2: GIS-Entwicklung von monolithischen hin zu verteilten Anwendungen (modifiziert nach STROBL, 2001)

knüpft werden. Dadurch entfällt es, komplexe Systeme zu erwerben, von denen man nur einen Teilbereich tatsächlich verwendet. Diese Schnittstellen und Services werden zur Zeit durch das OpenGIS Consortium definiert sowie durch die GIS-Industrie umgesetzt und in ersten Projekten prototypisch getestet. Typische Anwendung für so einen Dienst wäre zum Beispiel ein Katalogdienst, der dem Anwender auf die Anfrage „Welche Daten gibt es für eine Adresse“ die entsprechenden Metadaten inklusive der Links zu den Geodatenservern zurückliefert. Weitere Beispiele für Web-Services sind das Durchführen einer Koordinatentransformation von einem Koordinatensystem in ein anderes, die Routenplanung oder die Geocodierung eines Point of Interest (POI).

Sehr eng verknüpft mit den Web Services ist das Auffinden von Informationen (Metadaten) und die Auszeichnungssprache XML zum Datentransport.

## 5 Metadaten

Damit Daten überhaupt erst gefunden werden, müssen diese entsprechend beschrieben werden. Dies ist die Aufgabe der Metadaten (Daten über Daten). Erst wenn diese beschreibenden Daten, wie Anbieter, Vollständigkeit, Format, Auflösung, Genauigkeit usw., zentral oder dezentral in einem Metadateninformationssystem vorhanden sind, ist es möglich, gezielt nach Daten oder Anwendungen zu suchen. Das Ziel ist also, ebenso wie man heute eine Internet-Suchmaschine, wie z.B. Google oder Lycos, verwendet, zukünftig über Geodaten-Portale oder sogenannte Clearinghouses nach raumbezogenen Informationen zu suchen und diese gefundenen Geodaten weiter zu nutzen.

## 6 XML und GML

XML als Auszeichnungssprache für Daten gewinnt immer mehr Anwendungsfelder in der Informationsverarbeitung. Erst durch die Normierung in der Beschreibung von Dokumenten sind die oben erwähnten Web-Services und Metadatenserver zur Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendern überhaupt durchführbar. XML ist also eine Metasprache und liefert die Vorschriften, um beschreibende Sprachen zu definieren. Im Bereich der Geodaten konzipiert das OpenGIS-Consortium GML (Geography Markup Language) als XML-Dokumenttyp zum Modellieren von räumlichen Daten. Dabei nennt das OGC folgende Gestaltungsziele für die Entwicklung der Auszeichnungssprache (KLÜTER, 2002):

- Ermöglichen einer formatierten Beschreibung zum Austausch und Speichern von Geodaten, optimiert für das Internet
- Ausreichende Erweiterungsoptionen zur Beschreibung räumlicher Zusammenhänge, von der Darstellung bis zur Analyse
- Modulare Einpassung in die bisherigen Internet GIS Initiativen
- Effiziente Datenformatierung auch hinsichtlich des Speicherplatzes
- Leicht verständliche Formatierung der Geodaten, basierend auf dem OGC Simple Features Model
- Trennung der räumlichen Information von weiteren Informationen, wie beispielsweise der Präsentation der Daten
- Einfache Integration nicht räumlicher Angaben in einem XML-Format



- Möglichkeit, geometrische als auch nicht geometrische Daten miteinander zu verknüpfen
- Vorgabe eines allgemeinen Modellierungsansatzes, um die Interoperabilität entwickelter Programme zu sichern.

Mit dieser Auszeichnungssprache wird es dann möglich sein, Geodaten zwischen verschiedenen Herstellersystemen auszutauschen, ohne eine aufwendige Konvertierung zwischen proprietären Systemen vorzunehmen. Wichtig ist, dass in GML nur der Dateninhalt aufgenommen, aber keine Ausgestaltung formatiert wird. Diese Eigenschaft macht GML bzw. die damit beschriebenen Geodaten unabhängig vom Ausgabemedium.

## 7 Fazit

Alle aufgeführten Entwicklungen zeigen, dass sich das Thema GIS und Geodaten in die normale IT-Infrastruktur eingliedert. Wesentlichen Anteil an dieser Entwicklung hat das OpenGIS Consortium, da hier IT-Fortschritte aufgegriffen und Standards erarbeitet werden, die dann in die Entwicklung der GIS-Hersteller einfließen und umgesetzt werden. Belege dafür sind die OpenGIS Simple Features Specification, die OpenGIS GML Implementation Specification oder die OpenGIS Web Map Server Interfaces Implementation Specification. Alle verabschiedeten Spezifikationen sind unter <http://www.opengis.org/techno/implementation.htm> online abrufbar.

Somit lässt sich abschließend feststellen, dass alle in diesem Beitrag genannten Entwicklungen belegen, dass das

Leitbild des OGC „a world in which everyone benefits from geographic information and services made available across any network, application, or platform“ in der Umsetzung ist –oder anderes ausgedrückt, „Geoinformatik wird Bestandteil der klassischen Informationsverarbeitung“.

## 8 Literatur

BLANKENBACH, J., SEUSS, R.: Umsetzung und Grenzen der Interoperabilität zwischen vier ausgewählten GI-Systemen auf der Basis von Oracle8i, in: AVN, Heft 1/2002

KLÜTER, M.: Das Datenformat GML – Überblick und Einordnung, Generierung aus dem Datenbankmanagementsystem Oracle 9i und online Visualisierung von GML-Daten mittels SVG –, Diplomarbeit, unveröffentlicht, TU Darmstadt, 2002

LAUER, A.: Interoperabilität auf der Ebene von Datenbankmanagementsystemen. Diplomarbeit, unveröffentlicht, TU Darmstadt, 2002.

STROBL, J.: Online-GIS – das WWW als Plattform, in: Hermann/Asche (Hrsg.): Web.Mapping 1, Heidelberg, Wichmann Verlag, 2001

Autoren:

Dr. ROBERT SEUSS

Geodätisches Institut, TU Darmstadt

Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt

Dr. MARTINA SEUSS

Ingenieurbüro SEUSS

Richer Weg 7, 64832 Harpertshausen

# Fritz Deumlich 80 Jahre

Am 29. Januar 2003 veranstaltete das Geodätische Institut der Technischen Universität zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. sc. techn. Dr. h.c. Fritz Deumlich (22. Januar) ein Ehrenkolloquium. Der Prodekan der Fachrichtung Geowissenschaften Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Möser konnte dazu 90 Gäste, ehemalige Kollegen, Schüler und Freunde von Prof. Deumlich begrüßen.

In der Laudatio würdigte Prof. em. Dr.-Ing. habil. Karl Regensburger den Jubilar für seine Leistungen in Forschung und Lehre für die Entwicklung der Geodäsie. Während seiner Tätigkeit als Hochschullehrer von 1973 bis 1988 betreute er 27 Doktoranden, veröffentlichte über 130 Fachartikel und bearbeitete fünf Fachbücher russischer Autoren. Jedem Fachmann ist er mit seiner „Instrumentenkunde der Vermessungstechnik“ bekannt geworden. Dieses Handbuch, mittlerweile als 9. Auflage gemeinsam mit Prof. Dr. Rudolf Staiger im vergangenen Jahr herausgegeben, erschien auch in englischer und in russischer Sprache. Eine besondere Ehrung

erfuhr er 1979, als ihm die Würde eines Ehrendoktors des Moskauer Instituts für Ingenieure der Geodäsie, Luftbildaufnahme und Kartographie (MIIGAiK) verliehen wurde.

Seine Forschung galt speziell der Weiterentwicklung des geometrischen Präzisionsnivelements. Mitte der achtziger Jahre führten seine Forschungen mit seinen Mitarbeitern zum ersten brauchbaren Digitalnivellier.

In seinem Festvortrag „Vom Wesen der geodätischen Messtechnik“ beleuchtete Prof. Dr.-Ing. habil. Harald Schlemmer, TU Darmstadt, die Künste des Messens. Ihm gelang es in unterhaltsamer Weise das Messen von Euler über Newton bis zu Deumlich nicht nur zu definieren, sondern auch zu zeigen, wie spannend doch unser Beruf sein kann.

In seinem Schlusswort danke Prof. Deumlich tief bewegt für dieses Ehrenkolloquium.

MICHAEL MÖSER