

PRG

Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation

Organ der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie,
Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V.

Jahrgang 2003, Heft 6

Hauptschriftleiter:
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies

Schriftleiter:
Dr. rer.nat. Carsten Jürgens und Dr.-Ing. Eckhardt Seyfert

Redaktionsbeirat (Editorial Board): Ralf Bill, Christian Heipke, Olaf Hellwich,
Barbara Koch, Hans-Gerd Maas, Jochen Schiewe, Matthäus Schilcher, Christiane
Schmullius und Monika Sester



E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller) Stuttgart 2003



Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung
und Geoinformation (DGPF) e.V.
Gegründet 1909

Die *Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation* (DGPF) e.V. unterstützt als Mitglieds- bzw. Trägergesellschaft die folgenden Dachverbände:



International Society
for Photogrammetry
and Remote Sensing

DAGM

Deutsche Arbeits-
gemeinschaft für
Mustererkennung e.V.



Alfred-Wegener-Stiftung
(AWS) zur Förderung
der Geowissenschaften

Herausgeber:

© 2003 Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V.
Geschäftsstelle: Dr. Klaus-Ulrich Komp, c/o EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Ostmarkstraße 92, D-48145 Münster, e-mail: Praesident@dgpf.de
Internet: <http://www.dgpf.de>

Published by:

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3 A,
D-70176 Stuttgart. Tel.: 0711/351456-0, Fax: 0711/351456-99, e-mail: mail@schweizerbart.de
Internet: <http://www.schweizerbart.de>

⊗ Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier nach ISO 9706-1994

All rights reserved including translation into foreign languages. This journal or parts thereof may not be reproduced in any form without permission from the publishers.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift 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.

Verantwortlich für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren.

ISSN 1432-8364

Hauptschriftleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies, Closewitzer Str. 44, D-07743 Jena.
e-mail: Klaus.Szangolies@t-online.de

Schriftleiter: Dr. rer. nat. Carsten Jürgens, Universität Regensburg, Institut für Geographie D-93040 Regensburg, e-mail: carsten.juergens@geographie.uni-regensburg.de und Dr.-Ing. Eckhardt Seyfert, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Heinrich-Mann-Allee 103, D-14473 Potsdam, e-mail: eckhardt.seyfert@lvermap.brandenburg.de

Erscheinungsweise: 7 Hefte pro Jahrgang.

Bezugspreis im Abonnement: € 98,- pro Jahrgang. Mitglieder der DGPF erhalten die Zeitschrift kostenlos.

Anzeigenverwaltung: Dr. E. Nägele, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3A, D-70176 Stuttgart, Tel.: 0711/351456-0; Fax: 0711/351456-99.
e-mail: mail@schweizerbart.de, Internet: <http://www.schweizerbart.de>

Bernhard Harzer Verlag GmbH, Westmarkstraße 59/59a, D-76227 Karlsruhe, Tel.: 0721/944020, Fax: 0721/9440230, e-mail: Info@harzer.de, Internet: www.harzer.de

Printed in Germany by Tutte Druckerei GmbH, D-94121 Salzweg bei Passau

PFG – Jahrgang 2003, Heft 6

Inhaltsverzeichnis

Originalbeiträge

SESTER, M.: Aktuelle Forschungsthemen in der Geoinformatik	449
BERNARD, L., EINSPANIER, U., HAUBROCK, S., HÜBNER, S., KUHN, W., LESSING, R., LUTZ, M. & VISSER, U.: Ontologies for Intelligent Search and Semantic Translation in Spatial Data Infrastructures	451
REINHARDT, W., SAYDA, F., KANDAWASVIKA, A., WANG, F. & MUNDLE, H.: Geoinformation und mobile Dienste – Anforderungen und Anwendungen für Bergsteiger und Wanderer	463
BILL, R., KORDUAN, P. & ZEHNER, M.L.: Wirtschaftliche Internet-GIS-Lösungen für Kommunen und Landkreise	471
SESTER, M., HAMPE, M. & ANDERS, K.-H.: Multiskalige Geodaten in einer Daten- bank – Erzeugung und Nutzen	481

Aus Wissenschaft und Technik

HILBRING, D., SCHNEIDER, B. & WIESEL, J.: 3D-GIS-Anwendungen im Umwelt- Informationssystem Baden-Württemberg	493
---	-----

Berichte und Mitteilungen

Berichte

2 nd GRSS/ISPRS Workshop „Urban Areas“ am 22./23. Mai 2003 in Berlin	507
1. GiN-Forum am 19.6.2003 in Hannover	508
Expertenrunde „Runder Tisch GIS e.V.“ am 22.7.2003 in München	510
Persönliches: G. Horbrough †	512
Hochschulnachrichten	
Technische Universität München: A. BAUMGARTNER	513
F. KURZ	513
M. ULRICH	514
Technische Universität Wien: C. RESSL	515
Buchbesprechungen	
H. ASCHE & C. HERRMANN	517
G. SEEBER	519
M. MÖLLER	520
Vorankündigungen	522
Zum Titelbild	523
Neuerscheinungen	524



Digitale Photogrammetrie auf Ihrem PC:

preiswert – leistungsstark – schnell erlernt!

Alle Standardfunktionen wie automatische Ableitung von Oberflächenmodellen, Orthobilder, Mosaik u.v.m.

*** Sonderpreisaktion bis zum 31.12.2003 ***

Vertrieb durch:



- Kartographische Dienstleistungen im In- und Ausland
- Mobiles A0-Scannersystem
- Weltweiter Vertrieb von LISA
- Anwenderspezifische Software-Anpassungen
- Freie Online-Support-Foren
- Beratung und Schulung

Dipl.-Geogr. Burkhard Heins
Dorfstraße 51
D 31542 Bad Nenndorf
Tel. (0049) – 5723 – 6551

contact@maptec.de

Testversionen: <http://www.maptec.de>



Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie,
Fernerkundung und Geoinformation e.V.
- Arbeitskreis Ausbildung -

Ankündigung für den
gemeinsamen Workshop

GiN

Kompetenzzentrum für
Geoinformatik in Niedersachsen

eLearning in Geoinformatik und Fernerkundung – Stand und Perspektiven –

16. /17. Februar 2004 in Vechta

Themen

Übersicht über aktuelle eLearning-Projekte in GI und Fernerkundung
Erfahrungsberichte aus Projekten
Diskussion künftiger Strategien (z.B. Fördermaßnahmen, Einbindung in Curricula, Qualitäts-Sicherung
Künftige Kooperationsmöglichkeiten

Kontakt

PD Dr.-Ing. habil.
Jochen Schiewe
Forschungszentrum Geoinformatik
und Fernerkundung (FZG),
Hochschule Vechta
e-mail:
jschiewe@fzg.uni-vechta.de

Kurzfassungen

für Beiträge bitte per e-mail
einreichen bis 10.12.2003 (ca.
750 Wörter)

www.fzg.uni-vechta.de/dgpf

Aktuelle Forschungsthemen in der Geoinformatik

MONIKA SESTER, Hannover

Keywords: GeoInformatics, Spatial Informatics, research in GeoInformatics

Die Bedeutung der Geoinformatik und der Geoinformation für die Photogrammetrie und Fernerkundung wurde nicht zuletzt durch die Erweiterung des Namens der DGPF um diesen Begriff deutlich gemacht. Sieht sich die Photogrammetrie auf der einen Seite als „Produzent“ von Geoinformation, nutzt sie auf der anderen Seite die Techniken der Geoinformatik, um Geodaten möglichst automatisch zu erfassen, modellieren, speichern und integrieren.

In diesem Sonderheft werden exemplarisch Aspekte und Verfahren der Geoinformatik beleuchtet, welche heute im Zentrum von Forschungsaktivitäten sind, bzw. bereits an der Schwelle zur Praxis stehen. Ziele von GIS sind ganz allgemein die Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten. Während heutige GIS-Produkte diese Funktionalität generell in Ansätzen bereits sehr gut verwirklicht haben, gibt es dennoch eine Reihe von offenen Fragen und Problemen im Kontext der Verarbeitung raumbezogener Daten.

Hierzu zählen etwa die Erweiterung von GIS um die dritte Dimension sowie um die Multiskaligkeit. Die nötigen Erweiterungen beziehen sich auf alle Aspekte, d. h. die Datenmodelle, die Analysefunktionalität, sowie die Möglichkeiten der Visualisierung. Zunehmend wird GIS-Funktionalität nicht nur in stand-alone GIS-Produkten vorgehalten, sondern ist auch über das Internet und sogar auf kleinen mobilen Geräten nutzbar. Entwicklungen von Standardisierungsgremien, sowie auch Open-Source-Produkte waren und sind hierfür wegweisend. Die Vielfalt existierender Datenbestände zur Lösung komplexer Aufgaben

macht es erforderlich, dass Daten beliebiger Herkunft miteinander kombiniert werden müssen. Hierzu sind Integrations- und Harmonisierungsverfahren nötig, die sicherstellen, dass zum einen die Datenformate, aber besonders auch die Dateninhalte kompatibel und integrierbar sind.

Weitere wichtige Forschungsthemen liegen in der Behandlung von Qualitätsaspekten der Geodaten und Prozesse sowie in der Interpretation von Geodaten jeglicher Art, d. h. neben der Interpretation von Bildern auch die Interpretation von Laserdaten oder auch die Erkennung von impliziten Objekten in Geo-Vektordatenbeständen. Ferner ist die Integration von Daten unterschiedlichen Typs – speziell Vektor und Raster bzw. Vektor und Oberflächendaten – weiterhin ein sehr wichtiges Thema.

Dieses Sonderheft kann naturgemäß nicht alle Aspekte gleichermaßen abdecken, will aber einen repräsentativen und interessanten Querschnitt über aktuelle GIS-Aufgaben und Lösungen bieten.

BERNARD et al. widmen sich der Frage der räumlichen Dateninfrastrukturen und speziell der Suche nach und Integration von räumlichen Daten. Geeignete Daten für komplexe Analyseaufgaben sind typischerweise vielerorts vorhanden, sie müssen jedoch aufgefunden, auf ihre Nutzbarkeit und Qualität hin überprüft, und schließlich integriert werden. Während für Fragen der syntaktischen Homogenisierung bereits Lösungen existieren, ist das Problem der semantischen Homogenisierung noch weitgehend ungelöst. Hierzu bieten sich räumliche Ontologien an, d. h. abstrakte Beschreibungen von Bedeutung und Inhalt von Geoobjek-

ten. Diese ermöglichen prinzipiell, dass Objekte aus unterschiedlichen Fachdisziplinen integriert werden können, selbst wenn sie nicht mit demselben Vokabular und Detaillierungsgrad beschrieben sind. Im Beitrag werden Konzepte für Dienste vorgestellt, welche schließlich zu einer semantischen Interoperabilität führen.

Location Based Services sind spätestens seit den spektakulären Vergaben der UMTS-Lizenzen in aller Munde. Die vielfältigen Möglichkeiten, die eine ortsabhängige Informationsübertragung bietet, werden heute erst zu einem ganz geringen Grad genutzt. REINHARDT et al. stellen die nötigen Komponenten eines mobilen Dienstes anhand einer speziellen Anwendung vor: ein mobiles System für Wanderer. Von besonderer Bedeutung des Beitrags ist die praktische Realisierung und die Erprobung mit realen Nutzern in einem Feldversuch. Hiermit konnten die Nützlichkeit des Prototyps an sich, aber speziell auch die verschiedenen realisierten Dienste intensiv getestet werden. Interessant für Wanderer ist neben der Informationsabfrage und Visualisierung besonders der sicherheitsrelevante Dienst, der es ermöglicht, im Unglücksfall sehr schnell Rettungsmannschaften zur Unglücksstelle zu leiten.

BILL et al. präsentieren in ihrem Beitrag die Realisierung von Internet-GIS auf der Basis von Open-Source-Software. Sie machen deutlich, dass sich mit freier Software sehr leistungsfähige GIS-Produkte erstellen lassen – und dass sich prinzipiell alle GIS-Funktionalität auch web-basiert realisieren lässt. Als Anwendungsbeispiel wird die prototypische Realisierung eines GIS für kommunale Bedürfnisse vorgestellt. Gängige Internetanwendungen basieren bislang noch weitgehend auf 2D; HILBRING et al. stellen die Implementierung eines Web-basierten 3D-GIS vor. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Möglichkeiten, 3D-Daten nicht nur zu modellieren und zu visualisieren, sondern sie auch Analysefunktionen zugänglich zu machen. Dies wurde anhand der Analyse von Grundwassersituationen realisiert. Die konkrete Implementierung erfolgte für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg.

Multiskaligkeit steht im Zentrum des Beitrags von SESTER et al., wo es primär um die Vorstellung einer MRDB (Multiple Representation Database) geht. Diese Repräsentationsform erlaubt es, Daten unterschiedlicher Repräsentation, d. h. insbesondere auch unterschiedlichen Maßstabs, miteinander zu verknüpfen. Diese direkte Verbindung korrespondierender Objekte hat eine Reihe von Vorteilen, welche im Beitrag vorgestellt werden: ein für die Vermessungsverwaltungen wichtiger Aspekt liegt dabei in der Möglichkeit der automatischen Aktualisierung der Daten über verschiedene Maßstäbe hinweg.

Schließlich präsentieren GRÖGER et al. Konzepte für die Modellierung komplexer 3D-Geodaten am Beispiel von Gebäuden bzw. Stadtmodellen. Während aus der Computer-Graphik leistungsfähige Modellierungsformen bekannt sind, gilt es, diese für die speziellen Anforderungen der 3D-Stadtmodelle zu adaptieren. Eine besondere Herausforderung ist dabei die Berücksichtigung der Multiskaligkeit in Form von unterschiedlichen Levels of Detail (LoD), um adäquate Repräsentationen für unterschiedliche Aufgaben bereitzustellen. Wichtig ist weiterhin die Möglichkeit, die Konsistenz der Objekte automatisch zu überprüfen und zu erhalten. Aus Platzgründen kann dieser Artikel erst in einem späteren Heft (2/2004) erscheinen.

Die Herausforderungen von neuen technischen Möglichkeiten, etwa aktuelle Sensorentwicklungen oder mobile Ausgabegeräte, aber auch die sich dadurch erschließenden neuen Anwendungsgebiete eröffnen unserer Disziplin neue Richtungen, die es gilt zu besetzen und mit Leben zu füllen. Die in diesem Sonderheft vorgestellten Arbeiten wollen hierfür ein Beispiel sein.

Anschrift der Autorin:

Prof. Dr.-Ing. habil. MONIKA SESTER
Institut für Kartographie und Geoinformatik,
Universität Hannover, Appelstraße 9, D-30167
Hannover.
e-mail: monika.sester@ikg.uni-hannover.de

Ontologies for Intelligent Search and Semantic Translation in Spatial Data Infrastructures

LARS BERNARD, UDO EINSPIANIER, SÖREN HAUBROCK, SEBASTIAN HÜBNER,
WERNER KUHN, ROLF LESSING, MICHAEL LUTZ & UBBO VISSER

Keywords: Spatial Data, Spatial Data Infrastructure (SDI), Geodata-Infrastructure (GDI), semantic interoperability, Geoservices

Zusammenfassung: *Ontologien für die intelligente Suche und semantische Übersetzung in Geodaten-Infrastrukturen.* Die zurzeit existierenden und diskutierten Ansätze von Geodateninfrastrukturen liefern Verfahren zur Überwindung der syntaktischen Heterogenität zwischen verteilten Daten und Diensten. Allerdings existieren keine Ansätze, die das Problem der semantischen Heterogenität lösen. In diesem Artikel wird ein Anwendungsfall eines Informationssystems aus dem Bereich des Katastrophen-Managements diskutiert, der den Nutzen von Geodateninfrastrukturen deutlich macht. Die hier auftretenden semantischen Heterogenitäts-Probleme werden dabei genauer analysiert und Lösungsansätze aufgezeigt, wie sie zur Zeit in dem Forschungsprojekt „*Semantische Interoperabilität mittels Geodiensten (meanInGs)*“ für den GI-Bereich entwickelt werden.

Summary: Currently existing or discussed approaches of spatial data infrastructures (SDIs) provide solutions to common problems caused by syntactic heterogeneity of distributed data and services. Nevertheless, these approaches do not solve the issue of semantic heterogeneity. In this paper, we present a use case from the area of disaster management, which illustrates the benefits of employing a state-of-the-art SDI. The use case also points out several semantic heterogeneity problems that need to be solved. We analyse these problems and present approaches to their solution, which are currently developed in the research project *Semantic Interoperability by means of Geoservices (meanInGs)*.

1 Introduction

The problem of syntactic heterogeneity among geographic datasets emerged as a result of native data formats and the development of monolithic and proprietary systems. The World Wide Web (WWW) supplies the basic infrastructure for the distributed use and multiple exploitation of data and systems (*systems interoperability*). Geoinformation technology standards developed by the OpenGIS Consortium (OGC) and the International Organization for Standardization (ISO) provide the basis for syntactic interoperability and cataloguing of geogra-

phic data and geographic information (GI) services. Spatial data infrastructures (SDIs) like GDI¹-NRW (KUHN et al. 2001, BERNARD & STREIT 2002) show what can be accomplished by this approach, but also raise challenging interoperability issues (BERNARD et al. 2003). Although SDIs provide the basis for syntactic interoperability the usability of information that is created in one context is often of limited use in other contexts. One important reason for this is *semantic heterogeneity*.

¹ GDI: Geodata-Infrastructure

It is the goal of the research project *Semantic Interoperability by means of Geoservices (meanInGs)* to overcome the problems resulting from semantic heterogeneities in SDIs. The first step is to identify and analyse existing problems caused by semantic heterogeneity in several real-world use cases. Based on the results of this analysis the project will focus on developing methods for overcoming these problems during service discovery, composition and execution within SDIs. The viability of the developed approaches will be illustrated by prototypically implementing web services for intelligent search and semantic translation and by applying them to the use cases. This paper will describe the semantic problems that can occur in SDIs based on a real-world use case and point out possible approaches for their solution that will be elaborated in the *meanInGs* project.

The remainder of the article is structured as follows. In section 2 a use case for applying an SDI in the field of disaster management is depicted and the major problems associated with the distributed processing of geographic information are pointed out. Section 3 introduces the relevant (technical) background on SDIs and illustrates what happens „behind the scenes“ in the use case. In section 4 an in-depth analysis of the semantic problems occurring in the use case is given. Section 5 sketches the main ideas that are to be employed in the project to solve these problems. We conclude the paper with summarising our findings and by sketching a road map for future research in section 6.

2 Using SDIs in Disaster Management – a Use Case

Disasters like floods, oil spills or wildfires are events where space and time are crucial. Thus, the acquisition, processing and analysis of geographic information is vital for disaster management. GI services can be used as a key technology to compile ad hoc the necessary information for decision makers.

In the area of disaster management well-informed decision making is essential. In order for the decision makers to invoke reasonable measures, often the most up-to-date information about a specific region is required. It is not sufficient to rely on data that have been collected, pre-processed and converted over a long period of time. Rather, it is necessary to deploy data directly or shortly after they have been collected or measured. However, the required information is generally distributed over several institutions, and therefore often represented heterogeneously in syntax and semantics.

The following scenario illustrates the benefits and problems of an SDI approach that uses distributed nearly real-time data in the context of a use case for disaster management.

2.1 Detection of Flooded Areas

In August 2002 extreme flooding occurred in large parts of central Europe, especially along the Elbe river in Eastern Germany (Fig. 1). This event showed the benefits of an effective and fast-working information system (LANCELLE 2002, SCHMIDT 2002). An overview of the present situation in the disaster area and predicted future scenarios can make a crucial contribution to avert further damages.



Fig. 1: Catchment area of the Elbe river.

The main actor in our scenario is a disaster manager who wants to get an overview of the Elbe river catchment indicating the areas which are currently flooded and those which are most susceptible to flooding (*flood-ing hazard areas*) within the next 24 hours based on current water-level measurements, remotely sensed data and a very simple evaluation model to make forecasts on flooding based on empirical hydrological data.

The disaster manager accesses a web-based risk assessment service that acts as a client to other services. It can produce maps of the catchment area showing the water levels for a certain point in time and/or highlighting potential flooding hazard areas.

In the service's user interface the manager selects a certain area of interest in the Elbe catchment area and chooses between the options of displaying the current (or past) situation(s) and estimating flooding hazard areas.

- *Displaying the current or past situation(s).* For this option the manager also has to choose between different periods of time (e.g. current situation or several past situations). Based on the input parameters the system generates a map displaying the water levels not only for the measurement points but for the entire Elbe catchment river network. By zooming and panning, the user can visually explore the situation in the area of interest.
- *Estimating flooding hazard areas.* In this option remote sensing data and methods are used in addition. These can play a crucial role in disaster management as they allow fast and objective assessment of the situation in a large area of interest (in this case in the whole river catchment area). Based on an estimation model the service displays the areas which are potentially at high risk together with the water levels in a map.

How all this is achieved within an SDI, which services and data sets are involved and what actually goes on „behind the scenes“ is described in more detail in section 3.3.

2.2 Problems Caused by Semantic Heterogeneity

In order to provide the needed geoinformation for the described scenario a number of data sources are necessary. These data are highly distributed, as the Elbe river not only crosses international borders, but also those of seven German federal states. Thus, it can be expected that the structure and content of the data provided on water level measurements, river network etc. differs significantly.

Multiple factors have lead to these diverse developments in terms of data structures in the different administrative areas of the Elbe catchment. The most important reason for structural heterogeneities is the fact that most data have been gathered for a very specific purpose. In order to use the data, the modelling and therefore the syntax and the meaning of the data is adapted to specific applications.

We assume that the syntactic problems can be tackled by using approaches that already exist or are currently discussed in the context of SDIs. The technical details of these approaches for the use case together with the relevant background on SDIs is given in section 3.

The fact that the data to be processed in the use case originate from multiple information communities results not only in heterogeneous formats, but also problems caused by semantic heterogeneity².

For example, different terms can refer to the same kind of information in different data sets. Contrary, it is also possible that different data sets use the same term for referring to different kinds of information.

Such semantic heterogeneity problems can cause serious conflicts during the discovery of suitable data sources (LUTZ et al. 2003). For example, a service whose task is described as 'classifying flooded areas in satellite images' might not be found when

² We assume here for simplicity reasons, that the same problems occur when dealing with distributed services. The specifics of dealing with semantic heterogeneity of services is outside the scope of this paper.

searching for a ‘classification service’ for ‘remotely sensed data’.

Semantic heterogeneity can also affect the processing and analysis steps. For example, an analysis service might expect ‘quality information’ and does not accept the ‘oxygen content’ offered by a data source.

These problems are further analysed in section 3.3.

3 Principles and Components of SDIs

This section gives an overview on the motivations for building SDIs, their main components and on the role of standards within SDI development. It also describes in detail what happens „behind the scenes“ in the use case depicted in section 2.1.

3.1 Motivation and Aims

A main motivation for setting up spatial data infrastructure (SDIs) is to make the work with geodata more efficient (MCKEE 2000, NEBERT 2001). This is motivated by problems that occur with conventional GIS technology and geographic data sets.

Two major problems are that data sets exist in a plethora of different data formats and that they are often not (sufficiently) documented:

- Datasets in different formats often have to be converted in order to be used in a different system. This problem is usually tackled by providing data in commonly used vendor formats or vendor-neutral data exchange formats like GML (OGC 2003a). In the case of frequently changing data such as water level measurements, however, the conversion of the data has to be automated as manual conversion is not feasible.
- Missing or insufficient documentation makes it difficult or even impossible for outside users to discover data sets and to assess whether a given data set is useful for their tasks.

The development of SDIs addresses these problems. SDIs are based on the assumption

that it is usually not the data a user is interested in, but a piece of information that can be generated using the data³. Therefore SDIs are based on geographic information (GI) services that implement standardised service interfaces. Through these services distributed geographic data can be accessed and processed across administrative and organisational boundaries. Also, data and services can be accessed in an ad-hoc manner. As a result geographic data sets and the GI services using them can be created and maintained locally which leads to increased quality (e.g. timeliness) and efficiency. Also, SDIs can be easily extended to include new services and/or data sets.

3.2 Components of SDIs

The main (physical) components of an SDI are GI services, geographic data and catalogues providing metadata on the data and services.

Following the definition of (GROOT & McLAUGHIN 2000) SDIs also contain the institutional, organisational, technological and economic resources that support the development and maintenance of the SDI and their geographic information. However, these issues will not be addressed here.

3.2.1 GI Services

Interoperability is a key requirement for SDIs. It is defined as „the capability to communicate, execute programs, or transfer data among various functional units in a manner that requires the user to have little or no knowledge of the unique characteristics of those units“ (ISO/TC-211 & OGC 2002).

In order for two services (e.g. a web map client and a web map service) to interoperate

³ When seeing SDIs as providing information (e.g. a computed shortest path between two locations) rather than raw data they should better be called spatial information infrastructures. However, we will stick with the term spatial data infrastructure in this paper as it seems to be well established internationally.

they have to be *interface and service interoperable*. This means they have to agree on the set of services offered by the entities of the two systems and the interfaces to them (ISO/IEC 1996).

The standardisation of these interfaces is an important feature of SDIs because it allows the classification of services in well-known service types that provide the behaviour specified by the interface. Thus, standardisation makes it possible to connect arbitrary service instances as long as they are of a well-known service type. In the geospatial domain, there are mainly two standardisation efforts to enable interoperability in distributed systems: the ISO Technical Committee (TC) 211, which develops the 19100 series of standards, and the OpenGIS Consortium (OGC).

The OGC has developed an architectural framework for geospatial services on the Web platform (OGC 2003c). It specifies the scope, objectives and behaviour of a system and its functional components. It identifies behaviour and properties that are common to all such services, but also allows extensibility for specific services and service types.

In so-called *testbeds* implementation specifications for several service types have been developed, e. g.:

- Web Map Service (WMS) (OGC 2002c) for producing digital maps; and
- Web Feature Service (WFS) (OGC 2002b) and Geographic Markup Language (GML) (OGC 2003a) for accessing XML-encoded geographic data.

A complete list of approved, candidate and planned OGC implementation specifications can be found at <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010911.TS.Spec-Over.htm>.

Knowing these specifications, a service consumer that is aware of the location of a service provider can connect to the service over the Web and invoke its operations.

3.2.2 Catalogues and Metadata

Catalogues are a fundamental part of SDIs and become relevant in scenarios where cli-

ents and services are arbitrarily distributed (in large networks) and unaware of each other. A catalogue's task is to allow a client (service consumer) to find and access resources (data and services) available on servers (service providers) that are unknown to the client and fit the client's needs. Service providers offer particular data access and geoprocessing (data manipulation) services. Both types of spatial resources are described by metadata.

The catalogue itself consists of the metadata and the operations working on these metadata. In general each service provider has to register (publish) its offerings by means of metadata to a catalogue to enable accessibility. A catalogue may also collect metadata from known service providers (pull). In addition to these registration functions a catalogue provides „librarian functions“ (discovery, browsing, querying) for service consumers.

The structure, entities and element sets of the metadata entries in a catalogue are determined by a *metadata schema*. For geographic data, there are several standards for metadata schemas, the most prominent being FGDC (FGDC 1998) and ISO 19115 (ISO/TC-211 2003).

Both standards also contain guidelines to develop *metadata profiles* to allow its customisation for specific user groups. The resulting heterogeneity leads to problems when querying and interpreting search results of different distributed catalogues, and is further aggravated by the fact that different user groups may use different vocabularies to describe their datasets and services.

3.2.3 Geographic Data

An SDI also contains a number of vector or raster data sets, e. g. a river network, water level measurement points and satellite images for the use case described in section 2.1. These data sets are provided through geographic model/information management services. e. g. OGC Web Feature Services (WFS) (OGC 2002b).

It is currently discussed, e. g. in the context of developing the *Infrastructure for*

Spatial Information in Europe (INSPIRE), whether so-called *core*, *framework* or *reference data sets* are to be part of the underlying infrastructure and what they are to contain (BARR 2003, LUZET 2003). These basic data sets are meant to provide a frame of reference for all datasets for more specialised applications.

3.3 The Use Case – „Behind the Scenes“

With the relevant background on the technical aspects of SDIs we can now have another, more detailed look at the use case presented in section 2.1 and disclose what happens „behind the scenes“. In order to produce the maps depicting the current situation or an estimate for future scenarios a number of data sources and GI web services are necessary.

For estimating the current water levels along the Elbe river, all up-to-date measurements available have to be evaluated. Some important providers of these data are *Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)*⁴, *Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)*⁵ and *Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK)*⁶. Further providers supply data on different sites and/or on different measurements at the same site.

For our scenario we assume that all these providers make their data available through standardised interfaces, e. g. through WFS or Sensor Collection Services (SCS)⁷, in a standardised format, e. g. GML or O&M (OGC 2003b).

In order to obtain information on the water levels for a whole stream section a model has to inter- and extrapolate the discrete (point) water level measurements pro-

vided by the WFSs or SCSs. The model for assessing the susceptibility of a river segment to flooding and for classifying it according to risk levels will be kept simple within the scope of the project. Of course, these could later be replaced with more sophisticated models that would be necessary for accurate estimations. We assume that both the interpolation model and risk assessment are also implemented as web services.

The remote sensing data used in the scenario are provided through a SCS or Web Coverage Service (WCS) (OGC 2002a). In order for these data to be useful in our scenario, they have to be classified automatically. Currently, there are no approaches to provide interoperable services for automatic image classification. It is therefore one of the primary goals of the *meanInGS* project to implement a working prototype of such a service.

All pre-processing steps that have to be performed to prepare the image for a classification (e. g. georectifying, filtering) are not considered in the first step. The data provided are already pre-processed. At a later stage, some of these procedures might be provided as OGC compliant services as well, so raw image data can be evaluated, too.

Finally, the results returned by the services described above are integrated into a single map in a WMS.

Fig. 2 shows the data sources and services used in the use case and the data flow between them.

4 Semantic Problems in SDIs

When establishing a flexible, generic system such as the time-critical disaster management from our use case, some syntactic and semantic problems occur and have to be solved. Unfortunately, the SDI approaches described in the previous section only address the syntactic interoperability of services by defining interfaces and communication (markup) languages.

However, semantic problems such as those described in section 2.2 remain be-

⁴ <http://www.bafg.de>

⁵ http://www.elwis.de/gewaesserkunde/Wasserstaende/Wasserstaende_start.php?target=1&gw=ELBE

⁶ <http://www.nlwk.de>

⁷ A SCS can be seen as specialized WFS for accessing observations and measurements (O&M) documents. Its specification is still work in progress and is not yet publicly available.

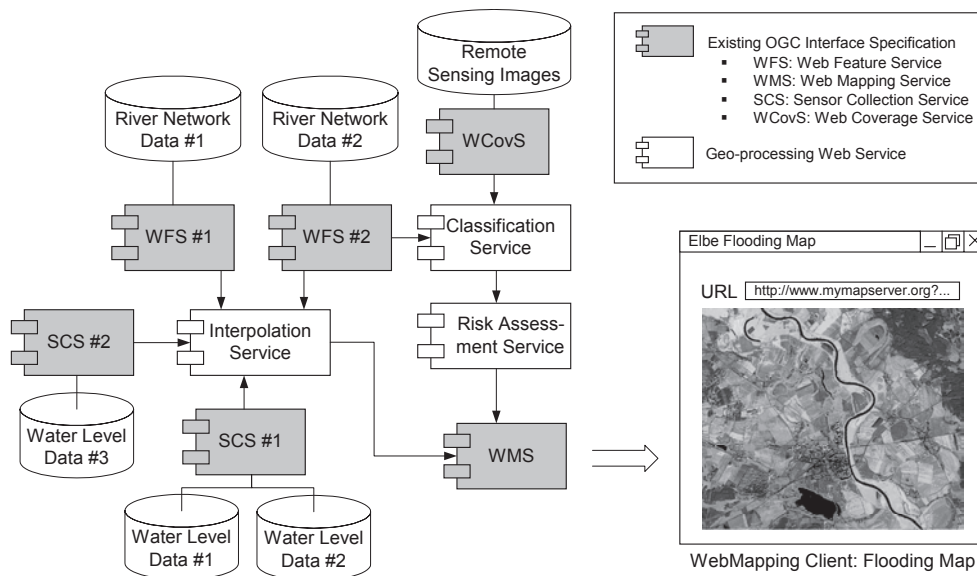


Fig. 2: Data and services in the use case.

cause the data to be processed are provided by members of various information communities. This makes it difficult to correctly interpret the data and extract the included information.

In the presented use case, unclarity and ambiguity result from heterogeneous terminology and different spatial and temporal resolutions. In the following, we will concentrate on terminological aspects of semantic interoperability; further details on the specific demands of spatial and temporal information can be found in (VÖGELE et al. 2003) and (HÜBNER 2003), respectively.

In the following sections, we will analyse the examples for semantic heterogeneity presented in section 2.2 in more detail. The major problems in terms of semantic interoperability occur on three levels of data interpretation which correspond to three different steps of communication within SDIs:

- metadata interpretation
- data interpretation
- (meta)data fusion

We will give short examples for these issues in order to illustrate their meanings and the

circumstances under which they appear. In section 5 we will describe how to meet these problems with our approach of using ontologies for intelligent search, semantic translation and semantic integration.

4.1 Metadata Interpretation

The data representing water levels of the Elbe originate from different providers such as the WSV, the NLWK and the BfG (section 3.3).

The WSV annotate their data with the term „Pegel“ (which can mean both „gauge“ or „water level“), while the NLWK use the term „Wasserstand“ („water level“). For humans, it is not difficult to see that both terms are to refer to water levels, especially in the known context of rivers. In contrast, for a computer there is no coherence between the terms – it would not even assume any kind of similarity – and the terms are treated as being totally different.

Even worse than differing metadata are missing metadata. For example, the BfG provide data in a raw form without any annotations:

...
 04.06.2003; 00:45; 138.00;
 04.06.2003; 01:00; 138.00;
 04.06.2003; 01:15; 138.00;
 04.06.2003; 01:30; 138.00;
 04.06.2003; 01:45; 137.00;
 ...

Knowing the context of information (water levels of the river Elbe), humans will interpret the data as date, time, and level separated by semicolons. Without knowledge of the domain and without any metadata it is impossible for machines to work with the included (but hidden) facts.

4.2 Data Interpretation

In addition to sensor data, the use case also utilises spatial data describing the Elbe's catchment area. These data include land cover information, which is exceptionally important to the correct classification of flooded areas by the remote sensing service. There exist various vocabularies for land cover classification. Some of these are standardised and widely used, e.g. ATKIS (AdV-Arbeitsgruppe ATKIS 2002) or CORINE (EEA 2000), while others are created by the data providers themselves. Rivers belong to the class „Stream courses“ in CORINE but can be called differently in other nomenclatures.

This is an example for problems that appear when interpreting data. These kind of problems are very similar to the problems that appear with metadata as described above: in the last section the terms used to describe the attribute types (in relational databases: the column headings) are ambiguous, in this section the terms used as attributes itself (in relational databases: the cell values) are ambiguous.

4.3 (Meta)Data Fusion

A third kind of problem can be derived from the two above: when data from different sources have to be combined and integrated into a single collection, ambiguities regarding metadata interpretation and data inter-

pretation have to be overcome. Therefore in the result

- each field of the annotated metadata must own an explicitly defined vocabulary, and
- it must be absolutely clear from which vocabulary the terms in the data itself are taken.

In both cases it is obviously useful to choose one of the involved vocabularies, whose terms can remain unchanged, while all terms coming from a different vocabulary have to be translated. This leads to the field of semantic translation (section 5.3).

4.4 Remote Sensing

Additionally, the integration of remotely sensed data by implementing a new service for automatic classification is associated with significant semantic problems. Crucial issues in the context of image classification are the definition of appropriate class structures (nomenclatures), which have to be described very precisely, as well as rule networks to assign the correct classes to the image objects.

5 Intelligent Search and Semantic Translation in SDIs

This chapter focuses on two main tasks in the context of spatial data infrastructures: the search for services with wanted characteristics, and the translation of metadata and data.

The first task is indispensable when building dynamic chains from services that are distributed over the internet and described by metadata. The second task allows the use of data from different information communities. As already mentioned in the last section, the problems that occur with both tasks are quite similar; in the following we will show that they can be overcome with the same technologies and methods.

5.1 Ontologies

In our approach ontologies act as the basis for both search and translation. We orient

to the definition of (GRUBER 1995) who described an ontology as a formal and explicit specification of a conceptualisation. A *conceptualisation* refers to an abstract model of how people think about a real thing in the world. *Explicit specification* means that the concepts and relations of this abstract model have been given explicit names and definitions. *Formal* means that the definition of a term is written down in a formal language with well-understood properties; very often this is a logic-based language. The main advantage of using a language of this kind is the avoidance of ambiguities of concepts.

The problems described in the previous chapter result from the fact that the terms from a certain vocabulary (e. g. that used in a catalogue) are just words with an *implicit* meaning (for humans), but without an *explicit* meaning (which machines are able to understand). Therefore we propose the usage of concepts that are clearly defined by ontologies to circumvent the ambiguities that otherwise emerge.

This has several significant advantages. First, it becomes possible to translate a term (i. e. a concept) from one vocabulary (i. e. one ontology) into a term from another vocabulary. When two terms are found to be equal because they are specified by the same definition, this is called a „mapping“: one concept is mapped onto another.

Secondly, ontologies can be used to derive super-concept and sub-concept relationships. Terminological reasoning engines can automatically construct hierarchies of concepts by examining their definitions. This makes it possible to „translate“ a superordinate, general term into one or more subordinate, more specific terms, which can even come from different vocabularies – as long as these vocabularies are built up on the same basic definitions.

Further in-depth information about ontologies and their general use for knowledge representation, semantic translation and semantic integration can be found in (WACHE et al. 2001).

5.2 Intelligent Search

The searching tasks in our use case can be divided into two fields: the search for services and the search for data. Both depend on descriptions by „rich“ metadata which take their content from catalogues. In our approach the catalogues are in fact ontologies with clearly defined concepts.

The usage of such enhanced catalogues makes it possible to search for e. g. ‘quality information’ of ‘water bodies’ and find the ‘oxygen content’ of the ‘river Elbe’ (search for data).

In the same way it is possible to search for e. g. a ‘classification service’ for ‘remotely sensed data’ and find a service for ‘classifying flooded areas in satellite images’ (search for services).

Although the services and data in these examples have been described by totally different words, the search engine is able to detect the super- and sub-concept relationships and presents more and better results. Therefore we call this technology „intelligent search“. Accordingly we call a catalogue service, which was extended in a similar way, „intelligent catalogue service“.

5.3 Translation of (Meta)Data

Ontologies can also be used to overcome the problems that have been identified with data or metadata fusion.

Since the presented use case has to create maps from various German federal states, the services involved have to deal with data on different levels of granularity. This includes for example very finely differentiated as well as very coarsely graduated land classification schemes.

When a service is to generate a consistent map of the Elbe river, it has to translate all the encountered land cover types into terms from a single classification scheme, normally from the coarsest scheme. As the terms are explicitly defined concepts, reasoning engines are able to find super- and sub-concept relationships. Thus, the very exact classification „Stream courses“ can be translated to the more general term „Continental

Waters“. This procedure is called „translation by re-classification“.

6 Conclusions and Future Work

We have presented a use case from the area of disaster management that illustrates the benefits of employing state-of-the-art spatial data infrastructures. The approaches that already exist or are currently discussed in the context of SDIs can solve problems caused by syntactic heterogeneity. However, the presented use case also demonstrates that a number of semantic heterogeneity problems remain to be solved.

We have sketched an approach for addressing these remaining problems that makes use of ontologies for intelligent search, semantic translation and semantic integration. It is the goal of the *meanInGs* project to further develop this approach and to prototypically implement services for intelligent search and semantic translations. In order to do so, a number of open research questions have to be addressed, e. g.:

- What are the specifics of dealing with heterogeneous service rather than data sets?
- How can the presented approach for intelligent searching be integrated with existing data and service catalogues?
- How can the presented approach for semantic translation be implemented as a web service?
- How can services for analysis and processing be combined with such a semantic translation service?

We believe that by addressing these questions the *meanInGs* project will provide valuable results on the way to enabling the level of interoperability that is required for next-generation distributed geoprocessing and analysis.

Acknowledgements

The work presented in this paper has been supported by the German Ministry for Education and Science as part of the GEOTECHNOLOGIEN program (grant number 03F0369A) and can be referenced as publication no. GEOTECH-33.

References

- AdV-Arbeitsgruppe ATKIS (2002): ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM, URL: http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo/2.dst_deckblatt_25?dst_ver=dst. Last accessed: 02. 03. 2003
- BARR, R., 2003: Inspiring the Infrastructure. Presentation at the 9th EC-GI&GIS Workshop: ESDI – Serving the User. La Coruña, Spain, 25–27 July 2003., URL: http://www.lmu.jrc.it/Workshops/9ec-gis/presentations/isop_1_barr.pdf. Last accessed: 10. 07. 2003
- BERNARD, L., EINSPIANIER, U., LUTZ, M. & PORTELE, C., 2003: Interoperability in GI Service Chains – The Way Forward. – In: GOULD, M., LAURINI, R. & COULONDER, S. (ed.): 6th AGILE Conference on Geographic Information Science.
- BERNARD, L. & STREIT, U., 2002: Geodateninfrastrukturen und Geoinformationsdienste – Aktueller Stand und Forschungsprobleme. – In: SEYFERT, E. (ed.): Zu neuen Märkten – auf neuen Wegen mit neuer Technik. – 22. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPF 2002. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (Band 11): 11–20.
- EEA (2000): CORINE Land Cover. – Technical guide, Commission of the European Communities. European Environmental Agency.
- FGDC (1998): Content Standard for Digital Geospatial Metadata. Version 2.0 (FGDC-STD-001-1998), Federal Geographic Data Committee.
- GROOT, R. & McLAUGHIN, J. (ed.), 2000: Geospatial data infrastructure – Concepts, cases, and good practice. – Oxford University Press, Oxford.
- GRUBER, T.R., 1995: Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. – International Journal of Human-Computer Studies 43 (5/6): 907–928.
- HÜBNER, S., 2003: Qualitative Abstraktion von Zeit für Annotation und Retrieval im Semantic Web. – Diploma Thesis, Universität Bremen.
- ISO/IEC (1996): ISO/IEC 10746 Information Technology – Open Distributed Processing – Reference Model.
- ISO/TC-211 (2003): Text for FDIS 19115 Geographic information – Metadata. Final Draft Version, International Organization for Standardization.
- ISO/TC-211 & OGC (2002): Geographic information Services Draft ISO/DIS 19119. OpenGIS Service Architecture Vs. 4.3. Draft Version, In-

- ternational Organization for Standardization & OpenGIS Consortium.
- KUHN, W., BASEDOW, S., BROX, C., RIEDEMANN, C., ROSSOL, H., SENKLER, K. & ZENS, K., 2001: Referenzmodell 3.0 – GDI Geodaten-Infrastruktur Nordrhein-Westfalen (Media NRW, Band 26), Land NRW.
- LANCELLE, E., 2002: Landesbetriebe als Chance für Verwaltungsmodernisierung. – In: Ministerium des Innern des Landes Brandenburg (ed.): Brandenburg kommunal 34: 10–11.
- LUTZ, M., RIEDEMANN, C. & PROBST, F., 2003: A Classification Framework for Approaches to Achieving Semantic Interoperability. – submitted.
- LUZET, C., 2003: EuroSpec – Providing the Foundations to Maximize the Use of GI. Presentation at the 9th EC-GI&GIS Workshop: ESDI – Serving the User. La Coruña, Spain, 25–27 July 2003., URL: <http://www.lmu.jrc.it/Workshops/9ec-gis/presentations/ied—luzet.pdf>. Last accessed: 10.07.2003
- McKEE, L., 2000: Who wants a GDI? – In: GROOT, R. & McLaughlin, J. (eds.): Geospatial Data Infrastructure – Concepts, cases, and good practice. – pp. 13–24, Oxford University Press, New York.
- NEBERT, D., 2001: Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook, Version 1.1, Global Spatial Data Infrastructure, Technical Committee.
- OGC (2002a): OWS1 Web Coverage Service (WCS), Version 0.7 (OpenGIS Discussion Paper OGC 02–024), OpenGIS Consortium.
- OGC (2002b): Web Feature Server Interface Implementation Specification, Version 1.0.0 OpenGIS Project, URL: <http://www.opengis.org>. Last accessed: 17.07.2003
- OGC (2002c): Web Map Server Interface Implementation Specification, Version 1.1.1 OpenGIS Project, URL: <http://www.opengis.org>. Last accessed: 17.07.2003
- OGC (2003a): Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, Version 3.0, Open GIS Consortium.
- OGC (2003b): Observations and Measurements (OpenGIS Recommendation Paper OGC 03-022r3), OpenGIS Consortium.
- OGC (2003c): OpenGIS Web Services Architecture (OpenGIS Discussion Paper OGC 03-025), OpenGIS Consortium.
- SCHMIDT, H., 2002: Gemeinsam bewältigt – Über die Zusammenarbeit der Katastrophenschutzstäbe während der Elbe-Flut. – In: Ministerium des Innern des Landes Brandenburg (ed.): Brandenburg kommunal 34: 4–5.
- VÖGELE, T., HÜBNER, S. & SCHUSTER, G., 2003: BUSTER – An Information Broker for the Semantic Web, KI. – Künstliche Intelligenz 03 (3): 31–34.
- WACHE, H., VÖGELE, T., VISSER, U., STUCKENSCHMIDT, H., SCHUSTER, G., NEUMANN, H. & HÜBNER, S., 2001: Ontology-Based Integration of Information – A Survey of Existing Approaches. – IJCAI-01 Workshop: Ontologies and Information Sharing: 108–117.

Adressen der Autoren:

Dr. rer. nat. LARS BERNARD,
Dipl.-Geogr. UDO EINSPIANIER,
Prof. Dr. WERNER KUHN,
Dipl.-Landschaftsökol. MICHAEL LUTZ

Institute for Geoinformatics (IfGI),
Münster University {bernard|spanier|kuhn|lutzm}
@ifgi.uni-muenster.de

Dipl.-Systemwiss. SÖREN HAUBROCK,
Dr. rer. hort. ROLF LESSING

i. Fa. Delphi InformationsMusterManagement
(DELPHI IMM), Dennis-Gabor-Str. 2, D-14469
Potsdam {soeren.haubrock|rolf.lessing}@delphi-
imm.de

Dipl.-Inform. SEBASTIAN HÜBNER,
Dr. rer. nat. UBBO VISSER

Center for Computing Technologies (TZI), Bre-
men, {huebner|visser}@tzi.de

Manuskript eingereicht: Juli 2003
Angenommen: August 2003

Geoinformation und mobile Dienste – Anforderungen und Anwendungen für Bergsteiger und Wanderer

WOLFGANG REINHARDT, FLORIAN SAYDA, ADMIRE KANDAWASVIKA, FEI WANG, Neubiberg & HEIKO MUNDLE, Poing

Keywords: Mobile GIS, Location Based Systems, Decision Support Systems

Zusammenfassung: Geoinformationsdienste für mobile Nutzer haben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und können zur Unterstützung von geschäftlichen und privaten Aktivitäten eingesetzt werden. Zum Beispiel ist Bergsteigen und Wandern eine Freizeitbeschäftigung, der in vielen Regionen, vorzugsweise in der Nähe der Berge bzw. Mittelgebirge, sehr viele Menschen nachgehen. So gehen nach offiziellen Schätzungen in der europäischen Union jährlich ca. 40 Millionen Menschen zum Wandern, Bergsteigen und zu anderen ‚Bergaktivitäten‘.

In diesem Beitrag werden mobile Dienste für Bergsteiger und Wanderer beschrieben, die in einem von der EU geförderten Projekt von verschiedenen Partnern aus drei EU-Ländern prototypisch entwickelt wurden. Dabei wurden drei Dienstekategorien unterschieden: in der ersten Gruppe (INFOTOUR) werden Dienste zur besseren Orientierung, Navigation und Information bereitgestellt; die zweite (SAFETOUR) zielt auf die Erhöhung der Sicherheit ab, wendet sich an den Bergsteiger und Wanderer und unterstützt die Bergrettungsdienste im Einsatz. Die letzte Gruppe (DATATOUR) beinhaltet Methoden und Algorithmen zur effizienten Datenerfassung bzw. zur Datenfortführung und bezieht die Daten mit ein, die von Wanderern mit GPS-Gerät geliefert werden.

Summary: *Mobile GI Services – Applications for Mountaineers and Wanderers.* GI Services for mobile users becomes important more and more in various areas of business and leisure time. So for example wandering and hiking is one of the most favourite leisure activities for people living close to mountains. For example in the mountainous region of the alps every year nearly 40 million citizens of the European Union – sportsmen, nature enthusiasts or simply tourists – are searching for recreation.

In this paper we describe mobile services for mountaineers and wanderers which have been developed in an EU sponsored Project by partners from three countries. There are three groups of these services: the first group (‘INFOTOUR’) provides functionalities for a better orientation, navigation and information, the second (‘SAFETOUR’) aims on an improvement of the security of people and supports Search and Reascue teams and the third one (‘DATATOUR’) supports efficient data capture and database update.

Einleitung

Mobile Dienste, also Dienste, die von mobilen Nutzern verwendet werden, haben eine zunehmende Bedeutung in vielen Bereichen unserer Gesellschaft erlangt (z. B. ZIPF & STROBL 2002). Berücksichtigen diese Dienste die Position des Benutzers, so spricht man von positionsbezogenen Diensten bzw. engl.

‚Location based service (LBS)‘. Für die Nutzung dieser Dienste sind einige Basis-komponenten notwendig:

1. Ein Bedienungs- und Anzeigegerät auf Benutzerseite (Im Weiteren auch client genannt). Hierfür kann z. B. ein sog. Personal Digital Assistant (PDA) dienen.

2. Eine Komponente zur drahtlosen Kommunikation, üblicherweise basierend auf Mobilfunktechnologien.
3. Eine Möglichkeit zur Bestimmung der Position des Nutzers, z. B. ein einfacher GPS-Empfänger.
4. Ein Server, der Daten und Dienste bereitstellt.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass sich die hier relevante Hardware sehr schnell weiterentwickelt. So sind bereits jetzt Geräte verfügbar, die die unter 1. und 2. genannten Komponenten in einem Gerät vereinigen.

Eine ausführlichere Darstellung und Diskussion dieser Komponenten findet sich in SAYDA, REINHARDT & WITTMANN 2002. Der Zugriff vom mobilen client auf den Server erfolgt heute i.d.R. mit Hilfe der Internet-technologie (LEUKERT, REINHARDT & SEEBERGER 2000).

In diesem Artikel werden mobile Dienste (bzw. LBS) für Bergsteiger und Wanderer vorgestellt und über erste Erfahrungen mit diesen berichtet. Diese Dienste wurden im Rahmen des von der EU geförderten Projekts ‚PARAMOUNT‘ (www.paramount-tours.com) prototypisch entwickelt. Projektteilnehmer sind:

- IfEN GmbH, Poing

- AGIS UniBW München
- ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona
- Bergwacht Bayern
- Österreichischer Bergrettungsdienst

Ein Teil der Dienste sind für den normalen Bergsteiger bzw. Wanderer konzipiert, ein weiterer Teil unterstützt die Rettungsdienste (Bergwachten) im Einsatz. Diese werden hier auch als SAR (Search and Rescue) teams bezeichnet.

Nach einer kurzen Darstellung der Systemarchitektur erfolgt eine Beschreibung der drei Kategorien von Diensten, dem Informationsdienst (‚INFOTOUR‘), dem Sicherheitsdienst (‚SAFETOUR‘) und dem Datenerfassungsdienst (‚DATATOUR‘) sowie des mobilen Client. Abschließend wird über erste Erfahrungen mit dem System berichtet.

System-Architektur

Abb. 1 zeigt die Gesamtarchitektur von PARAMOUNT. Den Ausführungen in der Einleitung entsprechend ist das System in folgende vier Hauptkomponenten unterteilt:

- Clientseite, mit Bedienungs- und Anzeigerät sowie Positionierungskomponente
- Kommunikationsschicht

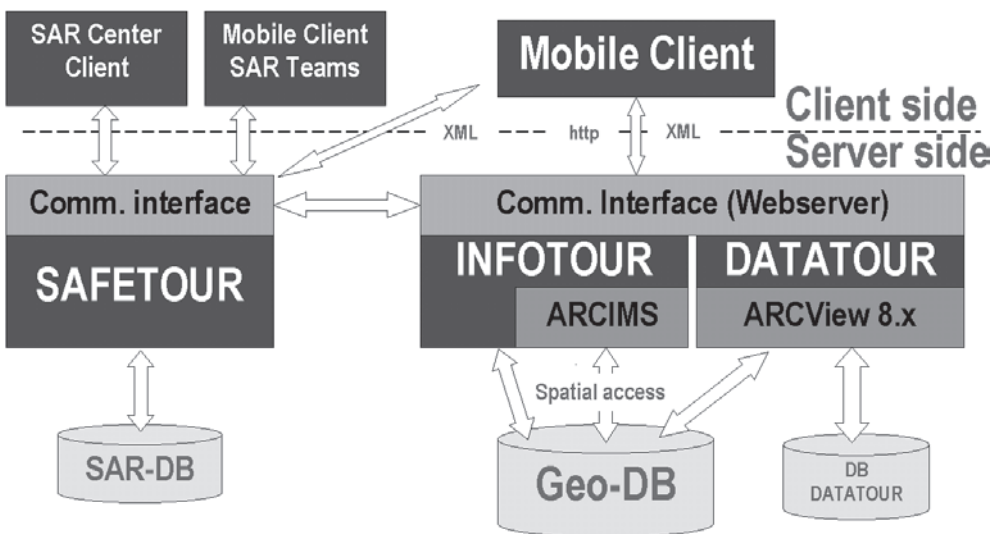


Abb. 1: PARAMOUNT Systemarchitektur.

```

<?xml version="1.0" ?>
- <POIINFO>
  <POI featurecID="411" systemID="23973" x="705376.38" y="5290335.11" />
  <POI featurecID="411" systemID="23971" x="705203.61" y="5291296.62" />
  <POI featurecID="411" systemID="23970" x="705176.81" y="5292125.65" />
  <POI featurecID="407" systemID="26803" x="705596.23" y="5285544.55" />
</POIINFO>

```

Abb. 2: XML-basiertes Protokoll.

- Schicht der Dienste (INFOTOUR, DATATOUR, SAFETOUR) mit der notwendigen Kommunikationsebene
- Datenbanken (DB)

Clientseitig besteht das System aus unterschiedlichen Komponenten:

- dem mobilen Client für den Wanderer oder Bergsteiger,
- dem mobilen Client für die Einsatzteams der Bergwachten und
- dem Webbrowser basierten Client der Einsatzleitstellen.

Datenbanken

Die Daten sind eine der wichtigsten Grundlagen für das gesamte System, da die meisten Dienste keine passenden Informationen ohne entsprechende Datengrundlage liefern können. Um die in diesem Kapitel beschriebenen Dienste bereitstellen zu können, finden folgende Daten Verwendung:

- Topographische Karten
- Wegenetz in Vektorform, z. B. Strassen, Wanderwege, ...
- Sog. Points of Interest (POIs), wie Hütten, Gipfel, Liftstationen, ... sowie Sachinformationen zu diesen POIs (Öffnungszeiten, Telefonnummern ...)
- Digitales Geländemodell

Außer den oben genannten Daten, die in der „Geo-DB“ verwaltet werden, existieren noch zwei weitere Datenbanken: eine für die Dienste von SAFETOUR sowie eine für DATATOUR (vgl. unten).

Serverseitige Dienste

Innerhalb des Gesamtsystems stehen serverseitig drei Hauptdienstekategorien zur Verfügung, die mit INFOTOUR, DATA-

TOUR und SAFETOUR bezeichnet werden. Somit werden die wesentlichen Berechnungen auf dem Server ausgeführt. Für die Übermittlung von Informationen zwischen Server und Client wurde ein XML-basiertes Protokoll definiert (vgl. Abb. 2).

Zu den Hauptdienstekategorien werden im Folgenden einige Beispiele gegeben:

Die in INFOTOUR zusammengefassten Dienste stellen dem Nutzer verschiedenste positionsbezogene Informationen zur Verfügung. Ein elementarer Service stellt dem Benutzer auf dem PDA Karten bzw. Kartenausschnitte zur Verfügung. Durch entsprechende Parameterwahl kann sowohl der Inhalt der Karten, zum Beispiel topographische Karte und Wanderwege, wie auch der Kartenausschnitt sowie die Auflösungen bestimmt werden. Diese Karten werden zum Beispiel vom mobilen Endgerät verwendet, um die aktuelle Position des Wanderers darzustellen.

Ein anderer Dienst erlaubt es, POIs innerhalb eines bestimmten Gebietes (area of interest) abzurufen, wobei die Möglichkeit besteht, alle POIs oder auch nur POIs bestimmter Klassen sowie deren Sachinformation abzurufen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, drei Dienste zur Routenfindung zu nutzen, die in unterschiedlichen Szenarien Anwendung finden:

- Route zu einem gewählten Wegpunkt berechnen
- Route zur nächsten Schutzhütte
- Route zurück zum Weg

Weitere Dienste stellen z. B. aktuelle Wetterinformationen bzw. touristisch relevante Informationen zur Umgebung des Nutzers zur Verfügung. Dies geschieht in Form einer Liste mit Links zu entsprechenden Websei-

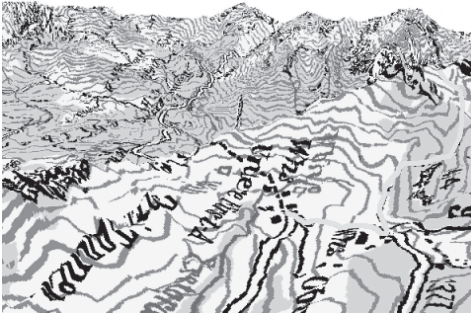


Abb. 3: Beispiel eines gerenderten Bildes aus 3D-Daten.

ten. So können zum Beispiel auch die Webseiten der örtlichen Touristeninformationsstelle angezeigt werden.

Um dem Nutzer die Orientierung im Gelände zu erleichtern, erlaubt es ein Dienst aus dem DGM und anderen Informationen sog. 'gerenderte' Bilder der aktuellen Umgebung, unter Berücksichtigung der Position des Nutzers, zu erzeugen und bereitzustellen. Abb. 3 zeigt ein Beispiel hierfür mit einer vorgeschlagenen Route überlagert.

In SAFETOUR sind alle Dienste zusammengefasst, die zur Erhöhung der Sicherheit der Bergwanderer beitragen können. Diese lassen sich in zwei Bereiche einteilen:

1. Dienste, die der Wanderer direkt nutzen kann; einige Beispiele: Ein Nutzer kann sich entscheiden, seine Positionen in kurzen Abständen auf dem Server speichern zu lassen, wenn er z. B. Geländepassagen durchquert, die ihm als riskant erscheinen oder bei sehr schlechtem Wetter (Server Logging). Weiter hat er die Möglichkeit, bei Bedarf einen Notruf abzusetzen. Dabei kann der Alarmierende entweder die eigene Position oder aber ggf. auch die Position eines anderen Unfallorts übertragen, falls er z. B. den Unfall eines anderen beobachtet hat.

2. Dienste, die helfen den Verunglückten schneller aufzufinden, also Dienste, welche die Bergrettung in ihrem Einsatz unterstützen. Dazu gehört zum einen, dass die Notrufe automatisch an die Einsatzleitung weitergereicht werden. Außerdem kann der Einsatzleiter in der Zentrale (Basisleiter genannt) über ein umfangreiches Tool den

Einsatz organisieren. Schließlich bekommen die Teams draußen vor Ort die Karte der Situation, überlagert mit der Position des Unglücks und den Positionen der anderen Teams, zur Verfügung gestellt.

Da einerseits in weiten Bereichen der Alpen digitale Daten in Vektorform nicht verfügbar sind und andererseits speziell Informationen zu POIs (etwa Öffnungszeiten) sich verändern können, beinhaltet DATA-TOUR Dienste, die den Nutzer in eine effiziente Erfassung und Aktualisierung des zu Grunde liegenden Datenbestandes (Geo-DB) mit einbeziehen. Auf die damit verbundene Fragestellungen der Zuverlässigkeit von Nutzern soll in diesem Artikel nur hingewiesen werden. Eine Diskussion kann mit Rücksicht auf den Umfang des Aufsatzes hier nicht erfolgen. Hierbei wird es dem Nutzer ermöglicht, online sowohl Sachinformationen zu POIs als auch neue POIs oder neue Wanderwege aufzunehmen. DATA-TOUR stellt Werkzeuge/Algorithmen zur Verfügung, um aus den von den Nutzern übermittelten Daten verwertbare und möglichst zuverlässige Informationen zu gewinnen. Nähere Informationen hierzu finden sich in SAYDA, GEISLER & REINHARDT 2003.

Mobiler Client (TourGuide)

Zum mobilen Zugriff auf die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Dienste und Informationen kann auf der Hardwareseite ein Standard-Pocket PC verwendet werden, der mit geeigneten, handelsüblichen Komponenten zur Navigation und Datenkommunikation erweitert wird. Für die Positionsbestimmung kommen z. B. GPS-Empfängerkarten im CompactFlash Format sowie separate, bluetooth-fähige Empfänger (zur drahtlosen Anbindung) in Frage. Die Übermittlung der Daten zum und vom Server erfolgt über ein mit dem PDA verbundenes Mobiltelefon bzw. über ein integriertes Modem, über GPRS (General Packet Radio Service). Die Verwendung dieser Mobilfunk-Technologie erlaubt eine permanente Internetverbindung, bei der Kosten nur für die tatsächlich übertragenen Datenmen- gen anfallen.



Abb. 4: TourGuide bestehend aus Pocket PC, GPS-Karte und GPRS-Modemkarte.

Abb. 4 zeigt ein Beispiel für den mobilen Client, nämlich die Kombination aus Standard-Pocket PC, GPS-Karte und GPRS-Modemkarte. Weitere Konfigurationen sind hier möglich.

Mit der speziell entwickelten *TourGuide* Software lassen sich die oben beschriebenen Informationen via HTTP abrufen und auf dem Client wiedergeben. Wie bereits angedeutet, erfolgt die Codierung der Informationen in XML. Um die übertragene Datenmenge möglichst gering zu halten, werden einige Daten auf dem Client gespeichert und nur die wirklich notwendigen Informationen werden bei einer Nutzung vom Server angefordert.

Mit Hilfe der Client-Software erfolgt die Darstellung einer topographischen Karte für die Umgebung des Nutzers. In dieser Karte kann die momentane Position des Wanderers und seine Bewegungsrichtung eingeblendet werden. Bei einer Verwendung durch Bergrettungs-Teams lassen sich neben der eigenen Position außerdem die Positionen des Notrufers sowie der anderen im Einsatz befindlichen Teams, die ebenfalls mit einem *TourGuide* Gerät ausgerüstet sind, darstellen. POIs können entsprechend den vom Nutzer gewünschten Kategorien angezeigt werden. Vom Server berechnete Routen werden in der Karte eingeblendet;

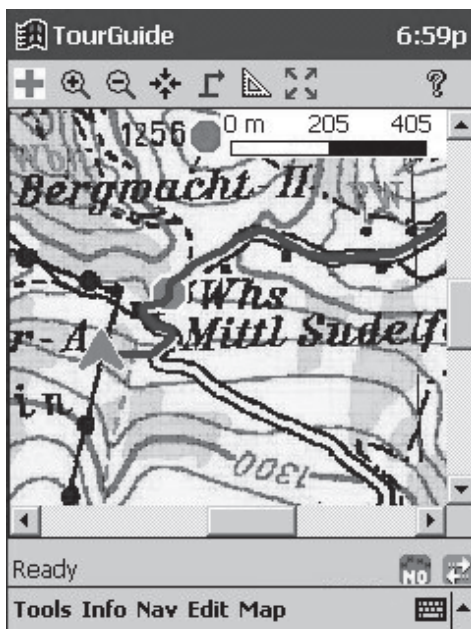


Abb. 5: TourGuide Software/Standarddarstellung.

zudem ist es dem Nutzer möglich, sich anhand von Richtungs- und Entfernungsangaben entlang einer Route führen zu lassen.

Allgemein ist der mobile Client Bedienungs- und Anzeigegerät bei der Nutzung der PARAMOUNT-Dienste.

Ein Beispiel für die Benutzeroberfläche ist in Abb. 5 wiedergegeben.

SAR Centre Client

Trifft ein Notruf ein, alarmiert der SAFETOUR Server automatisch die Bergrettung.

Über den sog. SAR Centre Client kann der Basisleiter den Einsatz verwalten und steuern. Beim Starten wird eine Karte mit der Umgebung und dem Ort des Unfalls angezeigt. Weiter kann er sich in dieser interaktiven Umgebung mit Hilfe einer 3D-Darstellung eine genauere Vorstellung über das Gelände machen.

Im Verlauf des Einsatzes kann er Teams bestimmen und deren Teilnehmer definieren. Danach übermitteln die zugehörigen mobilen Geräte automatisch ihre Position. In der Karte und in der 3D-Darstellung wer-

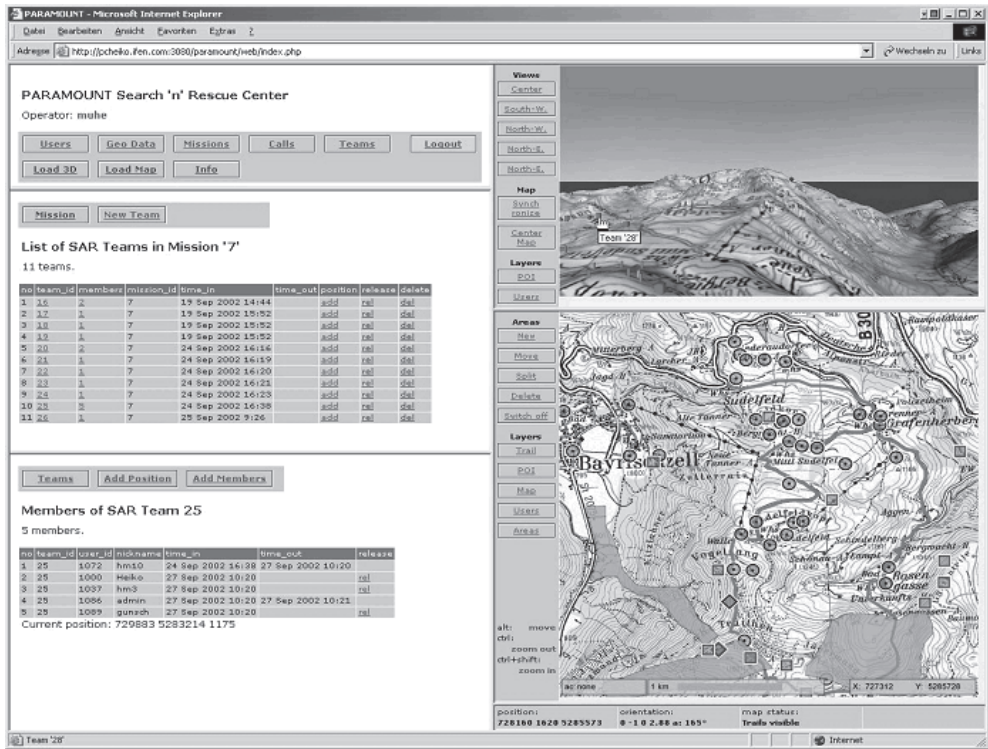


Abb. 6: Oberfläche des SAR Centre Client.

den diese immer aktuell dargestellt. Damit hat der Basisleiter eine gute Übersicht, wo sich seine Teams befinden, wie weit diese noch vom Verunglückten entfernt sind und wie das Gelände dazwischen aussieht. Auf weitere Möglichkeiten und Funktionalitäten zur Einsatzsteuerung und zur Erstellung von Einsatzberichten soll hier nur hingewiesen werden.

Abb.6 zeigt die Oberfläche des SAR Centre Clients mit verschiedenen Textinformationen und der 2D und 3D Darstellung

Schlussbemerkung

Die prototypisch implementierten PARAMOUNT-Dienste wurden im Juli 2003 in intensiven Feldversuchen mit den Bergwachten und mit Bergsteigern/Wanderern sowohl in den Alpen als auch den Pyrenäen in Testgebieten mit einer Größe von ca. 1000 km² getestet.

Bei einem Feldversuch mit Mitgliedern der Bergwacht Bayern und dem Österreichischen Bergrettungsdienst wurden sowohl die Komponenten für den Basisleiter als auch die mobilen Geräte positiv aufgenommen und bestätigt, dass das Verwenden von SAFETOUR zur Beschleunigung eines Einsatzes führen kann.

Ebenso bestätigten die Testpersonen für die Dienste, die sich an Bergsteiger und Wanderer richten, deren gute Eignung für Zwecke der Information, der Orientierung und der Navigation, sowie die einfache Handhabung des Systems aus Nutzersicht.

Problematisch bleibt in Teilen der Alpen und Pyrenäen die lückenhafte Abdeckung durch die Mobilfunknetze. Teilweise kann dies aber durch Verlagerung von Funktionen auf den Client kompensiert werden. Auch GPS Signale können bei entsprechender Topographie und entsprechendem Bewuchs nicht durchgehend ausreichend emp-

fangen werden. Allerdings können trotzdem weite Gebiete identifiziert werden, bei denen ein Dienstbetrieb mit hoher Verfügbarkeitsrate möglich wäre.

Zusammenfassend wurden in diesem Aufsatz primär aus Nutzungssicht mobile Dienste für Bergsteiger und Wanderer vorgestellt. Wirtschaftliche Aspekte sowie detailliertere technische Darstellungen konnten im Rahmen dieses Beitrags nicht behandelt werden.

Die Autoren danken der Europäischen Union für die Förderung im Rahmen des IST Programms (Contract N° IST-2000-30158). Außerdem haben uns verschiedene Mitglieder des Deutschen Alpenvereins in unterschiedlichen Projektphasen unterstützt. Auch ihnen vielen Dank für die vielen fruchtbaren Diskussionen und Hinweise sowie die Mitarbeit bei den Feldtests.

Literatur

- LEUKERT, K., REINHARDT, W. & SEEGER, S., 2000: GIS-Internet Architekturen. – Zeitschrift für Vermessungswesen **125** (1): 23–28.
- SAYDA, F., REINHARDT, W. & WITTMANN, E., 2002: Aufbau eines positionsbezogenen GI Service für Bergsteiger – Proceedings GISSIT 2002.
- SAYDA, F., GEISLER, B. & REINHARDT, W., 2003: Aktualisierung von Datenbeständen am Beispiel eines positionsbezogenen GI-Dienstes für Bergsteiger und Wanderer. – 12 Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2003, pp. 135–141, Wichmann, Heidelberg.
- ZIPF & STROBL, 2002 (Hrsg.): Geoinformation mobil – Grundlagen und Perspektiven von Location Based Services. pp. 26–35, Wichmann-Verlag.

Adressen der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. WOLFGANG REINHARDT
Dipl.-Ing. FLORIAN SAYDA
M.Sc. ADMIRE KANDAWASVIKA
M.Sc. FEI WANG
Universität der Bundeswehr München
AGIS, Werner-Heisenberg-Weg 39
D-85577 Neubiberg
<http://agis.bauw.unibw-muenchen.de/>

Dipl.-Ing.(FH) HEIKO MUNDLE
IfEN GmbH, Alte Gruber Str. 6
D-85586 Poing
<http://www.ifen.com/>

Manuskript eingereicht: Juli 2003
Angenommen: August 2003

Wirtschaftliche Internet-GIS-Lösungen für Kommunen und Landkreise

RALF BILL, PETER KORDUAN & MARCO L. ZEHNER, Rostock

Keywords: Internet-GIS, municipality, open-source, International Standards

Zusammenfassung: Dieser Beitrag beschreibt die Konzeption von Internet-GIS für kommunale Anwendungen auf der Basis von Open-Source-Lösungen. An Hand eines für die Kreisverwaltung Bad Doberan entwickelten Auskunftsystems wird das Potenzial für eine effektive Nutzung der raumbezogenen Daten in Kommunen aufgezeigt. Dazu wird zunächst das Konzept von Open-Source- und Internet-GIS-Lösungen vorgestellt, dann die Funktionalität der Entwicklung dargestellt und abschließend die technische Realisierung skizziert.

Summary: *Cost – effective Internet – GIS – Solutions for municipalities and counties.* The concept of cost-effective Internet-GIS-solutions for communes and counties based on Open-Source-software is described. The potential of such solutions is explained based on an example developed with the UMN Map Server for the administration in Bad Doberan. The principle ideas of Open-Source software and Internet-GIS technologies are presented and the technical realisation is described in more detail.

1 Einleitung

1.1 Open-Source-Software

Der Begriff „Open-Source-Software“ bezeichnet eine Software, deren Quellcode veröffentlicht wurde und an dem freie Programmierer (Wissenschaftler, Studenten ...) arbeiten (www.geoinformatik.uni-rostock.de bzw. BILL & ZEHNER 2001). LINUX ist wohl das bekannteste Open-Source-Projekt. Inzwischen entwickeln auch bekannte IT-Firmen kommerzielle Produkte auf Grundlage von Open-Source-Software. Promoter derartiger Software ist die Open-Source-Initiative (OSI) als nicht profitorientierte Vereinigung mit dem Ziel, offene Software am Markt zu etablieren. Hierzu dient speziell das OSI-Zertifikationsprogramm. Die dahinter steckende Idee ist einfach: Wenn Programmierer den Quellcode einer Software lesen, weiter verteilen und modifizieren kön-

nen, so wird diese Software eine weite und schnelle Verbreitung finden. Andere Programmierer werden die Software verbessern und adaptieren. Die Qualität der Software ist dabei durchaus kommerzieller Software vergleichbar. Die Vorteile liegen auf der Hand: eine große Entwicklergemeinde mit aktiven User-Mailing-Listen sorgt für schnelle Problembeseitigung. Zudem entstehen an sich keine Softwarekosten, jedoch können Kosten für Anpassungen und Dienstleistungen um die Open-Source-Software entstehen. Nachteilig ist jedoch oftmals die recht dürftige Benutzeroberfläche.

Nach der Open-Source-Definition (www.opensource.org, aktuelle Version 1.9) muss derartige Software dauerhaft folgende Eigenschaften besitzen bzw. Freiheiten (GPL-General Public License) zusichern:

- freie Weitergabe durch Kopie, auch in Produktform, d. h. keine Kosten für die Software;

- Quellcode vorhanden und mit offen gelegt, Funktionsweise transparent für jedermann;
- Modifikation durch jeden, der sich an diese Regeln hält und das modifizierte Produkt diesen Regeln wieder unterwirft;
- Schutz der Integrität des Programmcodes des Erstautoren;
- keine Diskriminierung von Personen, Gruppen sowie von Anwendungsgebieten;
- keine Lizenz einschränkungen (Rechte weitergabe, nicht produktabhängig, technologieneutral).

Neben dem bereits erwähnten LINUX sind zahlreiche andere Open-Source-Lösungen zu nennen: FreeBSD als Betriebssystem, Apache Webserver, Samba oder ZOPE als Serveranwendungen, MySQL, PostgreSQL als Datenbanken sowie StarOffice als Open-Source-Alternative zu Microsoft Office für den Desktop-Bereich. Daher findet Open-Source-Software auch in den Verwaltungen von Ländern und Gemeinden immer größere Verbreitung. Auch die Bundesregierung fördert dies mit ihrer Initiative „Open-Source-Software für die Verwaltung“. Wie der e-Mail-Newsletter gis-report-news in seiner Ausgabe 13/2003 vom 24. Juni 2003 vermeldet, entscheiden sich auch im GIS-Bereich große Institutionen, wie z. B. die Bayerische Vermessungsverwaltung mit ihren 79 Ämtern oder die Stadt München mit 14 000 Arbeitsplätzen, für Linux als Open-Source-Basissoftware.

GRASS (Geographic Resource Analysis Support System) dürfte wohl Ende der 80er Jahre eines der ersten GIS-Produkte für die Bearbeitung von Rasterdaten, Vektordaten und Bilddaten gemäß den OSI-Definitionen gewesen sein (NETELER & MITASOVA 2003). Einen Überblick über die inzwischen in großer Zahl verfügbare GIS-Lösungsvielfalt gibt der Internetauftritt des FreeGIS-Projektes (www.freegis.org), der rund 170 GIS-Produkteinträge listet und nach Produktkategorien einordnet. In der Kategorie „Webmapping“ werden sowohl server- als auch clientbasierte Lösungen vorgestellt.

1.2 GIS und Internet in Kommunen und Landkreisen

Große Kommunen haben zum Teil schon in den 80er Jahren mit dem Aufbau kommunaler Geo-Informationssysteme (KGIS, BILL, SEUß & SCHILCHER 2002) begonnen. Spätestens mit der Empfehlung des Deutschen Städtetages 1988 zum MERKIS liegen auch der Handlungsrahmen und ein Konzept hierfür vor. Mit zunehmender Entwicklung der GIS-Technologie – insbesondere in den letzten Jahren mit dem Aufkommen von Desktop-GIS-Lösungen – lohnt es sich auch für kleine und mittlere Kommunen, Landkreise und das weitere kommunale Umfeld, an die GIS-Einführung heranzugehen, zumal zeitgleich ein Kostensenkungs- und Rationalisierungsdruck bei gleichzeitiger geforderter stärkerer Bürgernähe hinzukommen, dem die Kommunen i. d. R. nur durch verstärkte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien gerecht werden können. Hierbei spielt die GIS-Technologie eine durchaus wichtige Rolle, da in ca. 80% aller Verwaltungshandlungen der Raumbezug eine entscheidende Rolle spielt. Das betrifft neben den reinen Kartendarstellungen wie der Flurkarte oder der topographischen Karte auch textuelle Daten wie Adressen oder Straßen-Kilometrierungen. Durch eine gezielte Verknüpfung der geographischen Basisdaten mit den verschiedenen Fachdaten über den gemeinsamen Raumbezug lassen sich der Zugriff und die Aktualisierung wesentlich erleichtern.

Verschiedenste Umfragen und Marktstudien der jüngsten Vergangenheit belegen, dass der kommunale GIS-Markt bei weitem noch nicht abgedeckt ist, vielmehr ist eher – und dies insbesondere im Umfeld kleiner und mittlerer Kommunen – erst der Anfang einer GIS-Einführungswelle zu erahnen. Die GIS-Produkteinführung im kommunalen Umfeld hängt dabei von vielen Faktoren ab, so z. B. vom verfügbaren Budget, dem Know-how des Personals, der technischen Ausstattung, der Datenlage usw. Hier kann gerade im Zeitalter knapper Kassen die Open-Source-Idee als durchaus entscheidender Faktor Einfluss haben.

2 Internet-GIS

Mit Internet GIS können Geo- und Sachdatenbestände unterschiedlicher Datenanbieter und Produkte einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden. Über die Technologie des Internets können dabei Daten in kleinen lokalen Netzen (Intranet), in großen weltweiten Informationssystemen (Internet) sowie im mobilen Bereich – besonders beim Einsatz von Location-based-Services – genutzt werden. Durch die ständige Entwicklung kann mehr und mehr die räumliche Information in viele Bereiche des Internets integriert werden. Eine Klassifizierung allerdings, was ein Internet-GIS ausmacht, ist kaum möglich, da die technische Umsetzung von verschiedenen Gremien und Produkthanbietern realisiert wurden und so der Umfang und die Qualität der einzelnen Anwendungen sehr unterschiedlich ist. Hierbei wurde die Internettechnik so angepasst, dass fast alle Funktionalitäten eines GIS möglich sind.

Prinzipiell unterscheidet ein GIS von einem Internet-GIS, dass die Daten bei einem Internet-GIS über das Internet bereitgestellt werden. Während ein GIS eine stand-alone-Lösung sein kann, also nur ein Programm auf einem Rechner, beruht ein Internet-GIS immer auf einer Client-Server-Lösung. Unter dem Begriff „Internet-GIS“ werden ansonsten verschiedene Lösungen mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen und Funktionalität verstanden. Auch Begriffe wie Online-GIS, Web-GIS oder MapServer werden oft mit dem Begriff „Internet-GIS“ gleichgesetzt (HERRMANN & ASCHE 2001). Um die einzelnen Lösungen auseinander halten und klassifizieren zu können, ist eine Einteilung in Funktionalität und Technologie sinnvoll.

2.1 Internet-GIS-Ansätze nach Funktionalitäten

Je nach Anwendungsbereich des Internet-GIS ist eine Reihe von Funktionalitäten Voraussetzung. Einfache Funktionalitäten wie interaktive Kartendarstellung (Vergrößern, Verkleinern, Verschieben) mit räumli-

chem Abfragen der Sachdaten und eine Überlagerung der Information kann schon als technologischer Standard angesehen werden. Zur Abgrenzung typischer Funktionalität von Internet-GIS lassen sich grob folgende 5 Gruppen bilden:

- Statische Karten
- Dynamische Karten
- Editoren
- Vollfunktions-Internet-GIS
- Geodatenmanager

Statische Karten kommen oft als so genannte clickable maps daher. Durch die geschickte Verlinkung verschiedener Karten, auch in unterschiedlichen Maßstäben, lassen sich schon recht ansehnliche Effekte erreichen sowie die Verknüpfung mit Sachdaten und eine Navigation, wie es im stand-alone-GIS (zoom, pan) üblich ist, nachbilden. Sonderformen sind so genannte gekachelte Kartendarstellungen, bei denen eine größere Kartenfläche in einzelne Kacheln zerlegt und über Links miteinander verknüpft ist. Allen diesen Lösungen ist gemeinsam, dass alle angezeigten Daten Rasterdaten sind, statisch vorliegen, also im Vorfeld erzeugt werden müssen und nicht individuell on-the-fly an Benutzerbedürfnisse angepasst werden können. Tools zur Generierung von clickable maps stehen schon für einige gängige GI-Systeme zur Verfügung (z. B. HTML-ImageMapper von Alta4 für ArcView). Alles was der Nutzer sehen möchte, muss physisch schon vorliegen und vorher generiert werden. Der Aufwand für die Pflege und Laufhaltung ist dementsprechend groß, lohnt sich daher eher bei einmaligen Projekten mit seltener Aktualisierung.

Die nächste Stufe stellen *dynamische Karten* dar. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass die Karten erst jeweils nach einer Anfrage durch einen Client aus einem bestehenden Datenbestand heraus generiert werden. Dieser Datenbestand kann aus Vektor- und/oder Rasterdaten bestehen. Im Ergebnis werden oft Rasterdaten ausgegeben, aber auch Lösungen, die dynamisch Vektordaten z. B. im SVG-Format generieren, gehören dazu. Zur Funktionalität solcher Systeme

gehören standardmäßig folgende Funktionen:

- Übersichtskartenfenster
- Zoom und Pan
- Abfrage von Sachdaten über Kartenelemente
- Objektsuche anhand von Sachdatenabfragen
- Export von Grafik
- Messen in der Grafik
- Anzeige von Position
- Weganzeige nach Eingabe von Stützpunkten.

Technisch wird die Dynamik oftmals durch einen Map Server realisiert bzw. ist der Map Server ein typischer Vertreter für derartige dynamische Kartenlösungen. Durch die ausgezeichnete Geschwindigkeit und die geringen Anforderungen an den Client kann die Lösung ideal als Auskunftssystem eingesetzt werden. Sollen an den Daten auch noch Änderungen vorgenommen oder umfangreichere GIS-Analysefunktionen durchgeführt werden, so muss man dieses zur Map Server-Lösung hinzuprogrammieren. Mit Hilfe mitgelieferter Script-Sprachen können aus MapServern *vollfunktionsfähige Internet-GIS* gemacht werden. Funktionalität, die über die Features eines gewöhnlichen MapServers hinausgeht, ist im Folgenden dargestellt:

- Räumliche Abfrage mittels Polygon
- Messen von Flächengrößen
- Drucken der Karte
- Export von Attributinformatoren
- Export der Geodaten
- Nachbarschaftssuche
- Map-Annotation
- Routing
- Geocoding
- Thematische Klassifikation
- 3D-Visualisierung

Wenn lediglich Sachdaten geändert werden sollen und dazu auch keine graphische Anzeige erforderlich ist, wie z. B. für die Änderung von Hausadressen oder die Bearbeitung der ALB-Daten im Liegenschaftskataster, reichen Editorfunktionen für Datenbanken aus. Diese sind i.d.R. über webfähige

Datenbank-Clients oder über Formulargestützte Lösungen realisiert. Zum Hinzufügen oder Editieren von Kartenelementen ist eine graphische Komponente erforderlich und die Aktualisierung im Datenbestand ist nicht mehr so trivial. Dies gehört dann eher zur Gruppe der vollfunktionsfähigen Internet-GIS.

Des Weiteren sollten auch Softwarelösungen zum *Management der Geodaten* über das Internet für die Betrachtung der Funktionalitäten von Internet-GIS hinzugezählt werden. Diese sind zum Teil Bestandteile der vorgenannten Lösungen, jedoch unabhängig zu betrachten. Folgende Funktionalitäten können dazu gezählt werden:

- Übersicht über räumliche, thematische und zeitliche Ausprägung des Datenbestandes sowie der zur Verfügung stehenden Funktionalität.
- Suche nach Schlagwörtern über Thesauren und Gazetteers.
- Export von Metadaten zu dem jeweiligen angezeigten View, Layer oder Objekt in der Darstellung.
- Generalisierung von Meta-, Geo- und Sachdaten für verschiedene Maßstäbe bzw. Level of Details und verschiedener Anwender.
- Unterstützung von offenen Standards.
- Benutzerbezogene Aktualisierungshinweise in großen Datenbeständen.
- Abonnementfunktionen und Newsletter.

Neue Standards, entwickelt durch das Open GIS Consortium (OGC), kombinieren diese verschiedenen Funktionalitäten, so dass es dem Nutzer in absehbarer Zeit nicht mehr ersichtlich sein wird, welche Internet-GIS-Lösung sich hinter seiner Anwendung verbirgt.

Ein entscheidendes Kriterium bei der Wahl und der Entwicklung eines Internet-GIS ist die zur Verfügung stehende Geschwindigkeit und die Menge der zu transportierenden Daten. Das Optimum wäre eine schnelle Leitung und wenige Daten, aber gerade das Gegenteil ist oft noch der Fall. Die Wahl des genutzten Verfahrens mündet daher in einer Optimierungsaufgabe. Die bereitzustellende Funktionalität ist

jedoch nur von den Anforderungen an das System und den zur Verfügung stehenden Ressourcen für die Finanzierung bzw. Entwicklungskosten abhängig, wobei die Anforderungen an das System durch die Nutzer schnell steigen und sich oft das Problem ergibt, dass bestimmte Wünsche bzw. Funktionen nicht mehr mit der gleichen vorhandenen Technologie, mit der das Internet-GIS ursprünglich eingeführt wurde, weiter betrieben werden kann.

2.2 Internet-GIS-Ansätze nach Technologie

Die Client-Server-Technologie, mit der im Internet-GIS Geodaten und Geodienste verfügbar gemacht werden, hat folgende Merkmale:

- Die Geschwindigkeit ist abhängig von der Menge der zu transportierenden Daten.
- Die Menge ist wiederum abhängig vom Datentyp.
- Die Last der Datenverarbeitung lässt sich auf Client und Server verteilen. Meist vermittelt eine sogenannte Middleware zwischen dem Client und Server und bietet Dienste an.
- Client-Server Technologie bietet Multiuser-Fähigkeit, zumindest zunächst im lesenden Bereich.

Je nach Anforderung an die Daten (Umfang, Aktualität) und Funktionalität der Internetanwendung ist somit ein unterschied-

licher Aufwand für die Umsetzung nötig. Zu berücksichtigen sind hierbei die Kosten für die Software, Hardware und deren Unterhalt sowie für das qualifizierte Fachpersonal.

- Die einfachste Form ist gemäß der obigen Aufzählung die Darstellung von statischen Karten in HTML, die evtl. noch über sensitive Flächen untereinander und mit den dazugehörigen Sachdaten verbunden sind. Hierbei werden vorgefertigte Karten (Rasterdaten im Format gif, png oder jpg) vom Web-Server zum Web-Client, i. d. R. dem Standard-Browser, im normalen html-Dokument übertragen (Abb. 1 – Client-statisch).
- Anspruchsvollere Anwendungen mit clientseitiger Funktionalität basieren auf Erweiterungen des Web-Clients, z. B. mittels einmalig zu installierenden Plug-Ins oder Viewern (z. B. Flash oder SVG (Scalable Vector Graphics)) bzw. eingebetteter JavaScripts oder JavaApplets (Abb. 1 – Client-dynamisch). Durch diese Erweiterungen ist eine gewisse Interaktion und Kartendynamik auf der Clientseite nutzbar, ohne permanent den Server zu bemühen. Voraussetzung ist eine vorhandene Geodatenorganisation (z. B. in einer GIS-Datenbank), in der die Daten entsprechend aufgearbeitet werden müssen.
- Die nächste Stufe ist die Realisierung einer Web-Server-Anwendung, auch Web-Mapping genannt, bei der die Kar-

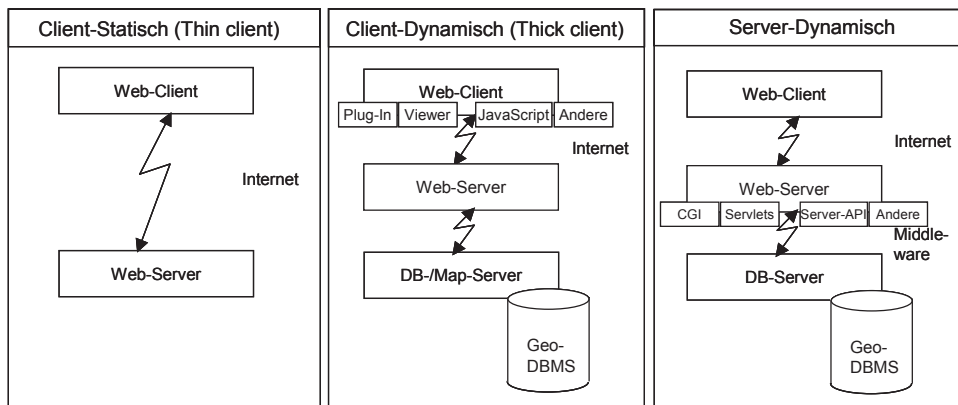


Abb. 1: Übersicht über verschiedene Internet-GIS-Architekturen.

ten auf der Server-Seite dynamisch auf Anfrage generiert werden. Hierbei kommen Scriptsprachen wie ASP (Active Server Pages), PHP (PHP: Hypertext Preprocessor, ehemals auch Personal Home Pages), CGI (Common Gateway Interface) oder Servlets zum Einsatz (Abb. 1 – Server-dynamisch). Die Daten des Internet-GIS haben dann die Aktualität der Bereitstellung in der Anwendung. An den Webserver und Client werden hierbei kaum zusätzliche Anforderungen gestellt.

Wenn ständig aktuelle Daten oder Informationen aus Raumanalysen zur Verfügung gestellt werden, ist ein interaktiver Kartenserver (Mapserver) und meist ein zentraler Geodatenserver erforderlich. Hier haben sich monolithische proprietäre Systemarchitekturen durchgesetzt, die neben den Standard-GI-Systemen auch die Geodatenserver und den benötigten Mapserver beinhalten. Aufbauend auf dem Mapserver kann fast eine uneingeschränkte Anzahl von WWW-basierten GI-Clients mit den unterschiedlichsten Funktionen eingesetzt werden.

Für die Nutzung von Geodaten von Mapservern unterschiedlicher GIS-Produktanbieter wurde eine Web Mapping Specification vom OGC geschaffen. Bereits viele namhafte GIS-Produkte unterstützen diesen Standard. Damit lassen sich Daten verschiedener GIS-Dienste über das Internet in ein beliebiges Internet/Intranet-Portal einbinden. Hierbei kann es sich um ein einfaches Auskunftssystem oder ein komplexes Fachsystem handeln.

3 Konzeption und Entwicklung des Internet-GIS für die Kreisverwaltung Bad Doberan

In diesem Beitrag soll beispielhaft eine Lösung eines Internet-GIS für die Kreisverwaltung Bad Doberan vorgestellt werden. Umgesetzt wurde diese prototypisch im Rahmen einer Diplomarbeit (HÜNER 2003) mit dem MapServer der University of Minnesota (UMN) auf Basis der allgemein verbreiteten Internet-Client-Server-Architektur LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP).

Bei der Abschätzung des Aufwandes für die Bereitstellung von Funktionen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Was wollen die Nutzer mit dem Internet GIS tun?
- Welche Nutzergruppen werden existieren (Intra/Extranet)?
- Welche Geschwindigkeit steht zur Verfügung (Netzparameter)?
- Welche Erweiterungen sind für Client und Server erforderlich (plug-in, Script-Unterstützung)?
- Fallen ggf. separate Lizenzgebühren für Client und Server an (Nutzung von Open-Source)?
- Welche Internet-Browser und Betriebssysteme sollen verwendet werden?
- Welche Datenformate stehen bereit bzw. sollen zur Anwendung kommen?

Den Gemeinden wird durch Gesetzgebung nahegelegt, mit der Verfügbarkeit der Geobasisdaten (z. B. der bis 2007 im Land Mecklenburg-Vorpommern fertiggestellten automatisierten Liegenschaftskarte ALK) ihre eigenen kommunalen GIS auf den Geobasisdaten aufzubauen. Daher sind die Kreisverwaltungen, die diese Daten bereithalten und aktualisieren, auf der Suche nach Lösungen, mit denen sie die Daten möglichst unkompliziert dem Nutzer bereitstellen können, zunehmend ihrer Aufgabe als Dienstleister für öffentliche Leistungen nachzukommen und gleichzeitig Impulse für die Effektivierung der internen Verwaltung erzielen zu können. In der Kreisverwaltung haben viele Daten einen gemeinsamen Raumbezug. Die Verknüpfung dieser Daten würde nicht nur eine neue Qualität beim Zugriff auf die Daten und einen Gewinn an zusätzlichen Informationen bringen, sondern auch das Datenmanagement verbessern, z. B. durch den Abbau von Redundanzen. Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Verknüpfung von Daten der öffentlichen Verwaltung mit den Raumbezugsdaten, die das ALK und die koordinierten Adressen aus dem Einwohnermeldeamt darstellen, ist die Verbesserung der Aktualität der Daten. Kritisch ist jedoch anzumerken, dass im Zusammenhang mit ALK- und ALB-Daten im In-

ternet aus Sicht des Datenschutzes ein gewisses Sicherheitsrisiko gegeben ist.

3.1 Geodaten für ein Auskunftssystem

In der ersten Phase der Realisierung eines Internet-GIS für die Kreisverwaltung sollte vor allem eine Auskunftskomponente für das automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB) und die vorhandenen ALK-Daten realisiert werden, mit der Mitarbeiter innerhalb der Kreisverwaltung Zugriff erhalten. Die Lösung sollte jedoch so konzipiert werden, dass es auch möglich ist, den Gemeinden und nachgeordneten Ämtern den Zugriff auf diese gleiche Datenbasis zu gewährleisten. Zusätzlich sollten auch andere Datenbestände, z. B. aus den Bereichen Bauleitplanung und Umwelt, integriert werden. Um die im Amt bestehenden Daten im Internet präsentieren zu können, mussten diese teilweise konvertiert werden. Dieser Schritt der Konvertierung wurde so konzipiert, dass er in Zukunft durch Softwarekomponenten realisierbar sein sollte. Das betraf z. B. die Konvertierung von Daten aus dem GIS DAVID in ArcView-Shapefile als Grundlagen für den MapServer und die Überführung der ALB-Daten aus der WLDG-Datei in ein Datenbankformat. Die Unterlagen der kommunalen Bauleitplanung lagen zum Teil noch unreferenziert vor und mussten erst georeferenziert werden. Für die Liegenschaftskarte wurde sowohl die ALK-Form als Vektordaten als auch georeferenzierte gescannte Flurkarten als Rasterdaten berücksichtigt.

3.2 Der UMN Map Server

Die Umsetzung des Prototypen des Internet GIS erfolgte auf der Basis des UMN MapServers (<http://mapserver.gis.umn.edu/index.html>). Dieser wurde ursprünglich durch die University of Minnesota (UMN) im ForNet-Projekt in Kooperation mit der NASA und dem Minnesota Department of Natural Resources entwickelt. Heute wird das Vorhaben durch das terraSIP-Projekt weiterentwickelt, einem von der NASA gesponsorten Projekt. Der MapServer der

UMN ist ein typischer Vertreter aus dem Open-Source-Bereich, der zur dynamischen Kartenerstellung (gemäß Abb. 1 – Server – Dynamisch) gut geeignet ist und zu dem auch zusätzliche Funktionen hinzuprogrammiert werden können, die im Standardumfang nicht enthalten sind. Der Map Server kann auf drei verschiedene Arten eingesetzt werden: als CGI-Programm, als OGC-konformer Map Server und mittels MapScript. Kern der hier vorgestellten Map Server-Realisierung ist eine CGI-basierte Applikation zur dynamischen GIS-Kartengenerierung via World Wide Web (WWW). Die Software baut auf populären Open Source- oder freeware-Systemen wie Shapelib, FreeType, Proj.4, libTIFF und Perl auf. Der UMN MapServer unterstützt MapScript, wodurch mittels gängiger Skriptsprachen wie Perl, Python, Tk/Tcl, Guile und auch Java ein Zugang zur MapServer C API (Application Programming Interface) geboten und eine dynamischere Webanwendung ermöglicht wird. MapScript stellt eine gute Basis zur Entwicklung von Anwendungen dar. Darüber hinaus verfügt die Software über eine Anzahl von stand-alone Tools zur Erzeugung von Karten aus unterschiedlichen Raster- (z. B. TIFF, GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG and EPPL7) und Vektorformaten (z. B. Shape-Dateien) und Kartenelementen wie Maßstabsbalken, Legenden oder Kacheln. Ein zentrales Element ist das MapFile, eine Art Layout-Datei, in der sämtliche für die Webdarstellung relevanten Eigenschaften der Objekte in einer einfach interpretierbaren Form definiert werden.

3.3 Technische Umsetzung auf Landkreisebene

Die Benutzeroberfläche des Prototypen wurde in HTML realisiert. Lediglich ein Auswahl-Menü wurde zur Verbesserung der Übersichtlichkeit in Java-Script realisiert. Die Anwendung startet mit einer Ansicht des gesamten Kreises Bad Doberan auf. In dieser Ansicht sind neben den administrativen Grenzen auch Daten aus dem Bereich Umwelt und Altlastenflächen dargestellt

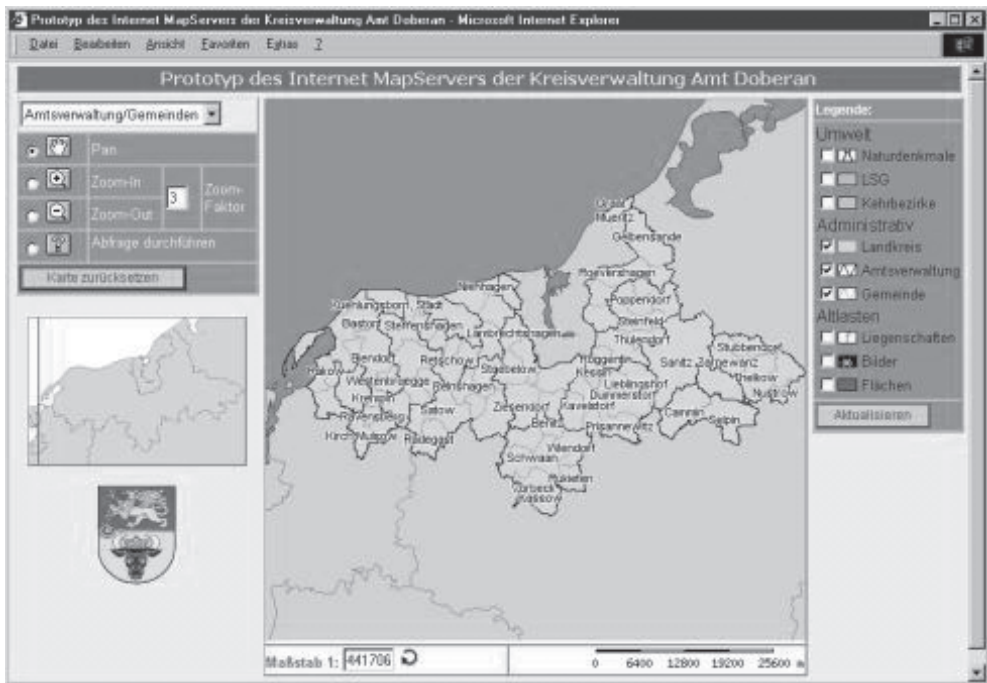


Abb. 2: Benutzeroberfläche auf Kreisebene.

(Abb. 2). Liegenschaften und Bilder von Altlasten sowie Naturdenkmale sind als Punkte mit Symbolen hinterlegt. Als Nutzer dieses Auskunftssystems sind andere Behörden in der Landkreisverwaltung über das Intranet anvisiert. Da hier aber weniger Probleme hinsichtlich Datenschutz gegeben sind, ist auch eine Extranet- oder Internetnutzung denkbar. Für erstere Lösung könnten sich z. B. Ver- und Entsorger, Planungs- und Ingenieurbüros sowie Zweckverbände interessieren, während die offene Variante sieht sich einerseits an Unternehmen der Wirtschaft, aber auch an den Bürger allgemein richtet. In allen Ebenen stehen folgende Basisfunktionen zur Verfügung:

- Zoomen in verschiedener Abstufung und mit fester Maßstabszahl;
- Pan durch Klicken in die Grafik;
- Sachdatenabfrage;
- Vorschaugrafik mit Direktansprung der Stelle in Vorschaugrafik;
- Ein- und Ausschalten von Layern;
- Maßstabsleiste;

- Anzeige von Sachdaten des Ausschnittes, ab bestimmten Zoomstufen.

3.4 Technische Umsetzung auf Gemeindeebene

Über das Menü „Amtsverwaltungen/Gemeinden“ oder über die Grafik gelangt der Benutzer zur nächsten durch Benutzername und Passwort geschützten Ebene, den Gemeinden. Im Zugriffsbereich der Gemeinde bzw. des Amtes finden sich zunächst die Gemeinde-, Gemarkungs- und Flurgrenzen. Im Bereich *Kataster* werden die Flurstücke, Gebäude, die Nutzungsarten, die Ausgestaltung und für Flächen, bei denen noch keine ALK vorhanden ist, die gescannte georeferenzierte Liegenschaftskarte hinterlegt. Über die Sachdatenanzeige der ALK bzw. ab entsprechender Zoom-Stufe gelangt der Nutzer zur ALB-Auskunft. Die ALB-Auszüge werden in Form von PDF-Dokumenten mit PDF-Lib in verschiedenen Varianten mit oder ohne Eigentümersnachweis bereitgestellt. Beispielhaft realisiert wurden die

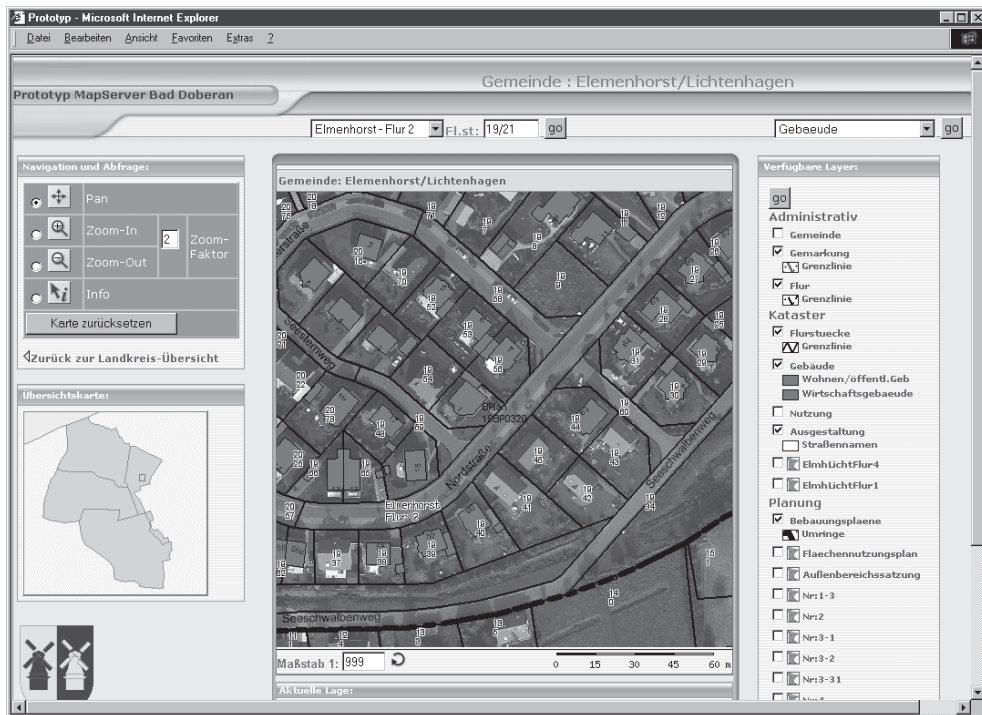


Abb. 3: Zugriffsgesicherte Benutzeroberfläche auf Gemeindeebene.

amtlich gültigen Formularauszüge des Katasteramtes. Zur *Topographie* gehören im Prototyp die topographische Karte 1:25000 als Rasterkarte und georeferenzierte Orthophotos mit einer Bodenpixelgröße von ungefähr 30 cm. Der Bereich *Planung* umfasst die Umringe und Beschriftungen der Bebauungspläne, die georeferenzierten und ausgeschnittenen Bebauungspläne und den Flächennutzungsplan. Über die Umringe der Bebauungspläne lassen sich zusätzlich der Textteil des Teil B, die Planzeichenerklärung und Verfahrensvermerke anzeigen.

Die Darstellung auf Gemeindeebene erfolgte in einem anderen Design als die Kreis-Seite (Abb. 3), womit die Möglichkeit der Erhaltung eines eigenen Designs durch jede einzelne Gemeinde angedeutet werden soll. Die Kartendienste können auch zur Werbung oder als Wegbeschreibung der Gemeinde genutzt werden. Hierfür ist ein einheitlicher Internetauftritt innerhalb der Gemeinde wünschenswert.

Über die Sprungmenüs am oberen Rand der Kartendarstellung kann der Nutzer direkt in die Darstellung eines bestimmten Flurstücks springen. Dies wurde über die Adresse der Gebäude in der ALK und über die Flur und Flurstücksnummer realisiert.

4 Zusammenfassung und Wertung

Auf Grund der allgemeinen Verfügbarkeit gewinnt die Internettechnologie auch für die behördlichen Verwaltungen zunehmend an Bedeutung. Der Einsatz von Internettechnologie stellt hierbei einen nutzbringenden Lösungsansatz dar. Das Internet basiert auf der Client-Server-Architektur. Dies bietet die Möglichkeit, dass die Daten dort bleiben, verwaltet und gepflegt werden können, wo sie auf Grund der Zuständigkeit auch produziert werden. Zusätzlich können auch die Programme auf dem Server bleiben, so dass der Nutzer der Daten sich auch darum nicht mehr kümmern muss. Der Nutzer

greift lediglich über seinen Browser zu und kann die Daten nutzen. Dieser Ansatz spart viel Zeit hinsichtlich der Einarbeitung in Programme, dem Datenmanagement und der Kosten für Hard- und Software. Demgegenüber steht die Verantwortung, die der Datenanbieter hat. Dieser muss durch seine Benutzeroberfläche seinen Nutzern das zur Verfügung stellen, was diese brauchen.

Durch die Nutzung von OpenSource-Lösungen besteht die Möglichkeit der Partizipation an Entwicklungen anderer. Die Lösungen sind oftmals genauer auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten. Neben den i.d.R. geringeren Investitionskosten spielen die hohe Stabilität und Sicherheit sowie auch die große Flexibilität des offenen Source-Codes eine wichtige Rolle. Daher finden Open-Source-Lösungen auch zunehmende Akzeptanz und einen steigenden Verbreitungsgrad. Aus Sicht der Nutzer sind hier auch keine gravierenden Unterscheidungen zu kommerziellen Produkten zu sehen. Etwas anders sieht es dagegen auf der Seite der Anbieter solcher Internet-GIS-Dienste aus, also einem Katasteramt auf Kreisebene oder einem Hauptamt einer Kommune. Hier ist ganz klar vorauszusetzen, dass technisch versierte Mitarbeiter vorhanden sind, die das System nicht nur in der vorliegenden Form bereitstellen, sondern auch weiterentwickeln. Mit dem entsprechenden Rollenverständnis eines Geoinformationsmanagers und Servicebereitstellers für die nachgeordneten Bereiche lässt sich in solchen Stellen dann ein Komplettpaket aus einer Hand umsetzen.

Danksagung

Für die konstruktive Zusammenarbeit und die Bereitstellung der Geodaten danken wir Herrn Thomas Prause vom Katasteramt Bad Doberan. Die prototypische Umsetzung erfolgte durch Herrn Swen Hüner im Rahmen seiner Diplomarbeit.

5 Literatur

- BILL, R. & ZEHNER, M.L., 2001: Lexikon der Geoinformatik. – 312 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
- BILL, R., SEUß, R. & SCHILCHER, M. (Hrsg.), 2002: Kommunale Geo-Informationssysteme. Basiswissen, Praxisberichte und Trends. – 416 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
- HERRMANN, C. & ASCHE, H. (Hrsg.), 2001: Web Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. – 189 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
- NETELER, M. & MITASOVA, H., 2003: Open Source GIS. A GRASS GIS Approach – 464 pp., Kluwer Academic Publishers.
- HÜNER, S., 2003: Konzeption und Prototypentwicklung eines Internet-GIS für die Kreisverwaltung Bad Doberan. – Diplomarbeit am Fachbereich Landeskultur und Umweltschutz der Universität Rostock (unveröffentlicht).

Links

- www.freegis.org – Übersicht über freie GIS-Software
- www.geoinformatik.uni-rostock.de – Geoinformatik-Service
- www.opensource.org – Offizielle Open-Source-Seite
- www.opengis.org – Offizielle Open GIS-Seite
- <http://mapserver.gis.umn.edu/index.html> – Offizielle Seite zum UMN Map Server

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. RALF BILL
 Dipl.-Ing. PETER KORDUAN
 Dipl.-Ing. MARCO LYDO ZEHNER
 Universität Rostock
 Institut für Geodäsie und Geoinformatik
 Justus-von-Liebig-Weg 6,
 D-18057 Rostock
 Tel.: 0381-498 21 85, Fax: 0381-498 21 88
 e-mail: {ralf.bill; peter.korduan; marco.zehner}
 @auf.uni-rostock.de

Manuskript eingereicht: Juli 2003

Angenommen: August 2003

Multiskalige Geodaten in einer Datenbank – Erzeugung und Nutzen

MONIKA SESTER, MARK HAMPE & KARL-HEINRICH ANDERS, Hannover

Keywords: MRDB, federated databases, generalization, automatic update

Summary: *Spatial Data in a MRDB – Generation and Use.* MRDB (multiple resolution or representation databases) allow for the representation of spatial data of different origin and resolution – representing the same physical objects – in one data structure, and thus provide an integrated view of the data. This is achieved by a direct link between the individual corresponding objects in all data sets. Such a data structure leads to several advantages: consistent data storage and management, possibility of quick multiscale visualization, use for hierarchical data analysis, as well as the possibility of automatic update of data through a propagation into all connected data sets of the MRDB. In the presentation the generation of such data structure will be shown and the benefit is sketched by examples.

Zusammenfassung: Eine MRDB (multiple resolution/representation database) bietet die Möglichkeit, raumbezogene Daten unterschiedlicher Herkunft und Auflösung, welche gleiche Realweltobjekte beschreiben, in einer einheitlichen Sicht darzustellen und vorzuhalten. Dies wird durch eine direkte Verbindung der einzelnen Datenbestände auf Objektebene erreicht. Hieraus ergeben sich viele Vorteile, welche insbesondere in der konsistenten Datenhaltung, der Möglichkeit der schnellen Visualisierung, der Nutzung für die hierarchische Datenanalyse sowie der automatischen Fortführung von Daten liegen. Im Beitrag wird auf die Erstellung solcher Datenstrukturen eingegangen sowie der Nutzen anhand von Beispielen skizziert.

1 Einführung und Übersicht

MRDB (multiple representation bzw. resolution database) als Datenstruktur zur Verwaltung und Speicherung von Daten unterschiedlicher Auflösung und Repräsentation gewinnen zunehmend an Bedeutung. Sie erlauben prinzipiell, dass Objekte in ihrer Skaligkeit beschrieben werden können (multiple resolution). Gleichermaßen ist es möglich, unterschiedliche thematische Facetten eines Objektes – etwa seine Repräsentation in unterschiedlichen Fachwelten – adäquat darzustellen (multiple representation). Von besonderer Bedeutung ist hierbei die explizite Verknüpfung aller individuellen Objekte dieser Darstellungsebenen. Im Beitrag wird zunächst eine Übersicht über MRDB, ihr Einsatzgebiet sowie verwandte Arbeiten gegeben. Anschließend werden hierzu nötige

Datenstrukturen präsentiert. Die Möglichkeiten zur Erstellung der Verknüpfungen von unterschiedlichen Ausprägungen der Objekte wird vorgestellt, wobei der Fokus auf der Erzeugung durch Generalisierung liegt. Es folgen Anwendungsbeispiele für eine MRDB und schließlich ein Ausblick auf offene Fragen, welcher die Arbeit beschließt.

2 Verwandte Arbeiten

Der Einsatz von MRDB wird gegenwärtig in vielen Bereichen untersucht und verfolgt: Für die Repräsentation ländereweiter topographischer Datenbestände sind MRDB von Bedeutung, da sie es erlauben, Datensätze in unterschiedlichen Maßstäben zu verwalten und vorzuhalten – analog zu den Maßstabserien der topographischen Kar-

tenwerke (KREITER 2002). MRDB ermöglichen, dass individuelle Objekte unterschiedlicher Maßstäbe direkt miteinander verbunden werden; diese können somit in ihrer Multiskaligkeit direkt angesprochen werden. Neben einer konsistenten Datenhaltung ist für viele Vermessungsverwaltungen (etwa in Deutschland, Frankreich und in der Schweiz) der Nutzen für die Datenfortführung erklärtes Ziel: in der Idealvorstellung müssen die Daten nur in der höchsten Auflösungsebene aktualisiert werden – alle Änderungen können aufgrund der Verbindungen in die angrenzenden Maßstäbe propagiert werden. KILPELÄINEN (1997) hat hierzu ein formales Konzept entworfen. HARRIE & HELLSTRÖM (1999) zeigen exemplarisch anhand ausgewählter Objekte, wie eine solche Fortführung durchgeführt werden kann.

MRDB im Sinne einer „multiple representation database“ werden aber auch für die Datenintegration genutzt und benötigt. Gilt es beispielsweise, Daten unterschiedlicher Herkunft (und Qualität) zusammenzuführen, sind zunächst zugehörige Objekte in den jeweiligen Repräsentationen zu identifizieren. Dies erfordert typischerweise eine semantisch-geometrische Zuordnung, um sicherzustellen, dass nur Objekte vergleichbarer Bedeutung und Geometrie miteinander in Beziehung gesetzt werden (SESTER et al. 1998). WALTER (1997) nutzt eine relationale Zuordnung, um ATKIS und GDF-Straßendaten zusammenzuführen. Die explizite Verbindung von homologen Objekten ermöglicht anschließend etwa das Austauschen von Attributen unter den Objekten der unterschiedlichen Repräsentationen. Die Integration von Daten unterschiedlicher Fachdisziplinen und unterschiedlichen Typs (Vektor, Raster) wird im Rahmen des Projekts Geotechnologien erforscht (SESTER et al. 2003).

Im Hinblick auf Datenvisualisierung gehen die Vorstellungen dahin, Daten multiskalig darzustellen, indem etwa ein hoch aufgelöstes Objekt in seinem globalen (geringer aufgelöst) Kontext sichtbar gemacht wird: BÉDARD & BERNIER (2002) sprechen hier vom „information drilling“. Generell lassen sich auf der Basis dieser Struk-

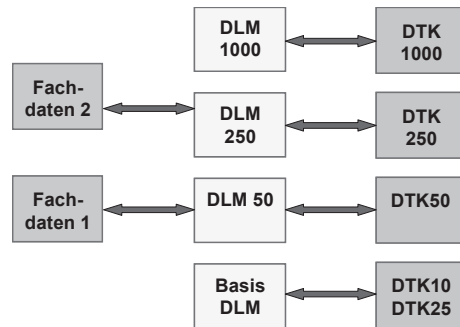


Abb. 1: MRDB für die Repräsentation topographisch-kartographischer Datenbestände.

turen sehr effizient auch große Maßstabsunterschiede überbrücken, und beliebige Zwischenmaßstäbe interpolieren (CECONI 2003, SARJAKOSKI et al. 2002).

Für die Repräsentation digitaler topographischer Datenbestände ist das Konzept einer MRDB ideal: Zum einen können die Daten unterschiedlicher Maßstäbe miteinander verknüpft werden (etwa die Landschaftsmodelle DLM25, DLM50, ...). Zum anderen können unterschiedliche Repräsentationen der Objekte vorgehalten werden, was für die Verbindung von DLM und DTK (digitaler Topographischer Karte) einer Maßstabebene wichtig ist: auf diese Weise können zum einen die lagetreuen DLM-Objekte repräsentiert werden – die typischerweise für genaue Analyseaufgaben genutzt werden; zum anderen können diese mit einer kartographisch darstellbaren Repräsentation verknüpft werden (vgl. Abb. 1). Weiterhin können in der MRDB auch Fachdatenbestände angeschlossen werden.

3 Schema der MRDB

3.1 Föderiertes Datenbanksystem

Die Struktur einer MRDB basiert im allgemeinen auf einem föderierten Datenbanksystem (FDBS), (MANTEL 2002). In Abb. 2 ist der allgemeine Aufbau eines FDBS dargestellt.

Ein föderiertes Datenbanksystem vereint beliebig viele einzelne Datenbanksysteme zu einem logischen Datenbanksystem. Der Zu-

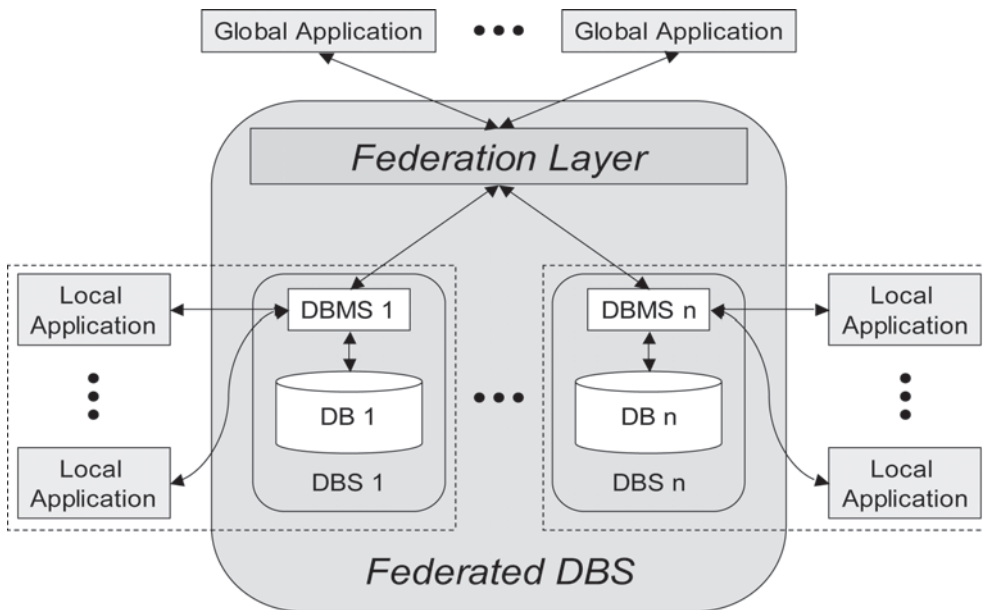


Abb. 2: Aufbau einer föderierten Datenbank.

griff eines externen Nutzers auf das FDBS erfolgt über die so genannte Föderierungsschicht, die die Anfrage entsprechend an die untergeordneten DBS weiterleitet. Ein FDBS kann bezüglich der folgenden drei Kriterien klassifiziert werden:

Verteilung: Die einzelnen Datenbanken befinden sich am selben räumlichen Ort oder sind geographisch verteilt.

Heterogenität: Alle Datenbanken verwenden das gleiche oder unterschiedliche Datenbank-Managementsysteme.

Autonomie: Der Entwurf, die Nutzung und Pflege der einzelnen DBS kann unabhängig voneinander oder gar nicht stattfinden.

Eine MRDB kann jedoch auch noch hinsichtlich ihrer internen Struktur der Repräsentationsstufen klassifiziert werden. Drei Fälle sind möglich: Im ersten Fall besitzen alle einzelnen Datenbanksysteme unterhalb der Föderierungsschicht den gleichen Aufbau und unterscheiden sich nur im räumlichen Bereich der gespeicherten Daten. Im zweiten Fall decken alle Datenbanken den

gleichen räumlichen Bereich ab und unterscheiden sich in den gespeicherten Maßstäben (Auflösung bzw. LoD (level of detail)). Der dritte Fall stellt eine Mischform aus den beiden ersten dar.

3.2 Verknüpfungsstruktur

Die Speicherung einzelner Auflösungsstufen von Geobjekten in einer Datenbank erfüllt noch nicht den Anspruch einer MRDB. Entscheidend ist hierbei vor allen Dingen die Verknüpfung von Objekten, die dasselbe Phänomen der Realität in den verschiedenen Auflösungsstufen beschreiben.

In diesem Zusammenhang sind gerade im Hinblick auf die Speicherung der Daten und ihrer Verknüpfung untereinander die möglichen Relationen zu untersuchen:

- a) $1:1$ Relation: Ein Objekt im Maßstab A gehört zu einem Objekt im Maßstab B (das Objekt wurde beispielsweise in seiner Geometrie vereinfacht).
- b) $n:1$ Relation: mehrere Objekte im Maßstab A werden aggregiert zu einem Objekt im Maßstab B .

- c) $1:0$ oder $n:0$ Relation: Ein oder mehrere Objekte werden im kleineren Maßstab eliminiert.
- d) $0:1$ oder $0:n$ Relation: Die Objekte erscheinen ausschließlich im kleineren Maßstab.
- e) $1:n$ Relation: Mehr als ein Objekt im kleineren Maßstab entstanden aus einem Objekt im größeren Maßstab.
- f) $n:m$ Relation: Mehrere Objekte des einen Maßstabs entsprechen mehreren Objekten des anderen.

Grundsätzlich sind alle gezeigten Verknüpfungen zwischen zwei Objekten bzw. Objektgruppen möglich und daher bei der Entscheidung zur Speicherstruktur zu beachten, wobei eine $0:1$ oder $0:n$ Verbindung zwischen zwei Objekten eines großen und eines kleineren Maßstab eher die Ausnahme darstellt.

KREITER (2002) identifiziert drei Möglichkeiten, um die Link-Struktur einer MRDB in einer Datenbank abzulegen:

Die Variante „Attribute“ versucht mit einem Datensatz auszukommen und alles weitere über Attribute zu organisieren. Dabei wird jedes Objekt nur ein einziges Mal gespeichert. Über zusätzliche Attribute wird festgelegt, in welchen Maßstäben die elementaren Bestandteile des Objekts – sprich seine Knoten – existieren und gegebenenfalls ihre Lage ändern. Dies bedeutet, dass differentielle Änderungen in den Stützpunkten gespeichert werden. Die Abbildung komplexer Beziehungen wird mit dieser Methode jedoch sehr aufwändig und vielschichtig.

In der Variante „bottom-up“ erhält jedes Objekt als zusätzliches Attribut einen Hinweis auf sein Folgeobjekt im nächst höheren Maßstab. Diese Variante kann insoweit ergänzt werden, dass hier nicht nur der Link auf den nächst höheren Maßstab, sondern auf alle Folgemaßstäbe gespeichert wird. Voraussetzung ist hierbei, dass jedes Objekt einem oder keinem Objekt ($1:1$, $1:0$), nicht jedoch mehreren Objekten ($1:n$) im Folgemaßstab zugeordnet wird.

Die dritte Variante „top-down“ geht den umgekehrten Weg. Da man hier davon aus-

SQL Output (Table: buildings): SELECT * FROM "buildings"		
gid	aobjid	the_geom
0	H05NM20	SRID=1,MULTIPOLYGON
1	H06K0BT	SRID=1,MULTIPOLYGON
2		
3		
4		
5		
6		

SQL Output (Table: gen_buildings)	
gid	the_geom
100	SRID=1,MULTIPOLYG
100	SRID=1,MULTIPOLYG
	MULTIPOLYG
	MULTIPOLYG
	MULTIPOLYG

SQL Output (Table: link): SELECT * FROM	
id1	id2
0	100
1	100
2	100
3	100
4	100

Abb. 3: Verknüpfungstabelle.

geht, dass die Objekte eine unterschiedliche Anzahl von „Vorgängerobjekten“ im größeren Maßstab besitzen ($1:n$), jede Siedlungsfläche enthält beispielsweise verschieden viele Gebäude, kann man diese Verknüpfung nicht mehr als zusätzliche Spalte an die Tabelle anhängen, sondern muss eine zusätzliche Tabelle für jede Verknüpfung schaffen. Jede Beziehung zwischen zwei Objekten wird durch eine eigene Zeile in dieser Verknüpfungstabelle repräsentiert (siehe Abb. 3).

Diese Art der Speicherung der Daten in einer zusätzlichen Tabelle ist eine sehr praktikable Lösung.

Nachteilig erweist sich lediglich die Tatsache, dass der Zugriff auf eine Geometrie und deren Verknüpfungen immer mit mindestens zwei Anfragen an die Datenbank verbunden ist.

In einer MRDB existieren i. a. räumliche (mit Geometrie), nicht räumliche (ohne Geometrie) und komplexe Objekte (Objekte, die aus anderen Objekten zusammengesetzt sind). Dies ist speziell bei der Speicherung von ATKIS Daten der Fall. Deshalb werden dort typischerweise zwei Linktabellen benötigt. Eine Linktabelle, die die Verknüpfungen zwischen den nicht komplexen Objekten speichert (wobei hiermit die räumlichen und nicht räumlichen Objekte gemeint sind) und eine Tabelle für die Verknüpfungen zwischen komplexen Objekten. Bei Verknüpfungen zwischen Objekten

kann es sinnvoll sein, zusätzliche Attribute mit der Verknüpfung abzuspeichern, die Auskunft darüber geben, welches Verhältnis zwischen beiden Objektgeometrien existiert, um so später unnötige wiederholte Analysen beider Objekte zu vermeiden. Die verknüpften Objektgeometrien können z. B. identisch sein, eine Teilmengenbeziehung bilden oder sich schneiden. Ebenfalls nützlich kann es sein, an einem Link zu speichern, wie die Verknüpfung entstanden ist (Elimination, Geometriotypwechsel, Geometrieänderung, etc.). Solche Metainformationen sind insbesondere für eine spätere automatische Fortführung von Daten wichtig.

4 Aufbau der MRDB

Der Aufbau der Verbindungen zwischen den einzelnen Objekten lässt sich unterschiedlich gestalten und hängt dabei von der Art der zu verknüpfenden Objekte ab. Geometrisch-semantische Zuordnungs- bzw. Matching-Verfahren können angewandt werden, wenn existierende Datenbestände miteinander verbunden werden sollen. Voraussetzung ist hierbei, dass der thematische Zusammenhang zwischen den Objekten bekannt ist. Verbindungen zwischen Daten aus unterschiedlichen Auflösungen lassen sich durch Generalisierungsoperationen bestimmen.

4.1 Matching-Verfahren

Entsprechend dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Objekten in den Ursprungsdaten können Matching-Verfahren unterschiedlicher Art angesetzt werden: bei hoher geometrisch-semantischer Übereinstimmung genügen einfache thematische oder geometrische Überprüfungen (etwa Namen oder geometrische Maße), um eine Zuordnung festzustellen. Sind die Objekte jedoch von unterschiedlicher Struktur, so müssen u.U. Transformationen mit mehr Freiheitsgraden zugelassen werden, was meist zu Suchverfahren höherer Komplexität führt (vgl. WALTER 1997 und BADARD 1999).

4.2 Generalisierungsoperationen

Liegen zwischen den einzelnen Repräsentationen Maßstabsunterschiede vor, so kann eine Verbindung durch Generalisierungsfunktionen bestimmt werden. Im Bereich der topographischen Datenbestände ist dies der Fall. Mittels Modellgeneralisierung können neue Landschaftsmodelle abgeleitet werden, über kartographische Generalisierung werden die kartographischen Repräsentationen hierzu erzeugt. Im folgenden werden Ansätze beschrieben, welche eine Verbindung von Katasterdaten (hier Gebäuden) und den topographischen Datenbeständen herstellen. Exemplarisch werden Ansätze zur Formvereinfachung, zur Aggregation sowie zur Verdrängung vorgestellt.

4.2.1 Formvereinfachung

Sollen kartographische Objekte in unterschiedlichen Maßstäben dargestellt werden, so ist aufgrund von einem geringeren Platzangebotes im kleineren Maßstab die Informationsdichte zu minimieren. Am Beispiel von Gebäuden bedeutet dies in einem ersten Schritt eine Vereinfachung der Form, abhängig von den durch den Maßstab vorgegebenen Mindestgrößen. So werden kleinere Vorsprünge oder Gebäudeteile, die in dem Zielmaßstab nicht mehr wahrnehmbar sind, eliminiert. Ein Ansatz zur Gebäudevereinfachung ist beispielsweise in SESTER (2001) zu finden.

Als Ergebnis einer solchen Generalisierungsoperation erhält man neue Objekte für einen neuen Maßstabsbereich, die in der



Abb. 4: Gebäudevereinfachung: Ausgangssituation (links), vereinfachte Gebäudegrundrisse (rechts).

MRDB mit den Ausgangsgebäuden in Beziehung gesetzt werden können (siehe Abb. 4). Somit bekommt man eine zweite Repräsentation der Ausgangsdaten, wobei in diesem Fall entweder eine 1:1 oder 1:0 Beziehung zwischen den Objekten bestehen kann.

Da durch diesen Generalisierungsprozess sowohl das Ausgangsobjekt als auch sein Folgeobjekt im nächst kleineren Maßstab bekannt sind, kann neben der neuen Geometrie gleichzeitig auch die Verknüpfung zwischen den Objekten nach o.g. Schema abgelegt werden.

In diesem Fall wird die „top-down“ Lösung gewählt, die die Daten in einer eigenen Tabelle ablegt, die jeweils die Objekt-ID und die ID des bzw. der korrespondierenden Objekte(s) in derselben Zeile nebeneinander speichert (Abb. 3).

4.2.2 Aggregation

Die Aggregation von Flächen beim Übergang von einem digitalen Landschaftsmodell mit einem großen Maßstab zu einem Modell mit kleinerem Maßstab wird immer dann notwendig, wenn Erfassungskriterien nicht mehr erfüllt sind oder eine semantische Umklassifizierung bezüglich des kleineren Maßstabs notwendig wird.

Erfüllt ein flächenhaftes Objekt nicht mehr die Mindestersfassungsgröße für Flächen im gewünschten Zielmaßstab, so wird es – je nach vorgegebenen Erfassungskriterien – entweder als punktförmiges Objekt modelliert oder vollständig eliminiert. In beiden Fällen entsteht eine Freifläche, die in geeigneter Weise mit ihren Nachbarflächen vereint werden muss. Diese Aggregation erfolgt meistens nach dem Ähnlich-

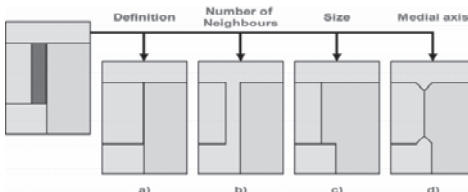


Abb. 5: Verschiedene Möglichkeiten der Aggregation einer wegfallenden Fläche zu ihren Nachbarflächen.

keitsprinzip, wobei die Ähnlichkeit entweder mit Hilfe von Prioritätslisten (PODRENEK 2002) explizit vorgegeben werden kann oder anhand der Objektattribute automatisch abgeleitet werden muss (OOSTEROM 1995). In diesem Fall sind geeignete Ähnlichkeitsmaße vorzugeben. Diese Maße müssen die Attribute der Nachbarobjekte berücksichtigen und können zusätzlich auch die Größe und Häufigkeit der Nachbarobjekte berücksichtigen, wie in Abb. 5 dargestellt. Soll die Freifläche gleichmäßig auf alle Nachbarflächen aufgeteilt werden, so muss die Mittelachse dieser Freifläche ermittelt werden und die so gebildeten Teilflächen den jeweiligen Nachbarflächen zugeordnet werden.

Die Aggregation wird so lange durchgeführt, bis alle zu kleinen Flächenobjekte ersetzt sind. Bei der Aggregation von Flächen bietet es sich an, die Ausgangsdaten in so genannte Generalisierungsblöcke zu zerlegen. Auf diese Weise kann die lokale semantische Situation des zu generalisierenden Landschaftsmodells besser im Zielmodell erhalten werden. Diese Generalisierungsblöcke werden aus Maschen bereits generalisierter bedeutsamer Linienobjekte (z. B.



Abb. 6: Beispiel für eine Flächenaggregation: oben: Situation vorher, unten: Situation nach der Aggregation.

Hauptstraßen, Flüsse) oder den Grenzen von übergeordneten Flächenobjekten (z. B. Ortslage) gebildet.

Nach der Aggregation von benachbarten Flächen kann die Linktabelle direkt erweitert werden. Abhängig von der Ursache für die Aggregation (Übergang von Fläche zu Punkt oder Elimination eines flächenhaften Objekts) werden entweder eine oder zwei neue Relationen eingeführt. Die Elimination von Flächen führt zu 1: n Beziehungen in der Linktabelle, da eine aggregierte Fläche im Zielmaßstab generell aus mehreren Flächen gebildet worden sein kann. War der Grund für die Aggregation jedoch der Übergang der Erfassung eines Objekts von Fläche zu Punkt aufgrund von Unterschreitung von bestimmten Mindestgrößen, so wird zusätzlich zu der 1: n Beziehung noch eine 1:1 Relation zwischen dem Flächenobjekt im kleineren Maßstab und dem Punktobjekt im größeren Maßstab erzeugt. Abb. 6 zeigt ein Beispiel für die Aggregation von Flächen in einem größeren Gebiet.

4.2.3 Verdrängung

Während die bislang beschriebenen Operationen eher der Modellgeneralisierung zuzuordnen sind, d. h. einen Übergang von einem DLM in ein DLM geringerer Auflösung ermöglichen, ist die Verdrängung eine Operation der kartographischen Generalisierung. Sie wird dann nötig, wenn mehrere Objekte denselben Raum beanspruchen und es somit zu geometrischen Konflikten kommt. Dies ist beim Übergang vom DLM auf ein DKM der Fall. Hier muss die lage-treue Geometrie zugunsten der Lesbarkeit der Darstellung aufgegeben werden.

In SESTER (2001) wird hierzu das Programm PUSH beschrieben, welches auf einem Ausgleichungsansatz basiert und ermöglicht, alle räumlichen Konflikte einer Szene in einem Guss zu minimieren. Für den automatischen Prozess können Charakteristika jedes Objektes bzw. jeder Objektklasse modelliert werden: die Verschiebbarkeit gemäß einer vorgegebenen Verdrängungshierarchie, die Deformierbarkeit sowie der minimale Abstand, der zwischen dem Objekt

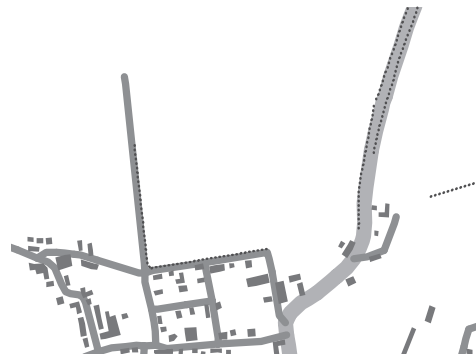


Abb. 7: Situation vor der Verdrängung: Konflikte zwischen Baumreihen, Gebäuden und Straßen.



Abb. 8: Nach der Verdrängung: Objekte werden verschoben, so dass Konflikte minimiert werden.

und seinen Nachbarn einzuhalten ist. Die folgenden Abbildungen (Abb. 7 + 8) verdeutlichen die Wirkungsweise des Verdrängungsoperators: Straßen wurden hier als Objekte hoher Priorität modelliert, so dass diese nicht verdrängt werden. Gebäude und Baumreihen hingegen werden von den Straßen verdrängt und somit verschoben; ebenfalls verdrängen sich Gebäude untereinander.

Da bei dem Prozess der Verdrängung lediglich Geometrieänderungen der Objekte erfolgen, liegt hier immer eine einfache 1:1-Beziehung zwischen den Objekten der unterschiedlichen Repräsentationen vor.

5 Nutzen der MRDB

5.1 Online Generalisierung

Der Nutzer von Geodaten in Form von digitalen Karten möchte heute nicht mehr nur auf allgemeine Karten zurückgreifen, die für eine Vielzahl von Nutzern konzipiert wurden. Der Trend in der digitalen Kartographie geht immer mehr zur persönlichen Karte, die optimal auf eine bestimmte Anwendung und die persönlichen Vorlieben des Anwenders zugeschnitten ist, und ihm Freiheiten bezüglich der Auswahl des Inhalts oder des Maßstabs lässt. Auch im Hinblick auf die verschiedenartigen Medien, auf denen digitale

Karten präsentiert werden können, vom PC zu Hause bis hin zum mobilen Pocket-PC (PDA), müssen die Karten verschiedensten Ansprüchen genügen.

Somit werden die Präsentationen der Geodatenbestände im Idealfall erst generiert, wenn sie vom Nutzer angefordert werden, also online. So soll beispielsweise in dem EU-Projekt *GiMoDig* ein mobiler Nutzer in ganz Europa digitale Geodaten in Form von Karten mit seinem mobilen Gerät abrufen können. Diese Informationen sollen in Echtzeit zusammengestellt und präsentiert werden. Aufgrund der Größe der Displays mobiler Geräte mit einer Auflösung von bis zu 320 mal 240 Pixeln macht dies eine online-Generalisierung der Datenbestände erforderlich, um dem Nutzer ein flexibles Zoomen zur Visualisierung der Übersicht und der Inspektion von Details zu ermöglichen.

Da die meisten Generalisierungsoperationen jedoch sehr rechenaufwändig sind und sich teilweise gar nicht voll automatisiert durchführen lassen, muss die Online-Generalisierung auf vorverarbeitete Daten zurückgreifen können.

An dieser Stelle wird die Möglichkeit aufgegriffen, vorverarbeitete Daten in einer MRDB abzulegen um diese dann aus der jeweils benötigten Maßstabsebene ableiten zu können. Im Vorfeld werden komplexe Berechnungen beispielsweise zur Verdrängung oder Typifizierung sowie bei komplexen

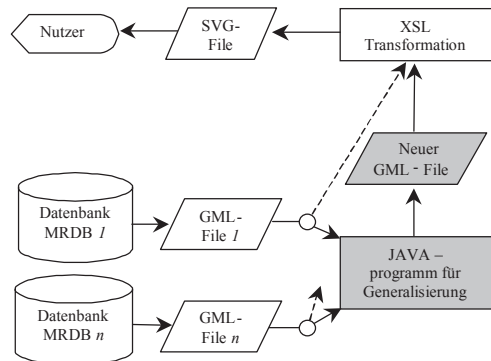


Abb. 9: Ausschnitt aus der Systemarchitektur von GiMoDig.

Operationen auch manuelle Veränderungen der Geometrie vorgenommen. Die Generalisierungsschritte zwischen den vorbereiteten Daten und dem gewünschten Zielmaßstab werden hierdurch so gering, dass dieser verbleibende Schritt in Echtzeit durchgeführt werden kann.

LEHTO et al. (2003) beschreiben verschiedene Möglichkeiten zur Ableitung von Darstellungen in Echtzeit mit Rückgriff auf verschiedene Datenbanken (vgl. Abb. 9). Die Daten werden hierbei als XML-Daten aus der Datenbank abgerufen und beispielsweise einem JAVA-Programm zur Berechnung von Generalisierungsoperationen zugeführt. Dieses formt die XML/GML-Geometrien in neue Geometrien um. Um nun von diesen GML-Daten zu einer SVG-Grafik zu gelangen, die dem Nutzer angeboten werden soll, ist eine so genannte XSLT (Extensible Style-sheet Language Transformation) notwendig. Eine weitere Idee besteht darin, in der XSL-Transformation direkt eine Generalisierungsoperation zu kodieren. Dies ist jedoch nur für sehr einfache Operationen möglich, wie z. B. Elimination, Approximation durch umschreibendes Rechteck, etc.

Die Kombination aus vorgeneralisierten Maßstabsebenen in einer MRDB, JAVA-Programmen zur Generalisierung von komplexen Objektstrukturen sowie der XSL Transformation zur Umwandlung einzelner Geometrien erlaubt eine Generierung individueller Karten in Echtzeit.

5.2 Polyfokale Darstellungen

Einen weiteren Vorteil bietet die MRDB durch ihre Vielschichtigkeit. Beispielsweise wurden im Rahmen des o.g. Projektes Untersuchungen angestellt, um die Möglichkeiten multiskalärer Darstellungen zu realisieren. Durch diese so genannten polyfokalen Darstellungen wird es ermöglicht, auf einem kleinen Display eine Übersichtskarte mit einer Detailansicht zu vereinen, ohne dem Nutzer eine zu hohe Informationsdichte präsentieren zu müssen (siehe Abb. 10).

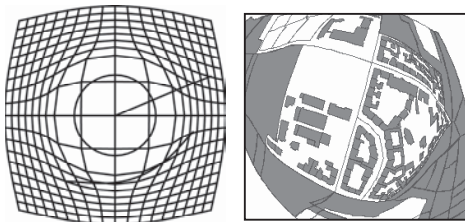


Abb. 10: Polyfokale Darstellung: Kombination verschiedener Ebenen einer MRDB.

HARRIE et al. (2002) haben hierzu Darstellungen realisiert, bei denen im Zentrum des Betrachters ein größerer Maßstab dargestellt wird, als am Rand.

Der Maßstab wird zum Rand hin zunehmend kleiner, so dass eine Art Lupeneffekt entsteht. Zum einen werden hierbei Inhalte, die den Nutzer besonders interessieren, vergrößert dargestellt. Gleichzeitig verliert dieser jedoch nicht den Überblick über den Gesamtzusammenhang. Neben einer einfachen Vergrößerung der Geometrien werden im Zentrum auch mehr Details präsentiert als am Rand. Es werden zwei Maßstabsebenen der MRDB kombiniert dargestellt. In diesem Fall werden die im Zentrum liegenden Siedlungsflächen durch Einzelhausdarstellungen ersetzt. Dies wird ermöglicht durch die bestehende Verknüpfung der Datenbestände.

5.3 Multiskalige Analyse

Ein Beispiel für die Nutzung der Verknüpfung zur integrierten Datenanalyse ist in GABAY & SESTER (2003) gegeben: Objekte eines Datenbestandes können auf Basis der

mit ihnen verknüpften Objekte einer anderen Auflösungsebene analysiert werden. Dies wurde anhand der Verknüpfung von ALK und ATKIS-Objekten beispielhaft untersucht. Auf Basis dieser Verknüpfungsstruktur kann beispielsweise im ATKIS-Datenbestand eine Anfrage bezüglich der Gebäude in der Nähe einer Straße gestellt werden, obwohl Gebäude in ATKIS gar nicht vorhanden sind. Über die Verknüpfung in der MRDB kann zunächst die zugeordnete Straße im ALK-Datenbestand gefunden werden. Davon ausgehend wird eine Bereichsabfrage nach benachbarten Gebäudeobjekten durchgeführt, was schließlich zur Beantwortung der Anfrage führt.

5.4 Inkrementelle Fortführung

Ein wesentlicher Nutzen, der aus einer MRDB gezogen werden kann, ist die inkrementelle Fortführung von Daten in einer Maßstabsreihe. Ziel ist es, nur den detailliertesten Datensatz manuell fortzuführen und alle weiteren kleineren Maßstäbe aus diesem Datensatz automatisch abzuleiten. Im Rahmen des Projekts WIPKA werden in einer MRDB die vier ATKIS Landschaftsmodelle (BasisDLM, DLM50, DLM250 und DLM1000) gespeichert. Somit soll zum einen erreicht werden, dass die vier ATKIS Landschaftsmodelle in einen konsistenten Zustand gebracht werden, und dass der Fortführungsprozess so effizienter und schneller durchgeführt werden kann.

Für die Zwecke der Fortführung ist es zunächst wichtig, die betroffenen Objekte zu kennen: wird z. B. ein Objekt aus einem Datenbestand entfernt, so muss diese Änderung gegebenenfalls auch in den angrenzenden Maßstabsebenen berücksichtigt werden. Welche Objekte betroffen sind, lässt sich direkt aus den Links der MRDB entnehmen. Anschließend muss geklärt werden, welche Aktion für eine Fortführung zu treffen ist. Dies ist objekt- und kontextspezifisch zu entscheiden: ein Entfernen eines Gebäudes in der Mitte eines Siedlungsgebietes hat typischerweise keinen Einfluss auf das Siedlungsgebiet der nächsten Aggregationsstufe; liegt das Gebäude hingegen am

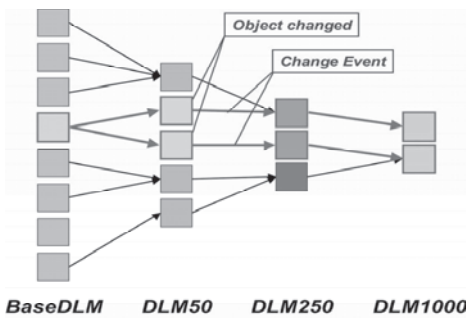


Abb. 11: Update-Propagierung in der MRDB.

Rande, so muss das Siedlungsgebiet eventuell verkleinert werden. Analoges gilt für ein Hinzufügen eines Gebäudes.

Dieses Problem kann abstrakt über eine Art Nachrichtendienst modelliert werden, der die Verknüpfungen innerhalb der MRDB als gerichtete Kanten eines Graphen interpretiert. Entlang dieser Kanten werden Informationen über eine Objektänderung innerhalb eines Maßstabs als Signal an die über die Linktabelle verknüpften Objekte des Folgemaßstabs weitergeleitet. Diese Objekte führen dann von einem Regelsystem kontrollierte Generalisierungsoperationen innerhalb des Folgemaßstabs aus. Es lassen sich folgende drei Signale unterscheiden:

- Insert:** Ein neues Objekt wurde eingefügt.
- Remove:** Ein Objekt wurde gelöscht.
- Change:** Ein Objekt hat sich geändert.

Diese Änderungen können wiederum in drei Fälle eingeteilt werden:

- Change Attribute: Nur Attributwerte haben sich geändert.
- Change Geometry: Nur die Geometrie hat sich geändert.
- Change Attribute and Geometry: Attributwerte und die Geometrien haben sich geändert.

Diese Änderungsnachrichten werden solange weitergeleitet, bis der letzte Maßstab der Maßstabsreihe erreicht wurde.

Für die konkrete Abarbeitung müssen für jede Objektart sowie für unterschiedlichen

Kontext Regeln entwickelt werden, welche im Fortführungsfall anzuwenden sind.

6 Zusammenfassung und Ausblick

MRDB erlauben prinzipiell eine strukturierte Sicht und einen integrierten Zugriff auf raumbezogene Daten unterschiedlicher Herkunft und Auflösung, indem sie die impliziten Zusammenhänge zwischen den Datensätzen explizit machen. Dies führt zu Vorteilen wie Datenkonsistenz, Reduzierung des Datenerfassungsaufwandes, integrierte Datenhaltung und -nutzung sowie dem Austausch von Daten auch über Nutzergrenzen hinaus.

Für die Haltung amtlicher Daten bietet MRDB die konsistente Sicht auf die Daten, die Möglichkeit der Repräsentation von Präsentationsdaten sowie die Erleichterung der Fortführung. Während leistungsfähige Datenstrukturen zur integrierten Datenhaltung bereits entwickelt sind, gibt es jedoch gerade im Zusammenhang mit der Fortführung noch einige offene Probleme. Hierzu zählt u.a. die Erarbeitung der objekt- und kontextspezifischen Fortführungsregeln, die Berücksichtigung unterschiedlicher Fortführungszyklen der verschiedenen Maßstäbe sowie deren Qualitätssicherung. Ferner ergeben sich prinzipiell Möglichkeiten und Chancen einer Propagierung von Änderungen vom kleineren in einen größeren Maßstab, d.h. vom Groben ins Feine: auf diese Weise können Hypothesen über mögliche Veränderungen auch in die detaillierten Maßstäbe übertragen werden, selbst wenn sich die exakte Geometrie der Veränderungen damit noch nicht bestimmen lässt. Aber allein die Information über eine Veränderung kann für viele Anwendungen schon hilfreich sein.

7 Dank

Diese Forschungsarbeiten entstanden im Rahmen des EU-Projekts GiMoDig und einer Kooperation mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) im Projekt WIPKA. Beiden Institutionen sei für die Förderung gedankt.

8 Literatur

- BADARD, T., 1999: On the automatic retrieval of updates in geographic databases based on geographic data matching tools. – Proceedings of the 19th International Cartographic Conference of the ICA', Ottawa, Canada.
- BÉDARD, Y. & BERNIER, E., 2002: Supporting multiple representation with spatial databases views management and the concept of „VUEL“. – ISPRS/ICA Joint Workshop on Multi-Scale Representations of Spatial Data, Ottawa, Canada.
- CECCONI, A., 2003: Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping. – PhD Thesis, University Zurich.
- GABAY, Y. & SESTER, M., 2003: Forming and utilizing communication between two spatial representations at different scales – a demonstration. – Eingereicht.
- HARRIE, L., SARJAKOSKI, L. T. & L. LEHTO, 2002: A variable-scale map for small-display cartography. – Proceedings of the Joint International Symposium on „GeoSpatial Theory, Processing and Applications“ (ISPRS/Commission IV, SDH2002), Ottawa, Canada, July 8–12, 2002, 6 p, CD-ROM.
- HARRIE, L. & HELLSTRÖM, A.-K., 1999: A Case Study of Propagating Updates between Cartographic Data Sets. – 'Proceedings of the 19th International Cartographic Conference of the ICA', Ottawa, Canada.
- KILPELÄINEN, T., 1997: Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps. – Kirkkonummi 1997.
- KREITER, N., 2002: Multirepräsentationsdatenbank als Basis von topografischen Landeskarten. – Diplomarbeit, unveröffentlicht, Institut für Kartographie, ETH Zürich.
- LEHTO, L. & SARJAKOSKI, L. T., 2003: Realtime generalisation of XML-encoded spatial data for the Web and mobile devices. – International Journal of Geographical Information Science. Accepted for publication, 18 p.
- MANTEL, D., 2002: Konzeption eines Föderierungsdienstes für geographische Datenbanken. – Diplomarbeit am Institut für Datenbanken und Informationssysteme, Universität Hannover.
- VAN OOSTEROM, P., 1995: The GAP-tree, an approach to 'on-the-fly' map generalization of an area partitioning. – In: MÜLLER, J.-C., LA GRANGE, J.-P. & WEIBEL, R., Hrsg.: GIS and Generalization – pp.120–132, Methodology and Practice, Taylor & Francis.
- PODRENEK, M., 2002: Aufbau des DLM50 aus dem Basis-DLM und Ableitung der DTK50 – Lösungsansatz in Niedersachsen. – Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 22.
- SARJAKOSKI, T., SARJAKOSKI, L. T., LEHTO, L., SESTER, M., ILLERT, A., NISSEN, F., RYSTEDT, R. & R. RUOTSALAINEN, 2002: Geospatial Infomobility Services – A Challenge for National Mapping Agencies. – Proceedings of the Joint International Symposium on „Geo-Spatial Theory, Processing and Applications“ (ISPRS/Commission IV, SDH2002), Ottawa, Canada, July 8–12, 2002, 5 p, CD-ROM.
- SESTER, M., 2001: Maßstabsabhängige Darstellungen in digitalen räumlichen Datenbeständen. – Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Nr. 544.
- SESTER, M., ANDERS, K.-H. & WALTER, V., 1998: Linking Objects of Different Spatial Data Sets by Integration and Aggregation. – *GeoInformatica* 2(4): 335–358.
- SESTER, M., BUTENUTH, M., GÖSSELN, G. v., HEIPKE, C., KLOPP, S., LIPECK, U. & MANTEL, D., 2003: New methods for semantic and geometric integration of geoscientific data sets with ATKIS – applied to geobjects from geology and soil science. – *Geotechnologien Science Report*, Part 2, Koordinierungsbüro Geotechnologien, Potsdam.
- WALTER, V., 1997: Zuordnung von raumbezogenen Daten – am Beispiel der Datenmodelle ATKIS und GDF. – Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Heft Nr. 480.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. habil. MONIKA SESTER
 Dipl.-Ing. MARK HAMPE
 Dipl.-Inform. KARL-HEINRICH ANDERS
 Institut für Kartographie und Geoinformatik,
 Universität Hannover, Appelstraße 9a
 D-30167 Hannover
 {monika.sester, mark.hampe, karl-heinrich.anders}@ikg.uni-hannover.de

Manuskript eingereicht: Juli 2003
 Angenommen: August 2003

3D-GIS-Anwendungen im Umwelt-Informationssystem Baden-Württemberg

DÉSIRÉE HILBRING, BURKHARD SCHNEIDER & JOACHIM WIESEL, Karlsruhe

Keywords: GIS, 3D GIS application, Digital Elevation Model, ground water, Environmental Information System

Zusammenfassung: Der folgende Artikel beschäftigt sich mit der Realisierung von 3D-GIS-Anwendungen. Behandelt werden dabei einerseits die Grundlagen, die notwendig sind, um solche Anwendungen realisieren zu können und andererseits zwei Anwendungsbeispiele im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, nämlich ein DEM-Viewer für die Visualisierung digitaler Geländemodelle und eine fachspezifische Anwendung für die visuelle Analyse von Grundwassersituationen (GeoPro^{3D}).

Summary: *3D GIS applications in the Environmental Information System of Baden-Württemberg.* The following paper deals with the implementation of 3D GIS applications. Firstly it presents basic implementation techniques, which are generally needed for all kinds of 3D GIS applications. Secondly it concentrates on two application examples in the Environmental Information System of Baden-Württemberg: a DEM-Viewer and GeoPro3D. The DEM-Viewer is a tool for visualising Digital Elevation Models while GeoPro3D is a specific application for the three dimensional visualisation of ground water situations.

1 Einleitung

Im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg werden im Projekt „AJA“ (Anwendung JAVA-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung) Lösungen für das Informationssystem „WAABIS“ (Wasser, Abfall, Altlasten, Boden Informationssystem) erarbeitet (UIS 2003). Dabei kommen im Rahmen der WAABIS-Fachanwendung Grundwasser 3D-GIS-Anwendungen für die Analyse von Gelände- und Grundwassersituationen zum Einsatz (SCHMID 2000). Es können zwei Grundanwendungen unterschieden werden:

1. Die allgemeine 3D-Darstellung digitaler Geländemodelle verschiedener Auflösung (DEM-Viewer)
2. Die Analyse der Grundwassersituation für Bauvorhaben in räumlich begrenzten Bereichen (GeoPro^{3D})

Auftraggeber für die 3D-GIS-Anwendungen ist das Ministerium für Umwelt und Verkehr im Rahmen des Projektes AJA. Betreuende Entwicklungsstelle ist die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU).

WAABIS wird mit seinen Komponenten seit 1999 in der LfU, den Gewässerdirektionen, und in den Stadt- und Landkreisen des Landes Baden-Württemberg angewendet.

Grundlage der Anwendungen ist ein handelsüblicher PC mit dem Betriebssystem Windows NT/2000, der für die Benutzung der 3D-Komponenten mit einer 3D beschleunigten Grafikkarte ausgestattet sein sollte.

Die Realisierung der oben genannten 3D-GIS-Anwendungen und der dafür erforderlichen weiteren Komponenten erfolgt durch das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe. Implementiert werden die 3D-GIS-Anwendungen mit Hilfe der generischen Klassen- und Komponentenbibliothek „GISterm Frame-

work“ für den Zugriff auf und die Visualisierung von Daten mit Raumbezug der Firma disy GmbH (HOFMANN 2002). Die Hauptkomponente dieses Frameworks namentlich „GISterm“ wird als Basis-Geoinformationssystem verwendet und kann dynamisch um anwendungs- oder fachspezifische Komponenten, sogenannte „Services“, erweitert werden. Im Rahmen der Entwicklung der 3D-GIS-Anwendungen für das UIS wurde GISterm mit mehreren solcher Komponenten ergänzt. Dabei können allgemeine Komponenten von fachspezifischen Komponenten unterschieden werden. Allgemeine Komponenten sind der 3D-Service und der Height-Service. Der 3D-Service stellt Grundlagen zur Verfügung, die für die Implementierung von allgemeinen 3D-GIS-Visualisierungen notwendig sind, während der Height-Service den Datenbankzugriff für digitale Geländemodelle regelt, die häufig als Datengrundlage für 3D-GIS-Anwendungen benutzt werden. Dargestellt werden diese mit Hilfe des DEM-Viewers.

Im Gegensatz dazu ist GeoPro^{3D} eine fachspezifische Komponente, die zur Lösung spezieller Anwendungsfälle erarbeitet wurde. Abb. 1 zeigt das Zusammenspiel der Komponenten der 3D-GIS-Anwendungen des UIS.

Alle verwendeten Komponenten wurden mit der Programmiersprache Java realisiert. Zur Implementierung der 3D-Komponenten wurde Java 3D benutzt (Sun Microsystems 2003 [1]). Java 3D ist eine Erweiterung von Java 2 und setzt auf der Graphikbasis des Rechners (OpenGL oder DirectX) auf.



Abb. 2: Voraussetzungen für Java 3D.

In den folgenden Abschnitten werden die Komponenten der 3D-GIS-Anwendungen ausführlicher erläutert.

2 3D-Service

Der 3D-Service besteht aus Klassen und Methoden, die für die Erstellung jeder beliebigen 3D-GIS-Anwendung notwendig sind. Ziel ist hierbei, bereits vorhandene Konzepte aus dem 2D-GIS-Bereich soweit wie möglich mitzubenzutzen.

In GI-Systemen werden häufig verschiedene Dimensionen definiert. Zweidimensionale Daten beziehen sich auf ebene x,y-Koordinaten ohne Höheninformation. 2.5D Daten enthalten zusätzlich zur Lagegeometrie die Höhe z als Attribut. 3D Daten speichern x,y,z-Koordinaten in hinreichender Dichte für das gesamte Teilgebiet (BILL 1999). Dabei wird in 3D-Linienmodelle (Knotenpunkte im Raum werden durch Linien miteinander verbunden.), 3D-Flächenmodelle (das 3D-Objekt besteht aus verschiedenen Flächen, welche sich i.d.R. aus Dreiecken oder Quadraten zusammensetzen.) und 3D-Volumenmodelle (Grundelemente dieses Modells sind Körper, wie Quader, Kugeln, Zylinder, etc., die miteinander verknüpft werden können, um kompliziertere Objekte zu bilden.) unterschieden. Die Vi-

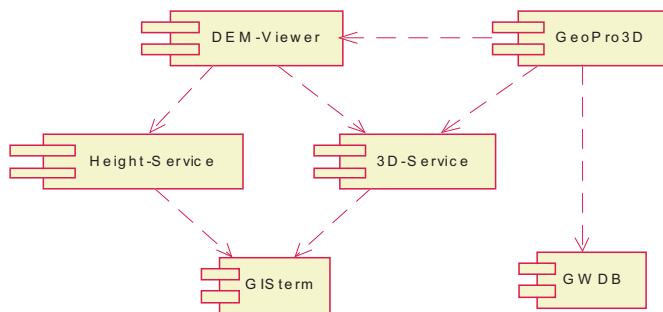


Abb. 1: 3D-GIS-Komponenten.

sualisierung der Objekte erfolgt im 3D-Service mit Hilfe von Java 3D, dem das 3D-Flächenmodell zugrunde liegt. Es ist mit dem 3D-Service also grundsätzlich möglich 3D-Objekte zu erzeugen und zu visualisieren, die für eine Lagekoordinate mehrere z-Koordinaten enthalten (Beispiele: Gebäude, Bohrloch, ...).

2.1 Erstellung der 3D-Szene

Bevor der eigentliche Objekteinhalt visualisiert wird, erzeugt der 3D-Service ein leeres Universum, also eine 3D-Szene, mit allgemeinen Funktionalitäten. Welche Art von Objekten in der 3D-Szene verwaltet werden hängt von der spezifischen 3D-GIS-Anwendung ab. Die erstellte Szene wird vom 3D-Service in das Basis-GIS GISterm integriert.

2.2 Layer-Verwaltung

Ein Beispiel für das Mitverwenden bekannter Konzepte aus dem 2D-Bereich ist die Verwaltung von 3D-Objekt-Inhalt einer Szene, welcher analog zum Basis-GIS mit Layern erfolgt. Dabei enthält jeder 3D-Layer Gruppen von Objekten, die semantisch zueinander gehören. 3D-Layer können wie im Zweidimensionalen geladen oder gelöscht, sichtbar oder unsichtbar geschaltet werden. Außerdem ist es möglich, Objekte innerhalb eines Layers zu selektieren oder die Farbe der Layer-Objekte zu ändern.

2.3 Navigation und Orientierung

Die Aufgabe der Navigation für eine 3D-GIS-Anwendung ist, es dem Nutzer zu ermöglichen, alle Objekte, die in einer 3D-Szene enthalten sind, erreichen und näher betrachten zu können. Im Gegensatz zur Layerverwaltung können die Navigationsfunktionen nicht aus dem Zweidimensionalen übernommen werden. Das Grundkonzept der Navigation in den Szenen des 3D-Service von GISterm enthält die Vorstellung, dass ein virtueller Betrachter im 3D-Raum den für ihn relevanten Bereich der Szene betrachtet. Dieser Betrachter wird mit Hilfe der normalen Computermaus bewegt. Dabei löst die linke Maustaste eine Bewegung des Betrachters um die Objekte herum aus (Rotation). Die mittlere Maustaste bringt die Objekte näher an den Betrachter heran oder entfernt den Betrachter von den Objekten (Zoom). Die rechte Maustaste realisiert analog die Funktion des Panning (Sun Microsystems 2003 [2]).

Eine Orientierungshilfe in der 3D-Szene bietet das Übersichtsfenster. Dieses Fenster zeigt jederzeit einen Überblick über die gesamte 3D-Szene in Relation zur Position des virtuellen Betrachters, der im Übersichtsfenster durch eine Kamera repräsentiert wird. In der Blickrichtung der Kamera befindet sich im Übersichtsfenster ein sogenanntes „View Frustum“ (Pyramidenstumpf). Nur die Objekte, die innerhalb des Pyramidenstumpfes liegen, sind in der Hauptansicht des 3D-Service zu sehen.

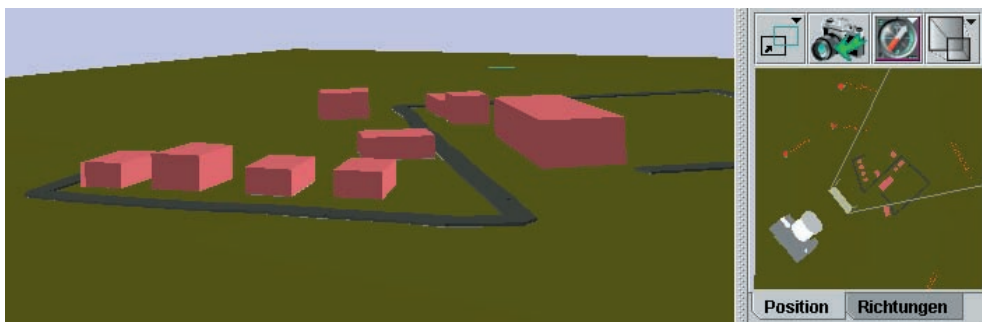


Abb. 3: Die Hauptansicht (links) zeigt den mit Kamera und View Frustum markierten Ausschnitt des Übersichtsfensters (rechts).

Trotzdem kommt es vor, dass sich der Benutzer einer 3D-Anwendung in den virtuellen Weiten des Raumes verirrt. Die in GIS-Systemen allgemein übliche „Zoom-To-Extent“ Funktion bringt den virtuellen Betrachter auf eine Anfangsposition (Beispiel: Betrachtung der kompletten Ost-West-Ausdehnung der Szene von Süden aus) zurück.

2.4 Allgemeine Eigenschaften einer 3D-Szene

Jede beliebige 3D-Szene besitzt einige allgemeine Eigenschaften, die verändert werden können. Dabei sind die folgenden Funktionen realisiert worden:

- Die 3D-Szene kann entlang der Z-Achse überhöht werden.
- Der Schattierungsalgorithmus der 3D-Objekte kann gewechselt werden (Gouraud, Flat oder keine Schattierung).
- Zum besseren Ausleuchten der relevanten Stellen kann die virtuelle Sonnenposition geändert werden.
- Die Hintergrundfarbe der 3D-Szene kann geändert werden.

2.5 Aufbau einer 3D-Szene

Das Diagramm (Abb. 4) zeigt die wichtigsten Klassen des 3D-Service.

Die Klasse GIS3DService integriert die 3D-Service Bestandteile in das Basis-GIS. Sie erstellt mit Hilfe der Klasse GIS3DView eine 3D-Szene und fügt diese als Ansichtsfenster in GIStern ein. GIS3DView realisiert außerdem die allgemeinen Naviga-

tions- und Orientierungsfunktionen durch die Instanziierung der Klassen ViewerNavigationBehavior (Rotation), MouseZoomAdjustView (Zoom) und MouseTranslate (Pan) für die Navigation, sowie durch die Instanziierung der Klasse GIS3DControlView (Übersichtsfenster) für die Orientierung. Jede durch GIS3DView erzeugte 3D-Szene kann beliebig viele Instanzen der Klasse FeatureLayer3D (abgeleitet von Layer3D zur Verwaltung von Objekten mit Sachattributen) enthalten. Ein FeatureLayer3D enthält den eigentlichen 3D-Objekt-Inhalt in Form eines FeatureProxy3D-Objektes.

Mit Hilfe der Klassen und Methoden, die der 3D-Service zur Verfügung stellt, können beliebige Arten von 3D-GIS-Visualisierungen realisiert werden. Je nach Anwendung müssen erstens spezieller 3D-Objekt-Inhalt erstellt und zweitens dazu passende visuelle Analysefunktionen implementiert werden. Folgende Operationen des 3D-Service können für die Analyse von Objekten hilfreich sein:

- Selektion von Objekten
- Ausschneiden definierter Teile aus der 3D-Szene
- Streckung der z-Achse

3 Integration digitaler Geländemodelle

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Visualisierung digitaler Geländemodelle (DGM) häufig Bestandteil von 3D-GIS-Anwendungen ist. Deswegen wurde der 3D-

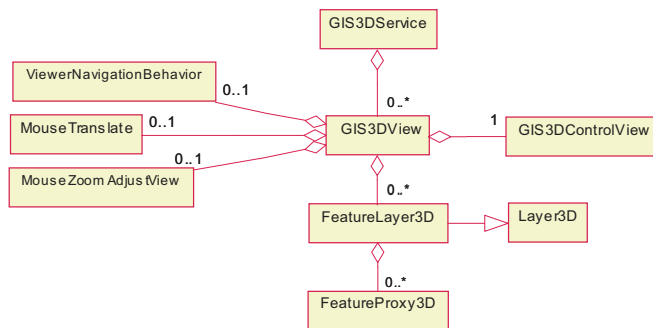


Abb. 4: Hauptklassen der 3D-Service-Komponente.

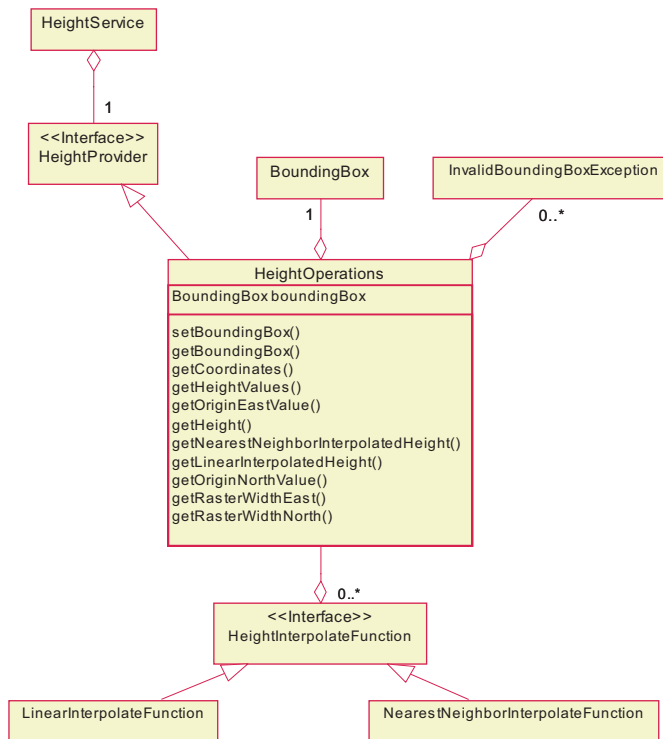


Abb. 5: Height-Service-Schnittstelle.

Service um Klassen und Methoden zur Darstellung digitaler Geländemodelle ergänzt.

3.1 Height-Service

Bevor ein DGM visualisiert werden kann, muss der Zugriff auf die Daten geregelt werden. In der WAABIS-Datenbank sind verschiedene Arten von Rasterdaten (Luftbilder, topografische Karten, ...) nach dem Rasterkachelungsprinzip abgelegt (HOFMANN 2000). Die entsprechenden Klassen und Methoden des Basis-GIS können auch für die Speicherung von digitalen Geländemodellen verschiedener Auflösung in der Datenbank verwendet werden. Dabei wird jeder Höhenwert eines DGM-Raster-Stützpunktes als Farbinformation in einem PNG-Bild, welches in der Datenbank gekachelt werden kann, codiert. Die Vorteile des PNG-Bildformates sind eine verlustfreie Kompression und die Patentfreiheit. Die Struktur der digitalen Geländemodelle, die

mit Hilfe dieser Methode verwaltet werden können, muss gitterförmig sein.

Das Verfahren wurde im Height-Service implementiert. Der Height-Service codiert einerseits digitale Geländemodelle als Bildmaterial für die Speicherung in der Datenbank. Andererseits regelt er den Zugriff auf die digitalen Geländemodelle in der Datenbank und entschlüsselt die Höheninformation für die weitere Verwendung in beliebigen GIS-Anwendungen.

Dafür bietet der Height-Service eine Schnittstelle an. Mit ihrer Hilfe wird ein DGM aus der Datenbank selektiert und die DGM-Daten des in der Schnittstelle festgelegten Bereiches können aus der Datenbank gelesen werden (Klasse `HeightOperations`). Die Höheninformationen für Punkte, die nicht auf den Stützstellen des DGMs liegen, können mit Hilfe der beiden integrierten Interpolationsverfahren (`NearestNeighbourInterpolateFunction` oder `LineareInterpolateFunction`)

berechnet werden. Alternative Interpolationsverfahren können vom Anwendungssprogrammierer ergänzt werden.

3.2 DEM-Viewer

Die 3D-GIS-Anwendung DEM-Viewer realisiert die Darstellung der in der Datenbank enthaltenen digitalen Geländemodelle innerhalb von GIStern. Die Darstellung der Geländeoberfläche erfolgt mit Hilfe des 2.5D-Modells. Für jeden Punkt im Gelände existiert genau ein Höhenwert.

Das Anwendungsszenario sieht vor, dass der Benutzer für einen beliebigen 2D-Kartenausschnitt eine 3D-Szene mit dem dazu passenden Geländeteil aus der Datenbank laden und darstellen kann. Dazu sucht der DEM-Viewer mit Hilfe des Height-Service in der Datenbank nach dem in der Auflösung passenden DGM. Der DEM-Viewer selektiert die Daten des in der 2D-Karte ausgewählten Bereichs und erstellt ein Geländeobjekt, das in eine neue 3D-Szene geladen wird. Das Gelände wird mit dem entsprechenden 2D-Kartenausschnitt als Textur überlagert.

Das Klassendiagramm in Abb. 6 zeigt die Klassen, um die der 3D-Service für die Darstellung der digitalen Geländemodelle ergänzt wurde. Die für die Erstellung des Geländemodells zuständige Hauptklasse ist der DEMGenerator, der den durch den Kartenausschnitt definierten Bereich erhält. Diese BoundingBox wird an eine Instanz der Klasse DEMBoxSelector weitergeleitet, die ihrerseits Klassen und Methoden des Height-Service benutzt, um die passenden Daten aus der Datenbank zu selektieren. Mit den Daten erstellt der DEMGenerator einen DEMLayer3D mit einem FeatureProxy3D-Objekt. Dieses Objekt enthält ein Bild (BufferedImage) als Textur für die Geländeoberfläche. Letztendlich wird der DEMLayer3D in einen GIS3DViewer geladen und das Geländeobjekt wird in der 3D-Szene sichtbar (Abb. 7).

Interessiert sich der Nutzer für an das Objekt angrenzende Geländeteile, können diese mit Hilfe einer neuen Funktion des Übersichtsfensters nachgeladen werden. Der Nutzer bestimmt die Richtung zum Nachla-

den neuer Geländeteile. Der DEMLayer3D löscht das bisher geladene Geländestück und ersetzt es durch den geforderten benachbarten Geländeteil. Das neue Geländestück ist teilweise überlappend mit dem vorherigen (Abb. 8).

Auf dem Testrechner, einem zurzeit handelsüblichen PC (AMD Athlon XP 2000 mit 1 GB Arbeitsspeicher und GeForce4 Ti 4200), können Digitale Geländemodelle inklusive Textur bis zu einer Größe von 250 000 Punkten performant (ruckelfrei) dargestellt werden. Bei der Visualisierung von Digitalen Geländemodellen mit 500 000 Punkten ergeben sich bei der Navigation Verzögerungen bei der Darstellung.

Das in diesem Kapitel vorgestellte Verfahren ist bisher auf die Verwaltung von digitalen Geländemodellen gitterförmiger Struktur beschränkt. Für die Visualisierung von digitalen Geländemodellen in TIN (Triangulated Irregular Network)-Struktur bestehen allerdings bereits Klassen und Methoden, die in der im Folgenden näher beschriebenen 3D-GIS-Anwendung GeoPro^{3D} verwendet werden.

4 GeoPro^{3D}

GeoPro^{3D} ist ein typisches Beispiel für eine 3D-GIS-Anwendung, die unter anderem auch digitale Geländemodelle als Datengrundlage verwendet (HILBRING 2002).

4.1 Anwendungsszenario

Ziel der Anwendung ist die Analyse der Grundwassersituation für geplante Bauvorhaben. Ein typisches Anwendungsbeispiel für GeoPro^{3D} sieht folgendermaßen aus: Ein Sachbearbeiter in der Verwaltung hat über ein Baugenehmigungsverfahren zu entscheiden und möchte sich die Grundwasserlage im relevanten Gebiet anschauen. Typische Fragestellungen sind zum Beispiel:

- Wie tief liegt der durchschnittliche Grundwasserspiegel in Relation zu den Gebäuden?
- Wäre ein bestimmtes Gebäude zu einem bestimmten Zeitpunkt mit dem Grundwasser in Konflikt geraten?

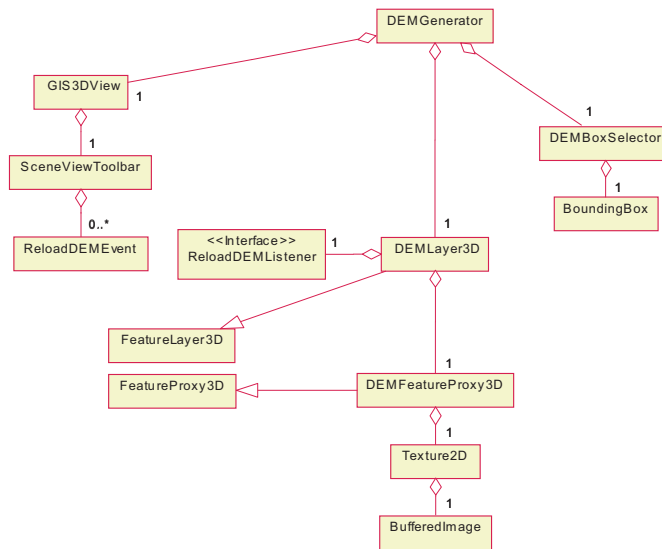


Abb. 6: Im 3D-Service ergänzte Klassen für den DEM-Viewer.

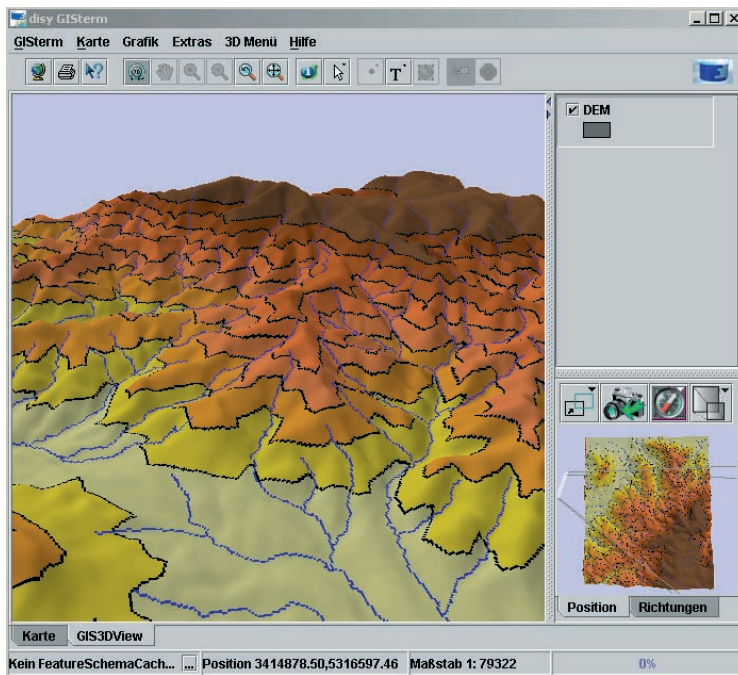
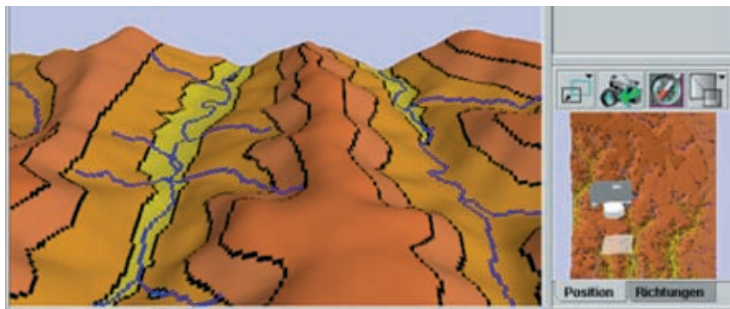
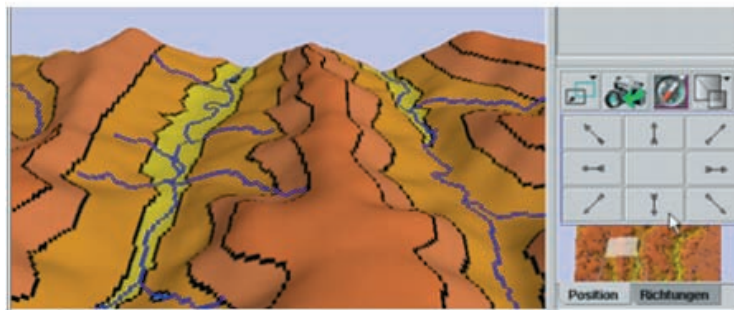


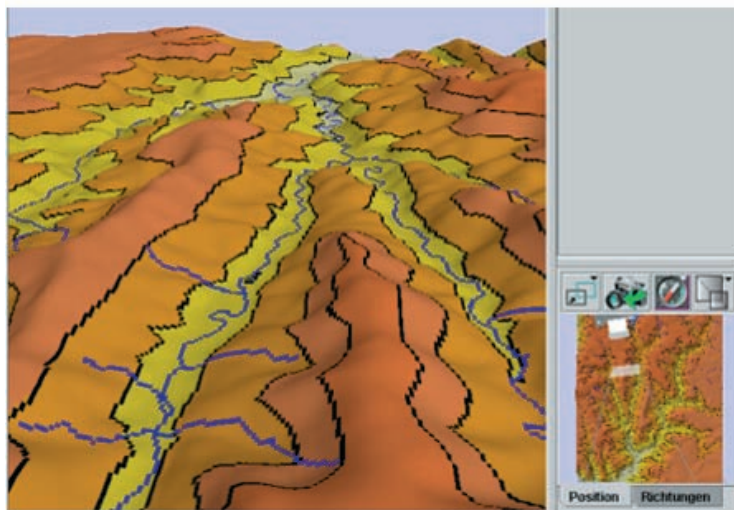
Abb. 7: 3D-Szene mit digitalem Geländemodell.



Kamera schaut in Südrichtung



Aufruf zum Nachladen neuer Geländeteile in Südrichtung



Neue Geländeteile werden im Haupt- und Übersichtsfenster dargestellt

Abb. 8: Interaktives Nachladen neuer Geländeteile.

- Wie sieht die Grundwassersituation für den Verlauf einer geplanten Strasse aus?

Mit Hilfe der im Projekt WAABIS entwickelten Grundwasseranwendung, der Grundwasserdatenbank (GWDB), GIS-ter und GeoPro^{3D} ist es möglich, die geplante Gebäude- oder Straßensituation dreidimensional in einer Szene zu modellieren und gleichzeitig den Grundwasserspiegel des Gebietes einzublenden, so dass mögliche Konflikte zwischen der Gebäude- oder Straßensituation aufgedeckt werden können. Die GWDB enthält neben Informationen über die Grundwassermenge und Güte von Grundwassermessstellen in Baden-Württemberg auch Informationen über die hydrogeologischen Schichten an einem Bohrloch. Diese Schichten können ebenfalls mit Hilfe von GeoPro^{3D} visualisiert werden.

4.2 Zusammenstellung der notwendigen Daten

Bevor die entsprechende 3D-Szene erstellt werden kann, benötigt GeoPro^{3D} Informationen zur Modellierung der zu erzeugenden

3D-Objekte. Diese Informationen müssen interaktiv vom Sachbearbeiter angegeben werden. Die notwendigen Angaben werden mit Hilfe von Benutzerdialogen und der 2D-Kartenansicht von GIS-ter erfasst:

- Die Grundwassermessstellen werden mit Hilfe der GWDB-Anwendung in die 2D-Kartenansicht von GIS-ter geladen und können dort entweder einzeln selektiert oder mit Hilfe einer Bounding-Box ausgewählt werden.
- Im Grundwasserbereich des Benutzerdialoges kann der Sachbearbeiter den Zeitraum der Messungen in der GWDB festlegen, der für die Berechnung des Grundwasserspiegels berücksichtigt werden soll.
- Als Geländeoberfläche kann entweder das in der Datenbank vorhandene digitale Geländemodell benutzt werden, oder es können alternativ die Geländehöheninformationen der Grundwassermessstellen der GWDB verwendet werden.
- Zusätzlich zu den Informationen aus der GWDB benötigt GeoPro^{3D} Angaben über das geplante Bauvorhaben. GeoPro^{3D} kann grundsätzlich zwei verschiedene

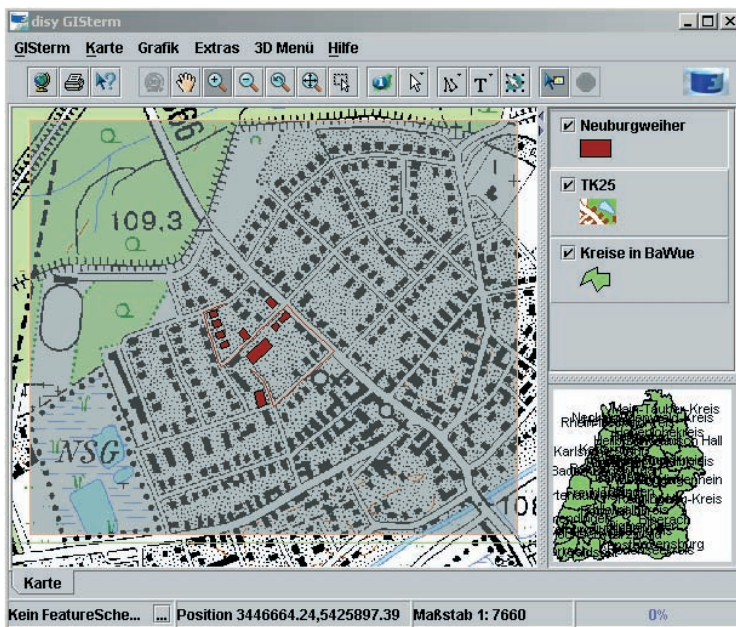


Abb. 9: 2D-Karte mit digitalisierten Gebäuden (rote Rechtecke), digitalisierten Straßen (rote Linien) und Selektionsbereich der Grundwassermessstellen (graue Region).

Bauwerkstypen unterscheiden: Gebäude und Trassen. Objekte beider Typen können in der 2D-Karte digitalisiert werden. Dabei werden bei Gebäuden die Umrisskoordinaten und bei Straßen- oder Bahntrassen (linienförmige Objekte) die Stützpunkte des Längsprofils erfasst. Die erfassten Koordinaten können im Benutzerdialog angepasst werden. Zusätzlich muss für jedes erfasste Baustellenobjekt noch dessen Höhe und Tiefe angegeben werden. Abb.9 zeigt die GIS-ter-Kartenansicht mit den für GeoPro^{3D} digitalisierten Objekten.

Mit diesen Informationen kann GeoPro^{3D} die 3D-Szene erzeugen.

4.3 Aufbau der GeoPro^{3D}-Szene

GeoPro^{3D} modelliert aus den erhaltenen Informationen 3D-Objekte. Dabei übernimmt die Klasse `GroundWaterApp` die Analyse der Benutzerdialoge, erstellt die Objekte, gruppiert sie semantisch in verschiedenen Layern und fügt diese in eine mit der Klasse `GIS3DView` neu erstellte 3D-Szene ein.

Alle selektierten Grundwassermessstellen werden in der 3D-Szene mit Hilfe der Information über die hydrogeologischen Schichten als Bohrloch dargestellt und durch ihre Id in der GWDB gekennzeichnet. Die

Grundwassermessstellen werden im `Borehole Layer` zusammengefasst und die Ids im `TextLayer3D`.

Die Geländeoberfläche der 3D-Szene wird als `DEMFeatureProxy3D` rechteckig aus den DGM-Daten modelliert und in einem `DEMLayer3D` dargestellt. Alternativ kann die Geländeoberfläche aus den Grundwassermessstellen, die in der GWDB gespeichert sind und in TIN-Struktur vorliegen, mit Hilfe einer Delaunay-Triangulation erzeugt, und in einem `TerrainLayer3D` dargestellt werden. Die Triangulation aus den Geländehöhendaten ist weniger sinnvoll, da für eine hinreichend genau modellierte Geländeoberfläche nicht genügend Grundwassermessstellen pro Quadratkilometer vorhanden sind. Diese Modellierung dient als Notlösung, falls für den zu bearbeitenden Bereich kein DGM zur Verfügung steht.

Im Gegensatz dazu werden sowohl der Grundwasserspiegel, als auch die hydrogeologischen Schichten immer mit Hilfe der Delaunay-Triangulation erstellt. Dabei generiert `GroundWaterApp` drei verschiedene Grundwasserlayer (`WaterLayer3D`) für die minimalen, mittleren und maximalen Grundwasserstände des gewählten Zeitraumes. Für jede hydrogeologische Schicht wird ein `GeoProfile3DLayer` erstellt.

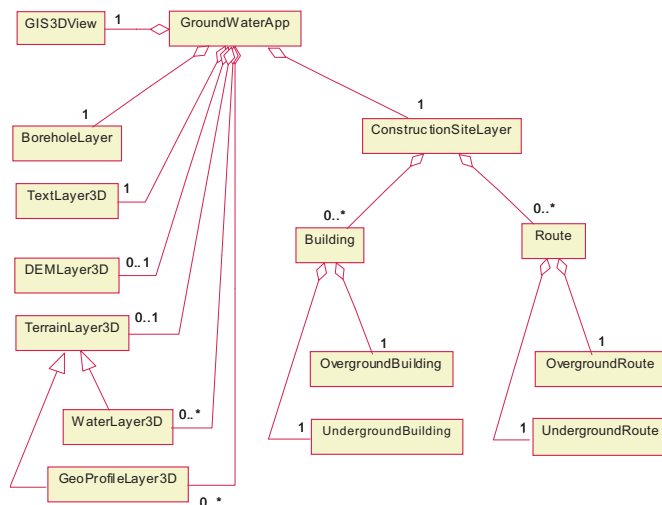


Abb. 10: Hauptklassen der GeoPro^{3D}-Komponente.

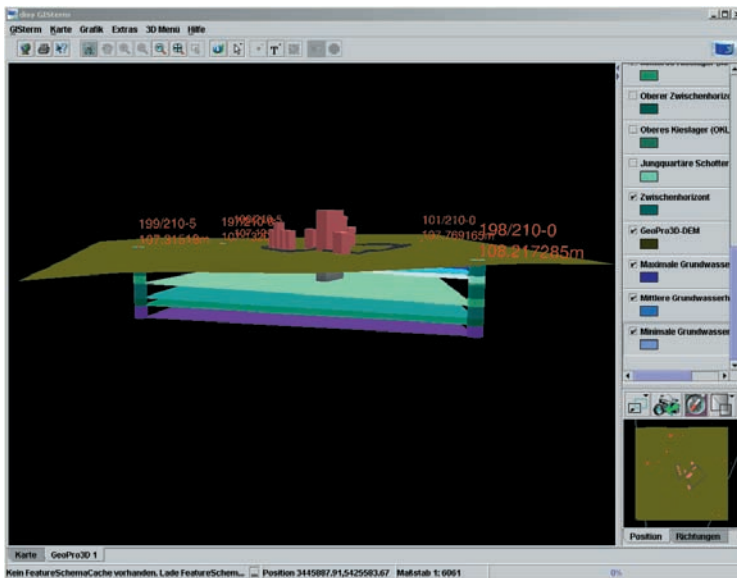


Abb. 11: GeoPro^{3D}-Ergebnisszene mit Bauwerksgruppe, Gelände, Grundwassermessstellen mit Beschriftung, Grundwasserspiegel und hydrogeologischen Schichten.

Letztendlich erzeugt GroundWaterApp einen Layer, der die Baustelle repräsentiert, den `ConstructionSiteLayer` mit allen Objekten, die aus den Baustelleninformationen modelliert werden können. Das sind sowohl Objekte der Klasse `Building` (Gebäude), als auch Objekte der Klasse `Route` (Trassen). Jedes Baustellenobjekt besteht dabei aus einem überirdischen Teil (`OvergroundBuilding` und `OvergroundRoute`) und einem unterirdischen Teil (`UndergroundBuilding` und `UndergroundRoute`), der für die Konfliktanalyse benötigt wird.

4.4 Analyse

Abb. 11 zeigt eine von GeoPro^{3D} erstellte Ergebnisszene, die für die Analyse der Grundwassersituation im Baustellenbereich verwendet wird. Die räumliche Ausdehnung der Szene ist in Ost-West bzw. Nord-Süd-Richtung größer als die Höhenausdehnung. Deswegen wird die GeoPro^{3D}-Szene mit Hilfe der allgemeinen Überhöhungsfunktion in z-Richtung gedehnt. Dadurch lassen sich die Grundwasser- und die hydrogeologischen Schichten in der Szene besser unterscheiden.

4.4.1 Ausschneiden relevanter Bereiche

Das primäre Interesse des Betrachters liegt häufig in einem Teilgebiet der dargestellten Szene. Deswegen bietet GeoPro^{3D} dem Nutzer die Möglichkeit, ihn interessierende Objektgruppen, wie Gebäude, Trassen oder Bohrlöcher durch Selektion zu definieren, aus der Gesamtszene auszuschneiden und gesondert zu betrachten.

Der jeweils selektierte Bereich kann mit Hilfe eines kleinsten umschließenden Rechtecks parallel zu den Koordinatenachsen aus der 3D-Szene ausgeschnitten und mittels

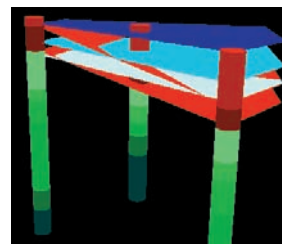


Abb. 12: Ausschnitt aus einer GeoPro^{3D}-Szene zur Analyse des Grundwasserverlaufs (blau) in den hydrogeologischen Schichten der gewählten Bohrlöcher.

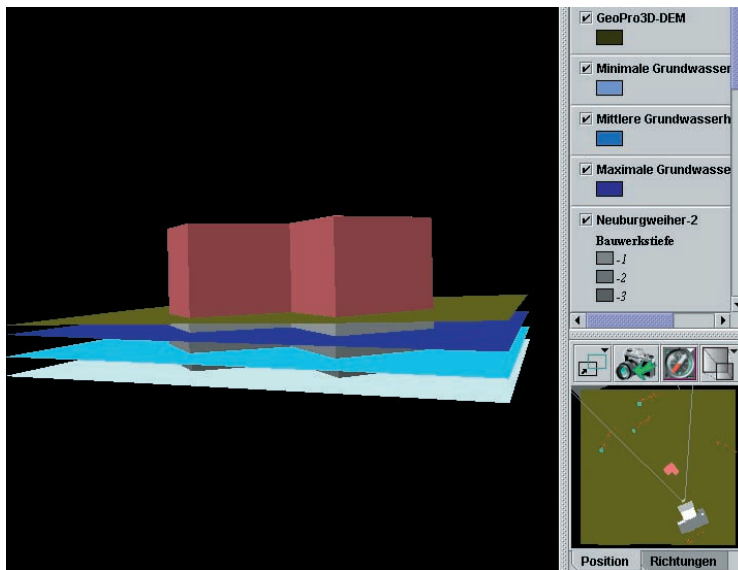


Abb. 13: Konfliktanalyse eines aus der GeoPro^{3D}-Szene ausgeschnittenen Gebäudes.

Navigation vom Anwender visuell analysiert werden.

4.4.2 Erkennung von Konfliktfällen

Eine häufige Anwendungsaufgabe von GeoPro^{3D} ist die Untersuchung der Grundwassersituation für ein bestimmtes Gebäude. Diese Aufgabe kann mit Hilfe des „Ausschneidens relevanter Bereiche“ gelöst werden.

Abb. 13 zeigt einen typischen Konfliktfall zwischen einem Gebäude und dem Grundwasserspiegel. Der rote Teil des Gebäudes liegt über der grünen Geländeoberfläche, während die Schichten des Gebäudes in verschiedenen Grautönen den unterirdischen Teil repräsentieren. Jede dieser Schichten hat eine Dicke von einem Meter. In der Abbildung lässt sich erkennen, dass das Gebäude für alle drei Wasserhöhen mit dem Grundwasser in Konflikt gerät. Im Bild schneidet die maximale Grundwasserhöhe den Keller in einer Tiefe von einem Meter.

4.4.3 Profilerstellung

Neben der dreidimensionalen Betrachtung der Szene ist für den Sachbearbeiter auch

der Verlauf der verschiedenen Schichten an bestimmten Stellen interessant. Für diese Betrachtungsart besitzt GeoPro^{3D} Möglichkeiten zur Erstellung von 2D-Profilen. Es können zwei verschiedene Anwendungsfunktionen unterschieden werden:

- Erzeugung eines 2D-Profiles an beliebiger Stelle der 3D-Szene. Der Nutzer wählt in der Vogelperspektive der Szene interaktiv die Lage des gewünschten Profils.

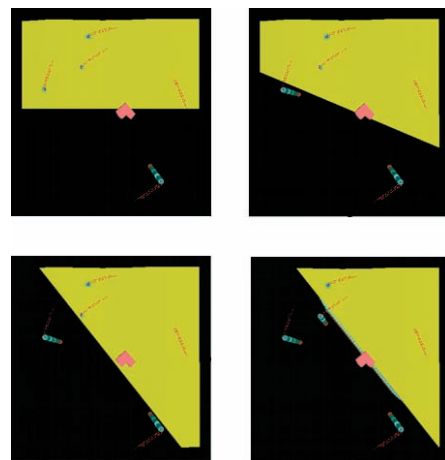


Abb. 14: Interaktive Wahl der Profilposition.

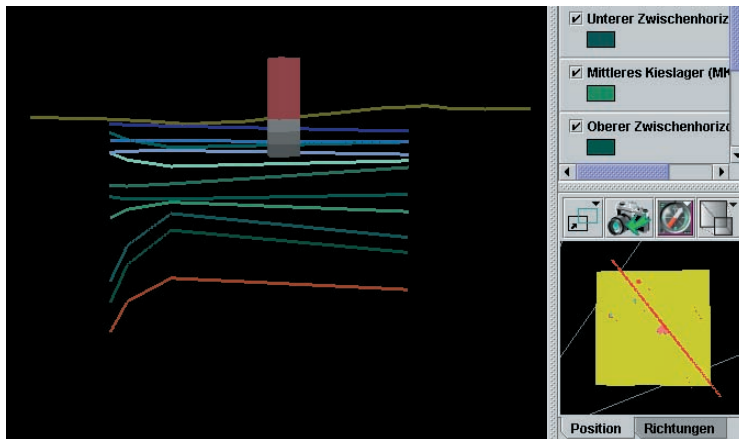


Abb. 15: Profildarstellung von GeoPro^{3D}

- Generierung von Querprofilen für Trassen-Objekte. Entlang des Verlaufs einer Trasse können im regelmäßigen Abstand, beginnend mit einem Trassenstützpunkt, Querprofile berechnet und visualisiert werden.

Beide Funktionen definieren die Lage des 2D-Profiles. An dieser Stelle wird für jede in der 3D-Szene dargestellte Schicht eine Profillinie berechnet. Die entsprechende Schicht wird aus der Szene ausgeblendet und die Profillinie wird eingeblendet. Objekte, die keine Schichtobjekte sind, aber auf der Profillinie liegen (also Gebäude, Trassen oder Bohrlöcher), bleiben in der Profilsicht erhalten. Die Position des erstellten Profils wird zusätzlich im Übersichtsfenster als rote Markierungslinie angezeigt. Abb.15 zeigt ein fertig berechnetes 2D-Profil.

5 Fazit

Mit Hilfe von GeoPro^{3D}, einer fachlich speziellen 3D-Anwendung im Umwelt-Informationssystem Baden-Württemberg zur Analyse der Grundwassersituation in Baustellenbereichen, wurden die Grundlagen für die Entwicklung weiterer 3D-Anwendungen geschaffen. Die Basis für solche Anwendungen ist der 3D-Service, welcher grundsätzliche Funktionen für die Erstellung von 3D-GIS-Visualisierungen enthält.

Ergänzt wird der 3D-Service durch den Height-Service, der die häufig benötigte Integration von digitalen Geländemodellen in die Anwendung ermöglicht.

6 Literatur

- BILL, R., 1999: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. – Bd. 1, Herbert Wichmann Verlag, Heideberg.
- HILBRING, D., 2002: 3D-Grundwasseranalyse von Bauvorhaben mittels GeoPro 3D. – In: PILLMANN, W. & TOCHTERMANN, K. (Eds.): Environmental Communication in the Information Society. – Proceedings of the 16th International Conference Informatics for Environmental Protection; IGU/ISEP Internationale Gesellschaft für Umweltschutz, Vienna, Austria, Bd. 2: 94–101.
- HOFMANN, C., HILBRING, D., VESZELKA, Zs. & WIESEL, J., 2000: GISterm – Weiterentwicklung des flexiblen Frameworks zur Analyse und Visualisierung von raumbezogenen Daten in Projekt AJA. – In: MAYER-FÖLL, R., KEITEL, A. & JAESCHKE, A. (Hrsg.): Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung, Phase I 2000. – Wissenschaftliche Berichte FZKA 6565: 147–169, Forschungszentrum Karlsruhe.
- HOFMANN, C., OTTERSTÄTTER, A., BRIESEN, M., HOWIND, N., LUKACS, G. & SIEROUX, S., 2002: disy Cadenza – Weiterentwicklung der technischen Plattform für UIS-Berichts- und Auswertesysteme bei Bund und Ländern in Projekt AJA. – In: MAYER-FÖLL, R., KEITEL, A. & GEI-

- GER, W. (Hrsg.): Anwendung JAVA-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung, Phase III 2002. – Wissenschaftliche Berichte FZKA 6777: 57–79, Forschungszentrum Karlsruhe.
- SCHMID, H., SCHMIEDER, M., SCHREIBER, U. & USLÄNDER, T., 2000: Weiterentwicklung der Entwicklungsumgebung WAABIS am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser in Projekt AJA. – In: MAYER-FÖLL, R., KEITEL, A., JAESCHKE, A. (Hrsg.): Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung, Phase I 2000. – Wissenschaftliche Berichte FZKA 6565: 85–107, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Sun Microsystems, 2003 [1]: Java 3D API – Java 3D, [http://java.sun.com/products/java-media/3D/Sun Microsystems](http://java.sun.com/products/java-media/3D/Sun%20Microsystems), 2003 [2]: The Java 3D API Collateral – Java 3D Tutorial updated, Chapter 4, <http://java.sun.com/products/java-media/3D/collateral>
- UIS, 2003: Das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg – Moderne Informationstechnik im Dienste der Umwelt, <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lf/uis/info>
- Anschrift der Autoren:
- Dipl.-Ing. DÉSIRÉE HILBRING
e-mail: hilbring@ipf.uni-karlsruhe.de
Tel.: 0721–608 36 76
- Dr.-Ing. JOACHIM WIESEL
e-mail: wiesel@ipf.uni-karlsruhe.de
beide: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Universität Karlsruhe
Englerstraße 7, D-76128 Karlsruhe
<http://www.ipf.uni-karlsruhe.de>
- Dipl.-Ing. BURKHARD SCHNEIDER
e-mail: Burkhard.Schneider@lfuka.lfu.bwl.de;
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Bannwaldallee 24, D-76157 Karlsruhe
<http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de>
- Manuskript eingereicht: Juli 2003
Angenommen: August 2003

Berichte

2nd GRSS/ISPRS Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas

am 22./23 Mai 2003 in Berlin

After the huge success of the 1st IEEE/ISPRS Joint Workshop on „Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas“ (URBAN2001), held in Rome in November 2001, it was straightforward to keep talking about urban remote sensing and proposing a follow-up for that workshop. The importance of such an event comes from the jointly sponsorship by ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) and IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), through GRSS (Geoscience and Remote Sensing Society). And in May 2003, after a slight change in the long title but with the already familiar nickname of URBAN2003, the second workshop provided us as usual with an overwhelming quantity of good papers, new ideas, contacts and discussions.

The workshop 2003 was hosted by the Photogrammetry and Cartography Department of the Technical University of Berlin. The site of the conference, close to the »Unter den Linden« boulevard and the most important places of the recent history of the capital city of Germany made us not forget the wide changes that the city of Berlin experienced in the last years, after the break of the Wall and the reunification.

The workshop was dedicated to present recent advances in the topic of urban remote sensing and data fusion issues. In particular, we considered the organization of special sessions on new sensors, especially very high resolution satellite, and the results of the evaluation of different panchromatic/multispectral fusion algorithms for the future French high resolution constellation. Sadly, a third session, a poster session dedicated to the early results of the Envisat satellite for urban remote sensing, was cancelled due

to problems in data delivery in the first commissioning phase of this satellite.

The workshop was organized in a two days track, without any parallel session, with two poster sessions allowing an extensive interaction among participants. More than 110 researchers attended it, from more than 20 different countries, traveling to Berlin from all over the world.

The submitted abstracts were more than 90. Among them the Technical Committee faced the hard task of choosing the 30 oral papers to be presented in the seven sessions. The total number of papers printed in the conference proceedings (available through the IEEE press service) is 65, for a total of more than 300 pages.

The workshop was scientifically co-sponsored by many scientific institutions: IEEE, ISPRS, the German Society for Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation (DGPF), the European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL) and the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). Moreover, it was financially sponsored by international institutions, like the European Space Agency (ESA), and industrial companies, whose work or tools are recognized in the urban remote sensing area. We thank therefore Eurimage, PCI Geomatics, Geosystems, FPK and Pietruska.

The final program consisted of one plenary, 7 oral and 2 interactive sessions. The oral sessions were dedicated to

1. New observation capabilities for urban areas
2. Potential of multispectral/hyperspectral data for urban application
3. SAR data in urban areas
4. Building extraction and characterization
5. Data fusion over urban areas
6. Urban modeling and reconstruction
7. Road network extraction in urban areas

This organization of the topics reflects the need for urban area characterization at dif-

ferent scales, and exploiting different sensors. In particular, the workshop showed that there is a remarkable interest in using complex and Interferometric SAR data for different urban applications, from mapping to building extraction to subsidence monitoring. Though all the problems coming from its side-looking nature, radar deserves some more attention for its potentials in this area, especially considering the availability in the near future of high resolution data coming from TerraSAR-X or Cosmo/Sky-Med low orbit satellites. This calls also for advanced SAR simulator suited for urban areas, and systematic evaluation of the best geometrical (position, look angle) and electromagnetic (frequency, bandwidth, polarization) configuration for the radar system.

A second, extremely interesting topic is related to the fusion of panchromatic and multispectral data from satellite sensors, with the aim to provide as much as possible „the best of the two world“, i. e. high resolution multispectral data. The need for such a tool for urban area characterization is of course very urgent, and current methods are now passing from the theoretical to the implementation stage.

Finally, we have to stress the increasing importance of interpretation techniques well suited for very high resolution data, which means techniques very similar to those already in use for aerial images, but with the advantages of reduced revisit time (so, better monitoring capabilities) and more bands (better land cover discrimination). Still, it is questionable at this moment if we will be able to reduce problems in coregistration and vertical and horizontal accuracy, and this will be one of the open questions in the future, mainly requiring data fusion issues at a feature level for a better overall result.

So far, the future of the workshop seems bright, as well as strong is the support that the scientific community is dedicating to it. The interest for urban remote sensing has been increasing in these years, and this also thanks to the efforts of those that made possible the realization of our workshop. Therefore, thanks should be given not only to

our sponsors, but also to our organizing local committee, headed by HARTMUT LEHMANN, and especially to MARION DENNERT. The workshop dinner especially deserves a comment, since it was excellent, but it provided also one more possibility to exchange ideas and experiences for future works.

URBAN2003 was another success, and we think that its legacy should not be lost. We will surely have an event in 2005, since the biennial temporal schedule allows sufficiently quick sampling of new techniques and sensors for urban remote sensing and data fusion. Moreover, as we had in the first workshop, there is a special issue associated with the event. So, please consider the call for the International Journal of Information Fusion on „Fusion of urban remotely sensed features“, available on urban2003 web site, at http://tlc.unipv.it/urban_2003/. The deadline is September 30th, 2003: you should not miss it.

PAOLO GAMBA
Technical Chair, URBAN2003
e-mail: paolo.gamba@unipv.it

GiN

Kompetenzzentrum für
Geoinformatik in Niedersachsen

1. GiN-Forum „GIS in der Kommune“

am 19.06. 2003 in Hannover

Unter dem Leitthema „GIS in der Kommune“ fand die erste Veranstaltung des Kompetenzzentrums für Geoinformatik in Niedersachsen (GiN) mit der Unterstützung der Firma ESRI statt. Der Einladung in die niedersächsische Hauptstadt Hannover waren 123 Teilnehmer gefolgt. Diesen wurde eine interessante Zusammenstellung von acht Vorträgen zum Leitthema präsentiert. Ferner konnten man sich in den Pausen intensiv bei einigen GIS-Anbietern über den neusten Stand der Entwicklungen informieren.

Die Veranstaltung wurde eröffnet mit der Begrüßung von Dr. HANS SCHRÖDER vom

Ministerium für Wissenschaft und Kultur. Er betonte die hohen Erwartungen, die man mit der Gründung des GiN in Niedersachsen verknüpfe. Weiterhin stellte er fest, dass für die Folgejahre die finanzielle Unterstützung gesichert sei und das diese zum überwiegenden Teil von der Privatwirtschaft bereitgestellt würden.

Es folgte ein kurzes Grußwort von Prof. NORBERT DE LANGE von der Universität Osnabrück, in der Funktion als Mitglied der GiN-Lenkungsgruppe.

Anschließend stellte Dr. MATTHIAS MÖLLER, Geschäftsführer der GiN, die *Ziele und Arbeitsbereiche des Kompetenzzentrums* vor. Das breit gefächerte Aufgabenfeld soll von Beratung für Verwaltung und private Firmen bis zu einer engen Kooperation mit kommerziellen GiN-Partnern im Sinne des ‚Public Private Partnerships‘ reichen.

Der einleitende Vortrag von DIETER PASTERNAK vom Niedersächsischem Landkreistag vermittelte eine sehr differenzierten Einblick über den Stand vom *Einsatz geografischer Informationssysteme bei den niedersächsischen Landkreisen und der Region Hannover*. Eine Umfrage ergab, dass bereits 35 von 38 Einrichtungen ein GIS einsetzen.

Im zweiten Beitrag stellte DIRK OHDE von der Stadt Osnabrück unter dem Thema *Digitale Bauungsplanung bei der Stadt Osnabrück* Möglichkeiten zur Visualisierung im Intra- und Internet vor. Neben den Anforderungen an ein solches Auskunftssystem wurden auch die Komplexität sowie Lösungsansätze über moderne Applikationen erläutert. Ein besonderer Focus wurde auf die Implementierung von Sachdaten aus externen Datenbanken gelegt.

Anschließend stellte Herr CLAUSSING von der Firma ESRI unter dem Thema *Berücksichtigung kommunaler Belange bei der Weiterentwicklung von GI-Systemen aus der Sicht des Herstellers* neue Entwicklungstrends dar. Das kommunale GIS der Zukunft werde über eine zentrale Datenhaltung, Intranet-Technologien und umfangreiche Metainformationen verfügen. Außerdem sollte eine Vernetzung von nahezu allen kommunalen Informationen und Vorgängen ermöglicht werden.

Nach einer Mittagepause, die zu einem intensiven Informationsaustausch zwischen Referenten und Teilnehmern sowie zur Information an den verschiedenen Informationsständen genutzt wurde, referierte Prof. NORBERT DE LANGE von der Universität Osnabrück über die *‚Erfassung und den Aufbau von Grünflächen-Informationssystemen‘*. Er stellte eingehend die Ausgangssituation und Zielsetzung anhand des Beispiels der Stadt Osnabrück heraus. Ferner wurde die Vorgehensweise für einen erfolgreichen Aufbau von Grünflächeninformationssystemen skizziert.

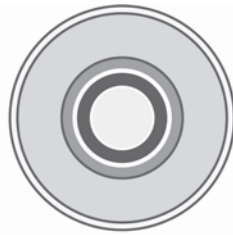
Prof. MANFRED WEISENSEE trug über die *‚Entwicklung eines Informationssystems für Spielplätze‘* vor. Nach einem kurzen Exkurs zu den rechtlichen Grundlagen wurden die daraus resultierenden Anforderungen aufgezeigt. Anhand eines Realisierungsbeispiels der Gemeinde Hude wurden Probleme beim Aufbau und der resultierenden Analyse klar erläutert.

Der letzte Vortrag an diesem Tag wurde von ANSGAR GREIWE vom Forschungszentrum für Geoinformatik und Fernerkundung über die *‚Digitale Verwaltung genehmigungspflichtiger Anlagen‘* gehalten. Nach der Darstellung von Erwartungen an eine GIS-Applikation wurden die Architektur, der Systemaufbau und der Realisierungsstand dieser Fachanwendung dargestellt.

Der abschließenden Zusammenfassung folgte eine Diskussion über einzelne Aspekte der Vorträge.

Als Resümee kann festgehalten werden, dass das qualitativ hochwertige Tagungsprogramm für alle Teilnehmer Anregungen beinhaltete. So muss den Organisatoren für diese gelungene Veranstaltung ein großes Lob ausgesprochen werden.

DIRK OHDE
Stadt Osnabrück, Fachbereich Städtebau
Fachdienst Geodaten
GIS-Koordination der Stadt Osnabrück
Tel.: 0541-323 4257, Fax: 0541-323 15 4257
e-mail: ohde@osnabrueck.de



RUNDER TISCH GIS e.V.

Expertenrunde Runder Tisch GIS e.V. am 22. Juli 2003 an der Universität der Bundeswehr München

Vor einem Auditorium von ca. 90 Teilnehmern aus den Bereichen Software-Entwicklung, GIS-Dienstleistung, Tourismus, Kommunen, Behörden und Hochschulen standen in der diesjährigen Expertenrunde, unter der Leitung von Prof. M. SCHILCHER, neben der Präsentation des Projektstands des Runden Tisch GIS e.V. folgende zwei Themenschwerpunkte im Mittelpunkt: „Das Geschäft mit Geodaten“ und „GIS im Tourismus“.

Der Stand der ersten Projektphase, der Testplattform zur Pilotisierung „Real Estate“ auf der Basis von OpenGIS Web Services, wurde von Prof. TEEGE präsentiert. Für Interessierte wurde in einer Live-Demo der Bereich interoperable Datenpräsentation von verteilten Testservern unterschiedlicher Hersteller und verschiedener Testdaten auf der Basis von OpenGIS Web Services vorgeführt. Als eigene gesteckte Aufgabe gilt es nun, die geplante Anwendung „Real Estate“ zur Bewertung von Immobilien hierauf aufzusetzen. Für die Weiterentwicklung stehen dabei als Projektziele die praktische Anwendbarkeit und Anregungen zur Nutzung der Technologie im deutschen Raum im Mittelpunkt sowie Zugriffsschutz und Abrechnungsmechanismen als Voraussetzung für einen kommerziellen Einsatz.

Zum ersten Themenschwerpunkt *Das Geschäft mit Geodaten* erläuterte Herr FORNEFELD von der Fa. MICUS Management Consulting GmbH Analyseergebnisse einer vom Bundesministerium für Wirtschaft und

Arbeit in Auftrag gegebenen Studie und Geschäftsmodelle von Dienstleistungsstrukturen am Geoinformationsmarkt. Er wies auf ein unerschlossenes Marktpotential in Deutschland von 6 Mrd. € hin, während derzeit gerade 20 Mio. € am Verkauf von Geobasisdaten in Deutschland umgesetzt werden. Als Hemmnisse wurden u.a. Barrieren beim rechtlichen Zugang zu den Daten und fehlende Lösungs-orientierte Anwendungen am Markt genannt. Zur Erschließung des Geoinformationsmarktes werden 330 000 potentielle Kunden auf kommunaler Ebene gesehen, die im Zusammenspiel von Daten-Provider, Technik- und Business-Partnern betreut werden können. Zur Erlangung einer höheren Wertschöpfung wären eine Entkopplung des Geodatenmarktes vom IT-Markt notwendig, der Aufbau kommunaler Provider voranzutreiben, Zielgruppen auszuwählen und Geschäftsmodelle nach dem win-win-Prinzip zu entwickeln.

Als Vertreter eines privaten Datenanbieters zeigte Herr HARTZ von der Fa. Tele Atlas Deutschland GmbH den Produktionsprozess zur Erfassung einer Datenbasis. Die Vertriebsstrategie ist hierbei, Partner in die Lage zu versetzen, maßgeschneiderte Produkte für ihr Marktsegment zu produzieren. Aus der Firmensicht steigen zunehmend die Erwartungen der Anwender in Bezug auf Inhalte, Zugriffsschnelligkeit, Sicherheit und Überschaubarkeit. Neben den klassischen Routing-Anwendungen werden online generierte, dynamische Karten und multimediale Touristenführer als zukunftsorientierte Anwendungen und Dienste insbesondere über mobile Endgeräte gesehen.

In Ergänzung zum privaten Datenanbieter stellte Herr BAUER vom Bayerischen Staatsministerium der Finanzen die Erfahrungen der Vermessungsverwaltung beim Vertrieb amtlicher Geobasisdaten vor. Hier bilden Endkunden, Wiederverkäufer und Provider Zielgruppen, die bedient werden sollen. Provider und Wiederverkäufer haben die Möglichkeit, Daten unverändert als Grossist oder durch weitere Datenbestände veredelt als Value added reseller weiterzugeben. Der Aufbau einer Geodateninfrastruktur durch Bund und Länder wird das Um-

feld für die Teilnehmer am Geodatenmarkt verbessern. Erfahrungen haben gezeigt, dass eine neutrale Beratung in Bezug auf Geobasisdaten und GIS von Nutzern gefordert wird. Dabei ist eine marktgerechte und Wert-bezogene Entgeltspolitik wichtig.

In der Diskussion wurden Rasterdaten für viele Geschäftsmodelle als ausreichend eingestuft. Der Bezug von Daten im Bereich von mehreren Gigabyte ist nicht mehr zu erwarten. Der Massenkundenmarkt fehlt. Derzeit ist der Vertrieb Unternehmens-orientiert. Neue Zielgruppen müssen mobilisiert werden. Es wurde eine Angebotstransparenz über die bestehenden Daten angemahnt. Um den Markt zu beleben, sollten kostengünstige Daten und Dienste als Lockangebote zur Verfügung gestellt werden. Ein verbessertes Marketing ist erforderlich. Der Vertrieb kann durch bestehende, lokale Vertriebsstrukturen erfolgen. Eine bundesweite Zertifizierung von Geodaten wird für nicht erforderlich erachtet. Zukünftig wird eine stärkere Symbiose zwischen neuen Technologien und Anwendungen erwartet.

Im zweiten Block *GIS im Tourismus* wurde von Herrn WULFFIUS von der Fa. GEVAS Software Systementwicklung und Verkehrsinformatik GmbH am Beispiel eines Forschungsprojekts Basistechnologien für „GIS-basierte Internet-Plattformen im ländlichen Raum für die Zielregion Inn-Viertel“ vorgestellt, das zur Förderung der Standort- und Regionalentwicklung sowie zur kommunalen Wirtschaftsförderung beitragen soll. Am Anfang stand auch hier die Datenerfassung, insbesondere die von Punkten besonderer Bedeutung. Ziel ist es, Objekte aller Raumbezugsebenen optimal darzustellen – bis hin zur 3D-Darstellung. Es wird erhofft, dass es als Basissystem der Verkehrsinformationsagentur Bayern ausgewählt wird.

Aus dem Bereich Berchtesgadener Land präsentierte Herr D'OLEIRE-OLTMANN von der Fa. Zukunft Biosphäre GmbH die Informationsplattform info-bgl.de und seine Erfahrungen mit dem Vertrieb und der Vermarktung. Mit dem Portal soll ein Mehrwert sowohl für den Gast als auch für örtliche Betriebe und die Region erzeugt wer-

den. Die Vermarktungsidee ist der freie Zugang für Jedermann und die Finanzierung der Erfassungskosten durch die Betriebe. Der weitere Vermarktungserfolg wird in der Bereitstellung von Zusatzdiensten gesehen. Andererseits wird die Gefahr erkannt, den Erfolg durch eine erhöhte Informationstiefe zu erschweren.

Ein aus der High-Tech-Offensive gefördertes Forschungsprojekt wurde von Herrn NEUMEIER von der TU München vorgestellt. Hier wird ein touristisches Web-GIS für sechs Bayerwald-Landkreise aufgebaut mit dem Ziel, den regionalen Fremdenverkehr zu unterstützen und die Entwicklung des ländlichen Raumes „Nationalpark Bayerischer Wald“ zu fördern. Die Konzeption beruht auf einer Integration eines Informationssystems und eines Reservierungs- und Buchungssystems. Dabei wird das Netzwerk zwischen Landkreis, Gemeinden, Tourismuszentrale und Nationalpark Bayerischer Wald genutzt. Es enthält als Datenquellen, neben touristischen Informationen, sowohl amtliche Geobasisdaten als auch kostenlose SPOT-Daten.

In der abschließenden Diskussion zeigte sich, dass derzeit die Mehrheit der Buchenden über 50 Jahre alt ist, von denen nur wenige über einen eigenen Internetzugang verfügen (bundesweit sind es 40% aller deutschen Haushalte). Dennoch besteht ein großes Interesse seitens der Betreiber, die Erlebnismöglichkeiten der Regionen zu zeigen. Die Web-GIS werden herkömmliche Prospekte nicht ersetzen. Schwierig bleibt die Finanzierung. Die Zukunft scheint in mobilen Geräten zu liegen und sich hin zu virtuellen Erlebniswelten zu bewegen.

ROBERT ROSCHLAUB, München
Bayerisches Landesvermessungsamt
Alexandrastraße 4, 80538 München
e-mail: Robert.Roschlaub@blva.bayern.de

Persönliches

GILBERT HOBROUGH verstorben

Erst kürzlich wurde bekannt, dass Herr GILBERT HOBROUGH am 30. 1. 2002 im Alter von 83 Jahren verstorben ist.

HOBROUGH wurde am Kongress der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie (und Fernerkundung) in Hamburg im Jahre 1980 der Brock-Preis für die bahnbrechende Entwicklung eines Bildkorrelators für photogrammetrische Auswertungen verliehen. Diese Entwicklung stellte er 1957 bei der Photographic Survey Corporation in Toronto als Zusatz zu einem Kelsh-Plotter vor.*

1960 modifizierte er das Korrelatorprinzip in Kooperation mit Raytheon-Autometric zum Wild B8 Stereomat. Das Gerät wurde später bei der NASA zur Messung digitaler Höhenmodelle im Apollo-Programm benutzt. Ab 1961 arbeitete er bei Itek in Los Angeles am ARES-Bildkorrelator, der es erlaubte, militärische Aufnahmen von hoch auflösenden Erkundungsmissionen automatisch auf Orthophotos zu entzerren.

1968 gründete er seine eigene Firma in Vancouver, in der er den *Gestalt Orthophoto Mapper*, ein Bildkorrelationssystem zur Erzeugung von digitalen Höhenmodellen und Orthophotos baute. Dieses Gerätesystem führte nicht nur in Kanada, sondern

auch in Kolumbien und Algerien zu praktischem Einsatz.

1977/78 kam er an das seinerzeitige Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen der Universität Hannover, um dort den „Rastar“-Korrelator als Zusatz zum OMI-Analytical Plotter 3 zu bauen. In Hannover war damals auch UKI HELAVA über ein Humboldt-Stipendium am Institut. So ergab sich dort ein fruchtbarer Gedankenaustausch. Wenn die Firma Carl Zeiss es damals auch nicht für opportun hielt, den Rastar-Korrelator in Serie zu produzieren, so floss doch viel von dem entwickelten Gedankengut in Nachfolgeprojekte der digitalen Bildzuordnung im amerikanischen und deutschen Raum ein.

HOBROUGH arbeitete nach seiner Rückkehr nach Kanada gemeinsam mit seinem Sohn Ted an Projekten der industriellen Robotik, was heute als „maschinelles Sehen“ bezeichnet wird.

Im Jahre 1987 trat er in den Ruhestand, doch beschäftigte er sich mit Fragen der Lichtgeschwindigkeit im Kosmos.

HOBROUGH war ein genialer Denker und Bastler. Jeder, der ihn kennen lernen durfte, wird ihn in guter Erinnerung behalten.

GOTTFRIED KONECNY, Hannover

* Dieser erste „Stereomat“ war in der Lage, ein Bildpaar automatisch gegenseitig zu orientieren und Höhenschichtlinien zu generieren.

Analytisches Auswertegerät Leica SD 2000 zu verkaufen

Pro 600 Version 4.3; Orima S 16 Bit Version 2.01.; 32 Bit Version 2.70; LMT Version 2.5.1 incl. Steuerungs- und CAD-Rechner, 21" Monitor EIZO, 14" Monitor für Steuerrechner; Polytel Eingabetastatur. Regelmäßige Wartung durch die Fa. Leica (Herr Lämmer).

Preis: VB

Bei Interesse bitte melden unter: blmfreiburg@t-online.de oder Tel. 0761/382021 (Herr Mey)

Hochschulnachrichten

Technische Universität München

Dipl.-Ing. **ALBERT BAUMGARTNER** wurde am 4. Februar 2003 an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität München mit der Dissertation „*Automatische Extraktion von Straßen aus digitalen Luftbildern*“ zum Dr.-Ing. promoviert.

Gutachter waren Univ.-Prof. Dr.-Ing. HEINRICH EBNER (München) und Univ.-Prof. Dr.-Ing. HELMUT MAYER (München). Die Dissertation ist erschienen bei der Deutschen Geodätischen Kommission, Reihe C, Nr. 564, ISSN 0065-5325, ISBN 3 7696 5003 4.

Zusammenfassung: Diese Arbeit stellt einen Ansatz zur Extraktion von Straßen aus digitalen Luftbildern vor. Sie konzentriert sich auf eine vollständige Automatisierung der Extraktion und verwendet dafür ein explizit beschriebenes Objektmodell. Die Besonderheiten dieser Arbeit im Vergleich zu anderen Ansätzen sind die Nutzung des Maßstabsraumverhaltens von Straßen und der Gebrauch von Kontextinformation mittels globaler Kontextregionen und lokaler Beziehungen zwischen Straßen und anderen Objekten. Sie beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Straßenextraktion in offenen, ländlichen Gebieten. Als Eingabedaten für die automatische Extraktion dienen panchromatische Luftbilder mit einer Bodenpixelgröße von circa 0.2 bis 0.5 Metern.

Der entwickelte Ansatz verwendet verschiedene Auflösungsstufen des Luftbildes. Die Straßen werden als Netz modelliert, das aus Kreuzungen und aus Verbindungen zwischen diesen Kreuzungen besteht. Für verschiedene so genannte *globale Kontexte*, d. h. offene Landschaft, Wald und Siedlung, werden *lokale Kontexte*, d. h. Relationen zwischen Hintergrundobjekten und Straßenobjekten definiert. Ein lokaler Kontext beschreibt z. B. den Schattenwurf eines Gebäudes auf einen Straßenabschnitt. Die lokalen Kontexte werden in Abhängigkeit von

den verschiedenen globalen Kontexten unterschiedlich modelliert. Eine automatische Unterteilung des Luftbildes auf Grundlage von Texturklassifikation in globale Kontexte dient dazu, die Extraktion auf die Erfolg versprechendsten Regionen zu fokussieren und ermöglicht Aussagen darüber, in welchen Bereichen des Luftbildes das Ergebnis am zuverlässigsten sein wird. Für die Straßenextraktion werden Kanten im ursprünglichen Bild hoher Auflösung (Bodenpixelgröße 0.2 m bis 0.5 m) und Linien in einem auflösungsreduzierten Bild (Bodenpixelgröße 2 m bis 4 m) extrahiert. Unter Verwendung beider Auflösungsstufen und expliziten Wissens über Straßen werden Hypothesen für Straßenabschnitte generiert. Anschließend werden diese Hypothesen in einem iterativen Verfahren zu langen Verbindungen gruppiert. Zum Schließen von Lücken werden neben reinen Gruppierungskriterien auch so genannte *Ribbon-Snakes* und Wissen über den lokalen Kontext genutzt. Die Vernetzung der Straßen erfolgt durch die Extraktion von Kreuzungen. Die dargestellten Beispiele und die Ergebnisse einer Evaluierung auf Grundlage manuell erfasster Referenzdaten zeigen die Leistungsfähigkeit des Verfahrens.

Dipl.-Ing. **FRANZ KURZ** wurde am 7. Mai 2003 an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität München mit der Dissertation „*Schätzung von Vegetationsparametern aus multispektralen Fernerkundungsdaten*“ zum Dr.-Ing. promoviert.

Gutachter der Promotion waren Univ.-Prof. Dr.-Ing. HEINRICH EBNER (München), Univ.-Prof. Dr.-Ing. OLAF HELLWICH (Berlin) und Univ.-Prof. Dr. rer. nat. RUPERT LASSER (München).

Zusammenfassung: Mit der Schätzung von Vegetationsparametern aus multispektralen Fernerkundungsdaten leistet diese Dissertation einen Beitrag zur Beschaffung genauer

und flächendeckender Daten über den aktuellen Pflanzenstatus und über die Eigenschaften des Bodens. Diese Information spielt in der Landwirtschaft und insbesondere in der Teilschlagbewirtschaftung (*precision farming*) eine wichtige Rolle. Von besonderem Interesse sind hierbei die Schwankungen der Vegetationsparameter innerhalb einzelner Felder. Aus diesen Schwankungen können Informationen über Bodenheterogenitäten abgeleitet werden, die in der Teilschlagbewirtschaftung eine wichtige Rolle spielen.

In diesem Zusammenhang wurde ein Verfahren zur Schätzung von Vegetationsparametern unter Verwendung von physikalischen Strahlungstransfer-Modellen entwickelt, das den erforderlichen Aufwand an Bodenmessungen (*ground truth*) erheblich reduziert. Bei diesem Verfahren werden verschiedene physikalische Strahlungstransfer-Modelle mit einem linearen empirischen Modell kombiniert und mittels numerischer Optimierungsverfahren invertiert. Bodenmessungen von Vegetationsparametern an einzelnen Punkten im Feld werden für eine lineare empirische Anpassung der Sensorgrauwerte (= *empirische Modellkalibrierung*) verwendet und dienen zur Elimination von Fehlern in den physikalischen Modellen.

Dieses Verfahren wurde über einen Zeitraum von zwei Jahren exemplarisch an verschiedenen Winterweizenfeldern getestet, die mit einem flugzeuggetragenen *Daedalus ATM* Multispektralscanner aufgenommen wurden. Die Resultate verschiedener Modellinversionen mit synthetischen und realen Datensätzen zeigen, dass bei den getesteten Konfigurationen vier Vegetationsparameter, der Blattflächenindex, der Chlorophyllgehalt, die spezifische Trockenmasse und der spezifische Wassergehalt zuverlässig schätzbar sind.

Die Stärke dieses Verfahrens liegt in der umfassenden robusten Modellierung, die es erlaubt, mehrere Vegetationsparameter mit einem Minimum an erforderlichen Bodenmessungen zuverlässig zu schätzen. Das erzielte Genauigkeitsniveau der Schätzergebnisse erreicht dabei das Niveau der Bodenmessungen.

Die Arbeit wird bei der Deutschen Geodätischen Kommission, Reihe C, erscheinen.

Dipl.-Ing. **MARKUS ULRICH** wurde am 26. Juni 2003 an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität München mit der Dissertation "*Hierarchical Real-Time Recognition of Compound Objects in Images*" zum Dr.-Ing. promoviert.

Gutachter waren Univ.-Prof. Dr.-Ing. HEINRICH EBNER (München) und Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. THOMAS ALEXANDER WUNDERLICH (München).

Zusammenfassung: Objekte automatisch und in Echtzeit in Bildern zu erkennen und zu lokalisieren, ist eine der anspruchsvollsten Aufgaben der Bildanalyse. Diese Arbeit zeigt, dass die Photogrammetrie auf diesem für die Automatisierung der industriellen Qualitätskontrolle bedeutenden Gebiet einen wichtigen Beitrag leisten kann.

In dieser Arbeit wird ein neues Verfahren vorgestellt, mit dem zusammengesetzte 2D Objekte in Bildern unter Echtzeit-Anforderungen erkannt und lokalisiert werden können. Ein zusammengesetztes Objekt besteht aus mehreren starren Einzelteilen, die sich relativ zueinander in beliebiger Art bewegen können. Ein wesentliches Anliegen der Arbeit ist es, einen hohen Automatisierungsgrad zu erzielen. Aus diesem Grund wird eine Methode entwickelt, die es erlaubt, ein hierarchisches Modell des Objektes anhand weniger Beispielbilder automatisch zu trainieren und aufzubauen. In der anschließenden Online-Phase kann das Modell dazu genutzt werden, alle Instanzen des Objektes in einem Bild in Echtzeit wiederzufinden.

Das dem Verfahren zugrunde liegende Prinzip basiert auf der bestmöglichen Verringerung des Suchaufwandes und dient somit dem Ziel, die Berechnungszeit während der Erkennungsphase zu minimieren. Die Umsetzung dieses Zieles wird durch die Einschränkung der Suche entsprechend der relativen Bewegungen der Objektteile erreicht. Dies führt zu der Verwendung eines hierarchischen Modells: Lediglich das Objektteil,

das an der Spitze der Hierarchie steht, wird innerhalb des gesamten Suchraumes gesucht. Die verbleibenden Objektteile werden hingegen innerhalb eingeschränkter Suchräume relativ zueinander unter Verwendung eines rekursiven Verfahrens gesucht. Durch den Einsatz des hierarchischen Modells kann Vorwissen über die räumlichen Beziehungen, d. h. die relativen Bewegungen, zwischen den Objektteilen bereits in einer sehr frühen Phase der Erkennung genutzt werden. Dadurch wird der Rechenaufwand entscheidend reduziert. Ein weiterer großer Vorteil des hierarchischen Modells ist die inhärente Bestimmung der Zuordnung: Durch die eingeschränkten Suchräume werden Probleme, die durch auftretende Mehrdeutigkeiten (z. B. bei ähnlichen oder symmetrischen Objektteilen oder bei mehreren Objektinstanzen im Bild) hervorgerufen werden würden, vermieden. Eine komplizierte und rechenintensive Lösung des Zuordnungs-Problems während der Erkennungsphase erübrigt sich somit. Des Weiteren ist das vorgestellte Verfahren nicht auf eine bestimmte Objektart beschränkt, sondern ist nahezu auf beliebige Objekte anwendbar. Es zeichnet sich außerdem durch eine hohe Robustheit gegenüber Helligkeitsschwankungen, teilweisen Verdeckungen und Bildrauschen aus und ermöglicht es, das zusammengesetzte Objekt selbst unter projektiven Verzerrungen mit hoher Genauigkeit im Bild zu lokalisieren.

Auf Grund seiner Eigenschaften ist das entwickelte Verfahren für vielfältige industrielle Anwendungen geeignet, z. B. für OCR, Druckbildkontrolle, Vollständigkeitsprüfung oder Pick and Place. Es ist vorgesehen, das Verfahren in ein kommerzielles System zu integrieren.

Die Arbeit wird bei der Deutschen Geodätischen Kommission, Reihe C, erscheinen.

Technische Universität Wien

Dipl.-Ing. CAMILLO RESSL hat sein Doktoratstudium im Juni 2003 an der Fakultät für Technische Naturwissenschaften und Informatik der TU Wien mit der Dissertation

“*Geometry, Constraints and Computation of the Trifocal Tensor*“ zum Doktor der technischen Wissenschaften (Dr.techn.) abgeschlossen.

1. Begutachter: Prof. Dr.-Ing. WOLFGANG FÖRSTNER, Institut für Photogrammetrie, Universität Bonn.

1. Prüfer: O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. KARL KRAUS, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (E122), Technische Universität Wien.

2. Gutachter und 2. Prüfer: O.Univ.Prof. Mag.rer.nat. Dr.techn. HELMUT POTTMANN, Institut für Geometrie (E113), Technische Universität Wien

Kurzfassung:

Das Thema dieser Arbeit ist der Trifokal-Tensor, der die relative Orientierung (oder Epipolargeometrie) von drei unkalibrierten Bildern beschreibt. In diesem Sinne ist der Tensor eine Erweiterung der Fundamental-Matrix, welche die relative Orientierung von zwei unkalibrierten Bildern beschreibt. Der Trifokal-Tensor ist ein homogener Tensor der Stufe 3; dem gemäß kann er als $3 \times 3 \times 3$ Zahlenwürfel dargestellt werden. Aufgrund der folgenden Eigenschaften ist dieser Tensor von besonderem Interesse:

* Der Trifokal-Tensor kann in linearer Weise aus gegebenen Punkt- und Linienkorrespondenzen in drei Bildern bestimmt werden; letztere sind für die Bestimmung der Fundamental-Matrix nicht verwendbar. Aus diesem Grund stellt der Trifokal-Tensor ein Werkzeug für die Bestimmung der relativen Orientierung von drei Bildern dar, für das keine Näherungswerte benötigt werden. Diese so gefundene Orientierung kann dann als Startwert für eine anschließende Bündelblockausgleichung verwendet werden. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit, auf eine gefährliche Konfiguration zu treffen, die keine eindeutige Bestimmung des Tensors erlaubt, wesentlich geringer als für zwei Bilder und ihre Fundamental-Matrix. Die einzige praktisch relevante gefährliche Situation entsteht nur dann, wenn alle korrespondierenden Bildpunkte und -linien von einer gemeinsamen Ebene stammen.

Nachdem der Trifokal-Tensor bestimmt wurde, können die Basisvektoren und Rotationsmatrizen der relativen Orientierung der drei Bilder einfach extrahiert werden – wenn die innere Orientierung bekannt ist. Ist diese unbekannt, aber identisch für alle drei Bilder, so kann diese gemeinsame innere Orientierung ebenfalls im Allgemeinen bestimmt werden.

Sind $n > 3$ Bilder gegeben, so werden mehrere unzusammen hängende Trifokal-Tensoren berechnet. Bevor alle n Bilder gemeinsam weiterverarbeitet werden können, müssen die einzelnen unzusammen hängenden Basisvektoren und Rotationsmatrizen in ein gemeinsames System transformiert werden.

* Die so genannten Transferbeziehungen, die sich aus dem Trifokal-Tensor ableiten lassen, können verwendet werden, um den Inhalt (Punkte und Geraden) von zwei Quellbildern in ein anderes Bild – das Zielbild – zu transferieren. Falls dieses Zielbild ein echtes Bild ist, können die transferierten Positionen verwendet werden, um ein Matching-Verfahren zu starten. Falls dieses Zielbild ein virtuelles Bild mit gegebener Orientierung darstellt, dann kann der Inhalt dieses neuen Bildes mit Hilfe der Transferrelationen Pixel für Pixel aus den beiden Quellbildern aufgebaut werden. Dieser Vorgang wird im Englischen als *novel view synthesis* oder *image formation* bezeichnet.

In dieser Arbeit wird der erste Punkt – die Berechnung des Trifokal-Tensors – näher behandelt.

Jedes Triple von korrespondierenden Punkten liefert 4 Gleichungen, die so genannten Trilinearitäten, welche linear in den 27 Tensorelementen sind. Jedes Tripel von korrespondierenden Geraden liefert 2 lineare Gleichungen. Demzufolge benötigt man mindestens 7 Punkte, 13 Geraden oder eine passende Kombination, um den Trifokal-Tensor direkt bestimmen zu können.

Mit dieser direkten linearen Lösung für den Trifokal-Tensor sind allerdings ein paar Nachteile verbunden. Der Trifokal-Tensor besteht zwar aus 27 Elementen, jedoch besitzt er nur 18 Freiheitsgrade. Aus diesem

Grund müssen die Tensorelemente 8 interne Bedingungen erfüllen, neben der Festlegung des Tensormaßstabes, um einen gültigen Trifokal-Tensor zu repräsentieren. Diese Bedingungen werden im Allgemeinen von der direkten linearen Lösung nicht erfüllt. Ein weiterer Nachteil ist, dass die direkte lineare Lösung nicht die Fehler in den originalen Bildbeobachtungen minimiert (die so genannten Residuen), sondern den so genannten algebraischen Fehler.

Diese Nachteile kann man beseitigen, wenn man einen gültigen Trifokal-Tensor über die Minimierung der Bildresiduen berechnet. Das so genannte Gauß-Helmert Modell stellt eine allgemeine Umgebung für derartige bedingte Ausgleichungsaufgaben dar. Die Berechnung eines gültigen Trifokal-Tensor im Gauß-Helmert Modell kann in zwei Arten realisiert werden: Indem der Trifokal-Tensor durch seine 27 Elemente repräsentiert wird und die 8 internen Bedingungen gemeinsam mit der Festlegung des Maßstabes zusätzlich ins Gauß-Helmert Modell aufgenommen werden; oder indem der Trifokal-Tensor durch eine andere alternative Parametrisierung, die genau 18 Freiheitsgrade hat, dargestellt wird.

Verschiedene Gruppen von Bedingungen und unterschiedliche Parametrisierungen wurden in der Vergangenheit publiziert, und die wichtigsten davon werden in dieser Arbeit zusammengefasst. Die meisten dieser Bedingungen und Parametrisierungen leiten sich aus den so genannten Tensorschnitten ab. Dabei handelt es sich um 3×3 Matrizen, die aus dem Tensor sozusagen herausgeschnitten werden können. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung werden diese Tensorschnitte in dieser Arbeit sehr genau untersucht. Mit ihrer Hilfe werden zwei neue Gruppen von Bedingungen, die auch eine einfache geometrische Interpretation erlauben, und eine neue alternative Parametrisierung für den Trifokal-Tensor hergeleitet.

Um nun einen gültigen Trifokal-Tensor im Gauß-Helmert Modell über die Minimierung der Bildresiduen berechnen zu können, ist es wichtig, eine konsistente Repräsentierung für den Tensor zu besitzen. Die von Hartley vorgeschlagene Parametrisierung

mit Hilfe der Projektionsmatrizen ist die einfachste Möglichkeit für solch eine konsistente Repräsentierung. Diese Parametrisierung ist anwendbar solange (i) nicht alle drei Projektionszentren zusammenfallen und (ii) das erste Projektionszentrum verschieden von den anderen beiden ist.

Wenn alle Korrespondenzen in den drei Bildern von einer gemeinsamen Ebene stammen, dann kann der Trifokal-Tensor nicht eindeutig bestimmt werden. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit die minimale Dicke der Objektpunkte untersucht, d. h. was ist die minimal notwendige Abweichung von einer gemeinsamen Ebene, sodass der Trifokal-Tensor immer noch erfolgreich berechnet werden kann? Diese Untersuchung wird empirisch anhand verschiedener Bildkonfigurationen und unterschiedlicher Punktzahl durchgeführt. In diesen Untersuchungen werden weiter die Unterschiede im berechneten Trifokal-Tensor behandelt, die entstehen, wenn die internen Bedingungen berücksichtigt werden oder nicht, und wenn algebraische Fehler oder Bildresiduen minimiert werden.

Die Erkenntnisse dieser empirischen Untersuchungen können wie folgt zusammengefasst werden: Für Bildkonfigurationen mit guter Geometrie, wie im Fall von konvergenten terrestrischen Aufnahmen oder im Fall von Luftbildern, stimmt die direkte lineare Lösung (algebraischer Fehler ohne Bedingungen) für den Tensor praktisch mit dem gültigen Tensor, der im Gauß-Helmert Modell (Bildresiduen mit Bedingungen) ge-

schätzt wird, überein. Für diese Konfigurationen mit guter Geometrie wurden auch erstaunlich geringe minimale Dicken bereits bei der Verwendung von 10 korrespondierenden Punkten gefunden. Nimmt die Anzahl der Punkte zu, so wird auch die minimale Dicke kleiner. Für die erwähnten Konfigurationen und 15 Punkttripel war die Berechnung des Tensors für eine minimale Dicke von etwa 1 % der Aufnahmeentfernung immer noch erfolgreich (Normalwinkel – Aufnahmen und angenommenes Bildrauschen von 1 Pixel).

Für Bildkonfigurationen mit schwacher Geometrie, wie im Fall von kollinearen Projektionszentren mit zusammenfallenden Blickrichtungen, ist eine deutlich größere Punkteanzahl notwendig und die direkte lineare Lösung versagt viel häufiger bei kleinen Objektdicken als die gültige Lösung übers Gauß-Helmert Modell.

Diese empirischen Untersuchungen führen uns zum Schluss, dass für Konfigurationen mit guter Geometrie die Minimierung der Bildresiduen und die Berücksichtigung der internen Bedingungen eigentlich nicht notwendig ist – besonders dann nicht, wenn man nur an Näherungswerten für eine anschließende Bündelblockausgleichung interessiert ist. Benötigt man jedoch ein allgemeines Werkzeug, das Näherungswerte für die Bildorientierungen liefert und keine Einschränkungen an die Bildkonfiguration setzt und auch bei schwächerer Geometrie funktioniert, so ist die Lösung übers Gauß-Helmert Modell zu realisieren.

Buchbesprechungen

HARTMUT ASCHE & CHRISTIAN HERRMANN, Hrsg. (2003): Web.Mapping 2. Telekartographie, Geovisualisierung und mobile Geodienste. Wichmann Verlag, Heidelberg, (www.huethig.de). VIII, 208 Seiten, kartoniert, ISBN 3-87907-388-0.

Aufgrund ihres Potenzials hinsichtlich hoher Aktualität sowie vereinfachter Verbreitung und Nutzung steigt die Nachfrage nach Web-basierten Karten immens an. Hiermit ergeben sich vielfältige neue Aufgaben für die Kartographie, die nicht nur moderne

Techniken, sondern auch ein verändertes Nutzerverhalten und neue Anwendungen zu berücksichtigen haben. Diese Herausforderungen werden im vorliegenden Buch „Web.Mapping 2“ behandelt, in dem ausgewählte und überarbeitete Beiträge von Symposien an der FH Karlsruhe in den Jahren 2000 und 2001 zusammengefasst worden sind. Der Band besteht aus 17 Artikeln, die in deutscher oder englischer Sprache abgefasst worden sind und deren Autoren aus sechs Nationen sowie in etwa gleichgewichtig aus Wissenschaft und Praxis stammen.

Inhaltlich erfolgt eine Gliederung in fünf thematische Schwerpunkte. Der erste Teil „Status und Perspektiven“ besitzt einen einflussreichen Charakter. PETERSON gibt einen historischen Abriss und beschreibt die entsprechenden Aktivitäten der International Cartographic Association. KRAAK gibt einen weiteren Überblick, der identisch mit der Website „Web Cartography“ zum Buch „Web Cartography: developments and prospects“ ist. ASCHE streicht den Mehrwert *Neuer Medien* für die Nutzung von Atlanten heraus und zeigt Forschungsfragen für die Kartographie auf. Schließlich gibt HARBECK einen Überblick über online-Angebote von Geobasisdaten.

Im Abschnitt „Methodik und Anwendung der Geovisualisierung“ verweist GARTNER darauf, dass klassische Visualisierungsmethodiken auch für das *Webmapping* Gültigkeit besitzen, zusätzliche Eigenschaften wie Interaktivität und Multimedia aber noch Beachtung finden müssen. RÄBER & JENNY zeigen Aspekte der kartographischen Gestaltung „guter“ Bildschirmkarten auf und bedauern das Fehlen von Autorenprogrammen. DÖLLNER beschreibt die theoretische Grundlage für das 3D-Kartensystem „Land Explorer“. Eine detaillierte Beschreibung vektorbasierter Formate und Standards sowie entsprechende Beispiele mit dem Schwerpunkt auf dem Scalable Vector Graphics (SVG)-Format geben NEUMANN & WINTER.

Im dritten Abschnitt „Innovative Projekte und Applikationen“ werden diverse Anwendungen skizziert: KRAAK demonstriert anhand der Aufbereitung einer historischen

Karte den Mehrwert Web-basierter Technologien. VAN DER VEEN & GIESBERS stellen den Nationalen Gesundheitsatlas der Niederlande sowie SVENSSON den Nationalen Atlas Schwedens vor. Schließlich konzentriert sich BECK auf die Verknüpfung von GIS und Virtual Reality und stellt ein kommerzielles System vor.

Der vierte Abschnitt „Mobile Computing“ geht an vielen Stellen schon über das Thema *Webmapping* hinaus: So gibt SINN einen Überblick über die aktuellen und künftigen mobilen Zugangs- und Netztechnologien. MALAKA stellt ein prototypisches System vor, das GIS und mobiles Internet für die Anwendung von Tourismus-Informationen zu verknüpfen versucht. Schließlich beschreiben BRACHT & WEIDEMANN einen Routenplaner für den Großraum Stuttgart, der auch über WAP-Handys benutzt werden kann.

Im letzten Teil „Webmapping-Praxis“ werden zwei Beiträge zu sonstigen Themen subsummiert: JOOS beschreibt die Aktivitäten der Special Interest Group innerhalb des OpenGIS Consortium zum *Webmapping*, und DAHINDEN et al. erklären die Arbeitsabläufe zur Erstellung von Internet-Karten auf Basis des SVG-Formats.

Die Vielfalt dieser Beiträge sowie die nicht eindeutige Zuordnung zu den thematischen Schwerpunkten zeigen deutlich das weite, interdisziplinäre und vernetzte Umfeld des *Webmapping* auf, in der sich die moderne Kartographie bewegt und wohl noch genau zu positionieren hat. In diesem Zusammenhang ist auch festzustellen, dass der vorliegende Band nicht nur das Thema *Webmapping* im engeren Sinn behandelt, sondern dem Leser weitaus mehr Aspekte offenbart. Anders herum wäre aber auch der Versuch einer noch allgemeineren Einführung und Abhandlung der grundlegenden Terminologie hilfreich gewesen.

Von der Form her weist der Band die gewohnte Qualität der Wichmann-Veröffentlichungen auf. In einigen Fällen hätte die Verwendung farbiger Abbildungen trotz erhöhter Kosten einen Mehrwert bedeuten können – gerade in einem Kartographie-Buch.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Band „Web.Mapping 2“

eine aktuelle und umfassende Momentaufnahme dieses Themenbereiches darstellt und somit das Ziel, eine „Stoffsammlung für alle, die sich praktisch, wissenschaftlich oder im Studium mit dem Thema *Webmapping* befassen“ (Zitat der Verlagsankündigung), bereitzustellen, hundertprozentig erfüllt. Insbesondere für fortgeschrittene Leser ist dieses Buch ohne Zweifel als ein aktuelles Standardwerk zu empfehlen.

JOCHEN SCHIEWE & ANSGAR GREIWE, Vechta

GÜNTER SEEBER, 2003: *Satellite Geodesy. Foundations, Methods, and Applications*. 2nd complete revised and extended edition. XX, 589 pages, 281 fig., 64 tables, cloth. Walter de Gruyter GmbH & Co.KG, Genthiner Str.13, 10785 Berlin, e-mail: wdg-info@degruyter.de ISBN 3-11-017549-5

Die Satellitengeodäsie, deren stürmische Entwicklung in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts begann, hat eine tief greifende Umgestaltung des disziplinären Theoriegebäudes der Geodäsie eingeleitet, die oft zu Recht als Revolution der Geodäsie bezeichnet wird. Sie hat der Geodäsie aber auch eine Menge neuer Anwendungsfelder erschlossen z. B. in der Geographie der Ozeanographie und in allen Einsatzgebieten der Navigation.

Das vorliegende Werk weist alle didaktischen Merkmale eines guten Lehrbuchs auf. Als solches reflektiert es auch die historische Entwicklung der Satellitengeodäsie, fasst aber dabei überholte Anwendungsgebiete, wie die fotografische Satellitenbeobachtung, genügend knapp zusammen. Der auf den vielfältigen Einsatzgebieten der Satellitengeodäsie arbeitende Praktiker findet in dem Buch ein ausführliches Nachschlagewerk. Die Seeber'sche Satellitengeodäsie kam in erster Auflage 1989 in deutscher Sprache und 1993 in englischer Sprache heraus. Die vorliegende wesentlich erweiterte zweite Auflage reflektiert den Entwicklungsstand und die Anwendungen bis Ende 2002.

In einer kurzen Einleitung (9 Seiten) werden der Gegenstand der Satellitengeodäsie, ihre historische Entwicklung und ihre Anwendungsfelder beschrieben. Der zweite Abschnitt behandelt auf 46 Seiten allgemeine Grundlagen (Referenzsysteme, Zeitsysteme und Fragen der Signalausbreitung) mit Angabe der entsprechenden aktuellen Daten. Auf 69 Seiten werden die grundlegenden Probleme der Satellitenbewegung abgehandelt (himmelsmechanische Grundlagen, Bahnstörungen, Bahnbestimmung mit analytischer und mit numerischer Integration).

Im 4. Abschnitt „Beobertungskonzepte und in der Geodäsie genutzte Satelliten“ (25 Seiten) wird ein kurzer Abriss über mögliche Messgrößen und Messverfahren sowie über geodätisch nutzbare Satelliten gegeben. Auf 17 Seiten wird die klassische fotografische Richtungsbestimmung kurz abgehandelt und auf ihre moderne Weiterentwicklung mit CCD-Technologie eingegangen. Ebenso werden Richtungsbestimmungen von Raumplattformen aus beschrieben (Star Tracker, HIPPARCOS). Das Doppler-Verfahren wird hauptsächlich am Beispiel des Navy Navigation Satellite System (NNSS) auf 26 Seiten dargestellt.

Der umfangreichste Abschnitt mit hoher Aktualität hat das Global Positioning System (GPS) zum Inhalt, das auf 190 Seiten umfassend behandelt wird (Grundlagen, GPS-Empfänger, Beobertungsgrößen und Datenbehandlung, Fehlerbudget und Korrekturen, differentielle GPS-Anwendung). Weiter wird auf die Planung und Durchführung von GPS-Beobertungen sowie auf mögliche Anwendungen und Anwendungsbeispiele eingegangen. Unter dem Sammelbegriff „Global Navigation Satellite System“ (GNSS) werden mit GLONASS und GALILEO weitere Systeme beschrieben. Erwähnung finden die mit der Organisation von GPS- und GNSS-Aktivitäten befassten internationalen Dienste, wie der International GPS Service (IGS).

Im Abschnitt Laserdistanzmessung (37 Seiten) wird auf die bisher gestarteten Satelliten mit Laserreflektoren, auf die Laserentfernungsmesser der drei Generationen und die vielfältigen Anwendungen eingegangen,

ebenso auf Lasermessungen zum Mond und Projekte mit Satelliten getragenen Lasern. 22 Seiten sind der Satellitenaltimetrie gewidmet (Grundkonzept, Satelliten und Missionen, Anwendungen zur Bestimmung der mittleren Meeresoberfläche, zur Geoid- und Schwerefeldbestimmung und zur Interpretation in Geophysik, Ozeanographie und Glaziologie).

Der Abschnitt Schwerefeldmissionen behandelt auf 13 Seiten nach grundlegenden Betrachtungen die Verfahren Satellite-to-Satellite Tracking und Satelliten-Schweregradimetrie. Als der Satellitengeodäsie verwandte Weltraumverfahren werden die Very Long Baseline Interferometry (VLBI) und Interferometric Synthetic Aperture Radar (SAR) in gestraffter Kürze (20 Seite) abgehandelt.

Das Buch schließt mit einem Überblick (31 Seiten) über die Anwendungen der Satellitengeodäsie: *Positionsbestimmung, Schwerefeld und Erdmodelle, Navigation und Meeresgeodäsie, Geodynamik, Kombination von geodätischen Weltraumverfahren.*

Das Literaturverzeichnis mit 760 Titeln erschließt dem Leser wertvolle Quellen, das sehr detaillierte Stichwortverzeichnis ermöglicht eine effektive Nutzung als Nachschlagewerk.

Das Werk ist modern aufgebaut, gut zu lesen und weist die Handschrift eines erfahrenen Hochschullehrers und Wissenschaftlers auf. Es ist der Fachwelt wärmstens zu empfehlen.

LOTHAR STANGE, Leipzig

MATTHIAS MÖLLER, 2003: Urbanes Umweltmonitoring mit digitalen Flugzeugscannerdaten. IX, 126 S. mit CD-ROM, Kartoniert. Herbert Wichmann, Hüthig Fachverlage, Heidelberg (www.huethig.de). Bestellungen: e-mail kundenservice@huethig.de; ISBN 3-87907-402-X.

Der HRSC-A/-AX 3-Zeilenscanner liefert als Experimentalsystem seit einigen Jahren hoch aufgelöste Daten für verschiedenste

Anwendungen. Die Ergebnisse der Forschungsprojekte sind auf vielen Tagungen präsentiert worden. Was bisher gefehlt hat, war ein Buch das die Anwendungsmöglichkeiten digitaler Flugzeugscannerdaten umfassend aufgreift und anwendergerecht beschreibt. Schließlich kommen kommerzielle Entwicklungen wie z. B. die ADS 40 und die DMC jetzt auf den Markt und werden in den kommenden Jahren Bilddaten, auch für den deutschen Markt, liefern. Zur Lösung dieses Defizits soll nun das Buch von M. MÖLLER beitragen. Da ein fernerkundliches Buch auch von seinen farbigen Abbildungen lebt, ist die beigelegte CD nicht nur schmückendes Beiwerk, vielmehr erschließt sich das Potential der digitalen Scannerdaten erst in der Welt des Computers so richtig.

Nach einer kurzen Einführung gibt der Autor in seinem Buch, das im wesentlichen auf seiner Dissertation beruht, einen kurzen Überblick über die verfügbaren optischen Fernerkundungssysteme und die geeigneten Maßstabbereiche. Anhand von Abbildungen, Graphiken und Tabellen werden die unterschiedlichen Systeme vom Satellit bis zum Flugzeug einander gegenüber gestellt. Im dritten Kapitel wird die Technik, Funktionsweise und die Prozessierungskette der HRSC-A detailliert vorgestellt. Die ausführliche Beschreibung der geometrischen, spektralen und radiometrischen Eigenschaften vermittelt ein umfassendes Bild des Sensorssystems. Im vierten Kapitel wird das Pilotprojekt Osnabrück vorgestellt, das am 2. 4. 1999 als erste Großstadt mit der HRSC-A befliegen wurde. Ausgehend von der ersten visuellen Überprüfung der Bildqualität geht das fünfte Kapitel intensiv auf die unter Praxisbedingungen erzielbare Lage- und Höhengenaugigkeit ein. Anhand von Abbildungen wird die geringe perspektivische Verzerrung der HRSC-A Daten deutlich. Gleichzeitig wird auch auf Artefakte und Probleme hingewiesen, wie sie unter praktischen Bedingungen durchaus auftreten können. Das sechste Kapitel stellt einfache Bildverbesserungsmöglichkeiten digitaler Bilder dar und beschreibt die Möglichkeiten der Datenfusion zwischen dem panchromatischen und den multispektralen Kanälen, da

diese gegenüber dem panchromatischen Kanal mit einer 2-fach geringern Auflösung aufgezeichnet wurden. Im siebten Kapitel stehen die Anwendungsmöglichkeiten von HRSC-A-Daten für urbane Fragestellungen im Vordergrund. Zunächst wird auf das Problem der Distribution der gigantischen Datenmengen innerhalb eines kommunalen Netzwerkes hingewiesen, das nur durch intelligente Kachelung und Komprimierung bewältigt werden kann. Die Auswertebispiele zur Erstellung eines Grünflächeninformationssystems unter Verwendung von HRSC-A Daten und die Erfassung von mit Vegetation bestandenen Dächern sowie die lokal-klimatische Analyse sind interessante Spezialanwendungen der Daten, die neben den multispektralen Daten auch das abgeleitete Oberflächenmodell (DOM) mit verwenden. Gerade das digitale Oberflächenmodell ist eine interessante Datenquelle, aus der sich auf verschiedene dargelegte Weise, ein digitales Geländemodell, bzw. ein Objekthöhenmodell ableiten lässt. Aufgrund der photogrammetrischen Erfassungsmethode weist der Verfasser zu Recht darauf hin, dass die HRSC-A Oberflächenmodelle nicht mit einem Laserscanning DOM vergleichbar sind, was auch die Filterung wesentlich schwieriger gestaltet. Nichtsdestotrotz ermöglicht das DOM in Kombination mit der ALK effiziente Wege für einen 3D-Gebäudebestand, der als Grundlage für Analysen und ansprechende Visualisierungen genutzt werden kann.

Aus der photogrammetrischen Perspektive sind an dem Buch einige kleinere Kritikpunkte anzubringen, z. B. hinkt der einleitende Vergleich der Leistungsfähigkeit der HRSC-A mit der herkömmlichen Prozessierung photogrammetrischer Reihenmessbilder etwas. Schließlich können unter Verwendung eines GPS/INS auch herkömmliche Luftbilder direkt georeferenziert bzw. vollautomatisch im Rahmen einer automatischen Aerotriangulation prozessiert werden. Weiterhin taucht in dem Buch der Begriff der 3-Zeilen Kamera an keiner Stelle auf. Vielmehr wird, wenn auch in einem etwas anderen Kontext von einem Triplet-Scanner gesprochen. Deshalb werden die

Vorteile der 3-Zeilen Geometrie gegenüber einem herkömmlichen einzeiligen Scanner bzw. einer Matrix-Kamera nur unvollständig herausgearbeitet. In diesem Zusammenhang wird auch nicht auf die Bedeutung der zusätzlichen zwei panchromatischen Kanäle der HRSC-A eingegangen, die eine Verbesserung der Stereokorrelation, insbesondere in urbanen Bereichen bringen sollen.

Ungeachtet der wenigen Kritikpunkte liefert das Buch für den Anwender, für den es ja konzipiert ist, eine Fülle von Informationen über die vielfältigen Möglichkeiten hoch auflösender digitaler Flugzeug-getragener Daten. Gerade die ausführliche Beschreibung eines umfangreichen Pilotprojekts macht das große Spektrum möglicher Anwendungen im kommunalen Bereich deutlich. Deshalb ist das Buch uneingeschränkt für die anvisierte Zielgruppe zu empfehlen, denn es ist für den Praktiker ein unverzichtbares Werk, um unabhängige Informationen und Hintergrundwissen für zukünftige Projekte mit dieser Art von hoch aufgelösten digitalen Flugzeug-getragenen Daten zu bekommen.

GÖRRES GRENZDÖRFER, Rostock



RUNDER TISCH GIS e.V.

e.V. verleiht im Rahmen des jährlich stattfindenden Münchner Fortbildungsseminars Geoinformationssysteme seinen Förderpreis. Mit dem Förderpreis wird jährlich eine herausragende Diplomarbeit oder Dissertation ausgezeichnet. Für die Auszeichnung kommen Arbeiten in Betracht, die im Umfeld der Geoinformatik angesiedelt sind. Der Förderpreis ist mit 2 500 € dotiert. Der Einsendeschluss für die Vergabe des Förderpreises 2004 ist der 30. November 2003.

Unter

<http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/article/articleview/156/1/87/> finden Sie nähere Informationen zu den Vergabemodalitäten.

Vorankündigungen

2004

20./21. Januar: **DLR-Workshop „CORINE Land Cover 2000“ in Berlin.** Auskünfte durch: Dr. Guenter Strunz, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, DLR Oberpfaffenhofen, 82234 Wessling, Tel.: 08153-28-1314, Fax: 08153-28-1445, e-mail: Guenter.Strunz@dlr.de

28./29. Januar: **3. Oldenburger 3D-Tage: Optische 3D-Messtechnik, Photogrammetrie, Laserscanning in Oldenburg.**

Organisation: Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG), FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven; Arbeitskreis Nahbereichsphotogrammetrie der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF). www.fh-oow.de/3dtage Letzter Termin zur Einreichung eines Vortrages: 14. 11. 2003.

16./17. Februar: Workshop **eLearning in Geoinformatik und Fernerkundung – Stand und Perspektiven in Vechta.** Auskünfte durch: PD Dr.–Ing. habil. Jochen Schiewe, Forschungszentrum für Geoinformatik und Fernerkundung (FZG) an der Hochschule Vechta, Tel.: 04441-15-558, e-mail: jschiewe@fzg.uni-vechta.de <http://www.fzg.uni-vechta.de/dgpf>; Termin zur Einreichung von Abstracts: 10. 12. 2003

10.–12. März: 9. **Münchener Fortbildungsseminar „Geoinformationssysteme“ in München.** Leitung: Prof. Dr. M. Schilcher. Auskünfte durch: Runder Tisch GIS e.V. und TU München, FG Geoinformationssysteme, Arcisstr. 21, 80290 München. <http://www.runder-tisch-gis.de>; Tel.: +49-89-2892 28 49, Fax: +49-89-2892 28 78; e-mail: roland.dietrich@bv.tum.de

15.–19. März: 14th **International Conference on Engineering Surveying in Zürich.** Auskünfte durch: Prof. Hilmar Ingensand, Tel.: +41-1-633-3056, Fax: +41-1-633-1101, e-

mail: ingensand@geod.baug.ethz.ch; www.iv2004.ethz.ch/index—e.htm

6.–8. Mai: International Symposium on **Spatial Data Quality ISSDQ 2004 in Bruck** an der Leitha, Österreich. Auskünfte durch: Prof. Dr. Andrew Frank, e-mail: frank@geoinfo.tuwien.ac.at und Mag. Eva Grum e-mail: grum@geoinfo.tuwien.ac.at

10.–12. Juli: **ISPRS IC WG II/IV 5th Joint ICA/ISPRS/EuroGeographics Workshop on Incremental Updating and Versioning of Spatial Data Bases in Istanbul.** Auskünfte durch: Dr. Ammatzia Peled, Co-chair IC WG II/IV, Tel.: +972-4-8-240-148, Fax: +972-4-8-249-605, e-mail: peled@geo.haifa.ac.il und rjb@rjb-3d.com, <http://geo.haifa.ac.il/~icaupdt>

12.–23. Juli: **XXth ISPRS Congress – Geo-Imagery Bridging Continents in Istanbul.** Auskünfte durch: Kongressdirektor Prof. M. Orhan Altan, Tel.: +90-212-285-3810, Fax: +90-212-285-6587, e-mail: oltan@itu.edu.tr, www.isprs2004-istanbul.com

3.–6. Oktober: International Conference on **Laser-Scanner for Forest and Landscape Assessment – Instruments, Processing Methods and Applications in Freiburg** im Breisgau. Auskünfte durch: Institut für Waldwachstum und Abteilung für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme der Universität Freiburg, Tennenbacher Str. 4, 70106 Freiburg i. Br., Tel.: +49-761-203-3694.

Prof. Dr. Barbara Koch, e-mail: Barbara.Koch@felis.uni-freiburg.de

Prof. Dr. Heinrich Spiecker, e-mail: instww@uni-freiburg.de

Michael Thies, e-mail: Michael.Thies@iww.uni-freiburg.de

www.natscan.de; www.felis.uni-freiburg.de
Deadline for abstracts of papers and posters: 1 May 2004.

Zum Titelbild

NiedersachsenNAVIGATOR - Wandel in der Bereitstellung und Nutzung von Geobasisdaten



Die Aufgabe des amtlichen Vermessungswesens, wesentliche Angaben zum Grund und Boden als Geobasisinformation bereitzustellen, korrespondiert mit dem Anspruch der Gesellschaft, die Daten zu nutzen. Dieser Öffentlichkeitsgrundsatz wird nur durch das Datenschutzrecht eingeschränkt, sofern personenbezogene Angaben betroffen sind.

Die Form der Bereitstellung von Geodaten hat sich in den zurück liegenden Jahren grundlegend gewandelt – von analog zu digital und dabei zunehmend für eine projektbezogene Online-Nutzung. Diesen Anforderungen stellen sich die Landesvermessungsämter, indem sie Rasterdaten ihrer Produkte auf sogenannten **Mapservern** bereitstellen und den Zugriff darauf über das Internet ermöglichen.

Neben dem Mapserver zur Online-Bereitstellung georeferenzierter Rasterdaten bietet die Landesvermessung und Geobasisinformation (LGN) als Teil der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung weitere Internet-basierte Dienste an:

- Anwendungen zur Kurzzeitvisualisierung und Druckausgabe (z. B. NiedersachsenNAVIGATOR) und den

- Internet-Shop, mit dessen Hilfe Geobasisdaten bestellt und bezogen werden können.

Der im Titelbild präsentierte NiedersachsenNAVIGATOR erlaubt die Visualisierung Niedersachsens auf Landkarten und Luftbildern unterschiedlicher Maßstäbe durch „Jedermann“. Häufigster Anwendungsfall ist dabei die Erstellung privater Anfahrts- bzw. Umgebungsskizzen sowie die Orts- und Adresssuche. Dabei kann derzeit auf sieben verschiedene Kartenmaßstäbe zwischen 1:5 000 000 und 1:10 000 und auf Digitale Orthophotos (DOP) zugegriffen werden. Zur Orts- und Adressuche sind der Anwendung etwa 15 000 Ortsnamen und über 2 Millionen Adressdatensätze unterlegt.

In professionellen Anwendungen (Location Based Services) präsentieren viele Nutzer ihre georeferenzierten Fachthemen (z. B. Filialen, Touristische Informationen, Schadensorte) auf der Basis ausgewählter Karten des Mapservers und integrieren sie dem Screen-Design angepasst in ihre Homepages.

Die LGN nutzt diese Basistechnologie auch auf dem Internetportal geolife.de, mit Informationen rund um das Thema Freizeitgestaltung. Weitere Informationen finden Sie unter www.lgn.de, www.niedersachsennavigator.de und www.geolife.de.

Der PDA auf dem Titelbild zeigt bereits weitergehende Anforderungen: Die **mobile Online-Nutzung** aller verfügbaren Daten – natürlich auch zur Nutzung per Handy. Wegen der begrenzten Geräteauflösung gewinnt hier als Qualitätsmerkmal neben der Aktualität und Verfügbarkeit insbesondere die Interpretierbarkeit (Lesbarkeit) der abgerufenen Daten eine entscheidende Bedeutung.

Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen – LGN

Podbielskistr. 331, 30659 Hannover
Tel.: + +49-511-64609-0
info@lgn.niedersachsen.de; www.lgn.de

Neuerscheinungen

- GOTTFRIED KONECNY, 2003: Geoinformation – Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems. 248 pp., 159 figures, 16 tables, 32 colour plates, paperback. Taylor & Francis Ltd., Customer Services, Rankine Road, Basingstoke, Hants RG24 8PR, UK. e-mail: journal.orders@tandf.co.uk ISBN 0-415-23795-5/pbk, € 30,90; 0-415-23794-7/hbk, € 91,69. e-mail Autor: konecny@ipi.uni-hannover.de
- GÜNTER SEEBER, 2003: Satellite Geodesy. Foundations, Methods, and Applications. 2nd complete revised and extended edition. xx, 589 pages, 281 fig., 64 tables, cloth. Walter de Gruyter GmbH & Co.KG, Genthiner Str.13, 10785 Berlin, e-mail: wdg-info@de-gruyter.de ISBN 3-11-017549-5, € 84,- [D]
- HARTMUT ASCHE & CHRISTIAN HERRMANN, (Hrsg), 2003: Web.Mapping 2. Telekartographie, Geovisualisierung und mobile Geodienste. VIII, 208 S., Kartoniert, Herbert Wichmann, Hüthig Fachverlage, Heidelberg (www.huethig.de). Bestellungen: e-mail kundenservice@huethig.de ISBN 3-87907-388-0, € 40,-
- CARSTEN JÜRGENS, (ED.), 2003: Remote Sensing of Urban Areas. Proceedings of the ISPRS WG VII/4 Symposium, June 27–29, 2003 in Regensburg. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXIV-7/W9, ISSN 1682-1777. € 30,- Bestellungen: e-mail: carsten.juergens@geographie.uni-regensburg.de
- ECKHARDT SEYFERT (Hrsg.), 2003: Vorträge 23. Wiss.-Techn. Jahrestagung der DGPF vom 9. bis 11.9.2003 in Bochum. Publikationen der DGPF, Bd. 12 mit CD ROM, 464 S. ISSN 0942-2870. Zu beziehen über: Prof. Dr.-Ing. Jörg Albertz, Fachgebiet Photogrammetrie und Kartographie, Technische Universität Berlin, EB9, Str. des 17. Juni 135. 10623 Berlin, Fax: 030-314-211 04.
- MATTHIAS MÖLLER, 2003: Urbanes Umweltmonitoring mit digitalen Flugzeugscannerdaten. IX, 126 S., Kartoniert. Herbert Wichmann, Hüthig Fachverlage, Heidelberg (www.huethig.de). Bestellungen: e-mail kundenservice@huethig.de; ISBN 3-87907-402-X. € 40,-
- WILHELM BENNING, 2002: Statistik in Geodäsie, Geoinformation und Bauwesen. X, 309 S., Kartoniert. Herbert Wichmann, Hüthig Fachverlage, Heidelberg (www.huethig.de). Bestellungen: e-mail kundenservice@huethig.de; ISBN 3-87907-383-X. € 29,80
- JOSEF STROBL, THOMAS BLASCHKE & GERALD GRIESEBNER (Hrsg.), 2003: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XV. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2003.XII, 588 S., Kartoniert. Herbert Wichmann, Hüthig Fachverlage, Heidelberg. Bestellungen: e-mail: kundenservice@huethig.de; ISBN 3-87907-392-9. € 85,-
- WILFRIED LINDNER, 2003: Digital Photogrammetry. Theory and Applications. XI, 189 p., 44 illus., with CD-ROM, with a pair of 3-D glasses, hardcover. Springer-Verlag. www.springer.de/press/contacts.html, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg. ISBN 3-540-00810-1, 69,95 €
- GUOCHANG XU, 2003: GPS. Theory, Algorithms and Applications. XIX, 315 p., 54 illus., hardcover. Springer-Verlag. www.springer.de/press/contacts.html, Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg. ISBN 3-540-67812-3, 89,95 €
- DIETER FRITSCH (Ed.), 2003: Photogrammetric Week '03. 292 S. Kartoniert, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, Heidelberg, <http://www.huethig.de> ISBN 3-87907-397-X.