

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

INTERNET MAP SERVER

Zur Funktionalität und Anwendung eines neuen kartographischen Mediums

Mit 5 Abbildungen

FRANK DICKMANN

Summary: Internet Map Server – capabilities and use of a new cartographic medium

Information technology has made it possible to transmit spatial data in the shape of pictures, graphics and maps and allows spatial data and analyses to be got via Internet. The data providers have quickly developed visualizing systems – so-called Internet Map Servers. These systems try to meet the user's multimedia-orientated perception when transmitting spatial data. In contrast to non-digital maps or ordinary HTML-pages respectively Internet Map Servers are characterized by interactive features which make information more individual and specific. In the context of presentation and exploration of spatial data Internet Map Servers offer interesting perspectives in the fields of cartography and geography.

The capabilities of these systems are based on an Internet client-server model. The client's basic version of the Web browser is extended, a process which can be carried out through various options. The range of application varies from the downloading of raw data files, which then have to be processed with special software, to map making by users themselves and the performance of GIS retrievals and selections. The variety of file types used in the Internet causes big problems. The realization of an overall standard cannot yet be foreseen. The technical conditions are often closely connected to the potential applications of these visualizing systems, e.g. they depend on whether the aim is to address a wide audience of Internet users or whether the cartographic data should be transmitted for use in a company's intranet application. Today the Internet offers a lot of examples for the application of Internet Map Servers with a majority of servers located at public organizations, e.g. public administration and educational institutions.

Zusammenfassung: Die Informationstechnologie ermöglicht es heute, raumbezogene Daten in Form von Bildern, Graphiken und Karten zu übertragen und räumliche Abfragen und Analysen auf entfernten Rechnern mit Hilfe des Internet durchzuführen. Auf Seiten der Informationsanbieter sind schon früh geeignete Visualisierungssysteme, sogenannte Internet Map Server, entstanden, die dem stärker multimedial bestimmten Wahrnehmungsverhalten der Nutzer entgegenzukommen suchen, um raumbezogene Daten zu vermitteln. Im Gegensatz zu analogen Karten bzw. einfachen HTML-Seiten ermöglichen Internet Map Server eine dialog-orientierte Form der Informationsvermittlung, die es Anwendern erlaubt, eine individuelle und zielgerichtete Abfrage vorzunehmen. Als ein interessantes Medium zur Präsentation und Exploration raumbezogener Daten rücken diese Systeme in das Blickfeld von Kartographie und Geographic

Die Funktionalität dieser Systeme beruht auf einer Client-Server-Architektur im Internet. Auf der Client-Seite wird die Standard-Ausstattung der Web-Browser erweitert, wobei unterschiedliche Verfahren möglich sind. Das Spektrum reicht vom Abrufen raumbezogener Rohdaten, die erst mit besonderer Software weiterverarbeitet werden müssen, über die Betrachtung einfacher (statischer) Karten bis zum nutzergesteuerten Kartenentwurf und zur Durchführung GIS-orientierter Abfragen und Selektionen. Große Probleme bereitet dabei die Vielzahl der im Internet verwendeten Dateiformate. Die Durchsetzung eines Standards ist immer noch nicht in Sicht. Die technischen Rahmenbedingungen stehen zumeist in engem Zusammenhang mit den vorgesehenen Einsatzfeldern solcher Systeme, z. B. ob ein möglichst großer Kreis von Internetnutzern angesprochen werden soll oder ob die zu vermittelnden kartographischen Informationen in einer Intranet-Anwendung einer Firma zum Tragen kommen sollen. Mittlerweile finden sich im Internet zahlreiche Beispiele für den praktischen Einsatz von Internet Map Servern. Dabei überwiegen noch die Server öffentlicher Einrichtungen, z. B. von Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

1 Einführung

Das Internet wurde bis vor wenigen Jahren hauptsächlich dazu genutzt, den Zugang zu Rechnern verschiedener wissenschaftlicher Institutionen herzustellen und untereinander Nachrichten oder Programme zu übermitteln. Erst die Entwicklung des World Wide Web mit seinen graphisch orientierten Browsern ermöglichte eine benutzerfreundliche Handhabung der Netz-Technologie, die auch Nichtwissenschaftlern, Behörden und Wirtschaftsunternehmen den Austausch von Informationen erleichterte. Seither ist eine explo-

sionsartige Zunahme an Informationen aller Art zu verzeichnen, auf die mit Hilfe des Internet zugegriffen werden kann. Das World Wide Web eröffnete darüber hinaus auch die technische Möglichkeit, raumbezogene Daten in Form von Bildern, Graphiken und Karten zu übertragen sowie räumliche Abfragen und Analysen durchzuführen. Auf Seiten der Informationsanbieter entstanden schon bald geeignete Visualisierungssysteme, sogenannte *Internet Map Server*, die dem stärker multimedial beeinflussten Wahrnehmungsverhalten der Nutzer entgegenzukommen suchen und die sich als elektronische Atlanten und Geographische

Informationssysteme einsetzen lassen. Mit zunehmender Verbreitung und Akzeptanz gewinnen Internet Map Server als interaktive Auskunft- und Präsentationinstrumente in der Kartographie und Geographie an Bedeutung. Im Gegensatz zu analogen Karten bzw. einfachen HTML-Seiten ermöglichen Internet Map Server eine dialog-orientierte Form der Informationsvermittlung, die es den Nutzern erlaubt, individuellere und zielgerichtete Abfragen vorzunehmen.

2 Das Angebot an Kartenservern im Internet

Bereits seit mehreren Jahren werden Internet Map Server eingesetzt, um EDV-Anwendungen mit Raumbezug in die Webpräsenz zahlreicher Institutionen zu integrieren, z. B. der interaktive "Tiger Mapping Service" des US Bureau of Census (<http://tiger.census.gov/cgi-bin/mapbrowse-tbl>) oder die Kartensammlung "Perry-Castañeda Library Map Collection" (http://www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/Map_collection.html) der University of Texas in Austin (vgl. DICKMANN 1997; GARTNER 1996). Eine Nutzung erfolgt heute jedoch nicht mehr nur durch öffentliche oder halbamtliche Einrichtungen. Das wohl bedeutendste privatwirtschaftliche System bildet der interaktive Map Server *MapQuest* der *GeoSystem Global Corp.* in Lancaster (USA), der unter anderem die Herstellung von Karten für eigene Websites ermöglicht und reise- und freizeitbezogene Informationen über drei Millionen verschiedene Standorte bereithält (www.mapquest.com). Obwohl erst im Frühjahr 1996 eingerichtet, werden – nach eigenen Angaben – rund 700 Karten pro Minute von diesem Server abgerufen.

Es läßt sich heute eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme im Internet feststellen, die interessierten Nutzern raumbezogene Informationen in Form von Karten zukommen lassen. Der Begriff Internet Map Server wird nicht einheitlich verwendet. So dient er zum einen der Beschreibung von GIS- oder Mapping-Applikationen im Internet, zum anderen bezieht er sich lediglich auf den Rechner (Server), der Karten in ein Netz einspeist (FRIEBE 1997, 23). Im folgenden sollen unter Internet Map Servern grundsätzlich Visualisierungssysteme verstanden werden, die interessierten Nutzern Karten oder kartenähnliche Darstellungen via Internet oder Intranet anbieten. Außer in den vermittelten Inhalten und in den ihnen zugrundeliegenden Datenstrukturen unterscheiden sie sich vor allem in der funktionalen Ausstattung und im Grad der Interaktivität. Die Nutzungsmöglichkeiten erstrecken sich von der reinen Ansicht von Karten (*view only maps* oder *static maps*) bis hin zur online erfolgenden, individuellen Konstruktion thematischer Karten (*maps on demand*) und der Durchführung räumlicher Analysen (*Internet GIS*). Andere wiederum bieten als „Archive“ (FTP) den Abruf digitaler Darstellungen an, die der externen Weiterverarbeitung für eigene Fragestellungen dienen

können. Darüber hinaus bestehen Unterschiede in der verwendeten Technik, etwa in der Hardwareausstattung und der Netzanbindung.

3 Funktionsweise interaktiver Mapserver

Bereits eine normale Webseite kann eine Karte als graphischen Bestandteil enthalten. Vielfach werden Karten auf Webseiten als sogenannte *Imagemaps* eingesetzt, um die Informationssuche und -vermittlung zu vereinfachen. Bestimmte Areale solcher Karten sind dabei mit URL-Adressen unterlegt, die nach Anklicken durch den Cursor zum Aufruf weiterer Webseiten führen. Dieses System stellt somit die einfachste Form der interaktiven Nutzung von Karten im Internet dar, die ohne großen Aufwand eingerichtet werden kann. Bereits die ersten benutzerfreundlichen Editoren zur Erstellung von Webseiten, z. B. *Frontpage* oder *AOLPress* ermöglichten die Konstruktion solcher Imagemaps. Ein Beispiel für dieses Prinzip bildet die Europakarte der *World Heritage Sites* (unter <http://www.geog.fu-berlin.de/eurocis/wohl/index.html>), die wahlweise in der „klassischen“ HTML-Form oder aber mit Java-Unterstützung aufzurufen ist, bei der während des Cursor-Gleitens kleine Textlabel eingeblendet werden (SCHLIMM 1998, 6).

Für die regelrechte Kommunikation zwischen einem Nutzer und Anbieter, die eine individuelle Abfrage-situation herstellt, sind jedoch komplexere Systeme notwendig. Das Konzept interaktiver Internet Map Server beruht auf einer Client-Server-Architektur, bei der von dezentralen Arbeitsplätzen aus über Eingabeformulare ein Zugriff auf einen Server mit Kartendarstellungen und verorteten Sachdaten erfolgt. Die Internetsnutzung erfordert im Gegensatz zu stand-alone Anwendungen von Geographischen Informationssystemen oder Kartenkonstruktionspaketen eine solche Programmphilosophie. Die Web-Browser wie *Netscape Communicator* oder *Microsoft Explorer* bilden dabei die Clients, von denen via Internet Anfragen gestellt werden, und die anschließend die vom Server übertragenen Informationen auf dem Bildschirm des lokalen Rechners darstellen. Über das *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) erhält der Server die Anfrage. Nach der Bearbeitung werden die Informationen in Form einer Karte, z. B. als GIF-File (s. u.), an den Client zurückgesendet. Vor allem seit der Entwicklung von *Java* und *ActiveX* sind hier sehr anspruchsvolle Darstellungsmöglichkeiten gegeben, die die Visualisierung und Kommunikation im Internet erleichtern.

Im Prinzip baut ein solches Internet Mapping System auf normale Rechnerwerkzeuge und auf Standard-Webserver auf, die HTTP nutzen, um die Verbindung zwischen den Anwendern und der Funktionalität des Servers herzustellen. Auf der Client-Seite wird dazu die klassische Ausrüstung der Web-Browser mit Hilfe von zusätzlichen *Scripts* (*JavaScript*, *VBScript*) oft

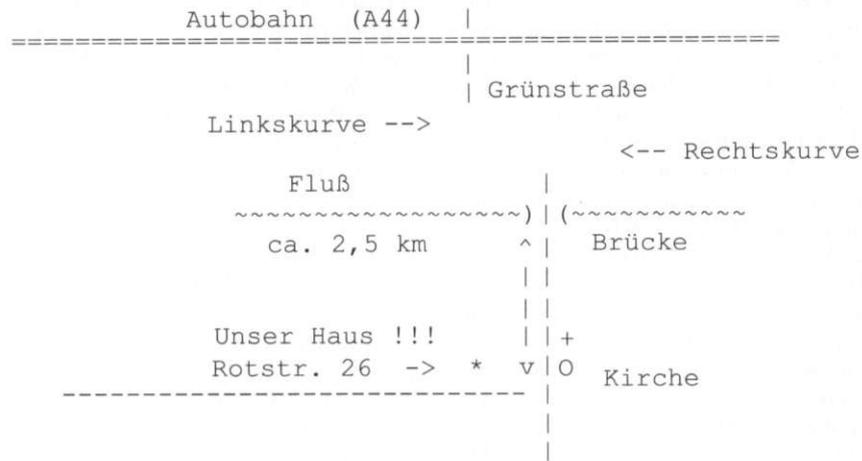


Abb. 1: Improvisierte Wegbeschreibung mit Hilfe von ASCII-Zeichen (verändert nach KIENZLE 1996, 144)
Route description using ASCII code (modified from KIENZLE 1996, 144, altered)

erweitert und der von einem Internet Map Server erforderten Kommunikationsstruktur angepaßt. Das Instrumentarium umfaßt dabei *Viewer*, *Plug-ins*, *ActiveX-Erweiterungen* (MS-Programme) und *Java-Programme*. Die Browsererweiterungen und Java-Applets unterstützen Abfrage- und Antwortprozesse und ermöglichen Datenverarbeitung durch den Client. Die Funktionalität von Browsern wird dadurch erheblich erweitert, lassen sich dadurch doch zusätzliche Datenformate, z. B. Vektordaten, verarbeiten.

Die Verbindung zwischen dem Internet-Server und den Kartographieprogrammen oder Geographischen Informationssystemen, wie *MapInfo* oder *ArcView*, stellen standardmäßig CGI-Scripts (*Common Gateway Interface*) her. Im Gegensatz zu einem einfachen HTML-Dokument wird ein CGI-Programm in Echtzeit ausgeführt und kann sich verändernde, d. h. dynamische Informationen darstellen (MOCKER 1997, 60). Dies ermöglicht die automatische Übertragung einer Antwort auf die Anfrage eines Clients sowie die Generierung einer entsprechenden Webseite. Auf diesen CGI-Scripts bzw. ihren Microsoft- und Netscape-spezifischen Weiterentwicklungen (*ISAPI* und *NSAPI*) basiert somit das "Feedback" der Interaktion zwischen Client und Server.

4 Das Problem des Datenformats

Trotz des großen Interesses an der neuen Technologie wird wenig beachtet, daß das Internet in erster Linie als Kommunikationswerkzeug entwickelt worden

ist. An die Übertragung „ausgefallenerer“ Formate für Graphiken und Multimediaelemente dachte damals noch niemand. Die Verwendung des einfachen *ASCII-Codes* anstelle anwendungsspezifischer binärer Dateien in großen Teilen des Internet trägt der Tatsache Rechnung, daß alle Computersysteme mit ASCII-Daten umgehen können, wodurch sich die strukturelle Inhomogenität des Internet überbrücken läßt. 8-Bit-Binärdateien sind daher in 7-Bit-ASCII-Dateien umzuwandeln, d. h. zu codieren, bevor eine Übertragung vorgenommen werden kann. Beim Empfänger muß dann nach dem Transfer eine entsprechende Decodierung erfolgen, um die Dateien auf dem lokalen Rechner zu nutzen. Daß ein WWW-Browser alle im World Wide Web vorhandenen Formate unterstützt, ist angesichts der enormen Vielfalt der Dateitypen praktisch nicht möglich. Trotz der Erweiterung der Möglichkeiten des ASCII-Codes durch den "MIME"-Standard (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) und der Automatisierung von Codierung und Decodierung sind zur Nutzung vieler binärer Dateitypen externe Programme in einen Browser einzubinden.

Wenngleich in der Internet-„Frühzeit“ vereinzelt Versuche unternommen wurden, mit Hilfe des ASCII-Zeichensatzes kleinere Graphiken zu übermitteln (Abb. 1), muten diese aus heutiger Sicht vergleichsweise hilflos an und besitzen allenfalls skizzenhaften Charakter. Die Internet Map Server arbeiten heute mit Graphikformaten, die weit verbreitet sind. Sie werden von allen gängigen Browsern verstanden und sind daher vergleichsweise problemlos einsetzbar, um Karten oder Bilder zu übertragen. Hier haben sich mittlerweile zwei

Standards herausgebildet, das GIF- und das JPEG-Format. Das von CompuServe 1987 entwickelte *Graphics Interchange Format* (GIF), das im Gegensatz zu vielen anderen Bildformaten auf fast allen Plattformen verwendet werden kann, bildete rasch ein Standard-Bildformat im World Wide Web. Es hat den Vorzug, vergleichsweise schnell heruntergeladen und aufgrund des Zeilensprungverfahrens (*Interlace*) beim Bildaufbau bereits während dieses Vorgangs zur Ansicht gebracht werden zu können. Mit einer jüngeren Version können zudem auch Animationen erzeugt werden, obschon die kartographischen Anwendungsmöglichkeiten begrenzt bleiben (SCHLIMM 1998).

Für Darstellungen mit großer Farbtiefe (mehr als 256 Farben) eignet sich das GIF-Format hingegen nicht, so daß oft der Rückgriff auf TIF-Formate (*Tagged Image File*) notwendig wurde, mit dem Nachteil wiederum, daß die anfallende Datenmenge außerordentlich groß wurde und kaum noch zu bearbeiten war. Der Wunsch nach Übertragung auch hochwertiger, photo-realistischer Graphiken führte zur Entwicklung des JPEG-Formats, benannt nach der Entwicklergruppe *Joint Photographic Experts Group*. Strenggenommen handelt es sich weniger um eine neues Format, als vielmehr um ein Komprimierungsverfahren. Im Unterschied zu anderen Verfahren wird bei dieser Komprimierung ein Verlust an Daten in Kauf genommen. JPEG erkennt und entfernt Bildinformationen, für die das menschliche Auge weniger sensitiv ist. Dadurch lassen sich bei Bildern in Photoqualität hohe Kompressionsraten ohne sichtbare Qualitätsverluste erzielen. Die Kompressionsrate und damit der Qualitätsverlust läßt sich durch den Anwender beim Speichern selbst einstellen, so daß eine optimale Einstellung erzeugt werden kann. Durch die Art der Speicherung eignet sich dieses Format am besten für hochauflösende Echtfarbbilder, die auf einem 24 Bit-Farbmonitor dargestellt werden. Ist der Einsatz bei „natürlichen“ Bildern mit ständig wechselnden Kontrasten und Übergängen sinnvoll, versagt dieses Prinzip jedoch bei der Komprimierung kontrastarmer Abbildungen mit wenigen, aber flächenhaften Farben, scharfen Kanten und Einzelpunkten – Gestaltungselemente, die gerade die thematische Kartographie kennzeichnen. Hier eignet sich das GIF-Format grundsätzlich besser. Einer weiteren Verbreitung des GIF-Formats stehen insgesamt jedoch patentrechtliche Einschränkungen entgegen, die seinen Einsatz für die Weiterentwicklung internetbezogener Software teuer machen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß hier nach Ersatz-Formaten gesucht wird. Zukünftig werden Internet Map Server wohl verstärkt das sogenannte *Portable Network Graphic* (PNG) Format nutzen, das über GIF-ähnliche Eigenschaften verfügt und dessen Quellcode abgabefrei verwendet werden kann (KIENZLE 1996, 157).

Insgesamt hat die Web-bedingte Festlegung auf Rasterdaten für Geographische Informationssysteme und Kartenkonstruktionsprogramme, die im Internet

eingesetzt werden sollen, einschneidende Folgen. Die meisten dieser Programme arbeiten mit Vektorformaten, die nicht unmittelbar von den Browsern auf dem Bildschirm dargestellt werden können. Dies bedeutet, daß bereits beim Server mit Hilfe eines CGI-Scripts eine Konvertierung der vektorbasierten Abbildungen in ein Rasterformat vorzunehmen ist, bevor die Übertragung stattfinden kann. Erst diese GIF- oder JPG-Bilder lassen sich dann mit jedem Browser betrachten.

5 Map Server als Geographische und Kartographische Informationssysteme

Mittlerweile haben bereits viele Anbieter Geographischer Informationssysteme, z. B. *ArcView* oder *Map-Info*, Systemerweiterungen vorgestellt, um die kartographischen Ergebnisse auch über Internet oder Intranet übertragen zu können. Die meisten arbeiten dabei mit GIF-Formaten, mit denen Karten, die zuvor nach individuellen Angaben durch die Nutzer automatisch erstellt wurden, übertragen werden. Sehr unterschiedlich sind die dazu eingesetzten Werkzeuge, die aus den eigenen Geographischen Informationssystemen heraus entwickelt wurden. So hat beispielsweise die Firma *ESRI* einen Internet Map Server entwickelt, der auf dem GIS *ArcView* fußt. Der Internet-Server-Aufsatz für das GIS arbeitet dabei mit einem Java-Applet (*Map-Café*), das dem Client-Rechner automatisch überspielt wird, sobald der Nutzer die entsprechende Webseite aufruft. Es stellt die Werkzeuge zur Verfügung, um beispielsweise die Kartenansicht zu vergrößern oder den Betrachtungsausschnitt zu verändern. Einzige Voraussetzung ist ein Java-fähiger Browser. Die Vorzüge der Java-Anwendung demonstriert die *ESRI*-Homepage. Unter den dort abgelegten Demonstrationsbeispielen kann ein Projekt einmal als Java-gestützte Version und als reine HTML-Version abgerufen werden (<http://maps.esri.com/ESRI/arcview/demos.htm>). Weitere Beispiele eines Geographischen Informationssystems im Internet bilden die immer häufiger bereitgestellten interaktiven Stadtpläne, z. B. von Köln (<http://www.koeln.org/mapview/>), Berlin, Hamburg oder München (<http://www.stadtplandienst.de/>).

Daß sich mit Java mehr als nur animierte Erläuterungszeilen und Textlabel erzeugen lassen, zeigt das interaktive Visualisierungssystem „Descartes“ (vormals IRIS), das auf einem Bonner Server einige interessante Anwendungsbeispiele zur Verfügung stellt. Ziel der Entwickler war es, die auf der Basis statistischer Werte vorzunehmende Konstruktion thematischer Karten möglichst weitgehend zu automatisieren, z. B. hinsichtlich der Auswahl der Kartentypen. Die Anwender sollen sich somit in erster Linie auf die Interpretation der vermittelten Inhalte konzentrieren können, ohne allzuviel Zeit mit der kartographischen Aufbereitung und Präsentation zu verlieren (<http://allanon.gmd.de/and/java/iris/index.html>). Die Benutzeroberfläche ist hier

ebenfalls als Java-Applet implementiert, so daß auf der Client-Seite keine zusätzliche Software zum Java-fähigen Browser benötigt wird. Das Herzstück des Systems ist mit C++ erstellt und arbeitet auf einem Unix-Server.

Anwender können hier aus einer Reihe von Regionen (Europa, Deutschland, Rußland, Stadt und Region Bonn) ein Gebiet auswählen, zu dem Beispiel-Daten vorhanden sind. Zum interaktiven Umgang mit den Karten wird nicht nur ein Java-Programm auf den eigenen Rechner geladen, sondern auch Sachdaten und die daraus erzeugte Kartendarstellung. Je nach Kapazität und Durchsatz der Netzverbindung kann dies einige Zeit in Anspruch nehmen. Ohne daß nun ein weiterer Zugriff auf einen Server erfolgen muß, gestattet das System die unproblematische Auswahl von Strukturdaten aus einer Datentabelle sowie die automatische Berechnung und Umsetzung in eine Karte, die in einem eigenen Fenster auf dem Bildschirm angezeigt wird. Ein Vorteil dieser Technik ist der hohe Grad an Interaktivität, der sich in der Anwendung zeigt. Wird beispielsweise eine Region mit dem Cursor angeklickt, erscheinen die der Darstellung unterlegten Sachdaten. Zudem läßt sich das Erscheinungsbild der Karten zum Teil individuell beeinflussen. Die Programmwerkzeuge erlauben das „Hineinzoomen“ und die eigenständige Veränderung von Flächenfarben, Schichtenanordnung u. a. Die Funktion „visual comparison“ stellt eine interaktive Interpretationshilfe für die Nutzung thematischer Karten dar. So läßt sich z. B. zur besseren Wahrnehmung eines den Nutzer besonders interessierenden Wertes, der innerhalb einer Choroplethen-Karte durch eine Flächenfarbe präsentiert wird, die Farbabstufung der gesamten Karte für die individuelle Abfrage optisch optimieren. Indem darüber- und darunterliegende statistische Werte (Flächen) in unterschiedlichen Farbreihen dargestellt werden, ist eine schnelle Einordnung der fokussierten Fläche in den statistischen und räumlichen Gesamtzusammenhang möglich (Abb. 2). Der Vorgang erfolgt dynamisch am Bildschirm.

Mit dieser Technik ist es folglich möglich, Daten so vorzuhalten, daß genügend Spielraum für individuelle Fragestellungen bleibt. Die Bereitstellung von statischen thematischen Karten ist zwar wichtig, trifft jedoch nicht in jedem Fall das Informationsbedürfnis der Nutzer (HERMSDÖRFER et al. 1998, 27).

6 Die Nutzung von Viewern und Plug-ins

Ein andere Möglichkeit, GIS-Daten im Internet zu verwenden, besteht in der Nutzung von *Viewern* und *Plug-ins*. Im Zusammenhang mit dem World Wide Web sind unter *Viewern* Programme zu verstehen, die das Laden eines bestimmten binären Dateiformats ermöglichen, z. B. der „Acrobat Reader“ der Firma *Adobe*. *Viewer* bilden – meist kostenfrei erhältliche – Hilfs-

applikationen für den Browser, sind jedoch eigenständige Programme. Die Zusammenarbeit zwischen beiden Programmen besteht dabei darin, daß der Browser die eingelesenen Daten nicht selber verarbeitet, sondern lediglich ihren Dateityp erkennt und die Weitergabe an den zuständigen *Viewer* vornimmt. Der automatisch startende *Viewer* kann die Datei öffnen und den graphischen Inhalt am Bildschirm darstellen. Alle Dateien dieses speziellen Formats lassen sich dadurch online nutzen. Im Grunde erspart diese Kooperation nur den Umweg, die empfangene Datei auf der Festplatte zu speichern und anschließend mit einer entsprechenden Anwendung aufzurufen.

Die Funktionalität der verschiedenen *Viewer* ist sehr unterschiedlich, und manche Programme belassen es nicht nur beim reinen „Betrachten“. Mit dem *Viewer ArcExplorer*, der von der Firma *ESRI* als Auskunftssystem entwickelt wurde, lassen sich beispielsweise auch unmittelbar aus dem Internet GIS-Ergebnisse, wie *ESRI Shapefiles* oder *ARC/INFO Coverages*, einlesen. Darüber hinaus können GIS-spezifische Abfragen und Selektionen durchgeführt werden. Mit Hilfe einiger Gestaltungsoptionen ist es teilweise möglich, die Kartengraphik individuell zu modifizieren. Zudem ist *ArcExplorer* nicht auf einen Browser wie *Netscape Communicator* oder *Microsoft Explorer* angewiesen, um Daten aus dem Internet herunterzuladen. Als stand-alone Anwendung fungiert *ArcExplorer* als Client, der mit Hilfe eines am WWW angeschlossenen Rechners Zugang zu einem geeigneten (*ESRI*)-Server herstellt. Dazu ist lediglich die Eingabe der URL einer entsprechenden Website notwendig. Das Angebot an kostenfrei erhältlichen GIS-Vektordaten ist jedoch sehr gering, z. B. <http://nutria.esri.com/scripts/esrimapc>. Ein anschließender Transfer der mit *ArcExplorer* erstellten Projekte bzw. Karten in andere Programme ist begrenzt. Die Anfertigung einer Kopie über die Zwischenablage ist nur als Bitmap möglich, wobei Kartenelemente wie Legende oder Maßstabsbalken verloren gehen.

Technologisch gesehen stellt die Verwendung von *Plug-ins*, die bisweilen ebenfalls als „*Viewer*“ bezeichnet werden, einen weiteren Schritt in der multimedialen Entwicklung des World Wide Web dar. *Plug-ins* fügen sich im Gegensatz zu *Viewern*, die eigenständige Programme darstellen, nahtlos in die Umgebung des Browsers ein. *Plug-ins* werden in die Browser programmtechnisch integriert, d. h. sie sind immer für den Einsatz in einem bestimmten Browser entwickelt. In der Regel stehen jedoch sowohl für den *Netscape Communicator* wie auch für den *Microsoft Internet Explorer* im Internet passende *Plug-in*-Versionen zur Verfügung. Zahlreiche Software-Anbieter, die die Verwendung ihrer Produkte im WWW zu fördern versuchen, bieten für ihre Produkte *Plug-ins* an: *Adobe*, *Corel* oder *Macromedia*. Mit Hilfe des *Corel-CMX-Plug-in* können dadurch beispielsweise Vektordaten eines Graphikprogramms im Browser visualisiert werden. Die Daten werden dazu von dem Zusatzprogramm ge-

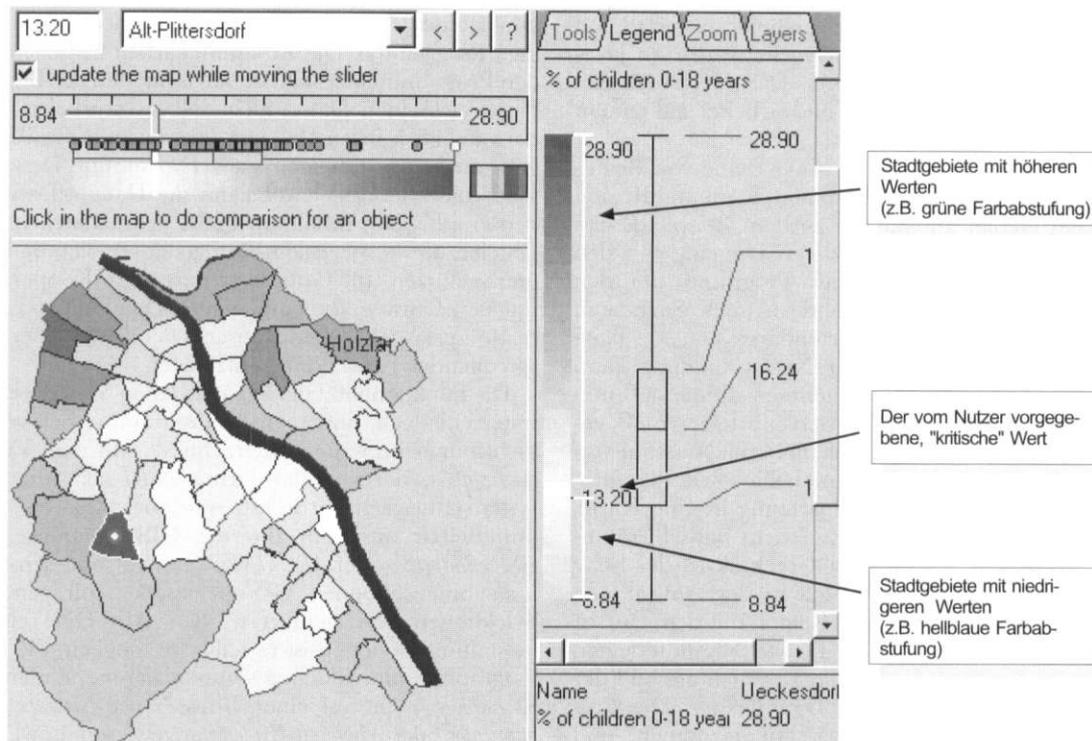


Abb. 2: Die Interpretationshilfe "visual comparison" im System Descartes
The Descartes interpretation tool "visual comparison"

laden, das jedoch im Gegensatz zu den Viewern nicht als unabhängiges Programm arbeitet, sondern im Grunde eine Funktionserweiterung des Browsers darstellt. Dies zeigt sich bereits äußerlich darin, daß es als Bestandteil innerhalb des Dokumentenfensters des Browsers erscheint. Dies hat den Vorzug, daß neben den möglichen Funktionen des Plug-ins auch alle übrigen Befehle des Browsers zur Verfügung stehen.

Ein interessantes Plug-in für den internetbezogenen GIS-Bereich wird im Rahmen des Programmsystems „MapGuide“ der Firma Autodesk, Inc. bereitgestellt (<http://www.autodesk.com/products/mapguide/products.htm>). Das Programm besteht aus dem Autorenprogramm zur Generierung der Web-fähigen Karten, dem Serverprogramm und dem kostenfreien Plug-in für den Browser, mit dem der Client-Rechner die Produkte nutzen kann. Im Gegensatz zu den meisten Internet Map Servern benutzt MapGuide nicht JPG- oder GIF-Dateien, um räumliche Daten an einen Client zu senden, sondern das Vektorformat *Map Window File* (MWF). In diesen Dateien sind die vollständigen Informationen über die Kartengestaltung enthalten, d. h. neben Grenzlinien, Hintergrundfarbe, Koordinatensystem und Schriften auch alle Layer-Angaben zu einem bestimmten Datenset. Die Namen der einzelnen Layer, deren Sichtbarkeit zudem maßstabsabhängig

angelegt sein kann, erscheinen in der Kartenlegende. Durch Markieren lassen sich hierdurch die zugehörigen Kartenelemente ein- oder ausblenden. Dabei kann jeder Layer nur einen Typ von Objekten enthalten, z. B. nur Linienelemente (Straßen) oder nur Punktelemente (Städte). Über ein Konvertierungswerkzeug können zumindest die Formate anderer vektororientierter Programme, z. B. *ArcView Shapefiles* oder das *MapInfo Interchange Format*, eingelesen werden.

Um Platz zu sparen, lassen sich die Layer auch „dynamisch“ anlegen, d. h. erst wenn ein solcher Layer aufgerufen wird, erfolgt das „Herunterladen“ des Hauptvolumens des Datensets über das Netz. Dies ist vor allem bei GIS-Projekten mit großen Datenmengen von Vorteil. Seit der 3.0 Version kann das Programm darüber hinaus auch Layer mit Rasterdaten verwalten, so daß den Vektordarstellungen topographische Detailinformationen, etwa in Form von Luftbildaufnahmen unterlegt sein können (Abb. 3). Eine regelrechte Rasterbildverarbeitung ist allerdings mit keinem der drei Programm-Module möglich, so daß hier auf externe Bildverarbeitungssoftware zurückgegriffen werden muß. Bemerkenswert ist darüber hinaus eine Reihe von GIS-Funktionen. So ist zum Beispiel neben dem Abfragen von Sachdaten und den verschiedenen Formen der Objektselktion vor allem auch das Buffer-

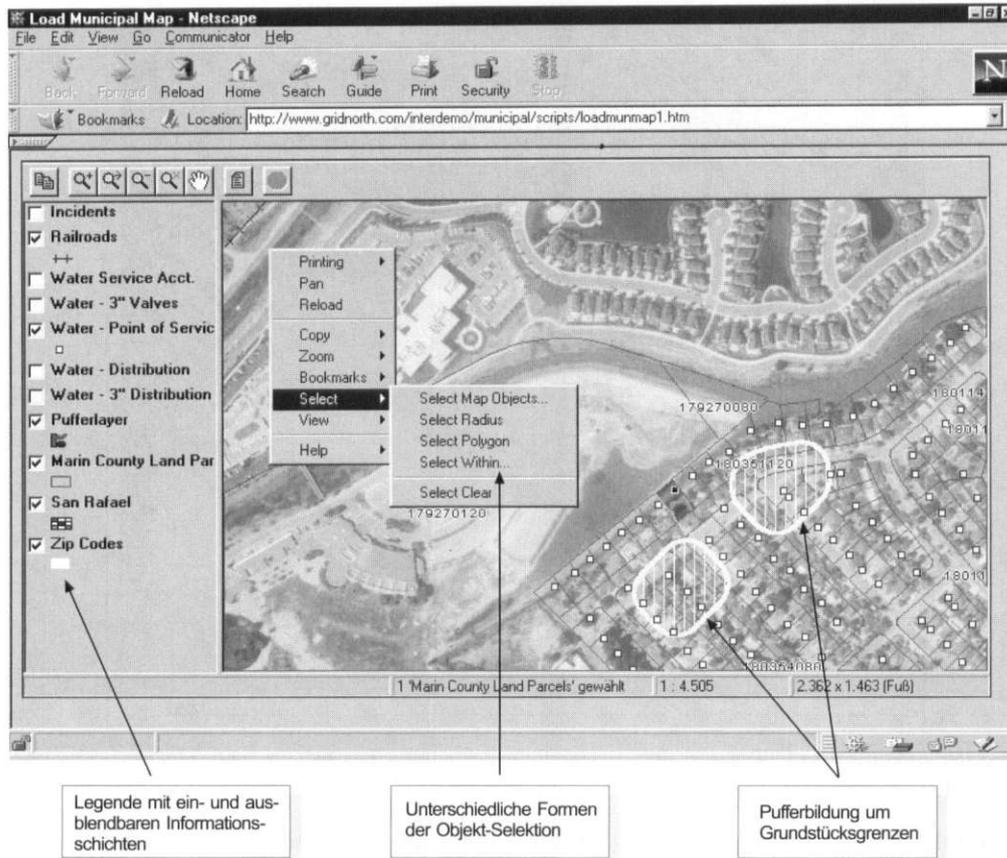


Abb. 3: Interaktives Arbeiten mit dem Plug-in von MapGuide (Autodesk, Inc.)
Working interactively with MapGuide's (Autodesk, Inc.) plug-in technology

ing und die Entfernungsmessung möglich. Somit sind – wengleich in bescheidenem Rahmen – GIS-Operationen auch ohne entsprechendes GIS-Programm auf dem lokalen Rechner durchführbar.

Für die kartographische Praxis eröffnet die Arbeit mit Vektorformaten eine Fülle weiterer Gestaltungsoptionen, die sonst im Internet nicht gegeben sind. So ist es beispielsweise möglich, die Vektordaten nach einer Internet-GIS-Sitzung ohne Verlust in ein Graphikprogramm zu übertragen und weiterzubearbeiten.

7 Karten von FTP-Servern: Beispiel Reliefdaten

Neben der interaktiven Client-Serverstruktur von Webservern bestehen noch weitere Einrichtungen, die graphisch umsetzbare Geodaten bereithalten und daher ebenfalls als Internet Map Server betrachtet werden können. Zahlreiche Webseiten sind mit FTP-Servern „verlinkt“, die über Karten, Satellitenbilder, Luftaufnahmen oder Höhenmodelle in Form von *raw data* verfügen. Diese lassen sich erst nach dem „Herunterladen“ und dem Einsatz geeigneter (GIS-)Soft-

ware betrachten oder weiternutzen (PLEWE 1997, 72). Es handelt sich im Prinzip um eine Art „mittelbare“ Internet Map Server, da die Visualisierung nicht unmittelbar mit Hilfe der Browser und ihrer Zusatzapplikationen, sondern ausschließlich mit externen Programmen nach dem Transfer erfolgen kann.

Ein für die praktische Kartenkonstruktion interessantes Angebot stellen beispielsweise abrufbare Reliefdaten dar. Unter der Leitung des EROS (*Earth Resources Observation Systems*) Data Center des US Geological Survey in Sioux, South Dakota, wurde beispielsweise 1996 ein weltweites digitales Höhenmodell erstellt, das der Nachfrage nach topographischen Daten auf regionaler bzw. kontinentaler Maßstabsebene begegnen soll. Daran beteiligt waren u. a. die NASA und das *United Nation Environment Programme* (UNEP). Das als „GTOPO30“ bezeichnete Höhenmodell, das im Internet (<http://edwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.htm>) kostenlos zur Verfügung gestellt wird, besitzt eine Auflösung von ca. einem Kilometer (30 Bogensekunden). Die Grundlage für die Reliefdaten bildeten acht verschiedene raster- und vektororientierte Datenquellen insbesondere amerikanischer Institutionen, darunter vor-

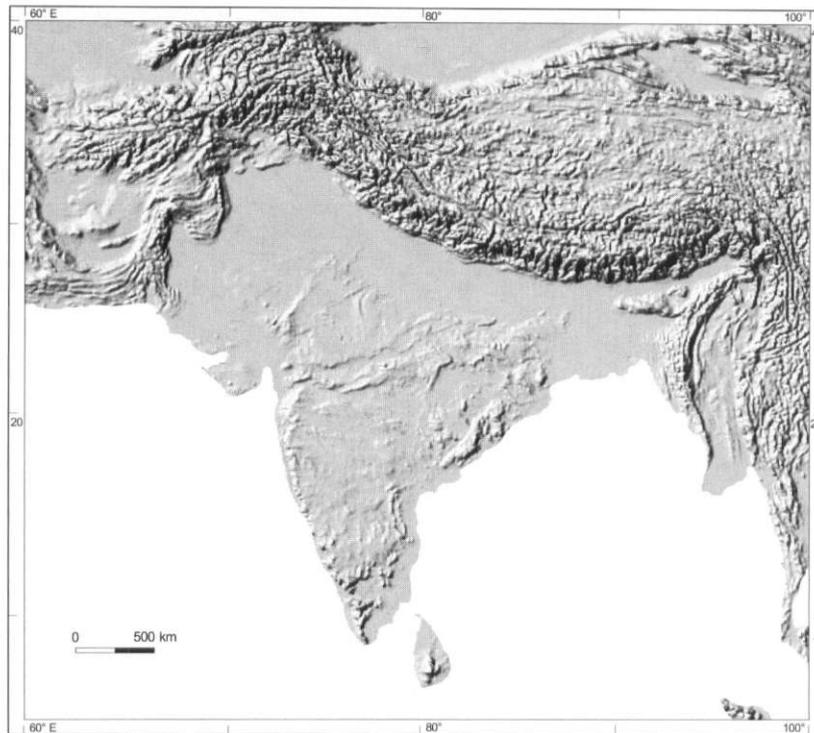


Abb. 4: Von einem FTP-Server übertragene Reliefdarstellung (bearbeitet mit Graphikprogramm)
Relief map transferred by FTP

rangig die von der *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) bereitgestellten *Digital Terrain Elevation Data*, DTED, und die *Digital Chart of the World* (DCW). Zur Auffüllung von Datenlücken wurden u. a. auch Papierkarten ausgewertet bzw. digitalisiert.

Die Datenauswahl erfolgt mit Hilfe einer Imagemap, die die Erdoberfläche in insgesamt 33 Abschnitte untergliedert. Die Datenmenge der einzelnen Teilabschnitte hängt ab von der Informationsdichte und der von den Entwicklern genutzten Datenquelle des dargestellten Raumabschnitts, so daß der Umfang der zu übertragenden Daten zwischen 0,1 MB und 25 MB schwanken kann. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß es sich hier bereits um komprimierte Daten handelt. Nach Dekomprimierung und Dearchivierung werden pro Teilabschnitt rund 56 MB an zu verwaltdender Dateigröße erreicht. Die Weltkarte insgesamt umfaßt schließlich eine Datenmenge von 1,74 Gigabyte. Ein abgerufener Teilabschnitt enthält neben den eigentlichen Reliefdaten des *Digital Elevation Model* (DEM) sieben weitere Dateien mit zusätzlichen Informationen über pixelbezogene Datenquellen, Koordinaten, statistischen Angaben u. a. Die georeferenzierte DEM-Datei läßt sich nach der Umbenennung der Extension (von *.dem in *.bil) mit ArcInfo/ArcView aufrufen und bearbeiten. Das Höhenmodell berücksichtigt dabei lediglich den Festlandbereich der Erdoberfläche. Submarine Reliefdaten lassen sich unter <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/seltopo.html> als GIF-Files aufrufen,

allerdings mit einer für kartographische Zwecke weniger geeigneten Auflösung (5 Minuten Gitter).

Obschon das 16-bit Höhenmodell primär für die Arbeit mit Geographischen Informationssystemen erstellt wurde (Beispiele unter: <http://edcsw3.cr.usgs.gov/topo/hydro/apps.html>), erscheint es für den rein kartographischen Einsatz ebenfalls geeignet, z. B. zur topographischen Hintergrunddarstellung in thematischen Karten kleinerer Maßstäbe. In Abhängigkeit von der gewünschten Auflösung reicht mitunter bereits die dem Datenset beiliegende Übersichts-GIF-Datei oder die unmittelbar aus der Webseite zu entnehmende Preview-Darstellung aus (Abb. 4). Es handelt sich um eine generalisierte, datenreduzierte Darstellung der *GTOPO30*-Reliefdaten, die nur über eine Auflösung von acht Kilometern verfügt. Kleinere Inseln werden beispielsweise dadurch nicht mehr abgebildet. Die Daten lassen sich in den üblichen Kartenkonstruktionspaketen und Graphikprogrammen einlesen und für einfachere Darstellungen verwenden.

8 Einsatzfelder von Internet Map Servern

Die technischen Rahmenbedingungen deuten bereits auf potentielle Einsatzfelder hin. Bei kommerziell eingesetzten Internet Map Servern stehen Aspekte der Produktinformation und Verkaufsförderung im Vordergrund. Bezeichnenderweise handelt es sich insbe-

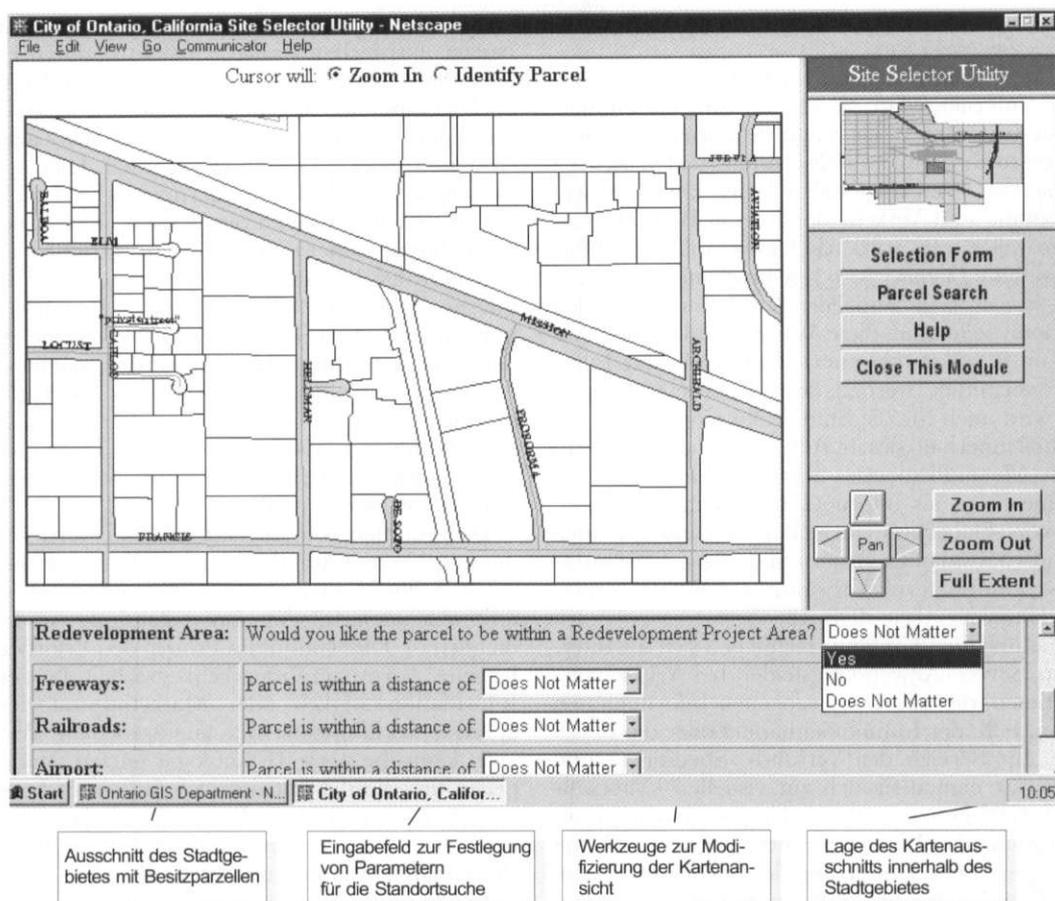


Abb. 5: Von der Stadt Ontario (Kalifornien) eingerichteter Internet Map Server zur Unterstützung standortsuchender Investoren

Internet Map Server of the city of Ontario (California) supporting site searching investors

sondere um Kartenhersteller und sonstige Geodaten- und Geosoftware-Anbieter, die dieses Medium nutzen. Aufgrund der Plattformunabhängigkeit stehen ihre Webseiten vielen Internetanwendern zur Verfügung, die dadurch einen Überblick über das Angebot erhalten können. Diese Karten lassen sich direkt aus dem Netz laden, z. B. als PDF- oder GIF-Datei oder auch als *screen shot*. Die Qualität der Pixelgraphiken reicht jedoch nicht für die Herstellung qualitätsvoller und gewerblich nutzbarer Papierausgaben aus, so daß den Anbietern durch das „Herunterladen“ der Dateien keine Nachteile erwachsen (z. B. <http://www.caliper.com/ovuatlas.htm>). Zudem handelt es sich oft nur um ausgewählte Beispiele oder um Auszüge von Originaldatensätzen, die nur gegen Entgelt vollständig erhältlich sind (z. B. <http://www.esri.com/base/data/online/hti/index.html>).

Diese Anwendung allein erklärt jedoch sicher nicht die wachsende Nachfrage nach Internet Map Servern. Einen Markt sehen die Anbieter dieser Systeme in zunehmendem Umfang bei öffentlichen Einrichtungen und setzen zudem auf den Trend zur Regionalisierung des Internet. Neben Map Servern, die im nationalen

Maßstab Themenkarten bereitstellen, wie z. B. der Internet Atlas der Schweiz (<http://www.geod.ethz.ch/karto/atlas>), existieren vor allem im nordamerikanischen Raum mittlerweile zahlreiche Internet Map Server, die von Kommunen als bürgernahe Stadtinformationssysteme oder auch zur Unterstützung des Flächenmanagements eingeführt worden sind. So präsentiert beispielsweise die Stadt Kennebunk im US-Bundesstaat Maine städtische Planungskarten mit Informationen über Besitzverhältnisse (Steuerschätzung), Müllbeseitigung, Flächennutzungsabsichten u. a. im Internet (<http://kennebunk.maine.org/mapserver/home.html>). Ein ähnliches System wird von der kalifornischen Stadt Ontario unterhalten (Abb. 5). Potentiellen Investoren wird hier mit dem „site selector“ die Möglichkeit eingeräumt, via Internet unter dem Angebot an Grundstücken oder Gebäuden innerhalb des Stadtgebietes das für sie geeignete herauszusuchen. Entscheidend ist dabei die GIS-Funktionalität, auf die zurückgegriffen werden kann. Interessenten können gewünschte Selektionsparameter, z. B. die Größe des gesuchten Geländes oder Gebäudes, die Entfernung zu Autobahnen und

Flughäfen u. a., in einem Eingabefeld festlegen (gis.ci.ontario.ca.us/gis/index.htm).

Auch in Deutschland sind erste Bestrebungen erkennbar, Internet Map Server für die kommunale Arbeit zu nutzen, z. B. als Standortinformationssystem von Strukturförderungsgesellschaften (<http://www.sfg.de/welcome.htm>). Vom Regionalen Arbeitskreis Entwicklung, Planung und Verkehr der Region Bonn/Rhein-Sieg/Ahrweiler (rak) wird das kartographische Informationssystem *Descartes* (s. o.) genutzt (<http://www.umzug-nach-bonn.de/>). Potentiellen Zuwanderern in den Raum Bonn sollen auf diese Weise grundlegende Angaben zur Bevölkerungs- und städtebaulichen Infrastruktur vermittelt werden. Ein Internet Mapping System wird auch für die Stadt Köln einen wichtigen Bestandteil innerhalb des im Aufbau befindlichen kommunalen Metainformations-Servers bilden. Ziel der Kommune ist es, als Internet-Anwendung die Offenlegung von Flächennutzungsplan, Bebauungsplänen und Landschaftsplan zu fördern und zugleich als Intranet-Anwendung interne Verwaltungsabläufe zu unterstützen (HERMSDÖRFER 1998, 15).

In zunehmenden Umfang erschließen sich für Internet Map Server Anwendungsfelder bei Wirtschaftsunternehmen, die mit raumbezogenen Informationen operieren, z. B. der Immobilienhandel oder die Reisebranche. Im Bereich der Versand-, Speditions- und Kurierdienste eignen sie sich zur visuellen Unterstützung von GPS-gesteuerten Tracking Systemen („Flottenmanagement“). Eine verbreitete Anwendung hat die kartographische Umsetzung der Suchergebnisse in „Yellow Pages“ gefunden, z. B. unter http://www.gulasidorna.se/e_gula.html. Mit Hilfe von Eingabefeldern lassen sich nicht nur die entsprechenden Firmen auflisten, sondern auch ihre Lage im Stadtgebiet anzeigen. Die Beispiele belegen, wie mit zunehmender Regionalisierung des Internet auch der Grad der Kommerzialisierung wächst. Allerdings stehen einer weiteren Ausdehnung kommerzieller Anwendungen u. a. die bisher noch nicht gelösten Abrechnungsprobleme im Internet im Wege.

9 Ausblick

Auch wenn die Einführung von Vektorformaten die Möglichkeit eröffnet, Geographische Informationssysteme mit Hilfe des Internet zu verwenden, bestehen doch weiterhin ungelöste Probleme. Ein Standard für Vektorformate, die von den Browsern direkt unterstützt werden, ist nicht in Sicht. Plug-ins begrenzen die Erreichbarkeit von Websites, die über räumliche Daten verfügen. Denn zunächst ist es erst einmal notwendig, die plattform- und betriebssystemgerechte Zusatzsoftware zu beschaffen und erfolgreich zu installieren. Zumindest für Anbieter, die zum Zwecke der Werbung

oder Öffentlichkeitsarbeit möglichst viele Internet-Nutzer ansprechen wollen, entsteht dadurch eine Informationsbarriere. Auf der anderen Seite kann es jedoch gerade aus unternehmerischer Sicht gewünscht sein, daß nur ein ausgewählter Kreis Zugang zu (kostenintensiven) Datenbeständen hat. Hier ist es von Vorteil, wenn sich die zu übermittelnden Dateien mit Zugriffsbeschränkungen versehen lassen, z. B. bei *Map-Guide*. Somit eignet sich daher ein solches System vor allem für den Einsatz im Intranet, um unternehmensinterne Arbeitsprozesse innerhalb vernetzter Umgebungen zu fördern. Java-unterstützte Systeme arbeiten dagegen plattformunabhängig und ermöglichen aus Anbieter-Sicht äußerst offene Zugänge. Wenngleich sie oft noch zu langsam und zu instabil arbeiten, wird für die Zukunft Java-Anwendungen jedoch eine große Bedeutung für die Weiterentwicklung von Internet Map Servern beigemessen (TOON 1997a, 41).

Die Vorzüge von Internet Map Servern liegen in der graphischen Aufarbeitung und Präsentation räumlicher Sachverhalte, was einer schnellen und optisch ansprechenden Informationsvermittlung im Internet dienlich ist. Dies kommt im Prinzip den Erfordernissen jeglicher Form von Öffentlichkeitsarbeit, bürgernaher Informationstätigkeit oder Marketingstrategien entgegen – vorausgesetzt der angesprochene Personenkreis kann die neue Technologie nutzen. Vorteile ergeben sich darüber hinaus auch für vernetzte Arbeitsumgebungen in Unternehmen oder Behörden (Intranet), die oft auf raumbezogene Informations- und Präsentationssysteme zurückgreifen müssen, z. B. Umwelteinrichtungen oder Versicherungen, ohne eigene GIS-Software installieren zu müssen. Auch wenn die obigen Beispiele einen Einblick in die potentiellen Anwendungsformen vermitteln, darf das nicht darüber hinwegtäuschen, daß viele praktische Internet Map Server-Anwendungen sich noch in einer Erprobungsphase befinden und offensichtlich Improvisationscharakter besitzen. Hinzu treten eine Reihe technischer Unzulänglichkeiten, wie lange Übertragungsraten, instabile Programmabläufe oder Formatprobleme, die den Einsatz dieses kartographischen Mediums bisher einschränken.

Internet Map Server besitzen somit zwar noch keine unentbehrliche, jedoch eine an Bedeutung zunehmende, ergänzende Aufgabe innerhalb von Verwaltungs- und Betriebsabläufen. Interessant ist vor allem die Nutzung der Internet Map Server als Präsentationsmedium raumbezogener Daten, die sich weltweit abrufen lassen. So eignen sich diese Systeme nicht nur zur Ergebnisdarstellung kommunaler und kommerzieller Abfrage- und Informationseinrichtungen, sondern können auch ein wichtiges Instrument zur weltweiten Verbreitung wissenschaftlicher Projektergebnisse in Form von Karten und kartographisch unterstützten Auskunftssystemen bilden.