

Bild: GTA Geoinformatik GmbH

Antje Grande, Birgit Kraus, Dorothee Wiegand

Standortbestimmung

Geografische Informationssysteme werden immer wichtiger

Rund 80 Prozent aller Daten beziehen sich auf einen bestimmten Punkt der Erde. Noch erschweren inkompatible Datenformate und komplizierte Nutzungsrechte den Zugang. Offene Standards und neue Geschäftsmodelle sollen das jetzt ändern.

Die gängige Kurzform „GIS“ steht für „Geografisches Informationssystem“. Das klingt nach fix und fertig aufbereiteten Daten, die Benutzer sich bequem als Kartengrafik ansehen können. Tatsächlich hat sich der Begriff für jede Art von System eingebürgert, vor allem für spezialisierte Hard- und Software, mit der Fachleute geografische Daten erfassen und bearbeiten. Bevor etwa eine Navigationssoftware auf den Markt kommt oder interessierte Bürger den Kartenserver einer Behörde nutzen können, ist viel Arbeit nötig, um Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen.

Zwar sind sowohl die erforderliche Hardware – Digitalisiergeräte, hochwertige Bildschirme sowie Scanner und Drucker für große Formate – als auch GIS-Software nicht billig. Das Teuerste sind jedoch die Daten selbst. Hersteller von Navigationssystemen kaufen die Daten für ihre

Systeme von Anbietern spezieller Straßendaten. Die beiden großen Firmen Tele Atlas und NAVTEQ teilen sich diesen Markt mit einigen kleineren.

Bei Navteq begann man in Deutschland 1993 mit der Datenaufnahme. Als Grundlage dienten Luftaufnahmen. Die auf den Fotos abgebildeten Straßen wurden digitalisiert, parallel dazu jedoch meist auch noch mit einem Wagen mit DGPS-Antennen (Differential Global Positioning System) abgefahren. Erst 2000 war auch der letzte Winkel des Straßennetzes vollständig erfasst. In zehn deutschen Büros werten Navteq-Mitarbeiter die aufgenommenen Daten aus, verfolgen aber auch Berichte der Lokalzeitungen zum Straßenbau und gehen Hinweisen zu Änderungen der Verkehrsführung nach, welche Autofahrer auf der Navteq-Webseite loswerden.

Die Daten enthalten rund 150 Attribute, etwa zu Vorfahrtsrege-

lungen, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Sehenswürdigkeiten (Points of Interest) – für ganz Deutschland kommen so 7,5 GByte an Straßen-Infos zusammen.

Vom Eintrag einer neuen Straße in die Datenbank bis zur Nutzung dieser Informationen durch den Anwender eines Navigationssystems vergeht in der Regel ein halbes Jahr. Daher befahren die Navteq-Fahrer eine neue Brücke schon mal im Rohzustand, um deren Verlauf so früh wie möglich zu kennen. Es hat deshalb auch wenig Sinn, kleinere Baustellen in den Datenbestand aufzunehmen, die nur wenige Monate bestehen.

Während Navigationssoftware für Autofahrer, aber auch für Wanderer, Rad- oder Inline-Fahrer bereits recht verbreitet ist, sind viele potenzielle GIS-Einsatzgebiete noch unterentwickelt. In einer Rede mit dem Titel „Digital Earth“ beschrieb 1998 der damalige US-Vize-Präsident Al Gore bereits neue GIS-Anwendungsfelder [1]. So wurden während der Friedensverhandlungen in Bosnien Gebietsgrenzen anhand von Digitalen Geländemodellen ausgehandelt. Zentimetergenaue Bodenbearbeitung mit Hilfe von Geodaten, Satellitenbildern und GPS – das so genannte „Precision Farming“ – verbessert die landwirtschaftliche Produktivität. Geodaten können aber ebenso beim Artenschutz, beim Erforschen des Klimawandels sowie bei der Verbrechensbekämpfung helfen.

Derart innovativen GIS-Anwendungen begegnet man im Alltag jedoch noch selten. Immerhin präsentieren sich Städte im Web zunehmend mit digitalen Stadtplänen. Will man etwa im württembergischen Göppingen einen Brief einwerfen, kann man auf der Homepage des Ortes [2] nachschauen, wo sich der nächs-

te Kasten befindet. Genauso lassen sich Kneipen oder Sehenswürdigkeiten finden. Wer sich in Göppingen verabreden möchte, verschickt direkt aus dem Browser eine Mail. Der Empfänger sieht darin den vom Absender gewählten Kartenausschnitt mit markiertem Treffpunkt.

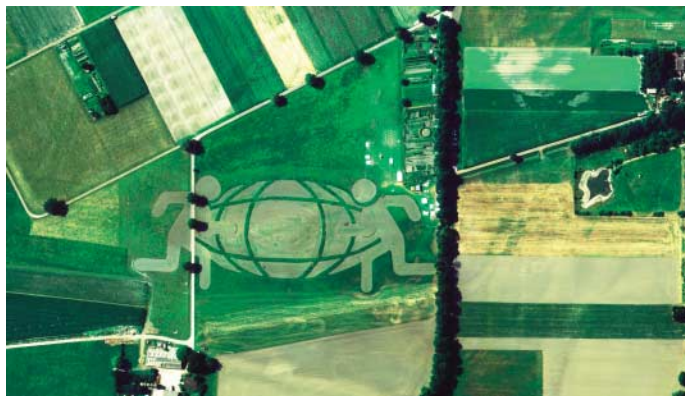
Der Service beruht auf der Software „MapXtreme“ des Herstellers MapInfo. Die Serveranwendung wurde von der Firma DataGis auf die Göppinger Ansprüche zugeschnitten. Auf dem Server liegen vier GByte Daten – der normale Stadtplan sowie Luftbilder im Rasterformat, detaillierte Pläne einzelner Straßen samt angrenzender Grundstücke als Vektordaten. Lässt sich der Besucher der Webseite einen Stadtplanausschnitt plus Kneipen- oder Briefkastensymbol anzeigen, so müssen dafür nur etwa 40 KByte übertragen werden, während der gesamte hinterlegte Stadtplan ein rund 100 MByte großes Bild im TIF-Format ist.

Raster- oder Vektordaten

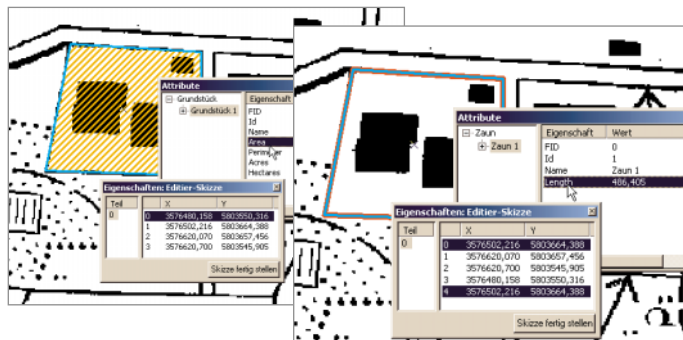
Ob man Geodaten besser in einem Raster- oder Vektorformat speichert, hängt von der Art der Daten und ihrem Verwendungszweck ab. Rasterdaten sind wesentlich schneller und kostengünstiger zu erzeugen. Sie reichen zur einfachen Wiedergabe von Daten aus, eignen sich aber nur bedingt, falls der Anwender Daten bearbeiten möchte und dabei auf Flüsse, Gebäude oder Verwaltungsbezirke zugreifen muss. Dazu sind Vektordaten besser geeignet, bei denen etwa ein Gebäude nicht bloß aus rechteckig angeordneten Pixeln gleicher Farbe besteht, sondern



Weltweit fahren täglich 550 Navteq-Mitarbeiter Straßen ab.



Für dieses Pflanzenkunstwerk wurde bei der Aussaat GIS-Software benutzt.



Während Anfang und Ende eines Flächenumrisses durch denselben Punkt repräsentiert werden, sind Anfang- und Endpunkt einer Linie stets unterschiedlich, auch wenn sie dieselben Koordinaten haben.

ein Objekt mit bestimmten Eigenschaften ist.

Mit Vektordaten können Geometrien des Typs Punkt, Linie und Polygon abgebildet werden. Ein Punkt oder Knoten wird durch ein Koordinatenpaar beschrieben. Linien bestehen aus mehreren Punkten. Beim Umriss eines Polygons – etwa der Fläche eines Grundstücks – liegen Anfang und Ende in einem Punkt. Zu einer Linie gehört dagegen keine Flächeninformation, wie sie ein Polygon definitionsgemäß enthalten muss.

Das Erzeugen neuer Vektordaten erfolgt meist direkt am Bildschirm. Dabei digitalisiert der Anwender entweder die auf einem hinterlegten Rasterdatensatz vorhandenen Darstellungen wie Grünflächen oder Gebäude, oder er erstellt neue Geometrien, etwa Straßen und Häuser eines Neubaugebiets. Die zugehörigen Sachdaten werden als alphanumerischer Datensatz in einer Tabelle abgelegt.

Rasterdaten werden durch Flugzeug- oder Satellitenbeflie-

gungen gewonnen. Sie lassen sich jedoch auch durch das Scannen von analogen Vorlagen erzeugen oder mit mathematischen Modellen, etwa einer Simulation zur Ausbreitung kontinuierlich verteilter Daten wie Lärm oder Schadstoffen. Bei Rasterdaten einer gescanten Landkarte ist die Zuordnung der Scannerkoordinaten in tatsächliche Weltkoordinaten erforderlich, um diese Rasterdaten gemeinsam mit Vektordaten darstellen und analysieren zu können. Dieser Prozess wird als Georeferenzierung bezeichnet. Über eindeutig identifizierbare Referenzpunkte wird dabei jedem Punkt im Bild der entsprechende Punkt der Realität zugeordnet.

Im einfachsten Fall handelt es sich bei Rasterdaten lediglich um solche georeferenzierten Bilddateien. Dann enthält jede Rasterzelle nur einen Zahlwert, dem für die bildliche Darstellung ein Farbwert zugewiesen wird. Jeder Farbwert entspricht einer bestimmten Besiedlungsdichte, Flächennutzungsart oder Schad-

stoffkonzentration. Zellen gleicher Farbe lassen auf gleiche oder ähnliche Werte schließen – dies wird bei einem einfachen Rasterformat von einem GIS-System jedoch nicht erkannt. Ein Zugreifen auf Objekte, die sich aus mehreren benachbarten Rasterzellen gleicher Farbe zusammensetzen, ist nicht möglich. Dafür gibt es intelligentere Rasterformate wie das GRID-Format der Firma ESRI, bei dem zum einen Zellen gleicher Zellwerte zu einem Objekt zusammengefasst werden und man zum anderen mathematische Operationen auf die Zellwerte anwenden kann.

Hoheitliche Aufgabe

So wie Papierkarten in Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben durch Behörden erstellt werden, so erfassen und pflegen staatliche Stellen auch digitale Geodaten, die so genannten Geobasisdaten. Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) umfasst die

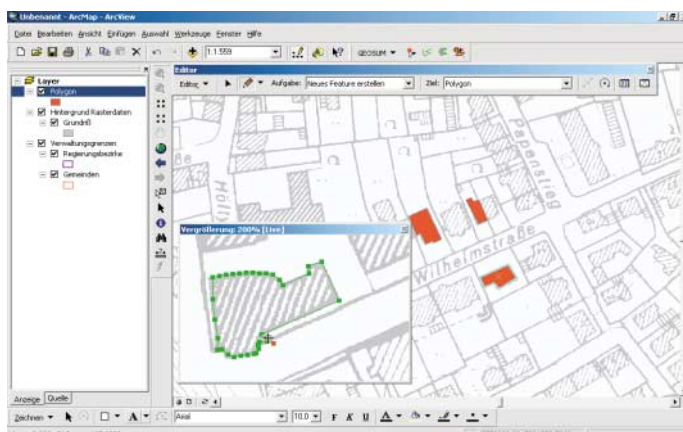
topografischen, das heißt landschaftsbeschreibenden Daten der amtlichen Vermessung, wie digitale Landschafts- und Geländemodelle sowie digitale topografische Karten und Orthophotos, das sind entzerrte und geokodierte Luftbilder.

Das Vermessungswesen fällt in die Zuständigkeit der Bundesländer. Gegenwärtig bieten die Länder ihre Daten noch zu unterschiedlichen Bedingungen und Preisen an. Kritiker weisen auf die Vereinigten Staaten, wo die mit erheblichen Steuermitteln erhobenen Daten gratis zur Verfügung stehen. Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV) [3] hat inzwischen eine Entgeltrichtlinie erarbeitet, die möglichst bundesweit angewandt werden sollte.

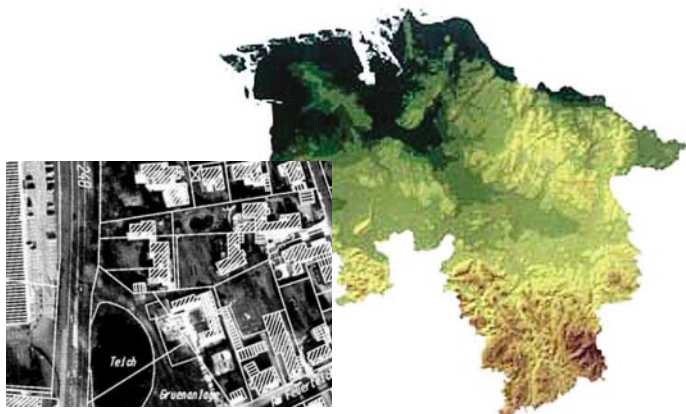
Die Qualität von Geodaten schwankt. Kriterien zur Beurteilung sind einerseits die logische Konsistenz der Daten, also die Frage, inwieweit das verwendete Datenmodell geeignet ist, einen Sachverhalt abzubilden.



Der Webstadtplan von Göppingen zeigt den Weg zum nächsten Briefkasten, Hotels und Restaurants.



Während des Digitalisiervorgangs hilft ein Vergrößerungsfenster, Objekte wie zum Beispiel Gebäude genau zu erkennen.



Das Datenangebot der Landesvermessungsbehörden reicht von Reliefansichten bis zu Luftaufnahmen.

Zum anderen geht es schlicht um die Übereinstimmung der Daten mit der realen Landschaft. Hier kann der Datenbestand von der Realität abweichen, falls Geometrien ungenau sind oder die Daten unvollständig erhoben wurden. Zudem veralten Geodaten, da sich die Landschaft, vor allem jedoch besiedelte Flächen ständig ändern.

Mit speziell entwickelter Software und aktuellen Luftbildern analysieren Wissenschaftler des Instituts für Photogrammetrie und Geoinformation der Uni Hannover die Qualität von ATKIS-Daten. Derzeit muss diese Kontrolle noch von Hand durchgeführt werden, was viel Zeit in Anspruch nimmt und hohe Kosten verursacht. Für das automatische Verfahren selektieren die hannoverschen Wissenschaftler mit der Standardsoftware ArcGIS Geodaten aus einer Datenbank und bereiten sie für die nachfolgende Bildanalyse auf. Die eigentliche Analyse übernimmt GeoAIDA, ein System, das Kollegen vom Institut für Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung der Uni Hannover entwickelten. GeoAIDA kann aus Bildern automatisch symbolische Beschreibungen generieren, die einen Vergleich mit den ATKIS-Daten ermöglichen.

Bei dem Vergleich geht es um zwei Aufgaben: Zum einen müs-

sen im ATKIS-Datensatz vorhandene Objekte verifiziert werden – die Landschaft kann sich ja in der Zwischenzeit geändert haben. Zum anderen sollten fehlende Objekte erkannt werden, sodass man die ATKIS-Daten anhand des Analyseergebnisses aktualisieren kann. Bisher erkennt das System die Objektarten „Straßen“ und „Wege“ sowie verschiedene Siedlungs- und Vegetationsflächen. Meldet die Bilderkennung etwa in ausreichender Zahl die Muster „Haus“ und „Garten“, so stuft ein semantisches Netz dieses Gebiet als „Wohnbaufläche“ ein. Eine Häufung der Muster „Industriegebäude“ und „Parkplatz“ wird dagegen als „Industriefläche“ diagnostiziert.

Hausnummernscharf

Der landeseigene Betrieb „Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen“ (LGN) bietet Kunden neben den amtlichen Vermessungsdaten auch einen Webdienst, den so genannten „NiedersachsenNavigator“. Damit informiert etwa die Oberfinanzdirektion in Hannover im Internet grafisch über die Anfahrt zu allen Finanzämtern des Landes. Als „ReitwegeNavigator“ macht derselbe Webdienst Freizeitreitern Routenvorschläge auf Karten, in denen Tierärzte und Hufschmiede verzeichnet sind.

Technisch steht hinter dem Dienst des LGN ein InterGIS-Server der Firma OSC Information Management. Die Anfänge dieses überwiegend in C++ geschriebenen Internet Map Server liegen etwa zehn Jahre zurück. Damals, so Lars Sitzmann von OSC, galt die Kombination von GIS und Internet noch als exotisch. Daher gab es kaum fertige Software für diesen Bereich, sodass auch die hinterlegte Geodatenbank komplett selbst entwickelt wurde. Als großen Vorteil des InterGIS-Servers sieht er dessen versierten Umgang mit den komplexen Vektordaten der Liegenschaftsverwaltung.

Das nutzt auch die Vermessungs- und Katasterverwaltung im Bezirk Weser-Ems, die ebenfalls Kunde von OSC ist. Deren kostenloser „Bürgerservice Stadtplan“ wird nach Sitzmanns Erfahrung gern von Taxiunternehmen oder Pizza-Bringdiensten genutzt, weil er „hausnummernscharf 750 000 Gebäude anzeigt“. Der Server für die Weser-Ems-Daten wird bei OSC gehostet. Der Linux-Rechner mit zwei CPUs und 100 GByte Plattenplatz, von denen zwischen 50 und 60 GByte mit Geoinformationen belegt sind, hat gut zu tun: Täglich fordern Besucher der Seite laut Sitzmann mehr als 100 000 Kartenauszüge an.

Layer-Prinzip

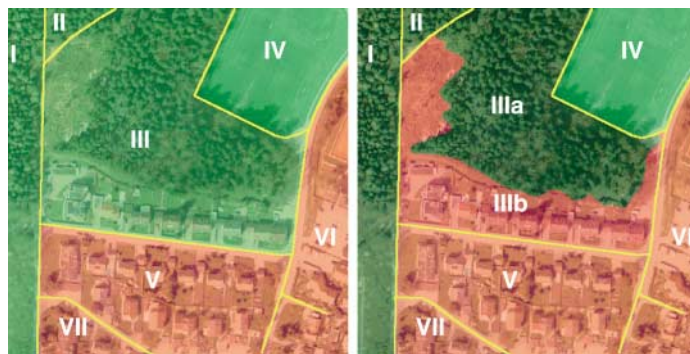
Was dem Surfer wie eine Karte mit Straßen, Ortschaften oder Sehenswürdigkeiten erscheint, ist tatsächlich die Verbindung unterschiedlichster Daten. Das ist in einem Desktop-GIS nicht anders. Auch hier setzt sich eine digitale Karte aus Ebenen (Layers) zusammen. Dies hat einerseits technisch-methodische zum

anderen fachliche Gründe. Methodisch gesehen ergibt es wenig Sinn, unterschiedliche Geometrietypen oder gar Vektor- und Rasterdaten gemeinsam zu verwalten.

Fachlich gehören zu jedem Objekt bestimmte Attribut-Felder, die der Bearbeiter beim Digitalisieren der Daten festlegt. Digitalisiert man beispielsweise Bäume als Punkte, so würde man in die Attributtabelle die Felder „Art“, „Alter“, „Stammumfang“ und „Höhe“ aufnehmen. Sollen zusätzlich Hochspannungsmasten und Windkraftanlagen erfasst werden, so passen diese, speziell für den Objekttyp „Baum“ eingeführten Attribute nicht. Allen drei Objektarten gemeinsam ist nur das Attribut „Höhe“. Wollte man alles in einem Layer bearbeiten, müsste man die Attribute aller drei Objektarten mitführen, obwohl jedes Objekt nur Ausprägungen für rund ein Drittel davon mitbringt.

Großes Marktpotenzial

Tourismus- und Versicherungsunternehmen, Immobilienhändler sowie Mobilfunkanbieter haben großes Interesse an den Geodaten der Verwaltung. Im Jahr 2000 gab die nordrhein-westfälische Landesregierung bei der Micus Management Consulting GmbH eine Marktstudie zum Thema „Aktivierung des Geodatenmarktes in Nordrhein-Westfalen“ in Auftrag, die zu dem Schluss kam, dass gerade mal 15 Prozent des möglichen Marktvolumens für Geodaten erschlossen seien. Als Ursache nennt sie das uneinheitliche Datenangebot, unzureichende Kenntnis über vorhandene Daten und deren Anbieter, fehlende



Automatische Luftbildanalyse im Hinblick auf Siedlungs- und Vegetationsflächen: Links sieht man die erwarteten ATKIS-Objekte (nummeriert) und rechts das Ergebnis der automatischen Analyse.

Bild: Institut f. Theoretische Nachrichtentechnik u. Informationsverarbeitung, Universität Hannover



Derselbe Webdienst dreimal anders: Wer den „Niedersachsen-Navigator“ in seine Webseite einbindet, kann zusätzlich eigene Daten in die Karten einbauen.

Austauschformate, zu hohe Preise sowie komplizierte Nutzungsrechte und Lizenzbedingungen.

Laut Martin Fornefeld, Geschäftsführer bei Micus, hinkt der Geoinformationsmarkt in Deutschland nach wie vor den Bedürfnissen von Wirtschaft und Gesellschaft hinterher. Aus seiner Sicht benötigt Deutschland ein Gesetz zur Informationsfreiheit wie in den USA. Zudem kranke es bei den Geodaten an einem Kompetenzwirrwarr zwischen Bund und Ländern. Aus dieser Kleinstaaterei müsse man heraus, der Bund sollte mehr Rechte bekommen und der Staat dürfe seinen Geobasisdatenschatz nicht länger horten. Fornefelds rät, die Daten zunächst zu verschenken, um später mit der Datenaktualisierung Geld zu verdienen. Dieses so genannte Zwei-Märkte-Modell befürwortet auch der Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler (BDG) [4].

Die Verwaltungen selbst sehen ebenfalls Handlungsbedarf. Auf europäischer Ebene gibt es die Initiative INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) [5]. Auch national wurde das Thema „Geoinformation“ längst zur Chefsache erklärt: In der Schweiz rief das Koordinationsorgan für Geoinformation KOGIS ein Impulsprogramm ins Leben [6], in Österreich gibt es auf Bundesebene eine Koordinierungsstelle für Geoinformationen. In Deutschland ist geplant, noch in diesem Jahr ein gemeinsames Gremium des Bundes und der Länder einzurichten. Bereits seit 1998 tagen im „Interministeriellen

Ausschuss für Geoinformationswesen“, kurz IMAGI [7] zweimal pro Jahr Vertreter aus zehn Bundesministerien.

Der Leiter der IMAGI-Koordinierungsstelle Martin Lenk stimmt vielen Vorschlägen aus der Micus-Studie zu. Ein Informationsfreiheitsgesetz nützt jedoch aus seiner Sicht nicht viel. Auch das amerikanische Gesetz besage nur, dass Daten zugänglich sein müssen – von kostenloser Abgabe ist dort nicht die Rede. Ein vergleichbares Gesetz gibt es auf EU-Ebene bereits, es muss in Deutschland nur noch national umgesetzt werden. Eine Lösung, welche die kostenlose Abgabe von Geodaten regelt, erwartet Lenk davon aber nicht.

Außer den administrativen Problemen sieht Lenk vor allem technische und inhaltliche Hürden. Beispielsweise können Daten über ein Wohngebiet ganz unterschiedlich aussehen, abhängig davon, wer die Daten erhebt. Wer für die Instandhaltung von Straßen zuständig ist, sieht vor allem die Stelle, an der der Asphalt endet und das Kopfsteinpflaster beginnt. Für Verkehrsplaner wird es vielleicht zehn Meter weiter spannend, wo sich die Vorfahrt ändert. Für einen Dritten, der Daten dieses Wohngebiets nutzen möchte, sei dies oft verwirrend.

Generell, so Lenk, fehle vielen Geodaten ein standardisier-

Die Grundlage der in Deutschland verwendeten Gauss-Krüger-Koordinaten ist eine Zylinderprojektion.

ter Raumbezug. Noch wäre es daher beispielsweise im Katastrophenfall mühsam, alle Stellen mit Daten zu versorgen. Mit einer einheitlichen Geodateninfrastruktur ließe sich sehr viel wertvolle Zeit sparen. Lenk fasst die gegenwärtige Situation so zusammen: „Daten, die man zusammenbringen will, sind völlig vergraben und verborgen an verschiedenen Stellen und keiner weiß, wo.“

Quadratur der Kugel

Zudem beziehen sich Geodaten je nach Herkunft auf ganz verschiedene Projektionen. Denn wie ihre Vorgängerin aus Papier ist eine digitale Karte flach, während die Erde, von der man zumindest einen Ausschnitt abbilden möchte, annähernd rund ist. Schält man eine Apfelsine so, dass die Schale ganz bleibt, und drückt diese anschließend auf dem Tisch platt, erkennt man schnell das Problem der Kartografen: Die Schale reißt an den Rändern ein, sobald man sie in die Ebene zwingt.

Mathematisch ausgedrückt heißt das: Die Abbildung der dreidimensionalen Erdoberfläche in die zweidimensionale Ebene ist nicht ohne Verzerrung möglich. In verschiedenen Gebieten der Erde werden jedoch unterschiedliche mathematische Projektionen mit unterschiedlichen Parametern verwendet, um die dreidimensionalen Koordinaten in die Ebene abzubilden – und zwar so, dass der Fehler im jeweiligen Gebiet möglichst klein ist. Man unterscheidet nach Art der Projektionsfläche Zylinder- und Kegelabbildungen sowie azimutale Abbildungen, deren Projektionsfläche eine Ebene ist [8].

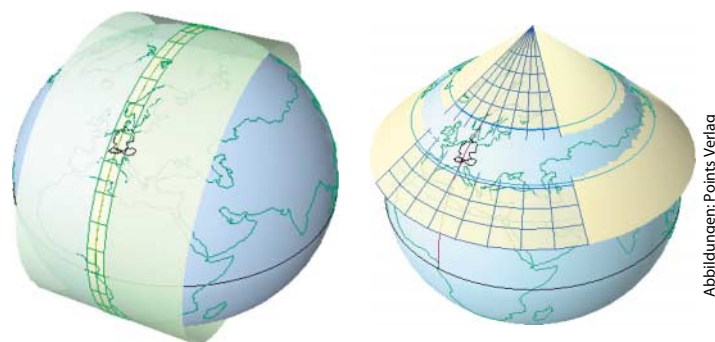
In Deutschland werden Koordinaten normalerweise in der so genannten Gauss-Krüger-Projektion angegeben. Dabei handelt es sich um eine transversale Zylinderprojektion, das heißt, die

Zylinderachse ist senkrecht zur Rotationsachse der Erde ausgerichtet. Der Parallelkreis oder Meridian, an dem der Zylinder die Erde berührt, wird Hauptmeridian genannt. Nur dieser Hauptmeridian kann verzerrungsfrei abgebildet werden. Entfernt man sich von ihm, nehmen die Verzerrungen zu. Um diese Fehler klein zu halten, aber trotzdem ein größeres Gebiet abbilden zu können, wird der Zylinder gedreht. Es entstehen Meridianstreifensysteme mit einer Breite von drei Grad, bei denen der jeweilige Hauptmeridian durchnummeriert wird. In Deutschland liegen die amtlichen Koordinaten – noch – im zweiten, dritten und vierten Gauss-Krüger-Streifen vor.

Künftig sollen europaweit UTM-Koordinaten verwendet werden. UTM steht für Universal Transverse Mercator und benutzt eine andere Abbildungsvorschrift von der dreidimensionalen Erde in die Ebene. Es handelt sich ebenfalls um eine transversale Zylinderprojektion, aber mit sechs statt drei Grad breiten Streifen. Dadurch ergeben sich völlig andere Koordinatenwerte für ein und denselben Punkt der Erdoberfläche.

Neben diesen beiden Koordinatensystemen existieren in Deutschland noch weitere, und wenn man Daten aus anderen Ländern in sein GIS integrieren will, wird das Ganze noch komplizierter. Außerdem ist die Erde eigentlich gar keine Kugel, sondern mehr ein Ellipsoid. Jedes Land verwendet sein eigenes Ellipsoid, welches sich dem jeweiligen Teil der realen Erdoberfläche am besten annähert.

Auch Höhenangaben sind nicht so eindeutig, wie man zunächst glaubt. Die Schweizer etwa orientieren sich nicht wie die Deutschen an der Nordsee, sondern am Mittelmeer. Zwischen beiden Systemen besteht eine Differenz von 27 Zentimetern. Das bekommen zurzeit die



Abbildungen: Points Verlag

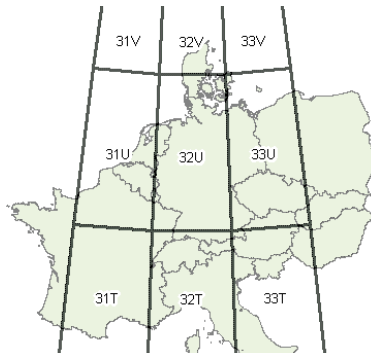
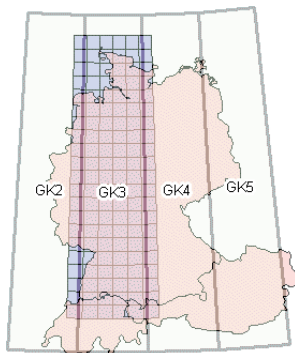
Bewohner von Laufenburg zu spüren, einer Stadt, die sich auf der deutsch-schweizerischen Grenze zu beiden Seiten des Rheins erstreckt. Dort ist die „Hochrheinbrücke“ im Bau, die den Schweizer Teil der Stadt mit dem deutschen verbinden soll. Die Brückenplaner wollten die ihnen bekannte Höhendifferenz natürlich ausgleichen, verdoppelten sie aber durch einen Vorzeichenfehler auf gut einen halben Meter, sodass der Straßenanschluss auf deutscher Seite jetzt tiefer gelegt werden muss.

Generell muss GIS-Software in der Lage sein, die unterschiedlichen Bezugssysteme ineinander zu transformieren und Daten verschiedener Herkunft in einer gemeinsamen Ansicht darzustellen. Geodaten müssen dazu Informationen zur verwendeten Projektionsmethode mitbringen. Ohne diese Angaben sind die Koordinaten eines Objektes nur Hausnummern, die sich in einem GIS-System nicht gemeinsam mit Daten anderen Ursprungs analysieren lassen.

GIS-Anwendungen sind in der Regel große, netzwerkfähige Anwendungen mit einer speziellen Geodatenbank. Außer den vier großen GIS-Anbietern ESRI, Intergraph, MapInfo und Autodesk stellen diverse Firmen Produkte her, die zum Teil auf spezielle Fachgebiete zugeschnitten sind [9]. So konzentriert sich etwa GE Smallworld auf GIS-Systeme für Versorgungs- und Telekommunikationsunternehmen. Die beiden deutschen Anbieter SICAD Geomatics und AED Graphics fusionierten zur AED-SICAD AG, deren Entwicklungen künftig auf ESRI-Technik basieren. Auch Oracle engagiert sich in diesem Markt. Die beiden Produkte Oracle Locator und Oracle Spatial erweitern Oracle-Datenbanken um GIS-Funktionen.

Zusatzmodule einer GIS-Anwendung, die für spezielle Aufgaben bereits vorbereitete Datenstrukturen mitbringen, heißen Fachschalen. Die GIS-Software von Intergraph etwa bringt eine Fachschale für Energieversorger mit, welche über Funktionen zur Konstruktion und Bemessung eines Leitungsnetzes sowie zur automatisierten Netzverfolgung verfügt.

Eine Übersicht freier GIS-Software pflegt die Osnabrücker Firma Intevation [10]. Weit verbreitet ist das freie „GIS Geogra-



Abbildungen: Points Verlag

Die bisher in Deutschland gebräuchliche Einteilung in Gauss-Krüger-Meridianstreifen wird künftig durch UTM-Zonen abgelöst.

phical Resources Analysis Support System“ (GRASS) [11]. Es wurde Anfang der 80er bis Mitte der 90er Jahre von US-Behörden entwickelt. Anschließend übernahmen GRASS-Entwicklerteams an den Unis Baylor (USA) und Hannover die Software und stellten sie 1999 unter die GNU General Public License. Heute koordiniert ein Forschungsinstitut im italienischen Trento die Grass-Entwicklung. Grass war anfangs vor allem zur Verarbeitung von Rasterdaten geeignet. In diesem Bereich braucht Version 5.0 einen Vergleich mit proprietärer Software nicht zu scheuen.

Persönliche Landkarten

Während GIS-Anwendungen auf dem Arbeitsplatzrechner nur eine Sache für Spezialisten sind, wollen so genannte „Location Based Services“ (LBS) möglichst vielen mobilen Endanwendern den Alltag leichter machen. Der aktuelle Standort einer Person wird dazu mit Hilfe seines Mobiltelefons bestimmt. Dazu lässt sich der Nutzer über die Mobilfunkzelle orten; noch genauer geht die Bestimmung des Standorts, falls das Gerät über einen integrierten GPS-Empfänger verfügt. LBS-Anbieter wie t-info der Deutschen Telekom beliefern ihre Kunden mit standortbezogenen Informationen, wenn diese per Telefonleitung eine Anfrage stellen. Für Autofahrer gibt es etwa Informationsdienste, die den Weg zur billigsten Tankstelle und zum nächsten Parkhaus weisen oder vor Radarfallen warnen.

Dank moderner Smartphones könnte auch für Fußgänger das umständliche Hantieren mit flatternden Stadtplänen bald zu Ende sein. Wer zu Fuß in einer Stadt unterwegs ist, interessiert sich allerdings naturgemäß

weder für Parkhäuser noch für die korrekte Fahrtrichtung in Einbahnstraßen. Und das ist nicht der einzige Unterschied zwischen motorisierten und nicht motorisierten Nutzern von LBS, wie Forscher am Institut für Kartographie und Geoinformatik (IKG) der Uni Hannover herausfanden. Fußgänger orientieren sich vor allem an so genannten Landmarken, also auffälligen Punkten wie Kirchen oder Brücken. Die konkrete Wegbeschreibung „hinter der Kirche links“ ist daher hilfreicher als die abstrakte Angabe „nach 250 Metern links abbiegen“.

Das Problem besteht darin, je nach Standort des LBS-Nutzers die richtigen Landmarken auszusuchen und in einer Karte der Umgebung darzustellen. Zum einen bietet ein Handy-Display nur begrenzten Platz, sodass man sich dabei auf wesentliche Orientierungspunkte beschränken muss. Zum anderen ist die

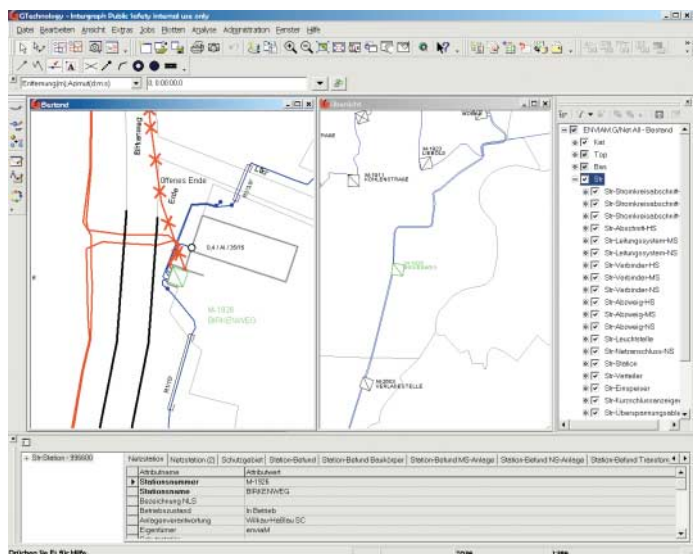
Auffälligkeit von Landmarken relativ: Ein einzelnes Hochhaus taugt zur Orientierung, eines innerhalb einer großen Hochhaus-siedlung dagegen nicht. Die Lösung sehen die hannoverschen Wissenschaftler in einer routen-abhängigen, für den Nutzer persönlich generierten Karte. In einem gemeinsamen Projekt mit dem LGN forschen sie daran, solche persönlichen Karten automatisch aus Kataster- und ATKIS-Daten zu generieren.

Die verwendeten Algorithmen wählen Landmarken nach Größe, Typ, Form und Nachbarschaft aus. Auch die Sichtbarkeit vom jeweiligen Standort des Nutzers, die anhand von 3D-Stadtmodellen bestimmt wird, spielt eine wichtige Rolle.

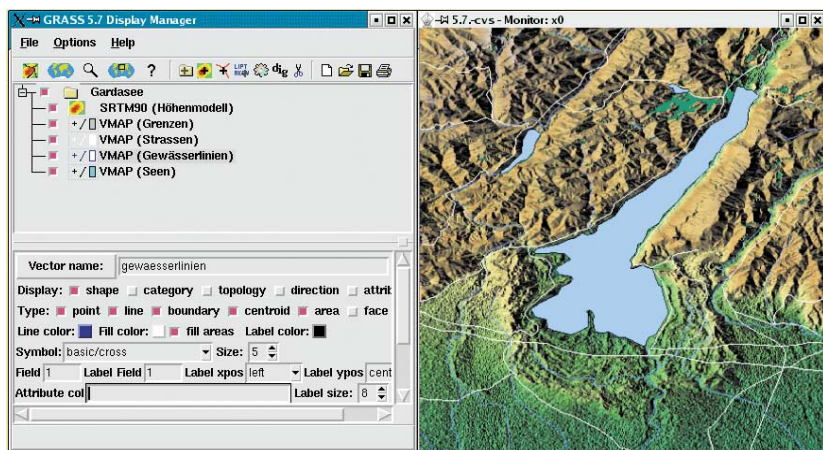
Freie Fahrt dank GIS

An der Uni Duisburg-Essen entwickelten Mitarbeiter des Lehrstuhls „Physik von Transport und Verkehr“ ein Stau-Frühwarnsystem für die Autobahnen in Nordrhein-Westfalen [12]. Es stellt nicht nur das aktuelle Verkehrsaufkommen in einer Verkehrslagenkarte dar, sondern liefert den täglich rund 200 000 Besuchern der Seite auch eine Prognose, wie staugefährdet der Weg zur Arbeit oder die geplante Ausflugsroute in 30 und in 60 Minuten sein wird.

Mit über 4000 Induktionsschleifen, die in den Autobahnen installiert sind, ermitteln die Stauforscher ihre Messwerte. Die stromdurchflossenen Draht-



Spezielle GIS-Software für Versorgungsunternehmen wie das Modul „G/Electric“ der Firma Intergraph hilft bei Planung, Entwicklung, Bau, Betrieb und Unterhalt eines Stromversorgungsnetzes.



Die aktuelle Entwicklerversion 5.7 der freien GIS-Software GRASS enthält neue Vektorfunktionen mit Datenbank-Anbindung und Netzwerkanalyse.

Voraussetzung, um diese sinnvoll nutzen zu können – auch eine Bibliothek voller spannender Bücher nützt ja nichts ohne Schlagwort- und Autorenkatalog. Genauso wichtig ist die technische Infrastruktur. Dafür müssen die Behörden als Hauptlieferanten von Geobasisdaten zunächst Kartenserver einrichten – in Zeiten leerer Kassen eine schwierige Aufgabe, zumal sie keinen direkten Gewinn verspricht. Den kann man durch innovative Produkte erzielen, die künftig zunehmend aus einer Kombination mehrerer Web Services bestehen werden. Neue Clients sollten zu einem Suchbegriff Daten unterschiedlichster Anbieter finden und – unabhängig vom System, welches der Datenanbieter verwendet – alle gefundenen Daten in einer Webanwendung darstellen können. (dwi)

schleifen können zwischen Pkw und Lkw unterscheiden und sind in der Regel paarweise in geringem Abstand angeordnet, sodass sich auch die Geschwindigkeit der registrierten Fahrzeuge errechnen lässt. Im Minutentakt treffen aktuelle Messdaten ein. Für die detaillierte Auswertung aller Daten mussten die Wissenschaftler ein eigenes, simulationsfähiges Georeferenzformat entwickeln: Erst mit dem „Olsim Track Data Format“ gelang es, die minutlichen Änderungen des Verkehrsgeschehens auf das Straßennetz abzubilden.

Das Beispiel des Duisburger Spezialdatenformats zeigt, dass es ein Einheitsformat für raumbezogene Daten nicht geben kann. Zu unterschiedlich sind die Daten, vor allem aber die Fragen, die sie beantworten sollen. Andererseits erschweren proprietäre Formate der GIS-Hersteller den Datenaustausch und die gemeinsame Nutzung von Daten unterschiedlicher Herkunft. Das OpenGIS Consortium (OGC) [13], ein internationales Standardisierungsgremium, dessen Mitglieder sich etwa zu gleichen Teilen aus GIS-Herstellern und Behörden zusammensetzen, entwickelt daher seit einigen Jahren standardisierte Dienste. Als Weiterentwicklung einfacher GIS-Webanwendungen sollen sie künftig die technische Basis der Geodateninfrastruktur in Behörden-Intranets, aber auch im Internet bilden.

Zukunftsvisionen

Eine umfangreiche Implementierung von OGC-Web-Service-Spezifikationen stellt das Projekt deegree als freie Software zur Verfügung [14]. Die Software entstand im Rahmen eines For-

schungsprojekts am Geographischen Institut der Universität Bonn. Darin ging es um die Frage, welche Potenziale eine Kopplung von GIS- und Internet künftig haben kann. Es entstand ein Java Framework für Spatial Web Services sowie das Spin-off-Unternehmen lat/lon, welches zusammen mit den Bonner Geografen deegree weiterentwickelt und darauf aufbauend webgestützte raumbezogene Informationssysteme implementiert. Zu den bisherigen Entwicklungen zählen Systeme bei der Hamburger Umweltverwaltung sowie der Prototyp der Metadatenverwaltung GeoMIS der deutschen Bundesregierung.

Deegree umfasst außer dem Web Map Server einen Web Feature Server, einen Web Coverage Server sowie einen Web Terrain Server zur Darstellung von 3D-Szenen. Außerdem stellt die Software Katalogdienste und Metainformationen bereit. Der so genannte Gazetteer-Service

löst Ortsnamen in Koordinaten auf und umgekehrt – die Anfrage „Bonn“ liefert dabei etwa „7°05'31"E 50°43'38"N“. Ein weiterer Service transformiert Koordinaten.

Noch klingen manche der OGC-Pläne recht futuristisch. Von IMAGI bis INSPIRE setzen sich jedoch viele öffentliche Gremien für dessen offene Standards ein, wobei die Zahl dieser mit klingenden Namen versehenen Stellen mindestens ebenso unübersichtlich ist wie die der Formate und Projektionsverfahren. Ein Ausflug auf die Webseiten der koordinierenden Stellen ist für den geografisch interessierten Surfer zurzeit noch eher enttäuschend – statt schicker Landkarten gibt es dort überwiegend dröge Metadaten; die eigentlichen Geoinformationen sind oft genug nicht frei verfügbar.

Eine umfassende Dokumentation darüber, wo es welche Geodaten gibt, ist jedoch die erste



Die NRW-Stauprognose unterscheidet die Stufen „frei“, „dicht“, „zähfließend“ und „gestaut“.

Literatur

- [1] „Digital Earth“-Rede von Al Gore: www.ci.bakersfield.ca.us/gis/notes/misc/digital_earth.htm
- [2] Interaktiver Webstadtplan der Stadt Göppingen: www.stadtplanung.de
- [3] Webseite der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (ADV): www.adv-online.de
- [4] Stellungnahme des Berufsverbands Deutscher Geowissenschaftler zum Geodatenmarkt: www.geoberuf.de/geodaten.htm
- [5] Webseite der EU-Initiative „INSPIRE“ (INfrastructure for SPatial INfOrmation in Europe): www.ec-gis.org/inspire
- [6] Schweizer Koordinationsstelle für Geoinformation KOGIS: www.e-geo.ch/home_d.htm
- [7] Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen (IMAGI): www.imagi.de
- [8] Werner Flacke, Birgit Kraus: Koordinatensysteme in ArcGIS, Praxis der Transformationen und Projektionen, Points Verlag Norden Halmstadt 2003, ISBN 3-9808463-2-6
- [9] Übersicht der Uni Rostock zu GIS-Software: www.geoinformatik.uni-rostock.de/produkte.asp
- [10] Übersicht freier GIS-Software: <http://freegis.org/>
- [11] Open-Source-Projekt GRASS: <http://grass.itc.it>
- [12] Autobahn-Stauprognose für NRW: www.autobahn.nrw.de
- [13] OpenGIS Consortium (OGC): www.opengis.org
- [14] Open-Source-Projekt deegree: <http://deegree.sourceforge.net>