

## INTERAKTIVE KARTEN (ATLANTEN) UND MULTIMEDIA – APPLIKATIONEN

Herausgegeben von  
Fritz Kelnhofer und Mirjanka Lechthaler



Veröffentlichung des Instituts für  
Kartographie und Reproduktionstechnik

# GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

---

Heft Nr. 53, 2000

## INTERAKTIVE KARTEN (ATLANTEN) UND MULTIMEDIA – APPLIKATIONEN

Herausgegeben von  
Fritz Kelnhofer und Mirjanka Lechthaler



Veröffentlichung des Instituts für  
Kartographie und Reproduktionstechnik

Herausgeber und Verleger:

O. Univ. Prof. Dr. Fritz Kelnhofer und Ass. Prof. Dr. M. Lechthaler

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik

Technische Universität Wien

Die Kosten für den Druck wurden aus der ordentlichen Dotation des Institutes für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien getragen.

Druck: Kopierzentrum des Institutes für Elektrische Meß- und Schaltungstechnik der Technischen Universität Wien.

## Vorwort

Das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik veranstaltete am 3. Dezember 1998 einen Workshop zum Thema „Interaktive Karten (Atlanten) und Multimedia-Applikationen“. Diese Veranstaltung war für einen kleinen Kreis Interessierter geplant und sollte, ausgehend von Impulsreferaten, möglichst viel Gelegenheit zur Diskussion bieten.

Die mit der Themenstellung verbundene Zielsetzung war, die jüngsten Entwicklungen in der Kartographie einer kritischen Betrachtung zu unterziehen und gegebenenfalls Perspektiven für die Zukunft zu entwickeln. Es war zu erwarten, daß ein derartiges Rahmenthema höchst unterschiedliche Betrachtungsansätze bzw. kontroverielle Standpunkte nahezu zwangsläufig provozieren mußte. Dennoch haben alle Teilnehmer wohl mit Erstaunen registriert, wie weit die einzelnen Sichtweisen zu diesen jüngsten kartographischen Entwicklungen jedoch tatsächlich auseinander strebten und wie schmal die gemeinsame methodologische Klammer der Kartographie für diese Fragestellungen derzeit ist. Dazu trägt natürlich auch bei, daß mangels konsensualer Fachterminologie das Austauschen von Standpunkten, aber auch das Einanderverstehen nicht gerade gefördert wird. Daraus resultiert, daß die Kartographie offensichtlich einen theoretisch-methodischen Nachholbedarf aufweist und es erheblicher Anstrengungen bedürfen wird, diese sich neu eröffnenden Möglichkeiten in ein kartographisches Gesamtkonzept einzubetten. Einigkeit bestand unter allen Teilnehmern des Workshops, daß trotz aller fachlicher Divergenzen und unterschiedlicher Sichtweisen der Meinungsaustausch von Nutzen war.

Der Unterzeichnete übernahm es, die Referate im Rahmen der Publikationsreihe „Geowissenschaftliche Mitteilungen“ der Technischen Universität Wien zu publizieren. Bedauerlicherweise trafen die zugesagten Manuskripte erst allmählich bis Jahresmitte 1999 ein und konnten so erst mit Beginn des Wintersemesters 1999/2000 nach redaktioneller Bearbeitung für den Druck vorbereitet werden. Der ursprünglich vorgesehene Publikationstermin November/Dezember 1999 mußte infolge eines rigorosen Sparbudgets der TU Wien auf das Jahr 2000 verschoben werden, da keine finanzielle Bedeckung aus Mitteln der ordentlichen Dotation gegeben war. Um den Umfang in möglichst engen Grenzen zu halten, mußte auch auf die ursprünglich geplante Einarbeitung der Diskussionsbeiträge verzichtet werden.

Frau Ass. Prof. Dr. Lechthaler hat sich als Mitherausgeberin um die redaktionellen Belange außerordentlich bemüht, wofür ihr sehr herzlich gedankt sein möge.

Mit dem nun vorliegenden Band Nr. 53 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen löst der Unterzeichnete nicht nur ein Versprechen ein, sondern verbindet damit auch die Hoffnung, daß die so begonnene Diskussion zu diesen Fragestellungen eine Fortsetzung finden möge.

Fritz Kelnhöfer

Vorstand des Instituts für Kartographie  
und Reproduktionstechnik, TU Wien

Wien, im März 2000

## **Inhaltsverzeichnis**

### **EINFÜHRUNGSVORTRAG**

1

Kelnhofer, Fritz: Interaktive Kartographie und Multimedia-Applikationen im Spannungsfeld von Kartographen und Kartennutzern

### **WORKSHOPBEITRÄGE**

14

Birsak, Lukas: Konstanten und Unterschiede im Kartenentwurf für gedruckte und Bildschirmkarten

26

Bitter, Ralf: Unterstützung Kognitiver Karten durch interaktive multimediale kartographische Informationssysteme

31

Bollmann, Jürgen und Anne-Dore Uthe: Kartographische Steuerung georäumlicher Erkenntnisprozesse

48

Borchert, Axel: Theoretische Aspekte der Kombination von Karten mit audiovisueller Sprache

53

Brunner, Kurt: Neue Gestaltungs- und Modellierungsaufgaben für den Kartographen - Ein Plädoyer für eine attraktive Kartengraphik zur Bildschirmvisualisierung

63

Buziek, Gerd: Zur Untersuchung moderner kartographischer Darstellungsformen und Ableitung von Gestaltungsprinzipien

77

Buzin, Reiner: Psychologische Aspekte der menschlichen Kommunikation mit kartographischen Multimedia-Produkten

93

Dransch, Doris: Die Bedeutung der verschiedenen Medien in multimedialen kartographischen Informationssystemen

99

Wintges, Theodor: Generalisierungsprobleme in Kartographischen Informationssystemen

105

Autorenverzeichnis

# **Interaktive Kartographie und Multimedia-Applikationen im Spannungsfeld von Kartographen und Kartennutzern**

Fritz Kelnhofer, Wien

## **Zusammenfassung**

Kartographische Systeme zur Kartenherstellung waren seit Beginn der EDV-unterstützten Kartographie mit Interaktivität ausgestattet, da diese für die Kartenbearbeitung durch den Kartographen eine unerläßliche Notwendigkeit darstellte. Die Leistungsfähigkeit moderner PC's macht es möglich, diese Interaktivität auch dem Kartennutzer zur Informationsrecherche und im eingeschränkten Maße auch zur nutzerspezifischen Kartengenerierung einzusetzen. Diese sowohl für den Kartographen wie auch für den Kartennutzer neue Situation bildet den Ausgangspunkt für methodische und konzeptionelle Überlegungen zur Gestaltung des Informationsflusses.

## **Abstract**

From the beginning of computer-assisted cartography cartographic systems for map production were equipped with interactivity because interactivity was an indispensable necessity for map creation by the cartographer. Now the power of modern PC's makes it possible to offer interactivity to the map user as an instrument for gaining information and – in a restricted sense – for creating user-defined maps. There is a new situation both for cartographers and map users and therefore it seems to be necessary to analyze the methodical and conceptual aspects of the information transfer.

## **1 Vorbemerkungen**

Bereits in den 1970-er Jahren wurden in der Kartographie sogenannte „Kartographische Automationssysteme“<sup>1</sup> eingesetzt, deren Interaktionsmöglichkeiten sich von den heute im Einsatz befindlichen Systemen kaum unterschieden haben. Der Nutzerkomfort muß nach heute üblichen Ansprüchen als eher bescheiden eingestuft werden, da nur ein kommandoorientierter Dialog über die Konsole oder einen alphanumerischen Bildschirm abgewickelt werden konnte. Da die Prozessoren dieser Zeit wesentlich langsamer arbeiteten und auch der Bildschirmaufbau einen nicht unerheblichen Zeitaufwand benötigte, war das Antwortverhalten derartiger Systeme insgesamt relativ träge. Für den praktischen Einsatz spielte dies keine sehr bedeutende Rolle, da

---

<sup>1</sup> z.B. CD-400 von ARISTO oder Kartographisches Automationssystem von CONTRAVES u.a.

solche Kartographiesysteme nur von Kartographen benutzt wurden und ihrer Zielsetzung nach ausschließlich zur Kartenoriginalherstellung dienten. Die Leistungsfähigkeit heutiger PC's schaffte von der rein technischen Seite die Voraussetzung, interaktive kartographische Systeme auch dem „kartographischen Endverbraucher“ anbieten zu können. Damit eröffnet sich auch die Möglichkeit, neben der interaktiven Erschließung rein kartographischer Informationen auch nicht kartographische Informationselemente (wie z.B. Texte, Bilder, Videoclips, Tonsequenzen u.ä.) einzusetzen, um räumliche oder raumbezogene Informationen über verschiedene Medien transportieren zu können (Bollmann 1996). Diese als Multimediakartographie bezeichnete Spielart kartographischer Geoinformationsübermittlung wird derzeit sowohl in den zu entwickelnden Konzepten wie auch in den Realisierungsstrategien heftig diskutiert, wobei die Bandbreite der Diskussion vom kartographischen Informationssystem mit multimedialen Ergänzungsfunktionen bis hin zum Multimediakonzept mit kartographischem Appendix reicht (vgl. Cartwright 1994, Krygier 1994).

Es ist eigentlich erstaunlich, daß in wenigen Jahren doch relativ viel Literatur zu und über interaktive Karten bzw. interaktive kartographische Informationssysteme entstanden ist, aber eigentlich relativ wenige Produkte dieser Art auch tatsächlich für die Informationsnutzer angeboten werden. Vielleicht noch erstaunlicher ist, daß die Diskussion über den konzeptiven Hintergrund interaktiver Produkte der Kartographie teilweise nahezu vollkommen abgehoben von methodisch-kartographischen Erfordernissen geführt wird, was den Eindruck entstehen läßt, daß offensichtlich kartographische Fragestellungen, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle spielen. Wie durch ein Wunder scheinen alle bislang ungelösten Probleme der Kartographie, wie zum Beispiel die kartographische Generalisierung oder die Bewältigung graphischer Visualisierungskonflikte u.ä., keine Bedeutung mehr zu besitzen, da der Nutzer interaktiver kartographischer Produkte in Zukunft Karten nach seinen eigenen Vorstellungen zu kreieren vermag und damit offensichtlich in der Lage ist, all das zu bewältigen, was Kartographen bislang keiner adäquaten Lösung zuführen konnten. Dieses Spannungsfeld zwischen Kartographen und interaktivem Kartennutzer bildet den Ausgangspunkt einerseits für eine kritische Analyse, andererseits für denkbare künftige Entwicklungsperspektiven, in welchen versucht wird darzulegen, daß kartographische Qualitätsansprüche auch in der interaktiven Kartographie nicht nur notwendig, sondern auch integrierbar sind.

## **2 Die Funktion des Kartographen im Geoinformationstransfer**

Kartographen sind in der Geodatenerfassung (Primärmodellbildung) nur in Ausnahmefällen (z.B. Luft- oder Satellitenbildkartierung) tätig, da ihr Hauptaufgabengebiet in der Informationsbearbeitung von maßstabsbezogenen kartographischen Visualisierungsmodellen (Sekundärmodellbildung) liegt (Kelnhofer 1996). Ausgehend von unterschiedlichen (fachwissenschaftlichen) Primärmodellen wird für einen bestimmten Informationszweck und für eine zumindest grob abgrenzbare Interessentengruppe (z.B. Schüler der Oberstufe von Gymnasien, Autofahrer, Wanderer etc.) Geoinformation kartographisch so aufbereitet, daß die jeweilige Informationsnutzergruppe ihren Informationsbedarf raumrelevant und orientierungsmäßig zu befriedigen vermag. Da sich für die Rezeption von räumlichen Informationen von allen menschlichen Sinnen der Gesichtssinn noch als am geeignetsten erwiesen hat, ist dieser Informationstransfer an die Kartographie, sowohl was die räumliche Repräsentation wie auch die semantischen Komponenten anlangt, gebunden. Damit ist auch gleichzeitig ein hoher Abstrahierungsgrad der Objekt- bzw. Sachverhaltspräsentation verbunden.

## **2.1 Monodirektionaler Informationsfluß bei Nutzung des Printmediums**

Bei der gedruckten Karte wird durch den Kartographen ein Endprodukt erstellt, welches in allen seinen inhaltlichen Komponenten und seinen graphischen Gestaltungsaspekten festgelegt wird, ohne daß der Kartennutzer darauf Einfluß nehmen kann. Der Kartennutzer kann dieses Endprodukt entsprechend seines jeweiligen Vorwissens in unterschiedlicher Interpretationskomplexität erschließen, ohne daß ihm Alternativen in der Informationstransformation - im Sinne der bereits aufgezeigten Modellcatena - zur Verfügung stehen. Er ist wie ein Zeitungsleser darauf angewiesen, daß der sachkompetente Redakteur aus der Fülle der ihm zur Verfügung stehenden Informationen das Wichtige und Notwendige ausgewählt hat. Der große Vorteil beim Informationstransport über das Printmedium ist zunächst in der Tatsache zu sehen, daß der Informationskonsument selbst keinen Aufwand in die Informationsrecherche stecken muß, da ihm diese Aufgabe vom Kartographen abgenommen wurde. Es kann davon ausgegangen werden, daß ein beträchtlicher Teil der Kartennutzer kaum Interesse haben wird, auch nur Teile dieses zeitaufwendigen Informationstransformationsprozesses selbst durchzuführen, da ihnen dazu auch die notwendige fachliche Kompetenz fehlt.

## **2.2 Vernetzter Informationsfluß im interaktiven kartographischen Informationssystem**

Es liegt in der Zielsetzung eines Informationssystems, daß der Nutzer in die Informationsfindung aktiv eingebunden wird, was nahezu zwangsläufig zur Folge hat, daß er notwendigerweise über die Kompetenz zur Formulierung seines Informationsvorhabens und zum Handling des Informationssystems verfügen muß. Sieht man davon ab, daß vielleicht mancher Nutzer in einem derartigen kartographischen Informationssystem eventuell nur spielerisch surfen möchte, so ist jene Gruppe von Nutzern, welche konkrete Informationen möglichst rasch und effizient gewinnen möchte, durch eine oft relativ aufwendige Nutzerführung zu unterstützen, damit dieser Prozeß des Informationstransfers überhaupt Aussicht auf Erfolg hat. Diese Nutzerführung kann allerdings nur das Handling des Informationssystems erleichtern, die geowissenschaftliche Kompetenz der sachadäquaten Aussagegenerierung muß der Nutzer selbst einbringen. Überträgt man diese Situation auf das bereits zitierte Beispiel eines Zeitungslesers, dann ist dieser wie etwa beim Teletext mit einer Überfülle möglicher Informationen konfrontiert, aus der er erst jene Informationskomponenten auswählen muß, die seinen Informationsbedürfnissen entsprechen. Da man von einem Nutzer eines kartographischen Informationssystems nicht erwarten kann, daß er zuerst die Entwurfsarbeit des Kartographen leistet, um ein zweckmäßig visualisiertes kartographisches Produkt zu realisieren, wird die Nutzereinbindung auf relativ einfache Abfragen und Anzeigen, simpelste Kartogrammdarstellungen und ähnliches beschränkt bleiben müssen. Komplexere Sachverhaltsbearbeitungen müßten aus einem nutzerorientierten kartographischen Informationssystem ausgeklammert werden, da diese wohl oder übel nur von Kartographen vorgenommen werden können. Möchte man jedoch auf die integrative Zusammenschau unterschiedlichster Geofaktoren in einem derartigen Informationssystem nicht verzichten, dann bietet sich nur die Einbindung von durch Kartographen vorgefertigten interaktiven Karten an, die vom Nutzer durch Interaktionen in der Informationstiefe erschlossen werden können.

Betrachtet man möglichst emotionslos die einem größeren Nutzerkreis sinnvollerweise einräumbare Freiheit in der Informationsakquisition in einem kartographischen Informationssystem, dann wird man aus kartographischer Sicht zwar zunächst feststellen können, daß die Informationserschließung aus einem interaktiven Kartenbild relativ problemlos

realisierbar ist, während die kartographische Visualisierung aus Datenbankabfragen doch sehr schnell an die Grenzen des Möglichen stößt, soll das Postulat der perzeptiven Erfassung unter allen Umständen gewährleistet sein.

### **3 Die Stellung der interaktiven Kartographie innerhalb der kartographischen Technologiebereiche**

Die digitalen Arbeitsverfahren der Kartenherstellung haben die zuvor eher isoliert operierenden Technologieteilbereiche (z.B. Halbton/Strich, Farbauszug/Farbaufbau) nicht nur sehr eng zusammenwachsen lassen, sondern darüber hinaus medienunabhängig gemacht. Farbraumtransformationen und gerätespezifische Farbprofile gestatten heute eine Datenverarbeitung ohne Rücksichtnahme auf das Transport- oder Ausgabemedium. Davon überhaupt nicht berührt ist der Bereich des Kartenentwurfs, d.h. die Herstellung der Kartenmanuskripte von Kartenneukonzeptionen bzw. sog. Autorenoriginale, die bei komplexer Zusammenführung höchst unterschiedlichen Grundlagenmaterials generiert werden müssen. Diese starke Vernetzung einzelner Arbeitsbereiche führt dazu, daß viele kartentechnische Fachausdrücke entweder mit einem anderen Sinngehalt verwendet werden oder durch Begriffe aus der Datenverarbeitung ersetzt wurden. So war die sogenannte Kartenoriginalherstellung mit ihren zahlreichen technischen Teilprozessen auf das Ziel ausgerichtet, am Ende aller Arbeitsschritte Druckvorlagen für die Druckformenherstellung sicherzustellen. Wird in der Druckvorstufe „computer to plate“ oder in naher Zukunft „computer to print“ tägliche Routine werden, dann entfällt der Begriff Druckvorlage (Drucknutzen) auch in der Druckvorstufe. Daher wird dann auch der Begriff Kartenoriginal nicht mehr mit einem real existierenden „Film“ in Zusammenhang gebracht werden, sondern lediglich als symbolisierte Kartengraphik von kartographisch bearbeiteten Geoinformationen inklusive aller bereits ausgeführten kartographischen Generalisierungsmaßnahmen und Berücksichtigung perzeptiver Randbedingungen bezeichnet werden können, die unter einem bestimmten Filenamem abgelegt ist. Da diese kartographischen Grundvoraussetzungen auch für die interaktive Kartographie gelten, läßt sich diese problemlos in dieses Vernetzungsgeflecht von Technologiekomponenten einfügen (vgl. nächste Seite Abbildung 1).

#### **3.1 Die digitalisierte Karte als Basis eingeschränkter inhaltlicher Interaktivität**

Die Interaktivität einer Karte kann in unterschiedlicher Komplexität realisiert sein und kann von wenigen hot spots in einem Rasterbild bis zur vollen interaktiven Erschließung aller Kartenelemente reichen. Viele interaktive Atlanten weisen immer noch gescannte Farbkarten als Rasterbilder auf, in denen über spezielle Ikonen weitere Informationen nachgefragt werden können, wobei diese auch multimedial ausgestaltet sein können. In diesem Fall bildet das Kartenbild nur den Topographiehintergrund für die Verortung und Orientierung, erfüllt jedoch sonst keine Funktion für die interaktive Informationserschließung. Von diesen Grundformen können verschiedene Derivate abgeleitet werden, die zum Beispiel den Karteninhalt in verschiedene Layer auflösen und so ein beliebiges Zu- und Wegschalten bzw. Kombinieren erlauben. In Abbildung 1 sind diese Möglichkeiten grob skizziert und zeigen, daß beim Einsatz von gescannten gedruckten Karten RGB-Daten oder auch nachbearbeitete, farbkorrigierte RGB-Daten in das interaktive kartographische Informationssystem importiert und dort mit den im CAD-Kartenkonstruktionssystem aufbereiteten Ikonen vereinigt werden können. Über diese Ikonen

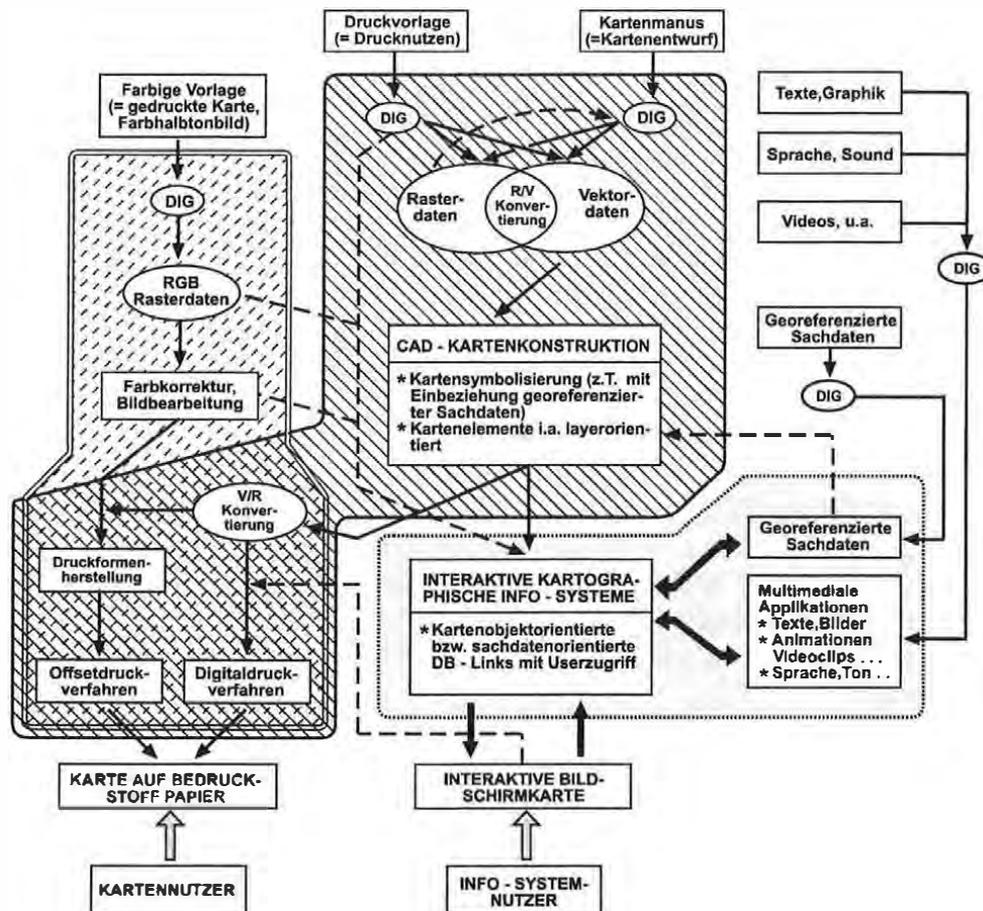


Abb. 1: Interaktive Kartographie in der Vernetzung kartographischer Technologieprozesse

können Links gebildet werden, mit deren Hilfe entweder georeferenzierte Daten oder multimediale Zusatzinformationen erschlossen werden können. Die Schnittstelle zum Nutzer bildet die interaktive Karte, die auch üblicherweise den Ausgangspunkt für die Interaktionen darstellt, da Abfragen aus kartographisch visualisierten Sachdaten auf diesem Level nicht ausgeführt werden können. Wie bereits angedeutet, kann ein derartiges System durch die Veränderung des Karteninhaltes mit Hilfe unterschiedlicher Layer in Form von Karteninhaltelementen attraktiver gestaltet werden. In diesem Fall wird man an Stelle von gedruckten Karten besser Druckvorlagen einscannen und diese binären Rasterbilder den einzelnen Informationsebenen entsprechend farbkodieren. Die jeweils am Bildschirm vorhandenen Informationen können natürlich durch screen-shots auf einem Digitaldruckverfahren ausgegeben werden, was aber nicht die Regel darstellen wird, da die Interaktivität eigentlich auf soft copies ausgerichtet ist. Aufgrund der kleinen Kartenausschnitte, die auf den üblicherweise zur Verfügung stehenden 17' oder 19' Bildschirmen noch lesbar wiedergegeben werden können, stellen auch auf dieser relativ eingeschränkten Stufe der Interaktivität mehrere Kartenmaßstabsebenen sowie Scrollfunktionen unerläßliche Erfordernisse dar.

Der Hauptteil kartographischer Arbeit wurde bereits von Kartographen im Rahmen der Drucklegung der verwendeten Karten durchgeführt, wodurch zumindest professionelle Hintergrundbilder sichergestellt erscheinen. Die Links zu den an die Ikonen gekoppelten Informationen können sogar auf der Ebene von Autorensystemen realisiert werden und stellen keine besonderen Ansprüche an die Kartographie.

Eine andere Spielart eingeschränkter Interaktivität wird heute oft bei topographischen Karten auf CD-ROM eingesetzt. Die digitalisierten Karten, welche ursprünglich photomechanisch erstellt wurden, weisen zwar keinen interaktiven Karteninhalt auf, vermitteln jedoch durch die Zurverfügungstellung diverser Hilfsmittel, zum Beispiel zur Koordinatenbestimmung, kartometrischen Auswertung u.ä., dem Kartennutzer den Eindruck eines Interagierens mit der Karte, ohne daß die Karte über echte interaktive Kartenelemente verfügt, die über im Rasterformat digitalisierte Karten nicht realisiert werden können. Vektorinformationsebenen, wie zum Beispiel Administrativgrenzen o.ä., können ebenwise oder abfrageorientiert über das Rasterbild eingeblendet werden. Wenn von der Kartenschrift ein Justierungspunkt digital erfaßt wurde, so kann an diesem Punkt mittels eines Links der Name in einem Namenfile angehängt und aufgrund einer Suchprozedur aus diesem Verzeichnis in der Karte wieder angezeigt werden. Dabei wird nicht der Name selbst, sondern ein Vektorsymbol (z.B. Identifikationskreis) über dem im Rasterbild enthaltenen Kartennamen plaziert. Ein beliebiges Kartenelement kann natürlich nicht zur weiteren Informationsakquisition durch Interaktion in der Informationstiefe erschlossen werden.

### **3.2 Die digital erstellte Karte als Basis für volle Interaktivität**

Wie bereits ausgeführt wurde, bieten Rasterbilder kartographischer Darstellungen keine Möglichkeit einer inhaltlichen Informationserschließung durch Interaktivität und können deshalb bestenfalls als topographische Hintergrundbilder eingesetzt werden. Aus diesem Grund müssen interaktive Karten auf einer Vektorgeometrie der Karteninhaltelemente aufsetzen, die entweder aus bereits bestehenden Karten (zum Beispiel aus Druckvorlagen topographischer Karten) oder aus speziell angefertigten Kartenmanuskripten erstellt werden können. Für beide Ausgangsgrundlagen gilt, daß die kartographische Generalisierung unter Einbeziehung definierter Parameter der Kartographie bereits erfolgreich bewältigt wurde. Für symbolisierte Vorlagen (Drucknutzen) stehen heute zum Teil recht brauchbare Werkzeuge zur Desymbolisierung der raster-/vektorkonvertierten Daten zur Verfügung, die mit Hilfe von Mustererkennung und AI Symbolen und Kartenschrift einer „automatischen“ Attributierung zuführen können. Repräsentative Rasterflächen oder Flächenmuster, Höhenlinienbeschriftungen und ähnliches stellen ebenso Hürden für die automatische Erkennung dar wie graphische „Finessen“ in Form von Freistellungen einzelner Kartenelemente oder aus Mangel an Darstellungsfläche ineinander gefügte Symbolisierungen (z.B. Lokalbahn- und Straßensymbol). Erhebliche Nachbearbeitung erfordert zum Beispiel auch die „punktidentische Geometrie“ unterschiedlicher Kartenelemente wie sie etwa beim Grenzverlauf auf Gewässerabschnitten, Routenmarkierungsüberlagerungen auf Verkehrswegen u.ä. auftreten. Abgesehen davon, daß eine Durchsicht durch den Kartographen unerlässlich ist, muß auch die Frage ventiliert werden, ob der Inhalt einer z.B. großmaßstäbigen topographischen Karte überhaupt sinnvoll interaktiv genutzt werden kann, da die Aggregation von Objekten innerhalb von Objektkategorien und durch Symbolisierung und Typisierung von an sich „grundrißbezogenen“ Objekten semantische Kategorien sowie diesen zugeordnete Geometriefestlegungen entstehen, die eine Basisdatenzuordnung nur schwer und nicht immer möglich machen. An dieser Grundproblematik

kartographischer Sachverhaltsvisualisierung ändert sich natürlich nichts, wenn gescannte Druckvorlagen oder Kartenmanuskripte am Bildschirm vektorieLL nachdigitalisiert werden.

Die so erzeugte Skelettgeometrie einer Karte bestimmten Maßstabes kann im Rahmen der CAD-basierten Kartenkonstruktion (vgl. Abbildung 1) nach neuerlicher Symbolisierung und Durchführung aller notwendigen visualisierungstechnischen Maßnahmen zur Herstellung von Druckvorlagen des mechanischen Kartendruckes oder der Ausgabe in einem Digitaldruckverfahren eingesetzt werden. Diese Skelettgeometrie kann aber auch als Basis zur Erstellung eines interaktiven kartographischen Informationssystems genutzt werden, indem neben kartenobjektorientierten Links zu einer Datenbank auch topologische Strukturen zumindest für jene Kartenobjekte oder -teilobjekte aufgebaut werden, für die entsprechende Abfragen vorgesehen werden. Links zwischen Kartengeometrie und Sachdaten bzw. multimedialen Applikationen können natürlich auch in umgekehrter Richtung, d.h. von den Sachdaten aus benützt werden, um DB-Abfragen anzuzeigen bzw. zu visualisieren.

Für die Bildschirmdarstellung kann die Skelettgeometrie mit einfacher Bemusterung und Farbzuzuweisung eingesetzt werden, dann wird ein etwas fremder und unübersichtlicher Karteneindruck (wie z.B. in elektronischen Atlanten älterer Generation) bewirkt. Es kann jedoch auch die normale Symbolisierung des Kartenbildes für die Bildschirmdarstellung eingesetzt und die vektorielle Basis - für den Systemnutzer nicht sichtbar - supponiert werden, über welche die interaktive Informationserschließung durchgeführt wird. Diese Vorgehensweise wurde für den interaktiven Atlas von Österreich (GeoInfo-Austria) gewählt, da damit dem Kartennutzer nicht nur ein vertrautes Kartenbild, sondern darüber hinaus die Identität zur Printversion sichergestellt wird (Kelnhofer, Pammer, Schimon 2000).

### **3.2.1 Informationsumfang und Informationstiefe**

Es ist eine kartographische Binsenweisheit, daß jeder Kartenmaßstab nur mit einem bestimmten Informationsangebot (= Tragfähigkeit) maximal ausgestattet werden kann. Reizt man diese Tragfähigkeit bis an ihre Grenzen aus, dann wird ein überladenes und schlecht lesbares Kartenbild entstehen, wobei immer zu beachten ist, daß sich Kartengraphik nicht - und wenn schon unvermeidbar - nur geringfügig überlagern bzw. überdecken darf. Diese Aufgabe der Informations- und Graphikadaption bewältigt der Kartograph im Rahmen der kartographischen Generalisierung. Soll die interaktive Karte den Kriterien der Lesbarkeit genügen, dann muß der Informationsumfang vom Kartographen festgelegt und die Informationsdarstellung auch dementsprechend gestaltet werden. Das bedeutet aber, daß dem interaktiven Kartennutzer eine Veränderung des Informationsumfanges verwehrt bleiben muß, da damit Generalisierungsmaßnahmen verbunden sind.

Als Informationstiefe werden jene über Links zur Datenbank erschließbaren Informationen bezeichnet, die an ein am Bildschirm sichtbares oder anzeigbares Kartenelement gebunden sind. Da an verschiedene Kartenelemente unterschiedlich viele Informationen angefügt sein können, ergibt sich ein Bild, das den Eindruck vermittelt, als ob man mit den interaktiven Abfragen in unterschiedliche Informationstiefen vorstoßen könnte.

Die Abbildung 2 zeigt, daß die Kartensymbolik unter Berücksichtigung notwendiger Mindestabstände relativ schnell an die Tragfähigkeit der Kartendarstellung stößt. Dagegen erlauben die der gleichen Kartensymbolik zugeordneten Informationen in der Informationstiefe weitere differenzierte Zusatzangaben, die aus der ursprünglichen Kartensymbolik nicht entnommen werden können. Im Prinzip können auf diese Weise die Informationen aus mehreren Karten abfragebereit einer einzigen Kartengraphik zugeordnet werden. Da bei der Anzeige dieser

zusätzlichen Informationen keine Visualisierungskonflikte auftreten können, kann die Informationstiefe dem interaktiven Kartennutzer problemlos zur Verfügung gestellt werden.

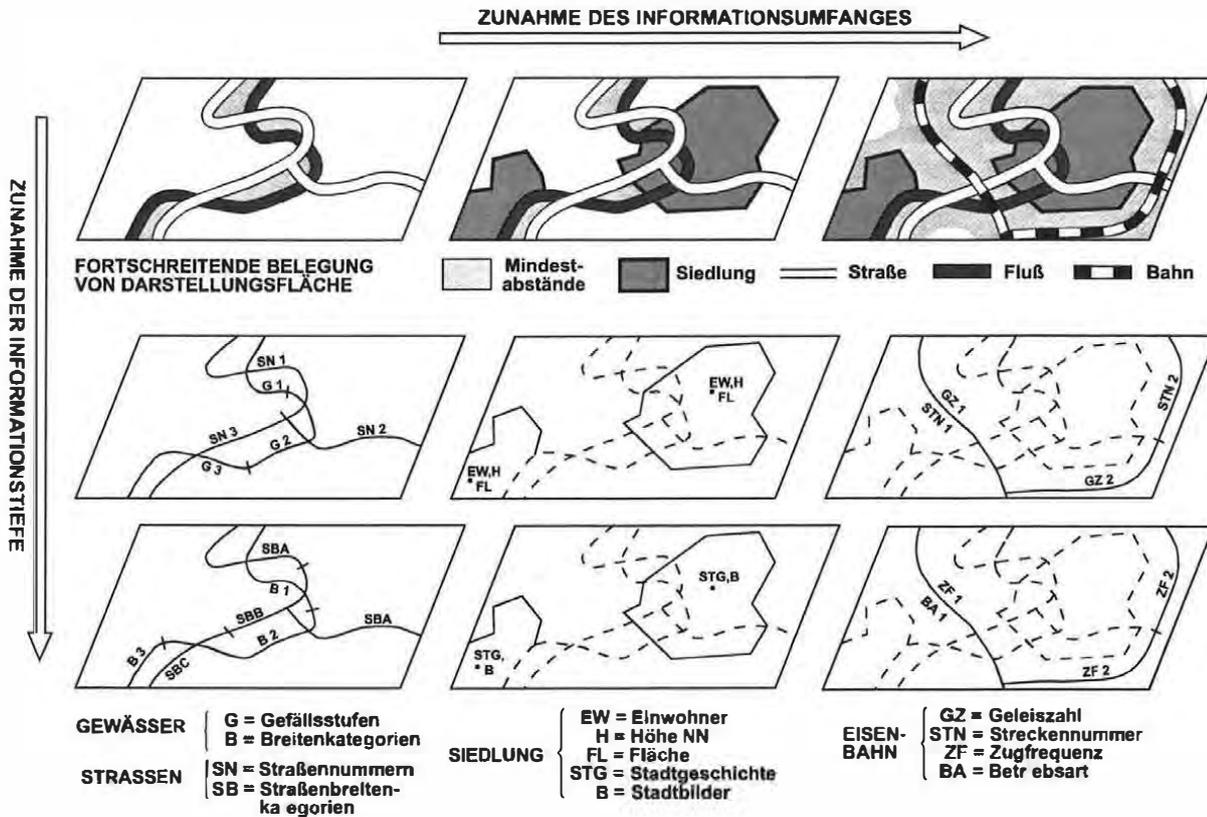


Abb. 2: Informationsumfang und Informationstiefe in interaktiven kartographischen Darstellungen

### 3.2.2 Nutzerspezifische Kombination von layer- bzw. kartenobjektorientierter Informationsanzeige

Eine relativ einfach zu realisierende Interaktionsform stellt die nutzergesteuerte Kombination verschiedener Kartenelementslayer dar. Im allgemeinen werden diese Layer aus bestehenden Karten gewonnen, so daß sie nicht immer die beste sachinhaltliche Aufgliederung ausweisen, da sie in erster Linie druckfarbenorientiert kreiert wurden. Nachdem für diese Layer eine kartographisch voll ausgearbeitete kartographische Darstellung die Basis bildet, sind in diesen Layern sämtliche kartographischen Generalisierungsmaßnahmen bereits enthalten, wobei notwendigerweise auf das graphische Zusammenspiel der einzelnen Karteninhaltelemente entsprechend Bedacht genommen wurde. Isoliert man die einzelnen Kartenelemente aus diesem Kontext, so löst man die nur aufgrund des Graphikgefüges bewirkten und aufeinander abgestimmten Geometrieingriffe des Kartographen auf, so daß die Einzelpäsentation oder verschiedene Kombinationen derartiger Layer zu ungewollten Informationsverfälschungen führen können. In Abbildung 3 sind einige dieser Effekte beispielhaft ausgewiesen. Wird aus einer kartenmaßstäblich generalisierten Kartengraphik von Situationselementen bestehend aus Bahn, Gewässer und Straßen die Kombination Straße und Bahn ausgewählt, so sind diese Elemente mit allen Geometriedeformationen versehen, die sich in der Bündelung der drei Kartenelemente aufgrund von Symboldimensionen und perzeptiv notwendigen Symbolmindest-

abständen als notwendig erwiesen haben. Sollen diese Informationsverfälschungen vermieden werden, so muß von kartographischer Seite für jede Layerkombinationsmöglichkeit eine entsprechend adaptierte Generalisierung vorbereitet werden. Eine ähnlich gelagerte Problematik ergibt sich etwa bei der Freistellung einer Waldfläche durch eine symbolisierte Straße, da die Freistellung des Straßensymbols in der Waldfläche ohne dem dazugeschalteten Straßensymbol vom Betrachter als getrennte Waldflächen verstanden würde.

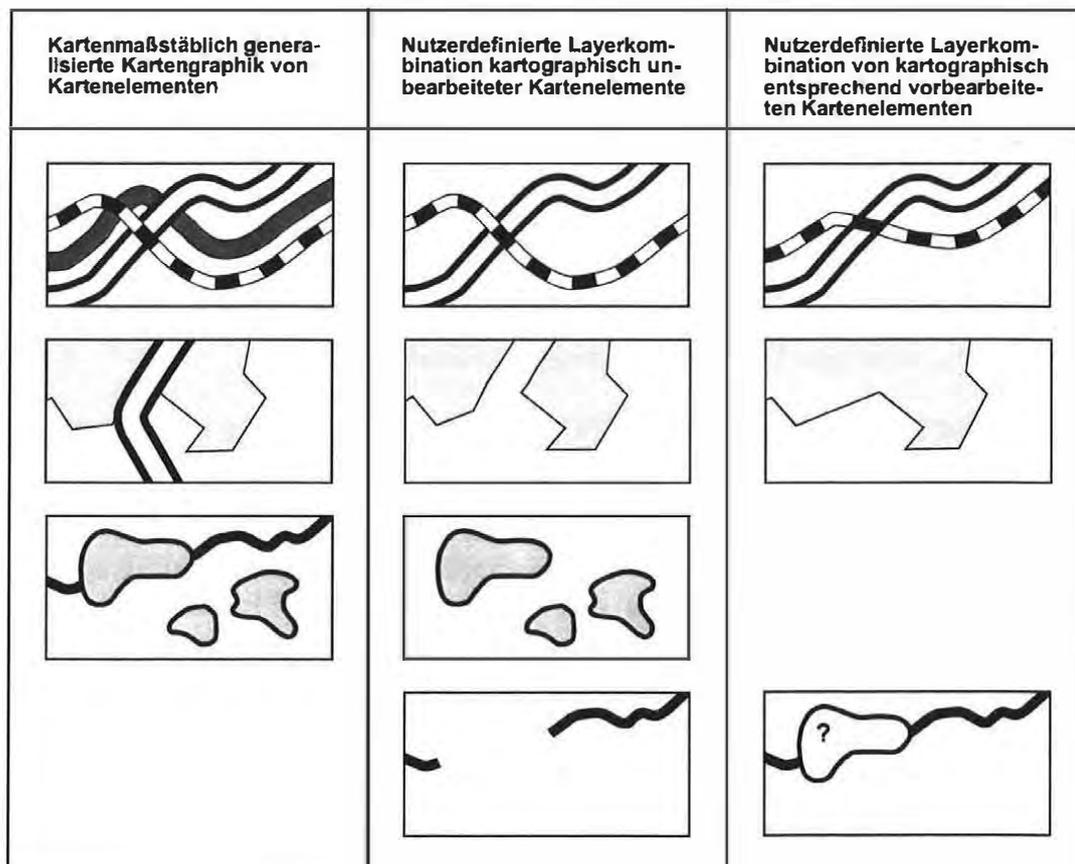


Abb. 3: Beispiele für nutzerspezifische Layerkombination und kognitive Modellbildung

Im letzten Beispiel der Abbildung 3 wird dem Systemnutzer die Möglichkeit eingeräumt, aus einem Gewässernetz fließende und stehende Gewässer getrennt zu betrachten. Während bei den stehenden Gewässern die Informationsübermittlung problemlos vonstatten geht, ergibt sich für den Betrachter beim Layer Fließgewässer die Schwierigkeit, daß bei Ausblenden eines Sees im Fließgewässer der Eindruck von Flußschwinden entsteht und deshalb sinnvollerweise alle im Verlauf von Fließgewässern auftretenden „stehenden“ Gewässer erhalten bleiben müssen. Diese hier nur exemplarisch aufgezeigten Effekte bei der freien, layerweisen Kombination von im graphischen Kontext aufeinander abgestimmten Karteninhaltelementen sind symptomatisch dafür, daß man bestehende Karten bzw. Kartenoriginale für interaktive kartographische Informationspräsentationen ohne entsprechende kartographische Bearbeitung nur bedingt einsetzen kann. Bietet man seitens des Informationssystems noch Werkzeuge zur kartometrischen Auswertung an, so wird man in Abhängigkeit von den dahinter stehenden Kartenmaßstäben unter Umständen relativ unsinnige Ergebnisse provozieren. Die Verantwortung

dafür trägt jedoch der Kartograph und nicht der interaktive Kartennutzer, der im Vertrauen auf die Fachkompetenz des informationsaufbereitenden Kartographen erwarten darf, daß die ihm angebotenen Werkzeuge auch tatsächlich zweckmäßig eingesetzt werden können.

Ist der Karteninhalt einer interaktiv angelegten Karte nach Kartenobjekten und nicht nach Layern bestimmter Kartenobjektklassen aufbereitet, so kann auch in diesem Fall davon ausgegangen werden, daß infolge der kartographischen Bearbeitung im Gesamtkonzept keine Visualisierungsprobleme bei DB-Abfragen auftreten werden. Da durch die kartographischen Generalisierungsmaßnahmen vor allem bei topographischen Kartenobjekten beträchtliche Gestaltungseingriffe durch Selektion und Aggregation erfolgen, wird die Zuordnung primärer Informationen zu diesen Kartenobjektgeometrien in der Maßstabsfolge schwierig bis oft unmöglich. Durch die angesprochenen Generalisierungsmaßnahmen werden Kartenobjekte generiert, die keine oder nur unklare Realitätsentsprechungen aufweisen, was zur Folge hat, daß die Informationstiefe aufgrund der semantischen Unschärfe der nun als Kartenobjekte auftretenden Kartensymbole lediglich sporadisch genutzt werden kann. Der oft angewandte Trick, Sachinformationen nicht mehr an die Topographieobjekte zu koppeln, sondern an möglichst kleine statistische Erhebungseinheiten zu binden, ist eben nur ein Ausweg, da dann die Topographie nur mehr eine Hintergrundinformation darstellt.

### **3.2.3 Die nutzerbestimmte Kartenkonstruktion unter Einbeziehung georeferenzierter Sachdaten**

Um es sogleich vorwegzunehmen, auch bei der „nutzerbestimmten Kartenkonstruktion“ ersetzt der Kartennutzer natürlich nicht den Kartographen, sondern der Kartograph räumt dem Systemnutzer einen mehr oder minder großen Spielraum in der Informationsakquisition und deren kartographischen Präsentation ein. Die Idee, das Wissen und die gestalterischen Fähigkeiten des Kartographen in Form eines Expertensystems als unterstützendes Element dem Systemnutzer zur Verfügung zu stellen, ist zwar zunächst bestechend, nur derzeit nicht wirklich realisierbar, da ein Großteil dessen, was Kartographen im Rahmen der Daten- bzw. Geoinformationstransformation in kartographische Visualisierungspräsentationen notwendigerweise durchführen, relativ schlecht formalisierbar ist. Der Kartograph als Informationsgestalter kann sich jederzeit selbst davon überzeugen, ob die für eine bestimmte Problemstellung von ihm angepeilte Lösung einigermaßen nutzeradäquat sein kann, da er sich natürlich auch in die Lage des Kartennutzers versetzen kann. Diese Form einer selbstreflektierenden, kritischen Überprüfung eines Informationsgestaltungsergebnisses kann notwendigerweise bei AI- bzw. Expertenkonzepten nicht erfolgen, kann aber auch im Rahmen der nutzerbestimmten Kartenkonstruktion nicht dem Systemnutzer überantwortet werden.

Aus diesen grundsätzlichen Überlegungen zeichnet sich bereits ab, daß die nutzerbestimmte Kartenkonstruktion nur für ein relativ kleines Spektrum kartographischen Schaffens zielführend eingesetzt werden kann, wobei seitens des systemkonzipierenden Kartographen eine Systemunterstützung angeboten werden muß, die eine teleologische Führung des Nutzers sicherstellt. Diese Systemleitung kann die formalen Kriterien der nutzerbestimmten Kartenkonstruktion überprüfen, graphische Visualisierungskonflikte vermeiden u.ä.m., kann jedoch kaum auf sachinhaltliche Mißgriffe des Systemnutzers zweckmäßig reagieren. Je straffer diese Systemleitung organisiert ist, desto stärker wird natürlich die „Kreativität“ des Systemnutzers eingeschränkt, dafür aber die Verwendungsfähigkeit der nutzerkreierten kartographischen Visualisierung gesteigert. Der Kartograph tritt damit dem Systemnutzer nur

einen sehr kleinen Teil kartographischen Schaffens ab, wobei für diesen „Kreativitätsbereich“ noch umfassende flankierende Maßnahmen getroffen werden müssen.

Betrachtet man den Bereich der topographischen Informationen, so kann man generell sagen, daß dieser Gestaltungsbereich infolge der starken Verzahnung von Objektgeometrie und Objektsemantik sehr eng mit komplexen Generalisierungsmaßnahmen gekoppelt ist und deshalb grundsätzlich für eine nutzerbestimmte Kartenkonstruktion ausscheidet. Es geht dabei nicht um das Anzeigen einzelner Kartenelemente oder die Kombination vorgefertigter Informationslayer, sondern um die freie inhaltliche, maßstabsbezogene Gestaltung eines topographischen Karteninhaltes.

Im Vergleich dazu bieten sich im sachdatenbezogenen Informationsbereich durchaus Möglichkeiten der Nutzereinbindung an, die - wie bereits ausgeführt - allerdings mit erheblichen Einschränkungen in der „Nutzerkreativität“ verbunden sind.

Bei georeferenzierten Daten, die flächenhaft visualisiert werden, besteht nur ein relativ lockerer Zusammenhang zwischen der Visualisierungsgraphik der Sachdaten und der kartographischen Gestaltung des Bezugsgrenzensystems. Daher wird dieser Informationstyp auch relativ oft als nutzerdefinierte Kartenkonstruktion angeboten, wobei sich die Gestaltungsmöglichkeiten üblicherweise auf das Gruppierungsverfahren für die Datenumsetzung und die Wahl der Flächenfarben beschränken. Werden an Stelle der flächenhaften Datenvisualisierung jedoch Figuresymbole für die Absolutwertumsetzung benötigt, dann beginnen die Gestaltungsprobleme ein Ausmaß zu erreichen, welches dem üblichen Systemnutzer nicht mehr zugemutet werden kann. Die Wahl eines geeigneten Symbolmaßstabes, der durch die Einhaltung bestimmter Mindestüberdeckungsverhältnisse neben der Lesbarkeit auch eine entsprechende Zuordnung der Symbole zu den einzelnen Bezugsflächen garantiert, kann wohl kaum vom Systemnutzer in einer „try and error“-Methode realisiert werden. Um schnell und sicher eine derartige Visualisierung zu erzielen, ist es notwendig, über die Systemleitung vorbereitete Gestaltungsspielräume für mögliche Symbolumsetzungen ebenso einzubringen wie eine klar strukturierte und schrittweise „Konstruktionsanleitung“ für die Datenumsetzung vorzubereiten. Damit reduziert sich der wirkliche Informationsgestaltungsbereich des Systemnutzers auf die Auswahl von vorgefertigten Gestaltungsmodulen, die vom Kartographen nach entsprechenden kartographischen Visualisierungsgesichtspunkten ausgearbeitet wurden. In ähnlicher Form stellt sich die Darstellungssituation für streckenbezogene Datenvisualisierungen dar, wo der Kartograph üblicherweise als Designprofi oft alle Möglichkeiten des Gestaltungsregisters ziehen muß, um eine aufgabenadäquate und zweckmäßige Informationspräsentation zustande zu bringen.

Wenn schon die kartographische Umsetzung eines einfachen unstrukturierten Sachverhaltes die Grenzen der Nutzereinbindung sehr deutlich werden läßt, dann wird man umso weniger erwarten dürfen, daß die nutzerdefinierte Kartenkonstruktion von komplex-strukturierten Sachverhalten oder gar eine hochsynthetische Typenbildung auf der Basis unterschiedlichster Geofaktoren vom Systemnutzer realistisch zu bewerkstelligen sein wird. Es wäre wohl der völlig verkehrte Weg, auf solche hochinformativen kartographischen Darstellungen deshalb zu verzichten, weil sie der Systemnutzer nicht kreieren kann und sich deshalb mit einem relativ simplen Niveau eines kartographischen Geoinformationstransfers zu begnügen und dies unter dem Gesichtspunkt eines Paradigmenwechsels als Inbegriff der nutzerbestimmten und nutzerintegrierten Informationsrecherche zu preisen. Viele Systemnutzer werden jedoch durchaus in der Lage sein, professionell aufbereitete komplexe Sachverhaltsvisualisierung mental zu realisieren, wobei ihnen die interaktive Informationserschließung die Möglichkeit einer individuellen Primärdatenerschließung bieten kann.

#### **4 Funktion der Infosystem-Redaktion in der interaktiven Kartographie**

Ein multimediales, kartographisches Informationssystem ist üblicherweise als geschlossenes System konzipiert, welches vom Systemnutzer nicht erweitert werden kann. Wie bereits mehrfach dargelegt, ergibt sich diese Notwendigkeit aus dem Umstand, daß nutzerseitige Eingriffe in die Kartengeometrie notwendigerweise kartographische Generalisierungsmaßnahmen auslösen, welche vom Systemnutzer nicht bewältigt werden können. An der Grundsätzlichkeit dieser Feststellung ändert sich auch dann nichts, wenn das Internet als Daten- bzw. Informationstransportvehikel benutzt wird.

Der redaktionelle Aufwand kann bei einzelnen Karten oder Sachatlanten in Abhängigkeit von der jeweiligen Sachthematik und Komplexität des Visualisierungszieles bereits einen erheblichen Umfang erreichen. Es liegt daher auf der Hand, daß bei der komplexen inhaltlichen Informationsverflechtung interaktiver kartographischer Systeme der Redaktionsanteil nicht nur einen beachtenswerten Anteil darstellt, sondern darüber hinaus Fachleute aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Arbeitsdisziplinen und Medienbereichen koordiniert werden müssen, so daß man eigentlich nicht mehr von einer Karten- oder Atlasredaktion im engeren Sinn sprechen kann. Eine derartige Infosystem-Redaktion sollte sich jedoch einem Leitbild verpflichtet fühlen, was im Falle eines interaktiven kartographischen Informationssystems der speziellen Form der Rauminformationsübermittlung durch kartographische Ausdrucksformen entsprechen müßte. Die kartographische Darstellung als Ausgangspunkt von Interaktionen zur Informationsvertiefung bzw. als raumbezogener Verortungshintergrund für viele DB-Abfragen bildet nicht nur den Kern eines solchen Informationssystems, sondern gleichzeitig das Hauptaktionsgebiet des Kartographen. Die Einbindung von Mediendesignern erlaubt eine professionelle Aufmachung des Produktes, was heute wohl ebenso wichtig wie das Produkt selbst ist. Die Überarbeitung von Textinformationen aus unterschiedlichsten fachwissenschaftlichen Disziplinen durch Wissenschaftsredakteure oder -journalisten kann die Akzeptanz durch das Zielpublikum nur verbessern. Selbst repräsentative Photos zu unterschiedlichsten Sachthematiken können vom jeweiligen Sachwissenschaftler besser ausgewählt und kommentiert werden als dies ein Kartograph üblicherweise im Do-it-yourself-Verfahren bewältigen könnte. Allerdings ordnen sich diese unterschiedlichen Informationsformen dem „Informationshauptlastverteiler“ kartographische Darstellung unter, aus dem sie auch interaktiv erschlossen werden.

Eine Infosystem-Redaktion kann sich - im Vergleich zur üblichen Kartenredaktion - bislang lediglich auf einen eher kleinen Erfahrungsschatz stützen, da zwar im Rahmen der Multimedia-Kartographie viele Fragestellungen angedacht, aber relativ wenige professionellen wie auch marktfähigen Lösungen zugeführt wurden. Der Nutzer dieses neuen Informationsmediums muß vielfach als „unbekanntes Wesen“ eingestuft werden, da außer dem Wunsch, Geoinformation über die elektronische Schiene zu erhalten, sonst kaum spezielle Merkmale vorliegen. Interaktive kartographische Informationssysteme bieten sich sowohl zum Surfen wie auch zur gezielten Informationsrecherche an. Für das Surfen müßte die Infosystem-Redaktion durch besondere Gestaltungsgags und vielleicht nur „low level“-Informationsaufbereitung eher das spielerische Erfahren und lustbetonte Navigieren im System ermöglichen, während für den nach harten Fakten Suchenden ein möglichst effizienter, zielgerichteter Informationszugang geschaffen werden sollte. Derart divergierende Nutzeransprüche werden wohl kaum im gleichen Informationssystem befriedigt werden können. Die Attraktivität einer gedruckten Karte kann durch eine gute Kartographie sicher gesteigert werden, da nicht zuletzt auch ästhetisch gut gestaltete Produkte einfach lieber und länger betrachtet werden. Trifft dies auch für interaktive Kartenprodukte zu oder steht dort die Funktionalität allein im Vordergrund? Ist der Systemnutzer

bezüglich ästhetisch ausgewogenem Kartenbild weniger anspruchsvoll und gibt sich mit simplifizierten Lösungen durchaus zufrieden? Viele offene Fragen machen es einer Infosystem-Redaktion nicht unbedingt leichter, adäquate, benutzerorientierte und benutzerfreundliche Lösungen zu schaffen.

Für den Käufer eines interaktiven multimedialen kartographischen Informationssystems auf CD-ROM ist es selbstverständlich, daß dafür ein marktüblicher Preis zu entrichten ist. Vielfach wird dies mit dem Erwarten verbunden, daß ein elektronisches Medium nahezu „unbegrenzte“ Informationsmöglichkeiten anbieten müßte. Wird das Internet als Informationstransportvehikel genutzt, so werden wohl viele Nutzer erwarten, daß die gleichen Informationen, die sie sonst gegen Entgelt auf einer CD-ROM erwerben, nun unentgeltlich zur Verfügung stehen. Löst man dieses Problem durch Einbindung in ein Sponsoring System, so hat man in der Infosystem-Redaktion neben den fachwissenschaftlichen Informationsaufbereitern auch noch den Sponsor integriert, der seine Werbeinteressen naturgemäß bestmöglich plazierte haben möchte.

Die Kartenredaktion war bislang eine Domäne des Kartographen mit gelegentlichen Affinitäten zu geowissenschaftlichen Sachdisziplinen, um Sachfragestellungen, die über das kartographische Repertoire hinausreichten, fachdisziplinär abzusichern. Das Informationstransportvehikel „gedruckte Karte“ wurde vom Kartographen technisch allein gemanagt und alleinverantwortlich betreut. Die Infosystem-Redaktion der interaktiven und multimedialen Kartographie hat neben der Erweiterung der Informationstransportmöglichkeiten (CD, WWW, ...), dem Einsatz unterschiedlicher, nicht unbedingt primär kartographischer Medien (Ton, Bild, Texte, Animationen, ...) sowohl eine sachinhaltliche wie auch technologische Komponentenerweiterung erfahren, die ihren adäquaten Niederschlag in einer Interdisziplinarität der redaktionellen Informationsaufbereitung nach sich zieht. Wie in einer solcherart komplexen Infosystem-Redaktion kartographische Belange einen dominanten oder nur subdominanten Niederschlag finden werden, hängt neben der „Publikumsakzeptanz“ auch von der Professionalität der kartographischen Aufbereitung raumrelevanter Informationen ab, wobei die inhaltliche und die graphisch-kommunikative Simplifizierung des Informationstransfers vielleicht doch nicht den vielfach herbei geredeten Paradigmenwechsel bilden sollten.

## 5 Literaturverzeichnis (in Auswahl)

- Bitter, R.:* Kognitive Karten und Kartographie. KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN 49 (1999), 3, 93 – 97.
- Bollmann, J.:* Anmerkungen zur kartographischen Erkenntnisgewinnung auf der Grundlage neuer kommunikativer Rahmenbedingungen. KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN 46 (1996), 6, 207 – 212.
- Cartwright, W.:* INTERACTIVE MULTIMEDIA FOR MAPPING. In: *MacEachren A. M. und D.R. Fraser Taylor:* VISUALIZATION IN MODERN CARTOGRAPHY. Oxford: Elsevier. Vol. 2 (1994), 63 – 89.
- Kelnhofer, F.:* GEOGRAPHISCHE UND/ODER KARTOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME. In: *Schweizerische Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.) (→ Kartogr. Publikationsreihe Nr. 14): KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN, NEUE TECHNOLOGIEN. Beiträge zum Kartographiekongreß Interlaken 96 (1996), 9 – 26.
- Kelnhofer, F.:* Interaktive Kartographie und kartographische Semiotik (im Druck).
- Kelnhofer, F., A. Pammer und G. Schimon:* „GEOINFO AUSTRIA“ - INTERAKTIVES MULTIMEDIALES KARTOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM VON ÖSTERREICH. In: *Schrenk M.* (Hrsg.): COMPUTERGESTÜTZTE RAUMPLANUNG - INFORMATIONSTECHNOLOGIE IN DER UND FÜR DIE RAUMPLANUNG. Beiträge zum 5. Symposium: CORP 2000. Vol.1 (2000), 69 – 75.
- Krygier, J.B.:* SOUND ON GEOGRAPHIC VISUALIZATION. In: *MacEachren A. M. und D.R. Fraser Taylor:* VISUALIZATION IN MODERN CARTOGRAPHY. Oxford: Elsevier Vol. 2 (1994), 149 – 166.
- Lindholm, M. und T. Sajarkoski:* DESIGNING A VISUALIZATION USER INTERFACE. In: *MacEachren A. M. und D.R. Fraser Taylor:* VISUALIZATION IN MODERN CARTOGRAPHY. Oxford: Elsevier. Vol. 2 (1994), 167 – 184.
- Peterson, M. P.:* INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY. New York: Englewood Cliffs (1995).

# **Konstanten und Unterschiede im Kartenentwurf für gedruckte und Bildschirmkarten**

Lukas Birsak, Wien

## **Zusammenfassung**

Betrachtet man den Entwurf von Bildschirmkarten unter kartographischem Blickwinkel, zeigen sich doch einige Unterschiede zum Entwurf für gedruckte Karten: Die graphische Feinheit ist durch die Grenzen der Bildschirmauflösung geringer, die Gestaltung muss plakativer erfolgen. Andererseits ermöglicht die Bildschirmdarstellung die Verwendung neuer Darstellungsmittel wie bewegte Zeichen, Ergänzung durch Ton usw. Interessant ist auch die Verknüpfung der kartographischen Darstellung mit anderen Visualisierungsmöglichkeiten und Zusatz- und Hintergrundinformationen.

## **Abstract**

If one looks at the design of electronic maps from a cartographical standpoint, he can see some differences to conventional map design. The graphical detail is limited by the possible resolution of the computer screen and the design must be more strikt. On the other side one can use new methods of visualisation like animated symbols, sound effects etc. Moreover it is very interesting to combine the cartographical image with other methods of data visualisation and with additional or background information.

## **1 Vorbemerkung**

Die folgenden Ausführungen sollen anhand einiger Kartenmerkmale, wie sie in der kartographischen Literatur immer wieder genannt werden, aufzeigen, inwieweit neue Medien und interaktive Karten die Entwurfsarbeit verändern. Beispielhaft wird dazu der elektronische Weltatlas GEOTHEK GLOBAL verwendet, den der Autor mitgestalten konnte.

## **2 Grundrissgebundenheit**

Die parallelperspektivische Projektion eines Darstellungsraums auf die Grundrissebene ist ein zentrales Wesensmerkmal einer Karte. Diese Bedingung sollte auch für alle Raumdarstellungen am Bildschirm, die dem Begriff "Karte" zugeordnet werden, beibehalten werden. Trotzdem muss der Entwerfer im digitalen Umfeld weiter denken: Im Gegensatz zur gedruckten Karte ermöglicht das elektronische Medium einen bedeutend leichteren Perspektivenwechsel. Das Umschalten von 2- zu 3-dimensionalen Ansichten ist eine Frage von Programmierung,

Rechnerleistung und Benutzerschnittstelle, aber kein grundsätzliches graphisches Problem. Damit ergeben sich erweiterte Antwortmöglichkeiten auf die Frage, mit welchen graphischen Methoden die dritte Dimension möglichst anschaulich dargestellt werden kann. Voraussetzung ist allerdings ein Miterfassen entsprechender Höhendaten im Entwurf, die (nicht immer einfache) Gestaltung klarer Umschaltmöglichkeiten zwischen den Perspektiven und die Mitplanung der graphischen Darstellung der Perspektivansicht.

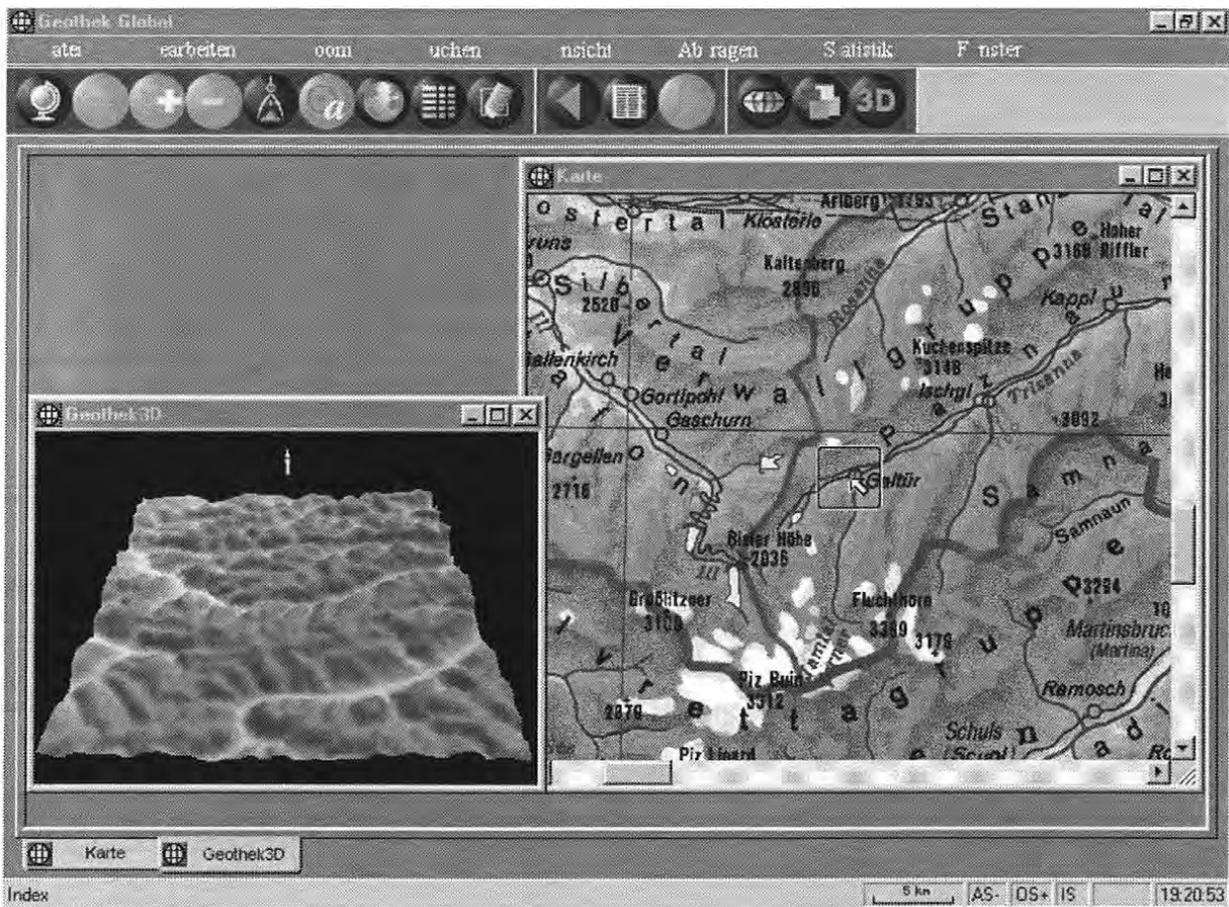


Abb. 1: Nebeneinander von 2D- und 3D-Darstellung

### 3 Maßgebundenheit

Die Frage "Wie groß ist etwas" muss auch an jede Bildschirmkarte gestellt werden können. Die Hilfsmittel zu ihrer Beantwortung sind aber im digitalen Medium teilweise andere:

- Weiterhin gut einsetzbar sind graphische Maßstabsleisten. Sie sind von analogen Karten her bekannt und erlauben einen schnellen Überblick über Größenverhältnisse. Die bekannten Methoden, Distanzen mittels Lineal, Papierstreifen oder gar Stechzirkel abzunehmen, sind naturgemäß aufgrund des anderen Trägermediums "Bildschirm" nicht so gut anwendbar.

- Eine dem Medium angepasstere Methode ist die direkte Messung von Entfernungen oder Flächen über Distanz- oder Flächenmessfunktionen. Dabei können auch Verzerrungen durch die Netzabbildung korrigiert werden, sofern beim Entwurf entsprechende Angaben zu den Kartennetzen gemacht wurden (was bei der Übernahme tradierter analoger Unterlagen oft einen gewissen Rechercheaufwand erfordert).

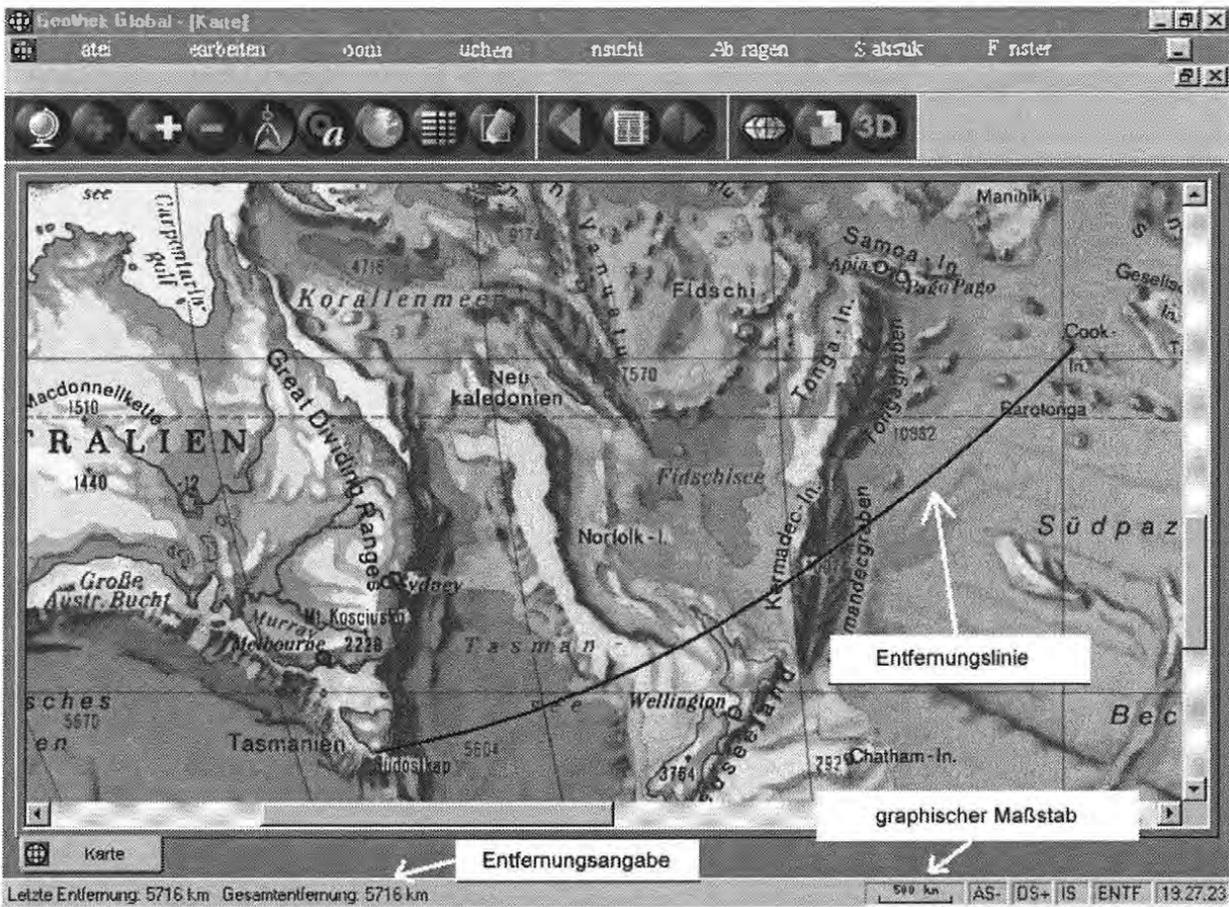


Abb. 2: Verschiedene Maßstabs- und Entfernungsangaben

- Heikler ist die Angabe numerischer Maßstäbe, obwohl eine solche auch bei digitalen Produkten immer wieder geschieht. Bei einer analogen Karte besitzt eine Maßstabsangabe grundsätzlich zwei Aspekte: eine Aussage über das geometrische Verkleinerungsverhältnis und eine indirekte Angabe über den zu erwartenden Generalisierungsgrad.

### 3.1 Aussage über das geometrische Verkleinerungsverhältnis

Das geometrische Verkleinerungsverhältnis wird bei einer Bildschirmkarte entscheidend von der Schirmgröße (meist als Bilddiagonale in Zoll angegeben) und von der Auflösung in Pixelpunkten bestimmt. Damit bestimmt der Benutzer den Maßstab mit. Eine produktionsseitige Angabe kann sich nur auf Standardgrößen und -einstellungen beziehen.

Ein brauchbarer Scan einer Karte muss eine Mindestauflösung von 200 dpi besitzen, d.h. auf einen Millimeter fallen ca. 8 Bildpunkte bzw. ein Bildpunkt repräsentiert eine Größe von 0,125 x 0,125 mm. Damit befindet man sich knapp im Bereich der kartographischen Minimaldimensionen für Linienstärken. Bei einem 17"-Schirm mit einer Auflösung von 1024 x 720 entspricht die Bildschirmbreite ca. 13,9". Ein Pixel wäre dann ungefähr 0,34 mm breit, also das 2,8-fache der Scangröße bzw. eine ebenso starke Vergrößerung gegenüber dem Papiermaßstab! Reduziert man z.B. die Auflösung auf 800 x 600, ist ein Bildschirmpixel schon 0,44 mm groß, also das 3,5-fache des Papiermaßstabs! Würde man bei einer Auflösung von 1024 x 720 dagegen einen 15"-Schirm wählen, sinkt der Vergrößerungsfaktor auf 2,5.

### 3.2 Indirekte Angabe über den zu erwartenden Generalisierungsgrad

Vorsicht ist dagegen geboten, wenn man in gewohnten Bahnen eine Maßstabsangabe eines elektronischen Produkts mit einem vom gedruckten Produkt gewohnten Generalisierungsgrad assoziieren würde. Normalerweise entspricht den gerade errechneten geometrischen Vergrößerungen keine entsprechende Verdichtung des Inhalts, weil die kartographische Mindestdimension der Bildschirmkarte nicht unter das Bildschirmpixel sinken kann. Wo in der gedruckten Karte eine Linie 0,1 mm stark sein kann, muss die dünnste Linie am Schirm also zwischen 0,3 und 0,4 mm breit sein. Ein digitaler Maßstab 1:100 000 würde demnach einem Druckmaßstab zwischen 1:300 000 und 1:400 000 entsprechen. Vergleichbares kennen wir von den V-Maßstäben der amtlichen österreichischen Karten.

## 4 Verebnung

Auch Bildschirmkarten benötigen eine Kartenprojektion. Grundsätzlich gelten dabei natürlich dieselben Gütekriterien wie für gedruckte Karten: eher flächentreue Abbildungen für Informationszwecke, eher winkeltreue Abbildungen für Orientierungszwecke. Allerdings werden einige Nutzungsarten der gedruckten Karte im digitalen Bereich durch andere Verfahren ersetzt: Ein wesentliches Anliegen bei einer Wanderkarte ist es, Azimutmessungen mit der Bussole auf die Karte übertragen zu können - daher u.a. die Winkeltreue. Im Zeitalter von GPS wird aber ein Teil der Orientierungsfunktionen von elektronischen Geräten übernommen, sodass die direkte Orientierung im Gelände zurückgedrängt wird. Ein ähnlicher Fall sind Flächenmessungen in digitalen Karten, die bei entsprechenden Softwarefunktionen in beliebigen Projektionen ohne mühsames Ausplanimetrieren vorgenommen werden können.

Dafür ergeben sich am Bildschirm andere Probleme: Ein wichtiger Vorgang ist das Weiterscrollen von Karten, weil pro Bildschirmausschnitt meist nur ein kleiner Teil der Gesamtkarte gezeigt werden kann. Es gibt eine gewisse Nutzererwartung, dass ein Links-Rechts-Scrollen breitenkreisparallel erfolgt.

Dies kann auf zwei Arten unterstützt werden:

- Man verwendet Projektionen mit geraden Breitenkreisen, also im Wesentlichen Zylinderprojektionen oder Planisphären;
- Man berechnet während jedes Scrollvorgangs die Bildlage und eventuell die Projektion neu. Neben dem dafür benötigten Rechenaufwand bedeutet das für den Betrachter eine ständige Änderung des Blickwinkels auf die Karte. Vor und nach der Neuberechnung ändert sich die Lage der Kartenobjekte zueinander, ja bei weiten Scrollabständen kann überhaupt der neu berechnete Ausschnitt ein anderer sein als der, zu dem man hingescrollt hat.

Für welche Lösung man sich letztlich entscheidet, hängt daher von verschiedenen Faktoren ab: Darstellungsgebiet, Datenart, Anwendungszweck, vorausgesetzte Rechnerleistung, Darstellungselemente (z.B. relativiert sich das Problem, wenn kein Gradnetz angezeigt wird, weil dann das Vorliegen einer Breitenkreisparallelität auch nicht so leicht erkannt wird). Sinnvoll ist in jedem Fall, die Schrift bildschirmrandparallel zu stellen.

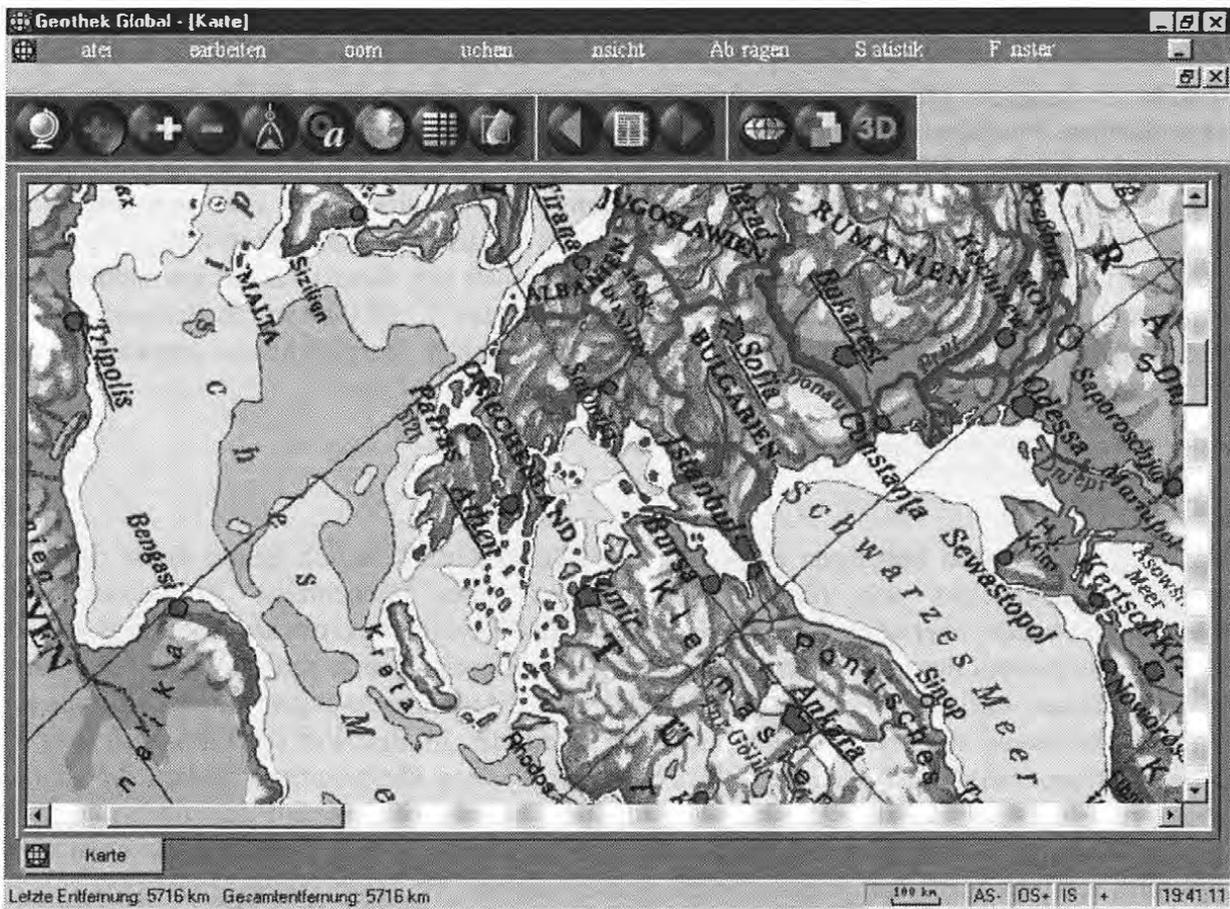


Abb. 3: Ungünstige Drehung einer flächentreuen Azimutalprojektion beim Weiterscrollen

## 5 Zeichenhaftigkeit

Karten sind auch Konfigurationen von Zeichen bzw. exakter Signaturen. Folgende drei Aspekte sollen im Vergleich von gedruckten und Bildschirmkarten etwas näher betrachtet werden - Form, Bedeutung und Wirkung.

### 5.1 Zeichenform

In der traditionellen Kartographie werden Zeichen mit Hilfe der graphischen Variablen variiert. Dabei geht man von statischen, im Wesentlichen zweidimensionalen Signaturen aus. Aufgrund der digitalen technischen Möglichkeiten können wir die Variablen heute zumindest um zwei Dimensionen erweitern: die räumliche Perspektive und die zeitliche Veränderung. Damit können neue graphische Variablen wie z.B. "Formveränderung in der Zeit", "Farbveränderung in der Zeit", "Rotationsgeschwindigkeit eines Zeichens" usw. formuliert werden. Hier sind in der Forschung noch einige Bemühungen in Bezug auf eine erweiterte kartographische Semiotik nötig, um den aktuellen Möglichkeiten und Bedürfnissen von Nutzern und Kartographen nachzukommen.

Die Bildschirmkartographie wird auch die Bewertung der Vor- und Nachteile geometrischer und sprechender Signaturen wahrscheinlich neu festlegen. Zwei Dinge werden dabei eine wesentliche Rolle spielen:

- Am Bildschirm ist schon allein aus Platzgründen meist die Legende - sofern überhaupt vorhanden - nicht gleichzeitig mit der Karte zu sehen. Die Information über die Bedeutung eines nicht selbsterklärenden Zeichens ist daher schwerer zu gewinnen.
- Elektronische Medien kennen viel weniger die Abgrenzungen der gedruckten Karte in Seiten, Kartenformate, Themeneingrenzungen usw. Der Nutzer erwartet im Extremfall, beliebige Informationen zu beliebigen Räumen abrufen zu können, möglichst in selbst gewählter Auswahl. Im gedruckten Atlas können auf verschiedenen Karten durchaus dieselben Signaturen für unterschiedliche Aussagen verwendet werden. Damit kommt man im Gesamtwerk mit einem relativ geringen Zeichenvorrat aus. Am Bildschirm sollen alle Themen gleichzeitig im Zugriff sein. Durch Zu- und Wegblenden werden immer neue Kombinationen vom Nutzer erstellt. Das geometrische Zeichen, das in den Tropen für "Banane" verwendet wird, kann nicht im gemäßigten Klima für "Birnen" verwendet werden, weil sich der Nutzer vielleicht vom Äquator bis zum Nordpol auf der digitalen Wirtschaftskarte durchscrollt. Man benötigt daher einen viel größeren Zeichenfundus.

Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Zeichen sollten möglichst selbsterklärend und assoziativ sein, was sprechende Signaturen naturgemäß besser ermöglichen.
- Es muss möglich sein, sehr viele verschiedene Zeichen anzulegen. Auch das erfüllen sprechende Zeichen besser, weil der Vorrat an unterscheidbaren geometrischen Signaturen doch bedeutend geringer ist.

Dagegen fallen die immer wieder genannten Vorteile geometrischer Signaturen, nämlich Kombinations- und Gruppenfähigkeit (ARNBERGER 1977, S. 51) weniger ins Gewicht. Sie sind vor allem für wissenschaftliche Karten von Bedeutung, besonders dann, wenn Verteilungen und Korrelationen im Überblick betrachtet werden sollen. Diesen Zweck erfüllen relativ wenige Bildschirmkarten (am ehesten Ableitungen aus GIS-Systemen, wo tatsächlich geometrische

Signaturen auch häufig anzutreffen sind). Multimediale Massenprodukte zeigen mehr "kulinarisch" aufbereitete Detailinformation.

Daher ist ein verstärkter Einsatz sprechender Signaturen auch bei Bildschirmkarten zu erwarten. Ein Problem stellen dabei die auch bei modernen Schirmen für kartographische Zwecke noch immer geringen Bildschirmauflösungen dar. Sie erlauben in den meisten Fällen nicht mehr als ca. 20 x 20 Pixel für ein Zeichen zu verwenden. Mit diesen Vorgaben erkennbare Symbole zu erstellen, ist durchaus eine graphische Herausforderung.

## **5.2 Zeichenbedeutung**

Es wurde schon das am Bildschirm veränderte Verhältnis der Karte zur Legende erwähnt. Meist sind beide nicht gleichzeitig zu sehen bzw. muss eine Legende bewusst vom Nutzer eingeblendet werden. Das erschwert die ohnehin von ungeübten Kartenlesern selten vorgenommene Beachtung der Kartenlegende als zentrales "Inhaltsverzeichnis" einer Karte. Immerhin bietet die Bildschirmkarte bzw. die heute mögliche Softwaretechnologie neue attraktive Möglichkeiten, Zeichenbedeutungen zu vermitteln: Tooltips und klickbare Symbole. Während bei ersteren durch Berühren des Zeichens mit dem Cursor eine kurze Zeichenerklärung eingeblendet wird (häufig gelb unterlegt), kann mittels Anklicken des Symbols eine ganze Kette von hinterlegten Informationen aktiviert werden. Dadurch fallen viele Platzbeschränkungen gedruckter Legenden weg, was den Wert der Information bedeutend hebt. Beobachtungen zeigen sogar, dass bei Computernutzern das Bewusstsein der Klickbarkeit von Bildschirmteilen dazu führt, dass bei Bildschirmkarten erwartet wird, an beliebigen Stellen auf die Karte klicken zu können (z.B. bei jedem Namen) und dadurch weitere Informationen zu bekommen. (Siehe Abb. 4)

## **5.3 Zeichenwirkung**

Zeichen müssen vom Leser erkannt werden, um wirksam zu sein. Schon in der gedruckten Karte sind daher Überlegungen zur graphischen Gestaltung von großer Bedeutung. Farben, Schriftarten, Zeichengrößen usw. müssen gut aufeinander abgestimmt sein, damit die Einzelsignatur nicht im Gesamtbild unter- und verlorengelht. Dieser Zwang zur Auffälligkeit erhöht sich bei Bildschirmkarten noch: Die Bildschirmkarte hat psychologisch die Aura des Flüchtigen, Plakativen und Groben - wohl eine Kombination der technischen Beschränkungen in der Auflösung, des unruhigen Flackerns des Bildschirms, der Gewöhnung an das sich ständig verändernde Fernsehbild und ähnlichen Faktoren. Daher ist die Verweildauer bei einer Bildschirmkarte sicher niedriger als bei einer gedruckten Karte. Man klickt oder scrollt sich schnell weiter oder erwartet überhaupt, dass sich am Bildschirm von selbst etwas tut. Man wird daher bei Bildschirmkarten verstärkt Effekte wie Rotation, Aufblinken, Hervorheben oder Bewegen eines Zeichens anwenden müssen, um eine genügende Aufmerksamkeit des Nutzers zu erreichen. Auch ein bewusstes Aufmerksammachen auf bestimmte Signaturen durch optische oder verbale Unterstützung kann sinnvoll sein.

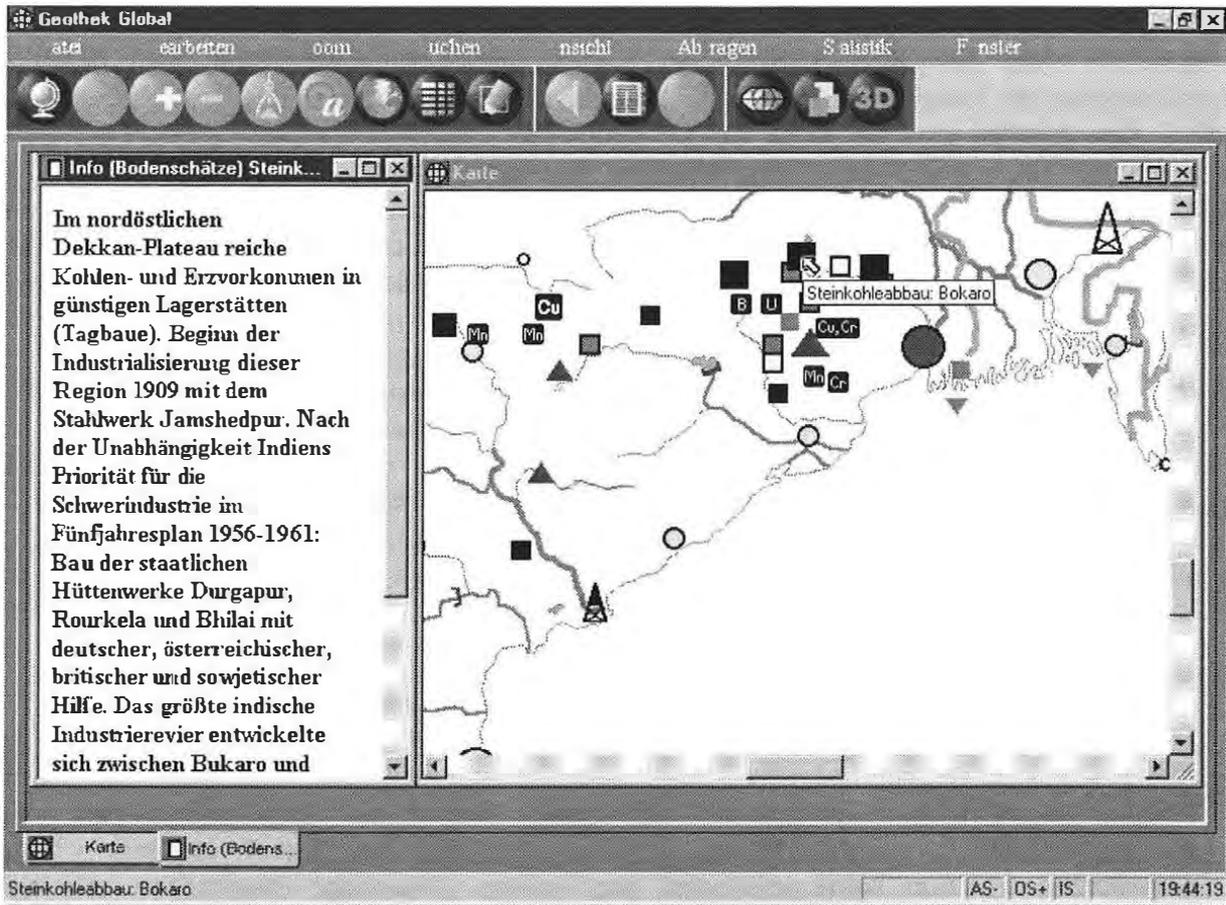


Abb. 4: Zusatzinformation zur Signatur mit Tooltip und Textfenster

## 6 Generalisierung

Auch Bildschirmkarten müssen generalisiert sein. So selbstverständlich diese Aussage im ersten Moment klingen mag, so unverständlich erscheint sie vielen Benutzern elektronischer Karten. Hier trifft man häufig tatsächlich die Erwartungshaltung an, dass ein elektronisches Werk - möglichst zu einem niedrigeren Preis als gedruckte Pendant - eine praktisch unbegrenzte Informationstiefe enthält. Der Zoom von der Erdübersicht oder besser vom Weltall auf das Einzelhaus wird manchmal für ganz normal gehalten. Es wird angenommen, dass die Kartographen diesen bisher nur aufgrund der beschränkten Papierfläche im gedruckten Medium nicht durchgeführt haben. Die enormen Kosten für Datenerfassung, Datenaktualisierung und technische Umsetzung und das grundsätzliche Problem der Nicht-Verfügbarkeit von Informationen ist schwer begreiflich zu machen.

Noch schwieriger ist es dann, zu erklären, dass Generalisierung in vielen Fällen keine Notlösung des Kartographen ist, um mit wenig Platz und unvollständigen Daten Karten herzustellen, sondern ein äußerst sinnvolles Verfahren des menschlichen Verstandes, eine unüberschaubare Fülle von Rohdaten überhaupt erfassbar, überblickbar und analysierbar zu machen. Erst seit kurzem wirkt hier vielleicht die Überfülle der Informationen im Internet

aufklärend. Möglicherweise nicht zufällig werden manche Versuche, die Datenmenge zu strukturieren, z.B. als "site map" bezeichnet.

Betrachtet man die Generalisierung im engeren kartographischen Sinn, sind durchaus Modifikationen der klassischen Ansätze für Bildschirmkarten erkennbar: Z.B. wurde zwar schon weiter oben gezeigt, dass der Grad der geometrischen Generalisierung der gedruckten Karte vergleichbar ist, weil dem vergrößerten Betrachtungsmaßstab höhere Werte der Minimaldimensionen entsprechen. Dagegen wäre es durchaus möglich, den durch die erwähnte Vergrößerung am Bildschirm (um das durchschnittlich Dreifache) entstehenden zusätzlichen Platz mit mehr Zeichen zu füllen. Man könnte also den Grad der inhaltlichen Generalisierung gegenüber der gedruckten Karte senken. Ein Aspekt darf dabei allerdings nicht übersehen werden: Viele Nutzer wollen Bildschirmkarten auch ausdrucken. Dann treten aber im Wesentlichen wieder die Regeln der klassischen Druck-Kartographie in Kraft. Daher sollten sich Bildschirmkarten nicht allzuweit von gedruckten Karten entfernen.

Ein wichtiger Schritt der klassischen Generalisierung ist die Verdrängung. Hierbei tut sich in der elektronischen Karte ein weites Problemfeld auf. Die statische Bildschirmkarte wird immer mehr durch Darstellungen ersetzt, bei denen der Nutzer Elemente zu- und wegblenden kann. Blendet er verdrängende Elemente weg, sollten die verdrängten Elemente im Idealfall wieder ihre ursprüngliche Position einnehmen. Das würde aber ausgefeilte Techniken der automatischen Verdrängung erfordern, die kaum vorhanden sind. Damit bleiben vorderhand nur zwei Lösungen:

- Man lässt verdrängte Elemente in ihrer "falschen" Position, auch wenn die verdrängenden Elemente gerade weggeblendet sind. Das hat zumindest zwei Nachteile: Es wird eine falsche Position der Objekte vorgetäuscht. Viele digitale Karten sind datenbankgesteuert. Die Zeichen werden mit ihrer Position abgespeichert und bei Bedarf angezeigt. Diese gespeicherte Position sollte möglichst der wahren Objektlage entsprechen, um z.B. Koordinaten und daraus ableitbare Raummaße berechnen zu können. Eine falsche Zeichenlage erfordert eine verfälschte Abspeicherung der Objektlage. Im Extremfall führt das dazu, dass eine Objektlage und eine oder mehrere Kartenlagen erfasst werden müssen (für verschiedene mögliche Zeichenkombinationen bei der Anzeige).
- Man akzeptiert, dass sich die Zeichen in der Bildschirmansicht einfach überlagern. Das kann bis zu einer völligen Verdeckung eines Zeichens durch ein anderes führen. Dieser Umstand wird deshalb nicht als dramatisch angesehen, weil der Leser sich durch Weg- und Zublenden ein Bild davon machen kann, welche Zeichen an derselben Stelle vorkommen. In der Datenbank genügt es, die "wahre" Objektposition abzuspeichern. Natürlich ist diese Lösung graphisch nicht elegant, sie scheint aber bis auf Weiteres doch die sinnvollere zu sein.

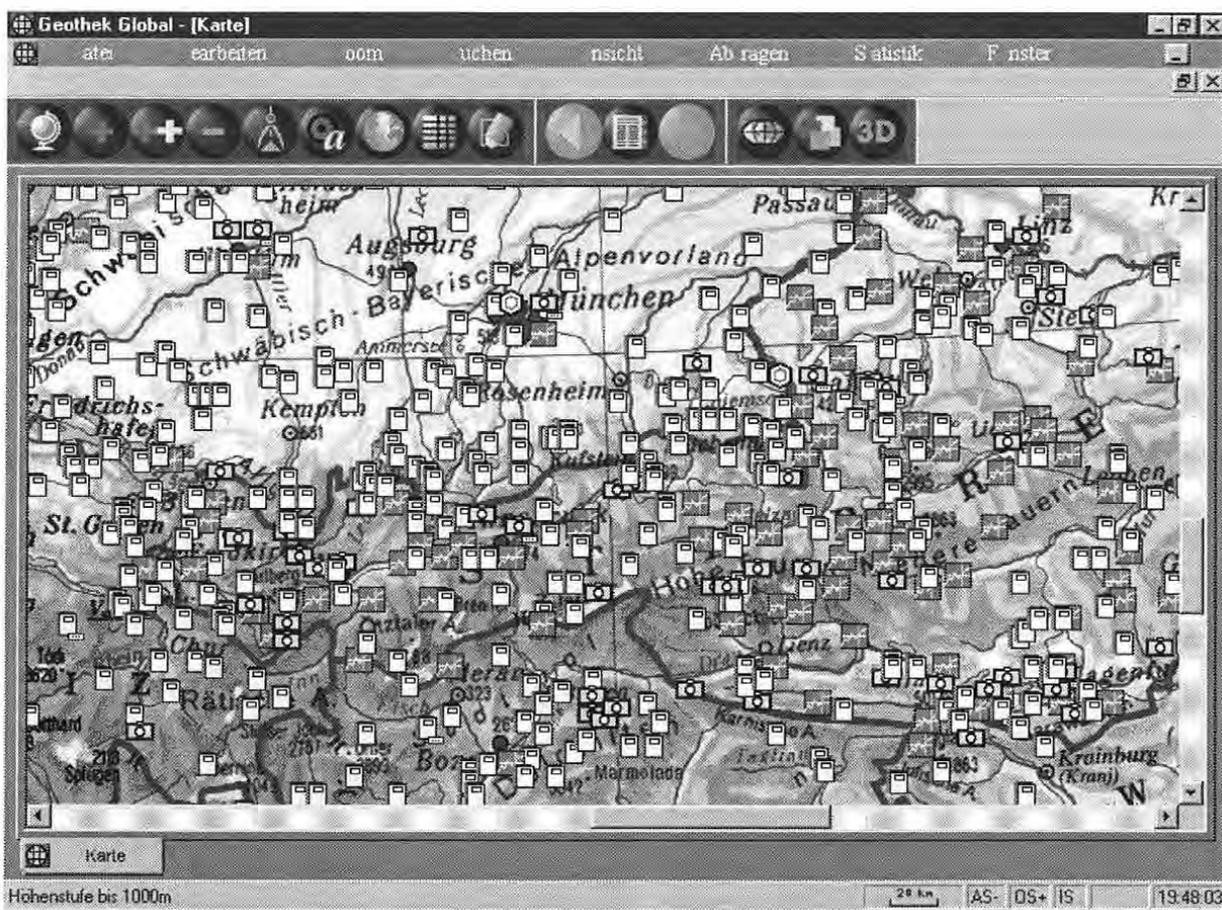
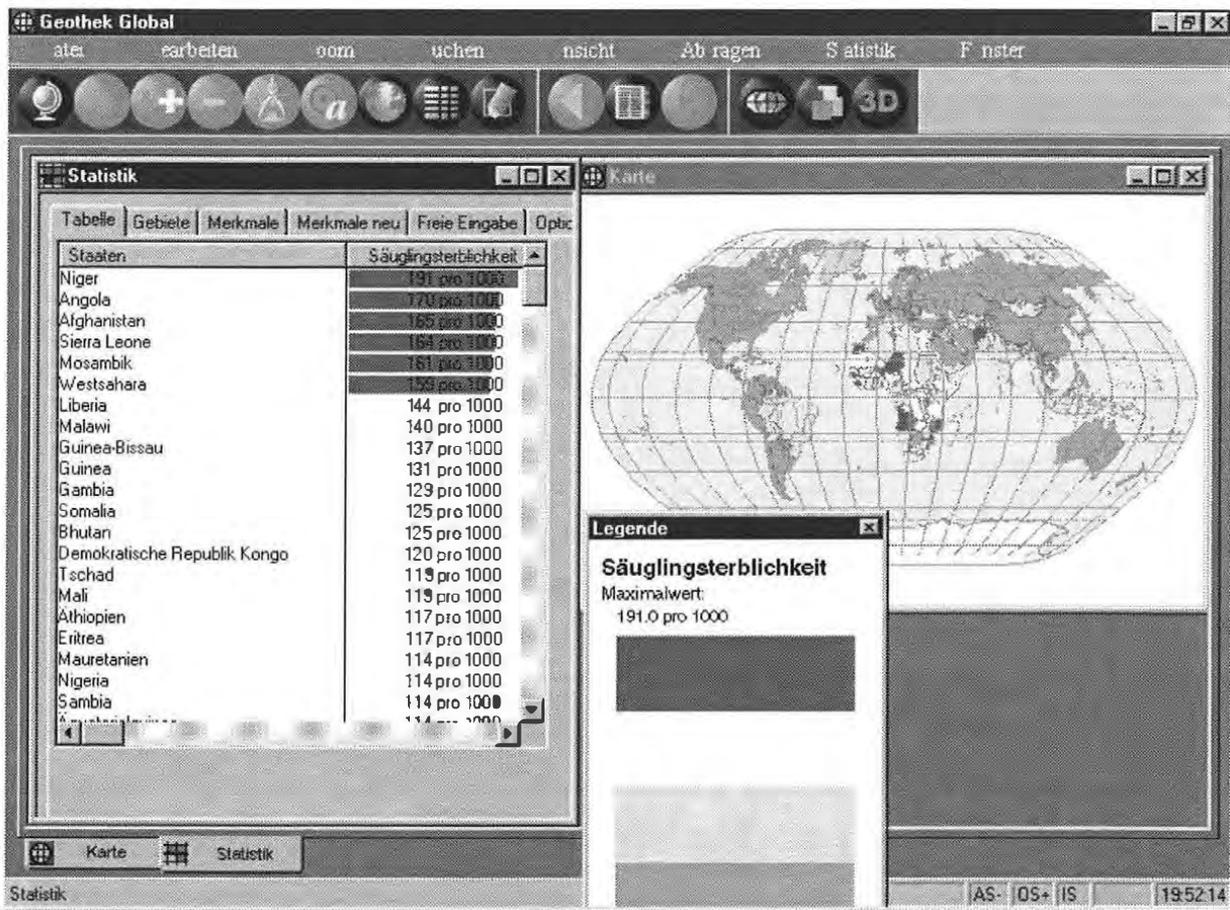


Abb. 5: Sich überlagernde Symbole der Bildschirmkarte

## 7 Modell räumlicher Bezüge

Seit HAKE (1988, S. 65) werden Karten allgemein als Modelle räumlicher Bezüge gesehen. Ein Modell ist eine bestimmte Vereinfachung eines (hier räumlichen) Systems. Das impliziert, dass es immer mehrere Modelle desselben Systems gibt. Gedruckte Karten lassen meist wenig Raum, um Modellvarianten vorzustellen. Hier ist das elektronische Medium bedeutend flexibler: Durch vorgefertigte oder vom Nutzer erstellbare Auswahlen ist die gleichzeitige oder sequenzielle Darbietung mehrerer Sichten desselben Themas und Raumes möglich. Diese Darstellungen können sich sowohl graphisch als auch in der inhaltlichen Aufbereitung unterscheiden. Man kann eine physische Karte mit Hauslab'scher Höhenskala und gleich danach mit Imhofscher Luftperspektive zeigen oder neben die Karte eine Perspektivdarstellung des Geländes stellen. Thematische Daten können mit verschiedenen Schwellenwerten oder unterschiedlicher Klassenanzahl gezeigt werden. Daneben kann eine Liste mit den Rohdaten stehen und ermöglicht direkte statistische Auswertungen. Das Bild kann ebenso wie der Text den Kartenausschnitt unterstützen oder ergänzen. Durch Möglichkeiten, selbst Signaturen zu definieren, kann sich der Nutzer sein eigenes Kartenbild zusammenstellen.



**Abb. 6:** *Nebeneinander von kartographischer und tabellarischer Information*

Diese Flexibilität und das mögliche Wechseln zwischen Modell- und Darstellungsformen machen elektronische Karten attraktiv. Aber auch hier zeigen praktische Erfahrungen, dass Vorsicht geboten ist: Der ungeübte Nutzer ist leicht von der Vielfalt der Möglichkeiten überfordert. Sehr schnell wird dann die Hilfestellung durch Bedienungsanleitungen, elektronische Assistenten, Demos oder Hotlines gesucht oder ein Produkt als zu kompliziert empfunden. Gerade erfolgreiche Produkte wie z.B. der ENCARTA-Weltatlas von Microsoft bieten daher eher wenig Eingriffsmöglichkeiten.

## 8 Fazit

Zusammenfassend kann man feststellen, dass auch die elektronische Karte die grundlegenden Regeln der kartographischen Gestaltung nicht außer Kraft setzen kann. Zwar können für einige Probleme der gedruckten Karte, besonders das Platzproblem, neue Lösungen angeboten werden, dafür treten in anderen Bereichen wie Bildschirmauflösung, Überblick, Benutzerführung, Erwartungshaltung usw. neue Probleme auf, die ihrer Lösung harren. Insgesamt ist daher auch kein Ersatz der gedruckten Karte durch das elektronische Medium zu erwarten. Allerdings wird es in manchen Bereichen, besonders bei Karten mit reiner Informationsfunktion, zu einer verstärkten Verlagerung des Angebots in den digitalen Bereich kommen.

## **Literaturverzeichnis**

- Arnberger E.:* THEMATISCHE KARTOGRAPHIE. Braunschweig. (1977)  
ENCARTA-WELTATLAS, Version 98. Microsoft, Redmond. (1997).  
GEOTHEK GLOBAL. Elektronischer Weltatlas auf CD-ROM. Wien: Ed. Hölzel. (1997).  
*Hake, G.:* Gedanken zu Form und Inhalt heutiger Karten. In: KN (1988), 38, S. 65-72.

# **Unterstützung Kognitiver Karten durch interaktive multimediale kartographische Informationssysteme**

Ralf Bitter, Berlin

## **Zusammenfassung**

Eine Hauptaufgabe der Kartographie besteht darin, dem Nutzer kartographischer Darstellungen räumliches Wissen zu vermitteln. Dieses räumliche Wissen ist im Gedächtnis in Form von Kognitiven Karten repräsentiert. Über einen Vergleich von Kognitiven Karten mit kartographischen Papierkarten wird aufgezeigt, wo insbesondere die Unterschiede beider Kartenformen und damit auch die Beschränkungen herkömmlicher Papierkarten bei der Erzeugung Kognitiver Karten liegen. Es werden Beispiele aufgeführt, wie existentielle, strukturelle, inhaltliche und formale Aspekte Kognitiver Karten durch den Einsatz von interaktiven multimedialen kartographischen Informationssystemen gezielter unterstützt werden können. Der raumkognitive Ansatz und die Einbeziehung neuer interaktiver Medien bedeuten eine Erweiterung der traditionellen Kartographischen Kommunikation.

## **Abstract**

One essential task of cartography is to communicate spatial knowledge to the user of cartographic representations. Spatial knowledge is represented in human memory in the form of cognitive maps. A comparison of cognitive maps and cartographic maps will especially point out the differences between both forms of maps and with that the limitations of traditional "paper"-maps in generating cognitive maps. Several examples will show how specific aspects of existence, structure, contents and form of cognitive maps can be better supported by interactive multimedia information systems. The approach of spatial cognition and the inclusion of new interactive media signify an extension of traditional cartographic communication.

## **1 Einleitung**

Hauptfunktion kartographischer Darstellungen ist die Vermittlung von räumlichem Wissen. Räumliches Wissen ist im menschlichen Gedächtnis in Form von Kognitiven Karten organisiert. Eine Hauptaufgabe der Kartographie besteht also darin, beim Nutzer kartographischer Darstellungen Kognitive Karten zu erzeugen bzw. bestehende Kognitive Karten zu erweitern oder zu korrigieren. Um dies effektiv leisten zu können, sollten kartographische Darstellungen so gestaltet werden, daß sie diesen Prozeß optimal unterstützen. Dazu ist es erforderlich, die Merkmale und Eigenschaften Kognitiver Karten zu analysieren und mit den Merkmalen traditioneller kartographischer Darstellungen zu vergleichen. Durch den Vergleich der Merkmale

wird deutlich, daß die Papierkarte nicht allen Anforderungen gerecht werden kann. Diesen Beschränkungen kann jedoch durch den Einsatz von interaktiven multimedialen kartographischen Informationssystemen entgegengewirkt werden.

## 2 Raumkognition und Kognitive Karten

Erwerb und Repräsentation von räumlichem Wissen sind Gegenstand der Forschungen zur Raumkognition (spatial cognition). Zur Charakterisierung der Repräsentation räumlichen Wissens im menschlichen Gedächtnis ist die Metapher der „Kognitiven Karten“ (TOLMAN 1948, PORTUGALI 1996) geprägt worden. Kognitive Karten als Strukturen des Langzeitgedächtnisses entstehen durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener kognitiver Prozesse der Aufmerksamkeit, der Wahrnehmung, des Denkens und des Gedächtnisses vor dem Hintergrund von Vorwissen, Zielen und Erwartungen eines Individuums.

Unterschieden werden der direkte und der indirekte Erwerb von Kognitiven Karten. Beim direkten Erwerb werden Kognitive Karten durch die Bewegung im Raum mit einer direkten sinnlichen Wahrnehmung der räumlichen Umwelt gebildet. Der indirekte Erwerb erfolgt über die Nutzung von Medien wie z.B. kartographischen Darstellungen.

Der indirekte Erwerb mit Hilfe kartographischer Darstellungen erfolgt in kognitiv aufwendigerer Weise, da der Nutzer die zeichencodierte Abbildung zunächst decodieren und die genordnete Grundrißdarstellung strukturell transformieren muß (LLOYD 1993). Gleichzeitig können aber aus einer Karte ein räumlicher Gesamtüberblick sowie räumliche Zusammenhänge gewonnen werden, die sich dem direkten Erwerb verschließen.

Beide Formen der Aneignung räumlichen Wissens stehen in einer gegenseitigen Wechselbeziehung. Die daraus resultierenden Kognitiven Karten enthalten sowohl bildhaft-analoge Anteile in Form von bildhaften Vorstellungen als auch begrifflich-propositionale Anteile. Propositionales Wissen ist gekennzeichnet durch ein hierarchisch strukturiertes Netzwerk von kleinsten begrifflich-konzeptionellen Bedeutungseinheiten (Propositionen). Hinzu kommt prozedurales Wissen z.B. in Form von Regeln zum Wegfinden und Heuristiken zur räumlichen Problemlösung (STRUBE et al 1996). Kognitive Karten lassen sich in bildhaftes Knotenpunktwissen (landmark knowledge), prozedurales Streckenwissen (route knowledge) und übergeordnetes Überblickswissen (survey knowledge) gliedern (MAY 1992).

## 3 Multimediale Unterstützung Kognitiver Karten

Kognitive Karten und kartographische Karten weisen sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede auf. Ein ausführlicher Vergleich der Merkmale Kognitiver Karten und kartographischer Karten erfolgt bei BITTER (1999) in Erweiterung einer Gegenüberstellung von WAKABAYASHI (1997). An dieser Stelle sollen nach einer kurzen Betrachtung der Gemeinsamkeiten vor allem die Unterschiede von Kognitiven Karten und herkömmlichen Papierkarten hervorgehoben werden, die über den gezielten Einsatz multimedialer Systeme vermindert werden können.

Kognitive Karten wie auch kartographische Karten sind zweckorientierte Modelle der räumlichen Realität, die als Produkte räumlichen Denkens in Abhängigkeit von der Anordnung von Objekten im Raum entstehen. Dabei wird die räumliche Realität in beiden Fällen über vereinfachende Prozesse transformiert. Im Ergebnis stellen beide Kartenformen einen Speicher räumlichen Wissens dar. Darüber hinaus dienen beide als Hilfsmittel zur räumlichen

Problemlösung sowie zur Orientierung und Navigation. Die Unterstützung raumbezogener Planungen und die Lenkung von menschlichem Handeln im Raum gehören ebenfalls zu den gemeinsamen Funktionen.

Im Gegensatz zu diesen Gemeinsamkeiten unterscheiden sich die beiden Kartenformen vor allem in folgenden Punkten: Erscheinungsform, Veränderlichkeit und Dynamik, Struktur, Geometrie, Maßstab, Perspektive und Orientierung.

### **3.1 Erscheinungsform**

Kognitive Karten enthalten bildhaft-analoge Komponenten, in denen räumliches Wissen in einer anschaulichen, wahrnehmungsnahen Form abgespeichert ist. Neben visuellen Elementen wie bildhaften Ansichten und Aufrißelementen umfaßt die analoge Komponente auch auditive Elemente wie Umweltgeräusche sowie andere Sinneswahrnehmungen wie Düfte und Emotionen. Zusätzlich wird die propositionale Komponente als nicht-bildhafter Anteil Kognitiver Karten durch ein hierarchisches begrifflich-konzeptionelles Netzwerk gebildet.

Kartographische Papierkarten dagegen sprechen ausschließlich die visuelle Wahrnehmung an und präsentieren sich darüber hinaus als abstrakte, zeichencodierte Grundrißdarstellungen räumlicher Realität. Es sind daher kognitiv komplexe Prozesse der Zeichendecodierung notwendig, um einer Papierkarte räumliches Wissen zu entnehmen. Die propositionale Komponente Kognitiver Karten wird nur über die in der Zeichenerklärung von Papierkarten vorhandene Objektklassifizierung und die dafür eingesetzten Begriffe angesprochen.

Ein multimediales kartographisches Informationssystem kann das bildhaft-analoge Raumwissen insbesondere über das Angebot von Bildern (z.B. bildhafte Wiedergabe von Landmarks, Aufrißbilder), Fotos und Videos besser ansprechen, da diese Medien anschaulicher und wahrnehmungsnäher als abstrakte, zeichencodierte Karten sind. Dazu gehört auch, daß auditive Elemente wie Töne und Geräusche zur Simulierung von Umweltgeräuschen eingesetzt werden können. Dadurch werden parallel mehrere Sinne des Nutzers angesprochen. Denkbar ist hier auch eine „hörbare Karte“, die z.B. die Lärmverteilung in einem Raumausschnitt wiedergibt. Gesprochener (und geschriebener) Text kann darüber hinaus zur Ansprache der propositionalen Wissensbasis benutzt werden, indem räumliche Begriffe in ein logisches Begriffs-Netzwerk eingeordnet werden. Die aufeinander abgestimmte visuell-bildliche und akustisch-textliche Vermittlung von Informationen unterstützt eine effektivere, dual codierte Gedächtnisspeicherung des räumlichen Wissens.

### **3.2 Veränderlichkeit und Dynamik**

Kognitive Karten stellen veränderliche Wissensspeicher dar, die auf einer subjektiven Auswahl von Objekten der Realität basieren. Die Inhalte unterliegen einem ständigen Wandel und sind individuell mit weiterem vorhandenem Wissen für eine individuelle Nutzung verknüpft. Es gibt Anzeichen dafür, daß Kognitive Karten neben veränderlichen statischen Aspekten auch dynamische Komponenten über räumliche Prozesse und Bewegungen enthalten.

Kartographische Papierkarten sind dagegen als statische, unveränderliche Wissensspeicher durch eine normierte Objektauswahl gekennzeichnet. Sie sind auf eine Nutzung durch bestimmte Nutzergruppen, nicht aber auf eine in dem Maße individuelle Nutzung ausgerichtet. Der statische Charakter beschränkt die Ausdrucksmöglichkeiten für eine Wiedergabe von Prozessen und Bewegungen.

Multimediale kartographische Informationssysteme können über interaktive Eingriffsmöglichkeiten eine individuelle Nutzung des Systems und damit einen individuellen Wissenserwerb ermöglichen. Der Nutzer kann durch gestaltende Interaktion zu einer individuellen Objektauswahl und z.B. über anklickbare Kartenelemente zu individuellen Verknüpfungen des Karteninhalts mit anderen Medien gelangen. Durch das Angebot von bewegten Bildern (Videos, Animationen) kann darüber hinaus eine anschauliche Darstellung von räumlichen Prozessen und Bewegungen erreicht werden.

### 3.3 Struktur

Der propositionale Wissensanteil Kognitiver Karten ist durch eine hierarchische Strukturierung gekennzeichnet. Das räumliche Wissen wird in einem top-down-Prozeß in einer hierarchischen Abfolge (z.B. Kontinent - Staat - Region - Stadt) abgespeichert. Daneben gibt es bottom-up-Strukturen, die in einer - auch entwicklungspsychologisch begründeten - Abfolge verschiedene Erwerbsprozesse und einen Aufbau aus räumlichen Grundelementen wie Landmarks und Routen widerspiegeln. Die durch landmarkbasierten oder routenbasierten Wissenserwerb entstandenen Wissens Ebenen des Knotenpunktwissens und Streckenwissens werden durch ein übergeordnetes Überblickswissen ergänzt. Streckenwissen zeichnet sich durch eine Segmentierung von Routen aus.

Bei kartographischen Papierkarten liegt keine ausgeprägte hierarchische Strukturierung der räumlichen Informationen vor. Lediglich die graphische Schichtung der punkt-, linien- und flächenhaften graphischen Grundelemente erzeugt eine gewisse Strukturierung. Strecken sind als vollständige, nichtsegmentierte Elemente abgebildet.

Durch den Einsatz interaktiver multimedialer Systeme kann den Strukturen Kognitiver Karten besser entsprochen werden. Möglich ist eine Simulierung räumlicher Wissenserwerbsprozesse über die wahlweise sukzessive Einblendung von Landmarks, Routen und räumlichen Überblicken. Dabei können Landmarks anschaulich-bildhaft und Routen in einzelnen Segmenten wiedergegeben werden. Die Unterstützung hierarchischer top-down-Strukturen ist zunächst eine Frage der Datenstrukturierung im System. Wie diese hierarchisch-semantic Vorstrukturierung räumlicher Elemente dem Nutzer möglichst effektiv präsentiert werden kann, ist noch zu klären.

### 3.4 Geometrie, Maßstab, Perspektive und Orientierung

Kognitive Karten geben die räumliche Lage von Objekten nicht geometrisch exakt, sondern individuell verzerrt wieder. Wichtiger als die absolute Lage von Objekten sind die Lagebeziehungen zwischen Objekten. So werden eher topologische als geometrische Lageinformationen gespeichert. Kognitive Karten verfügen nicht über einen einheitlichen „Maßstab“. Darüber hinaus ist das räumliche Wissen in Abhängigkeit von den Erwerbsprozessen mit verschiedenen, wechselnden Perspektiven und Orientierungen abgespeichert.

Kartographische Papierkarten stellen räumliche Beziehungen, in Abhängigkeit vom Maßstab, geometrisch exakt dar. Über einen einheitlichen Maßstab werden geometrische Lageinformationen betont. Die Rauminformationen werden dabei mit einer unveränderlichen Perspektive (i.d.R. Grundriß) und einer unveränderlichen Orientierung (genordet) wiedergegeben.

In multimedialen Systemen kann der einheitliche Maßstab eines Raumausschnittes z.B. über verschiedene Zoom-Möglichkeiten aufgehoben werden. Es erscheint allerdings kaum sinnvoll,

kognitive räumliche Verzerrungen zu unterstützen oder zu simulieren. Einer Hervorhebung topologischer Lagebeziehungen könnte der Einsatz zusätzlicher graphischer Bildschirmaktionen dienen (vgl. JOHANN & HEIDMANN 1997). Das Angebot unterschiedlicher Perspektiven und Blickwinkel (z.B. über Schrägluftbilder, 3-D-Darstellungen, Animationen) auf einen Raum fördert die Abstimmung mit vorhandenem, vor allem direkt erworbenem räumlichen Wissen. Zur Überwindung der starren Nordorientierung und der dadurch erforderlichen kognitiv aufwendigen mentalen Rotationen sind drehbare kartographische Darstellungen einsetzbar. Sie ermöglichen eine flexiblere Abstimmung mit vorhandenen, nicht genordeten Kognitiven Karten.

#### 4 Zusammenfassung

Es wurde an einigen Beispielen aufgezeigt, wie der Einsatz interaktiver multimedialer kartographischer Informationssysteme für eine effektivere Erzeugung und Erweiterung Kognitiver Karten genutzt werden kann. Insbesondere die bei der Nutzung einer statischen kartographischen Grundrißabbildung notwendigen kognitiven Decodierungs- und Transformationsprozesse können durch das Angebot zusätzlicher Medien und interaktiver Eingriffsmöglichkeiten erheblich erleichtert werden. Generell gilt es, die verschiedenen Medien in multimedialen Systemen gezielt - einzeln und in Kombination - zur Unterstützung kognitiver Wissenserwerbsprozesse einzusetzen (DRANSCH 1997). Es erscheint dazu unvermeidlich, daß sich die Kartographie nicht nur mit ihrem ureigenen Medium, der Karte, sondern auch mit anderen Medien zur Vermittlung von räumlichem Wissen beschäftigen muß. Die Einbeziehung weiterer Medien und der raumkognitive Ansatz implizieren nicht zuletzt auch eine Erweiterung der bisherigen Sichtweise auf die kartographische Kommunikation.

#### Literaturverzeichnis

- Bitter, R.: Kognitive Karten und Kartographie (in Vorbereitung). Berlin (1999).
- Dransch, D.: MEDIENPSYCHOLOGISCHE ASPEKTE BEIM EINSATZ VON MULTIMEDIA IN GIS. In: *DGfK* (Hrsg.): GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. Kartographische Schriften Bonn. (1997), 2, 26 - 30.
- Johann, M. & F. Heidmann: EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM EINSATZ VON ARBEITSGRAPHIK IN KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEMEN. In: *DGfK* (Hrsg.): GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. Kartographische Schriften. Bonn. (1997), 2, 99 - 106.
- Lloyd, R.: COGNITIVE PROCESSES AND CARTOGRAPHIC MAPS. In: *Gärling, T. & R.G. Golledge* (Hrsg.): BEHAVIOR AND ENVIRONMENT: PSYCHOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL APPROACHES. Amsterdam. (1993), 141 - 169.
- May, M.: MENTALE MODELLE VON STÄDTEN: WISSENSCHAFTSPSYCHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM BEISPIEL DER STADT MÜNSTER. Münster / New York. (1992).
- Portugali, J. (Hrsg.): THE CONSTRUCTION OF COGNITIVE MAPS. Dordrecht / Boston / London. (1996).
- Strube, G. et al (Hrsg.): WÖRTERBUCH DER KOGNITIONSWISSENSCHAFT. Stuttgart. (1996).
- Tolman, E. C.: Cognitive maps in rats in men. In: *PSYCHOLOGICAL REVIEW*. (1948), 55, 189 - 208.
- Wakabayashi, Y.: THE ROLE OF ANALOGICAL THINKING IN COGNITIVE MAP STUDIES. In: *International Cartographic Association* (Hrsg.): COGNITIVE MAP, CHILDREN AND EDUCATION IN CARTOGRAPHY. Proceedings. Tokyo. (1997), 19 - 29.

# **Kartographische Steuerung georäumlicher Erkenntnisprozesse**

Jürgen Bollmann, Trier und Anne-Dore Uthe, Berlin

## **Zusammenfassung**

Der Einsatz von Bildschirmkarten wird eine noch größere Rolle spielen als es schon heute im Rahmen von elektronischen Atlanten, in Auskunftssystemen oder bei der Arbeit mit Geo-Informationssystemen der Fall ist. Um in der Zukunft Erkenntnisse über den effektiven Einsatz von Karten in den diversen Anwendungsbereichen der Kartographie zu gewinnen, wird als theoretische Grundlage ein Konzept vorgestellt, das einen Zusammenhang zwischen georäumlichen Erkenntnisprozessen und den diese Prozesse unterstützenden kartographischen Präsentations- und Aktionsformen herstellt. Der Theorieansatz, der hinter diesem Konzept steht und der in den letzten Jahren an der Universität Trier empirisch überprüft wurde, geht von der Voraussetzung aus, dass Präsentations- und Aktionsformen so differenziert werden können, dass sie sich unmittelbar auf die Steuerung von Erkenntnisprozessen bzw. visuell-kognitiven Operationen der Bildschirmkommunikation ausrichten lassen.

## **Abstract**

In the future, the use of screen maps for electronic atlases, information systems or for working with geographical information systems will continue to play an increasingly important role. In order to attain knowledge about using maps efficiently in various cartographic applications, a concept is presented as a theoretical basis. This concept establishes a connection between geospatial knowledge processes and the cartographic forms of presentation and action which support them. The theoretic approach behind this concept, which has been empirically tested at the University of Trier in recent years, is based on the assumption that forms of presentation and action can be differentiated so that they can be directly used to control knowledge processes and/or visual-cognitive operations of screen communication.

## **1 Angebot und Wirkung kartographischer Medien**

Die Frage nach der sinnvollen Nutzung von Karten hat sich noch nie so eindringlich gestellt wie heute im Rahmen eines unübersehbaren Angebotes von Informationssystemen und Kommunikationsdiensten. Zwischen dem Angebot an Hard- und Software oder von Daten und Medien und deren tatsächlichem Nutzen besteht häufig ein erheblicher Unterschied. Die Attraktivität von Karten, gemessen an der Anzahl angebotener kartenpräsentierender Systeme, scheint erheblich zugenommen zu haben. Über den erfolgreichen Einsatz von Karten bei der

Unterstützung von fachlichen Tätigkeiten oder allgemeinen Anwendungen gibt es allerdings noch kaum aussagekräftige Erkenntnisse und Erfahrungen.

Das große Angebot von Informationssystemen bietet in der Tat die Möglichkeit, Karten häufig, vielseitig und dynamisch anzuwenden. Es bietet aber nicht gleichzeitig die Garantie, sie sinnvoll zu nutzen. Die Ursachen liegen zum einen in der Struktur der Kommunikationstechnologie und ihrer Vermarktung selbst, zum anderen auch im Mangel an Erkenntnissen über die Funktionen und Wirkungen von kartographischen Informationen im Rahmen allgemeiner oder fachlich ausgerichteter wissensbildender Prozesse. So wird bei der Nutzung von Medien von einem generellen Zugewinn an Informationen ausgegangen, allerdings nicht gleichzeitig impliziert, welcher Gewinn an Wissen, welche Zunahme an Fähigkeiten oder welche Kompetenzerweiterung davon berührt wird bzw. damit verbunden ist.

Die Relevanz georäumlicher Informationen für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Kartographie wird zum großen Teil durch den Grad der Ziel- und Funktionsorientierung einzusetzender Karten und Medien mitbestimmt. So gibt es mindestens drei Ebenen, auf denen, abhängig von der Direktheit der Einflussnahme auf erkenntnisbildende Vorgänge, Ziele und Funktionen, kartographische Medien und Werkzeuge unterschieden werden können.

Auf einer ersten, inhaltlichen Ebene lassen sich Karten nach fachlich-thematischen Zusammenhängen und Zielvorgaben differenzieren, ohne dass dabei deren unmittelbare kommunikative Funktionen berücksichtigt werden. Auf einer zweiten Ebene, auf der neben dem Thema die kommunikativen und tätigkeitsorientierten Funktionen eine Rolle spielen, werden Karten und Medien hinsichtlich ihrer Hilfs- und Steuerungsfunktionen unterschieden, wie z.B. als Dokumentations-, Kartierungs-, Navigations-, Simulations-, Übermittlungs- oder Lernmedium (Uthe 1993a, Bollmann 1996). Auf einer dritten Ebene schließlich können nicht nur Karten insgesamt, sondern isolierte Präsentations- und Aktionseinheiten nach ihrem unterschiedlichen Einfluss und ihrer Wirkung auf erkenntnisbildende Prozesse und damit verbundene Tätigkeiten differenziert werden. Beispiele sind Präsentations- und Aktionsformen, die Such-, Vergleichs-, Abstraktions- und Überprüfungsvorgänge mit Hilfe von kartographischen Steuerungskomponenten in ihrem Ablauf zielorientiert beeinflussen.

Im Folgenden werden zur Systematisierung und Weiterentwicklung solcher kartographischer Steuerungskomponenten deren Funktionen im Zusammenhang mit erkenntnisbildenden Prozessen im Rahmen der kartographischen Bildschirmkommunikation dargestellt. Das damit verbundene Konzept zur *kartographischen Steuerung georäumlicher Erkenntnisprozesse* basiert auf empirischen Untersuchungen, die an der Universität Trier durchgeführt wurden (Bollmann et al. 1996; Johann, Heidmann 1997) und bildet den theoretischen Rahmen für weiterführende Untersuchungen im angedeuteten Kontext.

## **2 Konzept zur Steuerung georäumlicher Erkenntnisprozesse**

Die im Zusammenhang mit der Entwicklung von elektronischen Systemen und Medien entstandenen Verfahren der dynamischen Kartennutzung bieten erstmals die Möglichkeit, nicht nur, wie in der Vergangenheit, die Wirkung graphisch-optischer Muster für die Anwendung von Karten zu nutzen, sondern darüber hinaus prozessnahe und kommunikativ ausgerichtete Aktionen am Bildschirm auszulösen und steuernd einzusetzen (Uthe 1993; Tainz 1997 u. 1998). Die Prozesse, die davon betroffen sind, umfassen dabei die Ableitung von Informationen oder Wissen aus Karten und zusätzlich den gesamten Umgang mit Erkenntnissen, also ausgehend von der mentalen Einstimmung auf Karten bis hin zur Bewertung des erfassten georäumlichen Wissens für bestimmte Handlungssituationen.

Die Funktionen von Bildschirmkarten müssen sich daher auch auf sämtliche Situationen der georäumlichen Erkenntnisbildung erstrecken. Bei der Messung oder Kartierung im Gelände, bei der Organisation von Datenbeständen in Datenbanken, bei der Dokumentation von Analyseergebnissen oder bei der Informationsübermittlung können Karten gezielt eingesetzt werden. Im Rahmen des o.g. Konzeptes wird deshalb davon ausgegangen, dass bei der Verarbeitung von georäumlichen Erkenntnissen Karten generell steuernde Funktionen übernehmen können und damit die verschiedenen Prozesse der Erkenntnisverarbeitung unterstützen.

## 2.1 Abbildungsformen georäumlicher Erkenntnisse

Bei der georäumlichen Informationsgewinnung und Erkenntnisverarbeitung wird potentielles fachliches Wissen in unterschiedlicher Form angeboten und übermittelt oder steht in Form von gedanklichen Wissenskonstrukten bei den beteiligten Personen zur Verfügung. In erkenntnis- und kommunikationstheoretischer Hinsicht können diese Angebots-, Übermittlungs- oder Gedächtnisstrukturen, da sie gemeinsame Wissensrepräsentationen bedingen, einheitlich bewertet werden (vgl. Abbildung 1). So ist der Georaum (*Realität*) als natürlicher „Wissensträger“ mit potentiell Wissen „überlastet“ und muss durch komplexe Klassifikations-

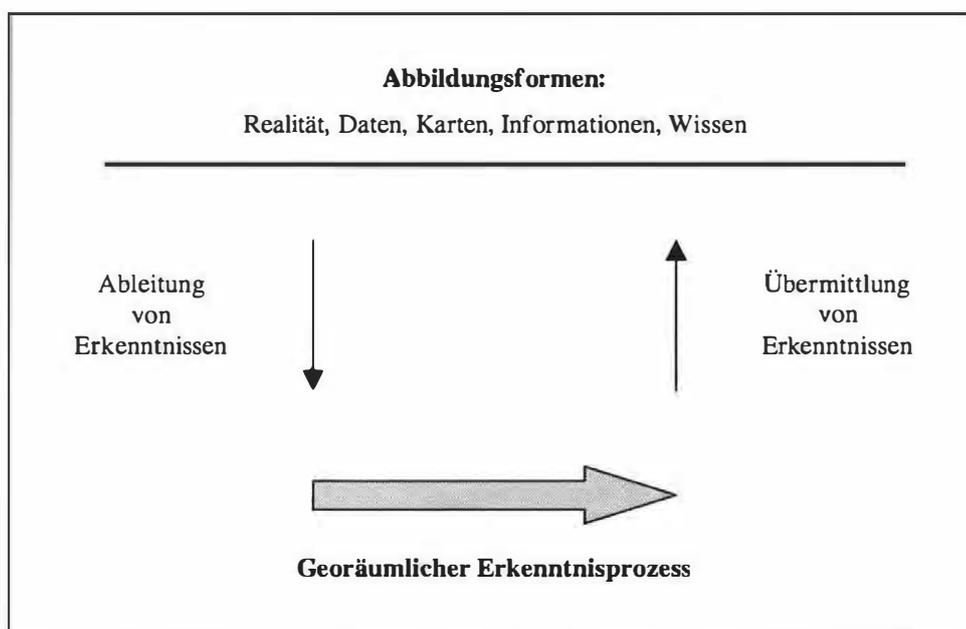


Abb. 1: Georäumlicher Erkenntnisprozess

prozesse gedanklich zugänglich gemacht werden. *Daten* sind dagegen streng normierte Wissensträger, die erst mit zusätzlichen Bedeutungsinformationen in Informationen bzw. Erkenntnisse überführt werden können. Die *Karte* vereint datenorientiert abstrakte Erkenntniselemente, die klassifiziert angeboten werden, und gleichzeitig realbildliche Präsentationsformen, die durch ihre expressive Wirkungsvielfalt relativ unstrukturierte, z.B. konnotative Erkenntnisbereiche aktivieren können (Bollmann 1977). Erkenntnisse aus der

materiellen Abbildungsform *Karte* werden gedanklich in die immaterielle Abbildungsform von *Informationen* oder *Wissen* übertragen.

Informationen haben in diesem Prozess eine ephemere Übermittlungsfunktion. Zur Übermittlung vereinen sie georäumliche Erkenntnismerkmale der Karte sowie Ziel- und Kontextstrukturen aus dem verfügbaren Wissensrahmen. Den gedanklich gewonnenen Erkenntnissen selbst kommt eine ähnliche Rolle zu. Sie sind als spezifische Wissensform auf die Fortsetzung des Erkenntnisprozesses ausgerichtet und vereinen dazu begriffliches und objektbezogenes Wissen mit kognitiven Fähigkeiten aus dem problemorientierten Wissenskontext sowie Wissensstrukturen des konkreten georäumlichen Erkenntnisgegenstandes. So sind also selbst Informationen und gedankliche Wissenskonstrukte eine spezielle Form der Erkenntnisabbildung (Klix 1971). Damit können *Realität*, *Daten*, *Karten*, *Informationen* und *Wissen* hinsichtlich der Ableitung und Übermittlung sowie der gedanklichen Repräsentation von georäumlichen Erkenntnissen modellhaft unter dem Begriff *der Abbildungsform* zusammengefasst werden.

## 2.2 Erkenntnisbildende Vorgänge und abbildungsbedingte Erkenntnisstransformationen

Abbildungsformen im o.g. Sinn haben die Funktion von Erkenntnisträgern. Entsprechend ihrer jeweiligen Abbildungsstruktur bedingen sie spezifische Formen der Erkenntnisableitung bzw. sind sie für ganz bestimmte erkenntnisbildende Vorgänge der Wissensrepräsentation geeignet (Seel 1986, Klix 1991, Dörner u. van der Meer 1995). So werden beim Vorgang der Kartenherstellung und -nutzung beispielsweise Merkmale und Sachverhalte der *Realität* mit Hilfe von *Karten* für die Übertragung in einen fragestellungsorientierten *Wissenskontext* aufbereitet. Oder bei der Planung und Ausführung von Aktionen werden gedankliche Absichten aus dem *Wissenskontext* heraus mit Hilfe von *Karten* in Aktionen im Gelände (*Realität*) umgesetzt (Abbildung 2).

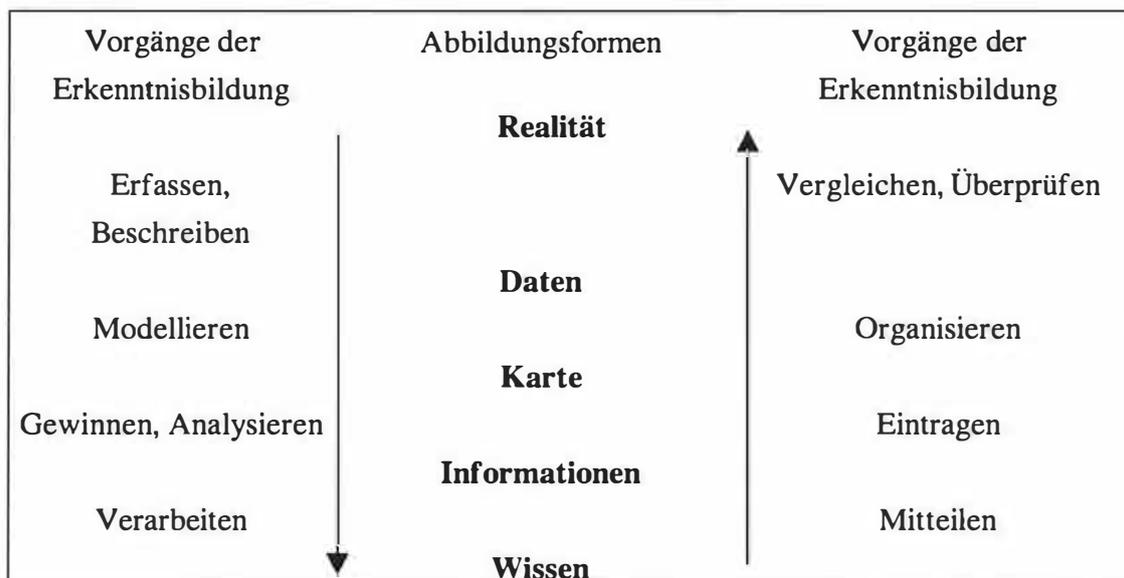


Abb. 2: Abbildungsformen und Vorgänge der georäumlichen Erkenntnisbildung

Erkenntnisbildende Vorgänge können als eine Menge von visuell-kognitiven Operationen verstanden werden, die auf der Basis von unterschiedlichen Abbildungsformen zur Lösung einer

Aufgabe beitragen sollen. Visuell-kognitive Operationen, die der georäumlichen Erkenntnisgewinnung dienen und die durch kartographische Präsentationsformen unterstützt werden können, lassen sich einheitlich beschreiben und abgrenzen (Bollmann 1993). Sie sind in formaler Hinsicht begrenzt auf die Gewinnung von standortbezogenen Informationen, auf die Ableitung von raumbezogenen Beziehungsmerkmalen und auf die Gewinnung von Erkenntnissen über räumliche Muster bzw. von Mustereigenschaften. So reduziert sich der konkrete georäumliche Erkenntnisprozess also auf eine bestimmte Menge visuell-kognitiver Operationen, die in bestimmten Kombinationen und Abfolgen bei der Erkenntnisgewinnung relevant werden.

Informationen und Erkenntnisse werden, wie oben gezeigt, nicht nur aus bestimmten Abbildungen abgeleitet, sondern zusätzlich in andere Abbildungsformen überführt. Das bedeutet, dass im Erkenntnisprozess neben den eigentlichen zielorientierten Prozessen abbildungsbedingte Erkenntnisstransformationen erforderlich sind, mit deren Hilfe Erkenntnisse von einer Abbildungsform, z.B. der Realität, in einen gedanklichen Kontext und von diesem wieder in eine andere Abbildungsform, beispielsweise Daten, überführt werden. Dieses Transformationsprinzip gilt selbst bei der Erkenntnisüberführung von der Abbildungsform *Informationen* in die

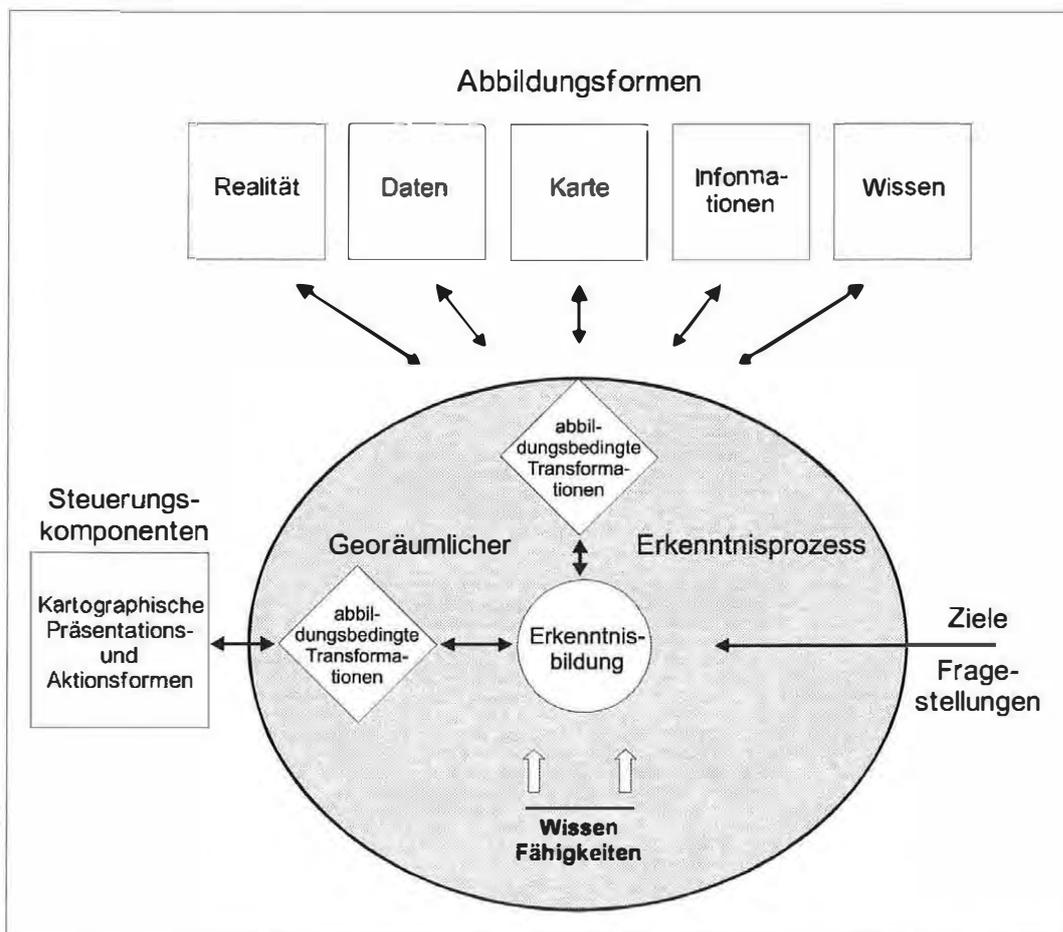


Abb. 3: Abbildungsbedingte Transformationen im georäumlichen Erkenntnisprozess

Abbildungsform *Wissen*. Auch dabei müssen zusätzlich zur eigentlichen zielorientierten Erkenntnisverarbeitung, wie etwa bei der Aufarbeitung von abgeleiteten informationellen Erkenntnissen zur Umwandlung in eine Entscheidungsbasis, abbildungsbedingte Erkenntnisstransformationen durchgeführt werden. So muss davon ausgegangen werden, dass

parallel zu diesem Prozess die im Situationszusammenhang stehenden Informationen und die fragestellungs- und zielorientiert eingebundenen Erkenntnisse jeweils in die Struktur eines allgemeinen Wissenskontextes transformiert werden müssen, um mit dem dort verfügbaren Wissen verarbeitet zu werden (Dutke 1994). Im vorliegenden Konzept wird also von verschiedenen *Abbildungsformen* ausgegangen, zwischen denen im *erkenntnisbildenden Prozess* mit Hilfe von *Transformationen* Erkenntnisse übertragen werden (Abb.3).

### 2.3 Formen der Steuerung kartographischer Präsentationen und Aktionen

Im georäumlichen Erkenntnisprozess können zwei Funktionsbereiche von Karten und Medien unterschieden werden: Zum einen bilden Karten georäumliche Strukturen von Sachverhalten ab, die vom Kartennutzer in Form von Informationen visuell abgeleitet und als Erkenntnisse kognitiv repräsentiert werden. Zum anderen können Karten in Form von einzelnen

Ausrichtung kartographischer Steuerungskomponenten	Typ der Unterstützungsform	Beispiele
Steuerung von abbildungsbedingten Erkenntnisstransformationen	Präsentation von abbildungsrelevanten Merkmalen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realität: Objekte in Klassenumgebungen</li> <li>- Daten: Datenbezugsnetze, Datenbedeutungen</li> <li>- Wissen: Wissenskontext, Klassenstruktur</li> </ul>
Steuerung der gedanklichen Reproduktion von Bedeutungskontexten	Präsentation von Kontextmerkmalen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konnotative Bewertungen</li> <li>- Beziehungseigenschaften durch sog. Choreme</li> <li>- Hinweise durch Pfeile oder Betonungen</li> </ul>
Steuerung des prozessualen Ablaufs von gedanklichen Operationen	graphisch-optische Aktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graphische Gliederung: Schichtung, Trennung, Hervorhebung etc.</li> <li>- inhaltliche Gliederung: Objektseparierung, Klassifikation, Regionalisierung</li> <li>- Reduktion, Konnexion oder Erweiterung von Information</li> <li>- Ablaufgliederung: Startpunkt setzen, Sperren setzen, Blickspuren setzen etc.</li> </ul>
Steuerung von Operationen zur Bildung komplexer Erkenntnisse	informationelle, inhaltliche Aktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zeitliche, räumliche Veränderungen</li> <li>- Unterschiede, Abhängigkeiten</li> <li>- Ursachen, Erklärungen</li> <li>- Abstraktionen</li> </ul>

Abb. 4: Kartographische Steuerungskomponenten

Kartenmustern als Präsentationseinheiten situationsbezogen auf die Wissensrepräsentation Einfluss nehmen und diese aktiv unterstützen und steuern.

Der erste Funktionsbereich umfasst die traditionellen Aufgaben von Karten und basiert auf der Auslösung von visuellen Assoziationen und Analogien zwischen graphischen Abbildungen und gedanklichen Wissensstrukturen, die zur Erkenntnisbildung führen (Bollmann 1996). Der zweite Funktionsbereich basiert zum Teil ebenfalls auf abbildungsbezogenen Wirkungen von Zeichen, führt aber zusätzlich durch die verschiedenen Stimuli-Wirkungen von graphischen Mustern zur Beeinflussung der gedanklichen Erkenntnisbildung.

Im zweiten Funktionsbereich unterstützen Karten bzw. Kartenmuster also die gedanklichen Vorgehensweisen bei der Erkenntnisableitung aus Abbildungsformen und nehmen steuernd auf die Wissensrepräsentation Einfluss. Im Zusammenhang mit diesen Aufgaben lassen sich verschiedene Typen von kartographischen Steuerungskomponenten unterscheiden (vgl. Abb. 4). Zum einen sollen sie die gedankliche Ableitung von Erkenntnissen aus der Realität, aus Daten etc. unterstützen sowie die gedankliche Reproduktion von Bedeutungskontexten verbessern. Zum anderen sollen sie die Abläufe von gedanklichen Operationen sowie die Bildung von komplexen Erkenntnissen durch prozessuale Aktionen zielgerichtet steuern.

## 2.4 Kartographische Steuerungskomponenten im Prozess der Kartennutzung

Die Arbeit mit Bildschirmkarten erfordert einen höheren visuell-kognitiven Aufwand als die Arbeit mit traditionellen Karten. Die Gründe liegen in der Dynamik und Offenheit des mit der Bildschirmarbeit verbundenen Kommunikationsprozesses. Dynamische Elemente der Bildschirmarbeit zeigen sich z.B. in der wechselnden Bildpräsentation thematisch und graphisch unterschiedlich strukturierter Karten, Kartenmustern, ergänzenden Medien sowie Aktionsformen. Die Offenheit im Kommunikationsprozess zeigt sich in der freien Steuerung des Bildwechsels, also in der situativen Auswahlmöglichkeit von Medien, gegebenenfalls aus einem unbekanntem Medienangebot.

So muss beispielsweise der Prozess der sog. Medieneinstimmung, der bei der Nutzung von Papierkarten oder bei der gleichzeitigen Nutzung von mehreren Karten, wie z.B. auch Atlaskarten, eher gedanklich-integrativ erfolgen kann, bei wechselnden Bildschirmkarten u.a. aufgrund der fehlenden zwischenzeitlichen Verfügbarkeit von Karten mehrfach wiederholt werden. Insgesamt sind mit der Nutzung von Bildschirmkarten verschiedene unterschiedliche Operationsschritte erforderlich, die nur zum Teil direkt auf die eigentliche Informationsentnahme ausgerichtet sind (Tainz 1993). Dies sind beispielsweise die thematisch-kontextuelle Einstimmung auf die jeweilige Präsentation, die syntaktisch-semantische Orientierung im Kartenbild und in der Legende, eine kommunikative Ausrichtung auf Karten- bzw. Bildbeziehungen sowie eine visuelle Einstellung auf einen Präsentationswechsel, verbunden mit den zur Verfügung stehenden Aktionsformen.

Aufgrund dieser Situation müssen kartographische Steuerungskomponenten nicht nur allein die erkenntnisbildenden Prozesse unterstützen, sondern gleichzeitig auf die verschiedenen kommunikativen Abschnitte der Kartennutzung ausgerichtet werden. Im vorliegenden Konzept wird zur Differenzierung dieser Abschnitte das Modell des *kartographischen Wahrnehmungsraumes* verwendet (Bollmann 1993 u. 1995). Der Wahrnehmungsraum wird in die sogenannten Ziel-, Such-, Problem- und Ergebnisraumoperationen unterschieden (vgl. Abb. 5), wobei die einzelnen Operationen zum Teil in einem engen kommunikativen und

Wahrnehmungsraum	Erkenntnisziel	visuell-kognitive ●operationen
Zielraum	Einstimmen auf Kartensituation	Abgleich des Kartenthemas mit Fragestellung und Erkenntniszielen; Überprüfung der Abbildungs- und Präsentationsbedingungen in der Karte
Suchraum	Abgrenzung relevanter informationeller Muster	Identifizieren und Eingrenzen relevanter Musterbereiche; Überprüfung von konkreten Mustern zur Informationsentnahme
Problemraum	Ableitung relevanter Informationen	Informationsentnahme und Erkenntniseinordnung in Wissenskontext
Ergebnisraum	Überprüfung abgeleiteter Erkenntnisse	Ergebnisüberprüfung an Zielvorgaben und Handlungskontext; ggf. Wiederholung der vorhergehenden Vorgänge

Abb. 5: Operationen im kartographischen Wahrnehmungsraum

erkenntnisbildenden Zusammenhang stehen. Der Unterschied zwischen den Operationen ergibt sich u.a. aus dem unterschiedlichen Kontextwissen, das in den erkenntnisbildenden Prozess einfließt und aus den erforderlichen Wahrnehmungsvorgängen im Kartenbild, die jeweils durch eine spezielle graphisch-optische Gliederung der Präsentationssituation unterstützt werden können.

### 3 Struktur und Funktion von Präsentations- und Aktionswerkzeugen

Systeme zur georäumlichen Informationsverarbeitung bestehen in der Regel nicht nur aus einem einheitlichen Funktionsbereich, sondern aus einzelnen Werkzeugen, die auf verschiedene Bearbeitungsbereiche wie etwa Datenorganisation, Informationsanalyse oder Ergebnispräsentation ausgerichtet sind (vgl. Buziek 1997). Die Auswahl und Zusammenstellung dieser Werkzeuge wird neben konkreten Anforderungen der jeweiligen Anwendungsbereiche auch durch technologische Trends mitbestimmt. So werden beispielsweise anspruchsvolle VR-Techniken oder „Workbenches“ eingesetzt, ohne dass ausreichend deren Relevanz und Effektivität für die in den Anwendungsbereichen vorherrschenden Prozesse und Organisationsstrukturen geklärt worden sind.

Für jedes Werkzeug lässt sich mehr oder weniger gut abgrenzen, auf welche Operationen es im erkenntnisbildenden Prozess ausgerichtet werden kann. In einigen Systemen sind bereits Funktionen und Aktionsformen integriert, die z.B. automatisch Datenzusammenhänge analysieren oder Sichten variieren, indem diese jeweils spezifische Inhalte und georäumliche Strukturen von Sachverhalten abbilden. Der Systemnutzer soll aus den präsentierten Ergebnissen operationalisierbare und merkfähige Informationseinheiten ableiten und diese in verwendbare Wissensstrukturen transformieren.

Im Zusammenhang mit dem Konzept der kartographischen Steuerung von georäumlichen Erkenntnisprozessen gibt es vier Bereiche, nach denen die verschiedenen Werkzeuge und Instrumente kategorisiert werden können. In Abbildung 6 sind Werkzeuge in den Bereichen *Präsentation von Sichten*, *Steuerung von Operationen*, *Erzeugung von statistischen Zusammenhängen* sowie *Aufbau von Organisationsstrukturen* zusammengefasst. Mit dieser funktionalen Einordnung der Werkzeuge soll u.a. das Potential an kartographischen Steuerungskomponenten für kognitive Prozesse differenziert werden. Zugleich wird in den folgenden Ausführungen dargestellt, auf welche Abbildungsformen Werkzeuge ausgerichtet sind, d.h. in welchem abbildungsbedingten Rahmen die Gewinnung oder Strukturierung von Erkenntnissen vorwiegend erfolgt.

<b>Funktionale Ausrichtung</b>	<b>Werkzeuge und Systeme zur georäumlichen Informationsverarbeitung</b>
Präsentation von Sichten	Animationswerkzeuge, Multimedia-Werkzeuge, Elektronische Atlanten, Virtuelle Realität/VRML
Erzeugung von statistischen Zusammenhängen	Geo-Informationssysteme, Explorative Datenanalyse/Data Mining
Steuerung von Operationen	Arbeitsgraphik, Graphische Musteranalyse
Aufbau von Organisationsstrukturen	Hypertext, Navigationssysteme, Lernsysteme, Workflow-Management-Systeme, Data Warehousing

*Abb. 6: Übersicht ausgewählter Werkzeuge und Systeme zur georäumlichen Informationsverarbeitung*

### 3.1 Präsentation von Sichten

Eine Gruppe von Werkzeugen ist hauptsächlich auf die Präsentation von georäumlichen Strukturen und Beziehungen in verschiedenen Medien ausgerichtet. Sie unterstützen die Modellierung und Generierung von unterschiedlichen kartographischen Präsentationsformen wie Karten, 3D-Darstellungen bis hin zu fotorealistischen Darstellungen und ihre Verknüpfung mit multimedialen Präsentationen. Die Präsentationsformen variieren in ihren technischen Strukturen, wie z.B. in den Auflösungen, im Bildwechsel, in der Variation von Einzelkarten, in der dynamischen Bildfolge und im mobilen oder stationären Einsatz (Uthe 1994, van de Loo 1997, Tainz 1999). Im Rahmen der Modellierung können z.B. Dimensionstransformationen, Aggregationsverfahren oder graphische Modifikationen in den Präsentationen gezielt ausgewählt werden (Ormeling 1995). Gesteuert wird u.a. die zeitliche Präsentationsdauer oder die Anordnung der Präsentationen auf dem Bildschirm. Besonders unterstützt werden Interaktionsformen, die es dem Nutzer ermöglichen, in den Aufbau und in die Abfolge der Präsentationen einzugreifen, so dass damit auch eine Erkenntnisableitung beispielsweise aus der Beziehung zwischen Karte und Wissenskontext, also zwischen zwei Abbildungsformen, erleichtert wird.

### 3.2 Erzeugung von statistischen Zusammenhängen

Zu diesem Bereich gehören Werkzeuge, mit deren Hilfe logisch-begriffliche oder numerisch-statistische Eigenschaften von georäumlichen Sachverhalten erzeugt und analysiert werden können (Anselin 1998, Slocum 1999). Die Analysen erfolgen auf Basis der Abbildungsform *Daten*, mit denen georäumliche Strukturen beschrieben werden, und umfassen beispielsweise Berechnungen geometrischer und statistischer Größen sowie Modellberechnungen zur Steuerung von Simulationen und Szenarien. Die Analyse- und Zwischenergebnisse werden in der Regel in verschiedenen Präsentationsformen wie Karten, Diagrammen oder als Graphen dargestellt. Die erzeugten Abbildungen können anschließend als Instrumente für weitere Analysen eingesetzt werden.

### 3.3 Steuerung von visuell-kognitiven Operationen

Die Steuerung von visuell-kognitiven Operationen in Karten und Medien wird durch Werkzeuge unterstützt, mit deren Hilfe graphische Präsentationseinheiten durch Aktionen am Bildschirm erzeugt bzw. Graphikmuster online verändert werden. Die Aktionen können inhaltliche Veränderungen, graphische Stimulwirkungen sowie ablaufbeeinflussende Graphikmuster hervorrufen. Dies geschieht durch Identifizierungsprozeduren, Perspektivenwechsel, sukzessiven Karten- und Bildaufbau, Auswahl oder Wechsel des Mediums sowie durch graphische Variationen in der Darstellung von informationellen Strukturen (Monmonier 1992, Bollmann et al. 1996, Heidmann 1999).

### 3.4 Aufbau von Organisationsstrukturen

Die Werkzeuge und Systemkomponenten dieses Bereiches dienen der Abbildung und Steuerung von erkenntnisbildenden Prozessen in konkreten Arbeits- und Ablaufprozessen (Kuhlen 1991, Heidmann 1996). Innerhalb der Prozesse können durch Werkzeuge einzelne Prozessphasen abgebildet, prozessual in Systemabläufe eingegriffen oder der gesamte erkenntnisbildende Vorgang vollständig geplant, konzipiert und in das System integriert werden. Dazu werden teilweise anwendungsbezogene Wissensbasen eingesetzt und über vordefinierte Regelmechanismen Fakten oder Entscheidungen abgeleitet.

Die zur Zeit angebotenen oder konzipierten Werkzeuge sind in der Mehrzahl für eine eher allgemein angelegte Steuerung von georäumlichen Erkenntnisprozessen ausgelegt. Bei den Systemen stehen analytische, organisatorische und kommunikativ-mediale Funktionen im Vordergrund. Präsentations- und Aktionsformen im Sinn einer kartographischen Prozess-Steuerung sind vor allem bei der Arbeitsgraphik realisiert.

Werkzeuge, die überwiegend auf graphisch-visuelle Präsentation und Aktion ausgerichtet sind, lassen sich am besten in das Konzept der kartographischen Steuerungskomponenten im georäumlichen Erkenntnisprozess einordnen (vgl. Abb. 7). Auffallend ist dabei die starke Ausrichtung von Werkzeugen auf *Problemraum- und Ergebnisraumoperationen* und auf die Abbildungsformen *Daten – Karten – Informationen* als traditionellen Nutzungsbereich von Karten. Aus der Abbildung wird insgesamt deutlich, dass der Einsatz von Präsentations- und Aktionsformen noch auf weitere Bereiche der georäumlichen Informationsverarbeitung ausgedehnt werden müsste. So existieren beispielsweise für die Abbildungsform *Wissen* bzw. für

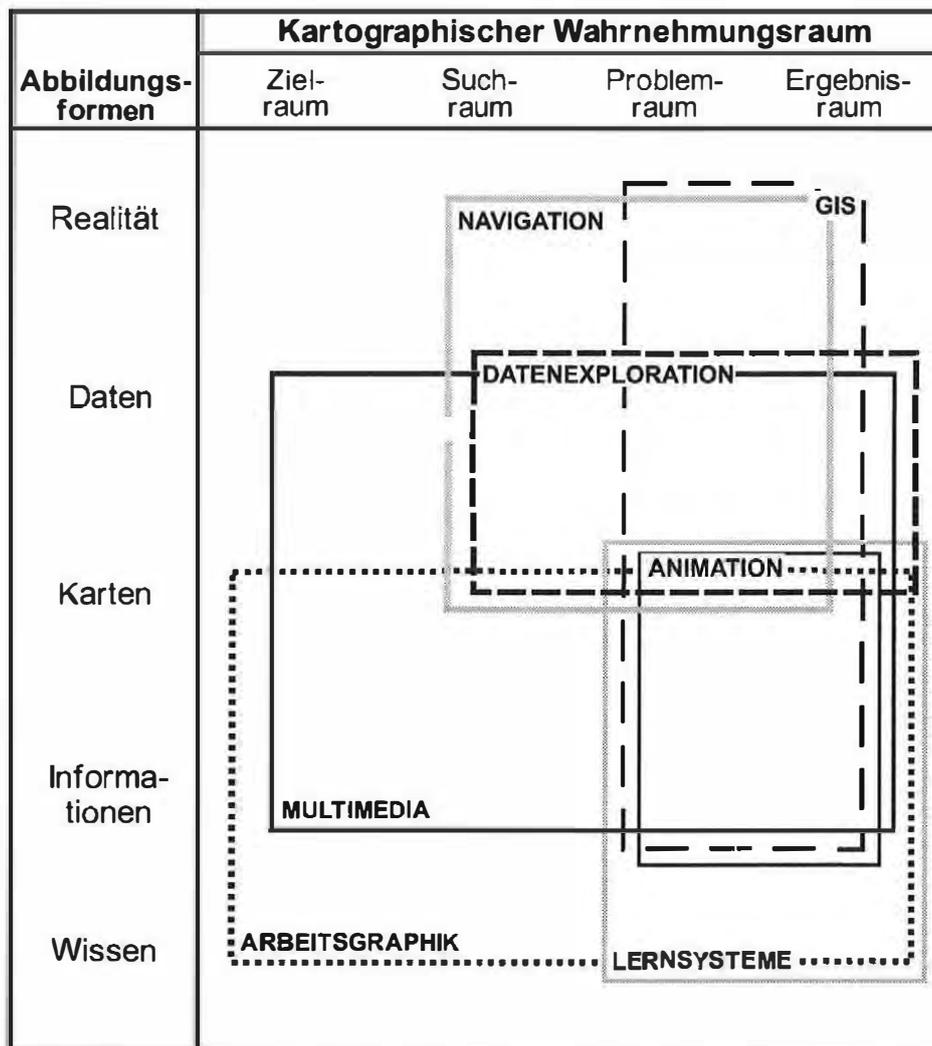


Abb. 7: Einsatz von Präsentations- und Aktionswerkzeugen

die Abbildungstransformation *Informationen – Wissen* zur Zeit noch relativ wenig wirksame visuelle Unterstützungsformen.

#### 4 Konzeptrahmen zur Differenzierung von kartographischen Steuerungskomponenten

Wie empirisch nachgewiesen wurde, wird die visuelle Ableitung von Informationen aus Karten am sichersten durch die unmittelbaren Wirkungen von kartographischen Präsentationsformen unterstützt (Bollmann et. al 1996, Heidmann 1999). Die Steuerung von höheren Erkenntnisprozessen, wie etwa die kontextuelle Weiterverarbeitung von Informationen, erfolgt dagegen eher durch einen von Aktionen ausgelösten Wechsel von Präsentationen. Ein Präsentationswechsel zielt zum einen auf die Ansprache und Steuerung von einzelnen Operationen innerhalb von Erkenntnisprozessen und zum anderen auf die Wirkung von visuellen Beziehungen zwischen Präsentationen. Die folgende Unterscheidung von elementaren und höheren Erkenntnisprozessen bezieht sich also auf die wirksamste kartographische Steuerung im angesprochenen georäumlichen Erkenntnisprozess (vgl. Nyerges 1991). Dies schließt allerdings

nicht aus, dass beide Steuerungsformen auch für den jeweils anderen Erkenntnisprozess relevant sind (Nyerges et al. 1995).

#### 4.1 Steuerungskomponenten für elementare Erkenntnisprozesse

Im dargestellten Konzept werden elementare Erkenntnisprozesse als gedankliche Vorgänge zur unmittelbaren Ableitung von georäumlichen Strukturen aus Karten verstanden. Bestimmt werden diese Prozesse auf einer Seite durch *georäumliche Erkenntnismerkmale*, die abgeleitet werden sollen und die in Form kognitiver Systeme beim Kartennutzer verfügbar sein müssen, sowie durch elementare *visuell-kognitive Operationen*, mit deren Hilfe die Merkmale in Form von Informationen aus Karten reproduziert werden (Bollmann 1992, Strohner 1995). Auf der anderen Seite ist es die *Wirkung von Medien* generell, besonders aber die *Wirkung von gezielt präsentierten Graphikmustern*, mit deren Hilfe die Merkmale abgebildet und damit visuell angeboten werden können:

- *Georäumliche Erkenntnismerkmale*: Merkmale der räumlichen Lage, euklidische und topologische Grundrissmerkmale, inhaltliche Merkmale der Klassenzugehörigkeit, räumliche und inhaltliche Beziehungsmerkmale, Mengeneigenschaften, regionale Eigenschaften und sprachliche Deklarationen;
- *Visuell-kognitive Operationen* zur unmittelbaren Reproduktion von Informationen: z.B. Identifizierungs-, Diskriminierungs-, Verortungs- und Unterscheidungsoperationen oder auf einer höheren visuellen Ebene Zähl-, Schätzungs-, Einordnungs- und Musterbildungsoperationen.
- *Wirkung von Medien*: z.B. bildhaft-ikonische, strukturelle, quantitative, festlegende, räumliche und dynamische Wirkungen;
- *Wirkung von Graphikmustern*: semantisch-denotativ, wertend-konnotativ, hinweisend-indexikalisch, gliedernd-syntaktisch und expressiv u.a. zur motivationalen Beeinflussung.

Die Unterscheidung der aufgeführten georäumlichen Erkenntnismerkmale resultiert vor allem aus fachlichen Anforderungen der Geographie und Geodäsie und wurde im Zusammenhang mit der Modellbildung im Bereich der Geodatenverarbeitung und der Kartographie formalisiert (u.a. Bollmann 1993). Die zur Verarbeitung von georäumlichen Erkenntnissen erforderlichen Denkleistungen bzw. visuell-kognitiven Operationen sind von der Experimentellen Kartographie für die Untersuchung von Zeichenwirkungen und den damit verbundenen Prozessen spezifisch systematisiert worden. Die Wirkungsmerkmale von Medien, besonders aber von Graphikmustern in Karten, sind aus den handwerklichen und künstlerischen Bereichen der angewandten Graphik und der Kartographie entstanden. Die erforderliche Formalisierung erfolgte im Zusammenhang mit der semiotischen und zeichentheoretischen Modellbildung in der allgemeinen Kartographie (Kelnhofer 1990, Koch 1993).

#### 4.2 Steuerungskomponenten für höhere Erkenntnisprozesse

Höhere Erkenntnisprozesse im Rahmen der georäumlichen Erkenntnisverarbeitung sind z.B. auf die Einordnung und Bewertung von aus Karten abgeleiteten Informationen ausgerichtet. Sie können weniger durch die speziellen Strukturen von Präsentationsformen, sondern wirkungsvoller durch optisch-visuelle Aktionen unterstützt werden. Als Unterstützungs- und

Steuerungsformen werden Aktionen im Kartenbild, Aktionen in der Legende und Aktionen außerhalb der Karte unterschieden:

- *Visuell-kognitive Operationen zur Erkenntnisbildung*: Zerlegen von Erkenntniseinheiten in ihre Bestandteile, Vergleich von Erkenntniseinheiten zur Bestimmung von Unterschieden oder Gemeinsamkeiten, Ordnen und Klassifizieren von Erkenntnissen, Abstrahieren oder Konkretisieren von Erkenntnissen, Analogiebildung, Schlussfolgern, Verallgemeinern;
- *Graphisch-inhaltliche Aktionsformen im Kartenbild*: Verändern des Maßstabverhältnisses, der perspektivischen Sicht oder der Klassenzugehörigkeit von Objekten; das Zusammenfassen, Trennen, Reduzieren, Erweitern von Kartenelementen; Aktionen, die spezielle visuelle Wirkungen hervorrufen wie Hervorheben, Betonen, Abschwächen, Hinweisen, Abdecken und Schichten; prozessuale Aktionen wie Marker setzen, Zwischenergebnisse kennzeichnen sowie der sequentielle Auf- und Abbau von Karteneinheiten;
- *Graphisch-inhaltliche Aktionsformen in der Legende*: Thematische Strukturierung von Legendenblöcken oder die optische Betonung von signifikanten Begriffen bzw. Objektklassen; graphische Hilfen zur Maßstabsnutzung, zur Musterbildung und zur Registrierung von Zwischenergebnissen; prinzipiell unterscheiden lassen sich davon graphische Steuerungsmechanismen zu Veränderungen im Kartenbild;
- *Graphisch-inhaltliche Aktionsformen außerhalb der Karte*: Einblenden von kartenunterstützenden Medien oder semantischen Erklärungsschemata.

Bei den genannten visuell-kognitiven Operationen handelt es sich um grundlegende Unterscheidungen aus den Kognitionswissenschaften, die auch in der letzten Zeit für die Kartographie spezifiziert worden sind (Heidmann 1999). Die zugehörigen Aktionsformen sind zum Teil Bestandteile kartographischer Systemwerkzeuge, wobei ihre allgemeine Verfügbarkeit noch relativ gering ist.

In Abbildung 8 sind als umfassender Konzeptrahmen Erkenntnismerkmale, visuell-kognitive Operationen sowie kartographische Präsentations- und Aktionsformen gegenübergestellt. Gezeigt wird der Zusammenhang zwischen *georäumlichen Erkenntnisbildungsprozessen* und *Abbildungsformen*, die im Informationsprozess maßgebend sind, sowie der Zusammenhang zwischen Abschnitten der Kartennutzung mit ihren *visuell-gedanklichen Operationen* des kartographischen Wahrnehmungsraumes. Die sich aus den beiden Zusammenhängen ergebenden Beziehungen bilden den Gesamtrahmen des vorgestellten Konzeptes zur kartographischen Steuerung von georäumlichen Erkenntnisprozessen.

Die sich aus dem Konzept ergebenden Untersuchungsschwerpunkte bzw. deren Ergebnisse sollen zur Absicherung des Einsatzes von Steuerungswerkzeugen führen. So sind beispielsweise für den Bereich „Operationen im kartographischen Wahrnehmungsraum“ schon erste Grundlagen empirisch ermittelt worden. Es fehlen u.a. Erkenntnisse über die Anwendung und Wirkung von sog. Choremata (Brunet 1987, Klippel 1997), die in ihren Funktionen als unterstützende Mustertypen bei der unmittelbaren Ableitung von georäumlichen Strukturmerkmalen aus Karten eine wichtige Rolle spielen. Als zweiter Schwerpunkt werden die mit Abbildungsformen verbundenen visuell-kognitiven Vorgänge untersucht. Eine daraus resultierende abbildungsorientierte Merkmalsystematik bildet die Grundlage für die Untersuchung von gedanklichen Transformationsprozessen.

Die aufgeführten Komponenten des Konzeptes sind noch auf einem relativ allgemeinen Niveau beschrieben. Im Gegensatz zu früheren, eher syntaktisch orientierten Untersuchungen sind die aktuellen Untersuchungen auf die Wirkung von dynamischen Präsentationen im Rahmen

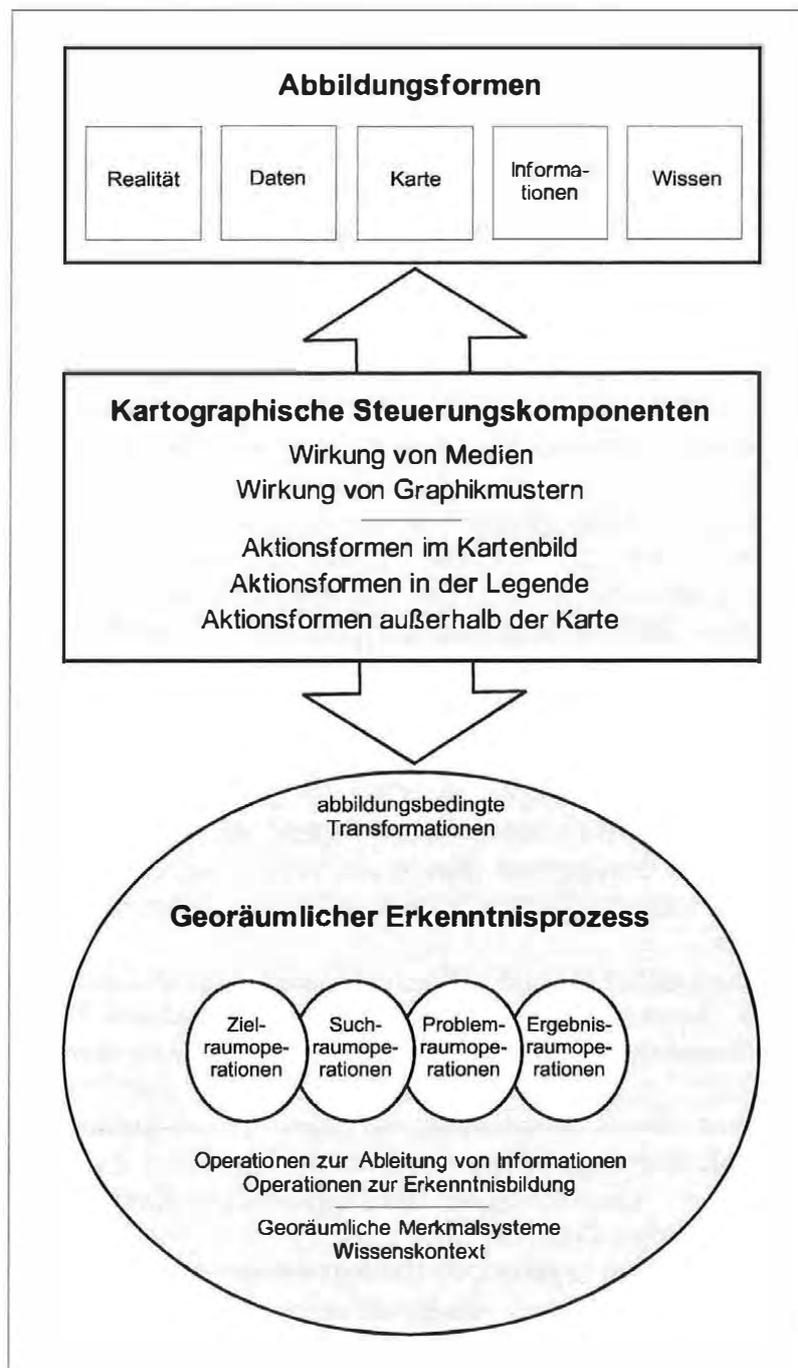


Abb. 8: Gesamtkonzept zur Steuerung von georäumlichen Erkenntnisprozessen

von Bildschirmaktionen ausgerichtet. Durch die Registrierung und Auswertung von Blickbewegungen beim prozessualen Verlauf von sich verändernden Präsentationen können konkrete Erkenntnisse über Art und Wechsel von visuell-kognitiven Operationen gewonnen und damit Einflussgrößen und Steuerungsmöglichkeiten interaktiver Graphik näher bestimmt werden.

Weitere Untersuchungen befassen sich beispielsweise mit der Veränderung von Präsentationsmustern auf der Grundlage von visuell-kognitiven Reaktionen. Die in Echtzeit

registrierten Ergebnisse werden dabei zu einer prozessorientierten Musterumbildung während des Experimentes genutzt. Damit können nicht nur *vorgegebene* Präsentationsverläufe, z.B. mit Hilfe von Videopräsentationen, sondern *selbstbestimmte* Verläufe untersucht werden. Für den Bereich der Navigation und Orientierung, der digitalen Kartierung sowie der regelbasierten Aktionssteuerung im Gelände sollen dazu in der nächsten Zeit Erkenntnisse über das Wahrnehmungsverhalten in der Realität in Verbindung mit kartographischen Steuerungskomponenten gewonnen werden. So sollen mit Hilfe von VR-Präsentationen reale Wahrnehmungssituationen nutzerorientiert simuliert werden, um mit gekoppelten Registrierverfahren zur Blickbewegungserfassung erste Erkenntnisse über Verhaltens- und Wahrnehmungsgrößen im Zusammenhang mit der Abbildungsform *Realität* zu gewinnen.

## 5 Fazit

Um in der Zukunft Erkenntnisse über den effektiven Einsatz von Karten in den diversen Anwendungsbereichen der Kartographie zu gewinnen, wurde als theoretische Grundlage ein Konzept vorgestellt, das einen Zusammenhang zwischen georäumlichen Erkenntnisprozessen und den diese Prozesse unterstützenden kartographischen Präsentations- und Aktionsformen herstellt.

Der Theorieansatz, der hinter diesem Konzept steht und der in den letzten Jahren an der Universität Trier empirisch überprüft wurde, geht von der Voraussetzung aus, dass Präsentations- und Aktionsformen so differenziert werden können, dass sie sich unmittelbar auf die Steuerung von Erkenntnisprozessen bzw. visuell-kognitiven Operationen der Bildschirmkommunikation ausrichten lassen. Die einzelnen Wirkungskomplexe und die damit verbundenen Erkenntnisprozesse sollen auf der Grundlage dieses Konzeptes in den nächsten Jahren weiter untersucht werden, um daraus Verfahren und Mechanismen für den regelbasierten Einsatz von kartographischen Präsentations- und Aktionsformen entwickeln zu können.

## Literaturverzeichnis

- Anselin, L.*: EXPLORATORY SPATIAL DATA ANALYSIS IN A GEOCOMPUTATIONAL ENVIRONMENT. – In: *P.A. Longley et al.* (Hrsg.): GEOCOMPUTATION. West Sussex. (1998), 77-94.
- Bollmann, J.*: PROBLEME DER KARTOGRAPHISCHEN KOMMUNIKATION. Bonn-Bad Godesberg: Kirschbaum Verlag. (1977).
- Bollmann, J.*: RAUMVORSTELLUNG UND KARTENWAHRNEHMUNG. In: H.P. Brogiato, H.-M. Cloß (Hrsg.): Geographie und ihre Didaktik. Festschrift für Walter Sperling. Trier (= Materialien zur Didaktik der Geographie), 2, (1992), 16, 349-362.
- Bollmann, J.*: GEO-INFORMATIONSSYSTEME UND KARTOGRAPHISCHE INFORMATIONSVARBEITUNG. In: *B. Hornetz, D. Zimmer* (Hrsg.): BEITRÄGE ZUR KULTUR- UND REGIONALGEOGRAPHIE. Festschrift für Ralph Jätzold. (=Trierer Geographische Studien). Trier. (1993) 9, 63-74.
- Bollmann, J.*: Informationsverarbeitung im Kartographischen Wahrnehmungsraum. KARTOSEMIOTIK. (1995)5.
- Bollmann, J.*: KARTOGRAPHISCHE MODELLIERUNG - INTEGRIERTE HERSTELLUNG UND NUTZUNG VON KARTENSYSTEMEN. In: *Schweiz. Gesellschaft f. Kartographie.* (Hrsg.): KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN, NEUE TECHNOLOGIEN. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96. Bern. (1996), 35-55.
- Bollmann, J.*: KARTOGRAPHISCHE GENERALISIERUNG UND GEDANKLICHE ABSTRAKTION IN DER BILDSCHIRMKOMMUNIKATION. In: *M. Lechthaler und G. Gartner* (Hrsg.): FESTSCHRIFT FÜR FRITZ KELNHOFER ZUM 60. GEBURTSTAG. Geowissenschaftliche Mitteilungen der Technischen Universität Wien. 52, (2000), 13-32.

- Bollmann, J., F. Heidmann und M. Johann: KARTOGRAPHISCHE BILDSCHIRMKOMMUNIKATION - METHODISCHE ANSÄTZE ZUR EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG RAUMBEZOGENER INFORMATIONSPROZESSE. In: R. Baumhauer (Hrsg.): AKTUELLE FORSCHUNGEN AUS DEM FB VI. (= Trierer Geographische Studien). (1996), 16, 267-284.
- Brunet, R.: LA CARTE, MODE D'EMPLOI. Paris. (1987).
- Buziek, G. DAS POTENTIAL MODERNER INFORMATION- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN AUS SICHT DER KARTOGRAPHIE. In: *Deutsche Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.): GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. (= Kartographische Schriften) Bonn. (1997), 2 17 -25.
- Dörmer, D., E. van der Meer (Hrsg.): DAS GEDÄCHTNIS. PROBLEME - TRENDS - PERSPEKTIVEN. Göttingen. (1995).
- Dutke, S.: MENTALE MODELLE: KONSTRUKTE DES WISSENS UND VERSTEHENS. Göttingen (1994).
- Heidmann, F.: WISSENSERWERB UND WISSENSVERÄNDERUNG DURCH HYPERMEDIALE KARTENSYSTEME IN SCHULE UND HOCHSCHULE. In: *Schweiz. Gesellschaft f. Kartographie* (Hrsg.): KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN, NEUE TECHNOLOGIEN. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96. Bern. (1996), 133-155.
- Heidmann, F.: AUFGABEN- UND NUTZERORIENTIERTE UNTERSTÜTZUNG KARTOGRAPHISCHER KOMMUNIKATIONSPROZESSE DURCH ARBEITSGRAPHIK: KONZEPTION, MODELLBILDUNG UND WIRKUNGSANALYSE. Dissertation, Universität Trier. (1999).
- Heidmann, F. und M. Johann: MODELLING GRAPHIC PRESENTATION FORMS TO SUPPORT COGNITIVE OPERATIONS IN SCREEN MAPS. In: *Lars Ottoson* (Hrsg.): Proceedings 18<sup>th</sup> ICA/ACI International Cartographic Conference ICC 97. Stockholm. 3, (1997), 1452-1461.
- Johann, M., F. Heidmann: EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM EINSATZ VON ARBEITSGRAPHIK IN KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEMEN. In: *Deutsche Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.): GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. (= Kartographische Schriften). Bonn. (1997), 2, 99 -106.
- Kelnhofer, F.: THEMAKARTOGRAPHISCHE SIGNATURENGESTALTUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG PERZEPTIVER PARAMETER. In: F. Mayer (Hrsg.): WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE. (1990), 4, 184-201.
- Klippel, A.: KOGNITIVE PROZESSE AUF SYMBOLISCH REPRÄSENTIERTEN INFORMATIONSSYSTEMEN. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Trier. (1997).
- Klix, F.: INFORMATION UND VERHALTEN. Berlin. (1971).
- Klix, F.: Über notwendige Kriterien eines psychologisch relevanten Modells der Wissensrepräsentation. ZEITSCHRIFT FÜR PSYCHOLOGIE. (1991), 11, 175-186.
- Koch, W.G.: EXPERIMENTELLE KARTOGRAPHIE - NUTZBARE ERGEBNISSE UND NEUE FRAGESTELLUNGEN. In: *Deutsche Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.): KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIONSSYSTEME (=Kartographische Schriften). Bonn. (1993), 1, 23-31.
- Kuhlen, R.: HYPERTEXT: EIN NICHT LINEARES MEDIUM ZWISCHEN BUCH UND WISSENSBANK. Berlin et al. (1991).
- Loo, van de P.: MEHRSCHICHTENKARTEN VERSUS EINZELKARTEN. EINE EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG MIT HILFE DER BLICKBEWEGUNGSREGISTRIERUNG. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Trier. (1997).
- Monmonier, M.: Summary graphics for intergrated visualization in dynamic cartography. CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. 19, (1992), 1, 23-36.
- Nyerges, T. L.: Analytical Map Use. CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. 18, (1995), 1, 11-22.
- Ormeling, F.: Atlas Informations Systems. In: *Institut Cartographic de Calatunya* (Hrsg.): Proceedings 17<sup>th</sup> ICA/ACI International Cartographic Conference ICC 95. Barcelona. 2, (1995), 2127-2133.
- Seel, N.M.: Wissenserwerb durch Medien und „mentale“ Modelle. UNTERRICHTSWISSENSCHAFT. 14, (1986), 4, 384-401.
- Slocum, T.A.: THEMATIC CARTOGRAPHY AND VISUALIZATION. New Jersey, (1999).
- Strohner, H.: KOGNITIVE SYSTEME: EINE EINFÜHRUNG IN DIE KOGNITIONSWISSENSCHAFT. Opladen (1995).
- Tainz, P.: Spatial information systems and the perception of map series on screens. In: P. Mesenburg (Hrsg.): Proceedings of the 16th International Cartographic Conference. Köln. 2, (1993), 787-796.
- Tainz, P.: KOMMUNIKATIONSANSÄTZE ZUR PRÄSENTATION KARTOGRAPHISCHER BILDSCHIRM-INFORMATION. Beiträge zur kartographischen Informationsverarbeitung. Trier. (1997). 11.

- Tainz, P.:* Concepts de communication pour la présentation d'informations cartographiques en systèmes d'information géographique. BULLETIN DU COMITE FRANÇAIS DE CARTOGRAPHIE. Paris. (1998), 157, 11-18.
- Tainz, P.:* KARTOGRAPHISCHES AUSKUNFTSSYSTEM ZUR DIDAKTISCHEN PRÄSENTATION VON UMWELTSCHUTZTHEMEN IN RHEINLAND-PFALZ. Interner Forschungsbericht, Fachbereich Geographie / Geowissenschaften. Universität Trier. (1999).
- Uthe, A.-D.:* Directing the design of maps for public information on the base of a user oriented communication model. In: *Institut Cartographic de Calatunya: Proceedings 16th ICA/ACI International Cartographic Conference ICC 93*. Köln. 1, (1993a), 265-272.
- Uthe, A.-D.:* Einfluss von Kommunikationsbedingungen auf die Modellierung thematischer Karten. INFORMATIONEN ZUR RAUMENTWICKLUNG. (1993b), 7, 397-404
- Uthe, A.-D.:* STAND UND VEFAHREN DER REGELBASIERTEN KARTENMODELLIERUNG IM UMWELTBEREICH.- In: *J. Bollmann, et al.* (Hrsg.): UMWELTINFORMATION UND KARTE. Tagungsband zum 43. Deutschen Kartographentag Trier 1994 (= Beiträge zur kartographischen Informationsverarbeitung - Sonderband). Trier. (1994), 237-257

# **Theoretische Aspekte der Kombination von Karten mit audiovisueller Sprache**

Axel Borchert, Berlin

## **Zusammenfassung**

Die Kombination von Karten mit audiovisueller Verbalsprache kann nach mehreren Aspekten unterschieden werden: 1. Die Codes bzw. die Symbolsysteme zur Informationsübertragung sind verbal, piktoral und numerisch. Bei der Kombination von Karte mit Sprache sprechen wir von Multicodalität. Werden der visuelle (Karte und lesbarer Text) Modus bzw. Sinneskanal mit dem auditiven (hörbarer Text) kombiniert, liegt Multimodalität vor. Die externe Repräsentation der Informationen unterscheidet sich jedoch von der internen, die Bild- und Wortmarken verwendet. 2. Die Ermittlung der Kongruenz von Kartenelementen als piktorale und Sprachelementen als verbale Codes ist nach ihrer syntaktischen und semantischen Struktur vorzunehmen. Karten sind intrinsische Repräsentationen, Sprache extrinsische. 3. Die Funktion von Texten in Bezug auf Karten können strukturierend, steuernd, hinweisend, erklärend, interpretierend, einleitend, zusammenfassend sowie motivierend und dekorierend sein. Bislang wurden hauptsächlich Bildfunktionen bezüglich Texte untersucht. 4. Die Lesestrategie wird unterschieden nach einseitig und wechselseitig; die Synchronität nach zeitlich synchron und asynchron.

Die Annahmen über geeignete Karten-Text-Kombinationen sind weiter empirisch zu verifizieren.

## **Abstract**

The combination of maps with audio-visual language can be differentiated due to certain aspects: 1. Codes for information transfer are verbal, pictorial, and numerical. A verbal code combined with a pictorial code results in „multicodality“. The combination of the visual mode with the auditive mode is the so-called „multimodality“. The external representation is different from our internal representation. 2. The definition of congruence of map elements with verbal elements has to be made by syntactic and semantic structure. Maps are representations which already contain a spatial structure. Words have to build a spatial structure externally. 3. There are functions of texts in regard to maps as well as vice versa. 4. The reading strategy can be detached or embedded. The temporal coincidence of map and text presentations can be synchronous or not.

The theoretical assumptions for useful map-text-combinations have to be further empirically verified.

## 1 Einleitung

Räumliche Informationen wurden bislang überwiegend als kartographische Darstellungen visuell präsentiert. Multimedia-PC's bieten die Möglichkeit, visuelle Präsentationen mit auditiven zu kombinieren. Die visuelle Karte kann mit visueller wie auditiver Sprache (Text) kombiniert werden. Der Beitrag soll die theoretischen Aspekte der Kombinationsmöglichkeiten von audiovisueller verbaler Sprache mit Karten aufzeigen. Dazu werden Aspekte der Bild-Text-Kombinationen zusammengestellt und erweitert, die von diversen Autoren der Medienpsychologie behandelt wurden. Es wird hierbei unterschieden nach Code und Modus, nach Kongruenz, nach Funktion sowie nach Lesestrategie und Synchronität.

Im Rahmen meiner Dissertation über die Kombination der Medien Karte und Sprache zur nachhaltigen Akquisition räumlichen Wissens werden diese Aspekte theoretisch und empirisch untersucht. Aus diesem Grunde kann hier nur eine kurze Zusammenfassung der bisherigen theoretischen Grundlagen und des Vortrags veröffentlicht werden. Eine ausführliche Abhandlung wird in der Dissertation folgen.

## 2 Code und Modus

Informationen können in unterschiedlichen Codes bzw. Symbolsystemen codiert und präsentiert werden. Unsere gebräuchlichsten Codes oder Symbolsysteme sind die verbale Sprache, piktorale Symbolsysteme sowie numerische Zahlensysteme. Karten zählen zu den piktoralen Codes, die i.d.R. auch verbale und numerische Codes beinhalten.

Zur Übertragung von Codes können unterschiedliche Sinnesmodalitäten bzw. Sinneskanäle benutzt werden: Der Nutzer kann ein mediales Angebot mit seinen visuellen und auditiven Sinnesorganen wahrnehmen und mit diesem Angebot interagieren. Die Karte in ihrer externen Repräsentation ist stets visuell. Unsere verbale Sprache kann im visuellen (lesbaren) und auditiven (hörbaren) Modus wahrgenommen werden.

Aus verschiedenen Codierungen und Modalitäten resultieren mehrere Kombinationsmöglichkeiten, die in folgender Matrix (Abbildung 1) zusammengestellt sind:

	mono...	multi...
Codierung (Symbolsystem)	monocodal: * piktoral = nur Karte * verbal = nur Text	multicodal: * piktoral & verbal = Karte & Text
Sinnesmodalität (Sinneskanal)	monomodal: * visuell = Karte &/oder Text * auditiv = Text	multimodal: * audiovisuell = Karte & auditiver & evtl. visueller Text

Abb. 1: Matrix zur Differenzierung nach Code und Modus (verändert nach Weidenmann 1995)

Diese Codes und Modi beziehen sich auf Repräsentationen von Medien, die der Nutzer extern wahrnimmt. Jedoch werden die extern wahrgenommenen Informationen mental teilweise anders repräsentiert. Man spricht dann von den internen Medien (Aebli 1981; Strittmatter u. Seel 1984. In: Weidenmann 1995). Wir besitzen zwei qualitativ unterschiedliche Verarbeitungssysteme für

verbale und piktorale Sinneseindrücke. Beide Systeme interagieren dabei miteinander. Zwischen der Reiz-Codierung und der internen Codierung gibt es jedoch keine eindeutige Beziehung. Je nach Verwendungszweck werden die externen Reize intern flexibel codiert. So muß ein bildhafter Reiz nicht nur bildhaft gespeichert und verarbeitet werden (Zimmer 1993; Kolers u. Brison 1984. In: Weidenmann 1995).

Die interne Verarbeitung ist für die Bildung langfristigen Wissens entscheidend. Die Frage ist, welcher Code und Modus einer Information generell eine bessere interne Verarbeitung, Repräsentation und damit Behaltensleistung bewirkt. In diesem Zusammenhang kritisiert Weidenmann (1995) die naiven Annahmen, daß z.B. eine verbesserte Behaltensleistung allein durch die Verwendung mehrerer Sinneskanäle möglich sei (naive Summationstheorie). Unterstützung findet die naive Summationstheorie durch die Doppelcodierungs-Theorie von Paivio und die Theorie der Hemisphären-Spezialisierung. Als gesichert gilt aber in diesem Zusammenhang nur die Theorie des Bildüberlegenheitseffektes. Dabei wird ein verbales von einem non-verbalem Codesystem unterschieden. Bei der menschlichen Kognition werden diese Codes im Gedächtnis zu Bildmarken und Wortmarken. Durch die Wahrnehmung von bildlichen Erscheinungen entstehen Bildmarken. Beim Lesen von Verbalsprache werden visuelle Wortmarken (Graphemik, also sichtbar bzw. lesbar) gebildet oder beim Hören von Verbalsprache auditive (Phonemik). Der Bildbehaltensvorteil ergibt sich nun aus der multimodalen-Gedächtnis-Theorie (Engelkamp 1990,1994). Entscheidend für die Überlegenheit der Bildmarken gegenüber den Wortmarken ist, daß die Bildmarken zu unseren Referenzkonzepten, dem Wissen über wahrgenommene Gegenstände, einen direkteren Zugang haben als Wortmarken. Bildmarken begründen diese Referenzkonzepte, Wortmarken referieren darauf. Lesen oder hören wir einen Text, der Gegenständliches beschreibt, beziehen wir ihn oft auf Bilder, wir „sehen“ interne Bilder. Sehen wir ein Bild, beziehen wir es nicht automatisch auf Wörter oder Sätze, sondern bleiben meist im Bildmodus. Andere Autoren erklären den Bildvorteil durch die holistische Repräsentation eines Bildes als Einheit. Dadurch sind alle Elemente eines Bildes auch gleichzeitig im Gedächtnis abrufbar. Wortmarken sind sequentiell, können auch nur so verarbeitet und abgerufen werden. Bei der raum- und zeitsynchronen Präsentation von Bildern und Wörtern können die verbalen und bildhaften Informationen besser zueinander in Beziehung gesetzt werden. Die konzeptnähere Verarbeitung von Bildern und die aufwendigere Encodierungsleistung bei Bild-Text-Kombinationen erklärt die empirisch gesicherte Erkenntnis, daß multicodeal präsentierte Informationen länger im Gedächtnis behalten werden (Mayer&Anderson 1990, 1991; Mayer&Gallini 1990, Kelly 1992. In: Weidenmann 1995).

### **3 Kongruenz**

Um die piktorale Codierung mit der verbalen vergleichen zu können, ist zu klären, welche verbalsprachliche Raumbeschreibung sich mit welcher kartensprachlichen syntaktisch und semantisch deckt. Wir können die verbalsprachlichen Nomen mit den Kartenobjekten vergleichen sowie die sprachlichen Adjektive, Adverben und Präpositionen mit den graphischen Variablen in Karten. So wie ein Adjektiv ein Nomen modifiziert, so modifizieren graphische Variablen ein kartographisches Objekt, z.B. eine Standortsignatur. Eine geometrische und topologische Beschreibung erfolgt verbal mit Adjektiven, Adverben, Verben und Präpositionen; sie erfolgt kartographisch durch die Objektlage im georeferenzierten Raum. Bei den kartensprachlichen Vergleichen ist zu beachten, daß europäische Sprachen andere syntaktische Eigenschaften besitzen als manche asiatische und indianische Sprachen. Die europäische

Unterscheidung zwischen beispielsweise Adjektiven und Verben existiert im Chinesischen u.a. asiatischen Sprachen nicht (Lyons 1992). Generell ist die Struktur von Sätzen in einer Sprache sequentiell, die Struktur von Karten besteht aus komplexen Mustern. Die Struktureigenschaften, insbesondere die räumlichen, werden bei der Sprache durch explizite Wörter von außen in die räumliche Repräsentation eingebracht. Man spricht hier von extrinsischen Repräsentationen. Karten enthalten inhärente Struktureigenschaften, meist in abstrakter Form. Diese repräsentieren bereits modellhaft die Strukturen in der Realität. Karten als bildhafte Medien stellen demnach eine intrinsische Repräsentation dar (Palmer 1978. In: Schnootz 1995).

#### **4 Funktion**

In der Regel beschäftigt sich die Medienpsychologie mit den Wirkungen und Funktionen von Bildern (zu denen auch Karten zählen) in Bezug auf Texte. Bislang wurde die Funktion von Texten in Bezug auf Karten noch nicht ausreichend untersucht. Im allgemeinen sind Karten der geeignetste Code für Rauminformationen. Texte können in ihrem Bezug zu Karten folgende Funktionen bieten: Sie können die Kartenkognition strukturieren, steuern oder auf Phänomene hinweisen. Texte können erklären (Begriffe, Methoden), interpretieren (Raummuster, Zusammenhänge, Sekundärinformationen), einleiten und zusammenfassen. Texte können außerdem motivieren und dekorieren (Levin 1989).

#### **5 Lesestrategie und Synchronität**

Der Einsatz einer Karten-Text-Kombination kann einseitig oder wechselseitig intendiert sein. Bei der einseitigen Lesestrategie sind beide Codes voneinander getrennt (detached). Es wird stets von einem Code (z.B. dem verbalen Text) durch explizite Hinweise auf den anderen Code (auf spezielle Kartenphänomene) verwiesen. Hingegen wird bei der wechselseitigen Strategie eine eingelagerte (embedded) Lesefolge beabsichtigt. Dabei müssen zur Erschließung des gesamten Bedeutungsinhaltes beide Codes miteinander in Beziehung gesetzt werden. Der Text bezieht sich auf Kartenelemente, und Kartenphänomene beziehen sich auf Texterläuterungen. Beide Codes müssen dabei wechselseitig verwendet werden. Es werden aber keine expliziten Hinweise in den Codes gegeben. Der Nutzer muß diese wechselseitige Betrachtung selbst steuern (Molitor, Ballstaedt, Mandl 1989).

Eine Lesestrategie kann zeitlich synchron oder asynchron gestaltet sein. Die synchrone Präsentation von Karte und Text hat theoretisch den Vorteil, daß die embedded-Strategie direkter erfolgen kann. Dadurch wäre die wechselseitige Encodierung und damit die Wissensbildung begünstigt.

#### **6 Ausblick**

Aufgrund vorliegender theoretischer Arbeiten aus der Medienpsychologie zur Bild-Text-Kombination, die teilweise auch ausreichend empirisch verifiziert sind, können zur Zeit nur Annahmen über geeignete Karten-Text-Kombinationen für die nachhaltige Akquisition räumlichen Wissens formuliert werden. Weitere empirische Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der zunehmenden Anzahl von multimodalen und multicodalen Anwendungen zu räumlichen Sachverhalten dringend notwendig.

## Literaturverzeichnis

- Engelkamp, J.:* DAS MENSCHLICHE GEDÄCHTNIS. DAS ERINNERN VON SPRACHE, BILDERN UND HANDLUNGEN. Göttingen: Hogrefe. (1990).
- Engelkamp, J.:* Bild und Ton aus der Sicht der kognitiven Psychologie. MEDIENPSYCHOLOGIE, 12(1991), 4, 278-299.
- Engelkamp, J.:* Episodisches Gedächtnis: Von Speichern zu Prozessen und Informationen. PSYCHOLOGISCHE RUNDSCHAU, 45(1994), 4, 195-210.
- Levin, J.R. A.:* TRANSFER-APPROPRIATE-PROCESSING PERSPECTIVE OF PICTURES IN PROSE. In: *H. Mandl, J.R. Levin* (Hrsg.): KNOWLEDGE AKQUISITION FROM TEXT AND PICTURES. ADVANCES IN PSYCHOLOGY, No. 58. Amsterdam: North-Holland. (1989).
- Lyons, J.:* DIE SPRACHE. München:Beck (1992).
- Molitor, S., S.-P. Ballstaedt und H. Mandl:* PROBLEMS IN KNOWLEDGE AKQUISITION FROM TEXT AND PICTURES. In: *H. Mandl, J.R. Levin* (Hrsg.): KNOWLEDGE AKQUISITION FROM TEXT AND PICTURES. ADVANCES IN PSYCHOLOGY, No. 58. Amsterdam: North-Holland. (1989).
- Schnoetz, W.:* WISSENSERWERB MIT DIAGRAMMEN UND TEXTEN. In: *L. Issing P. Klimsa* (Hrsg.): INFORMATION UND LERNEN MIT MULTIMEDIA. Weinheim: Psychologie Verlags Union (1995).
- Weidenmann, B.:* MULTICODIERUNG UND MULTIMODALITÄT IM LERNPROZESS. In: *L. Issing P. Klimsa* (Hrsg.): INFORMATION UND LERNEN MIT MULTIMEDIA. Weinheim: Psychologie Verlags Union. (1995).

# **Neue Gestaltungs- und Modellierungsaufgaben für den Kartographen - Ein Plädoyer für eine attraktive Kartengraphik zur Bildschirmvisualisierung**

Kurt Brunner, München-Neubiberg

## **Zusammenfassung**

Wesentlicher Bestandteil interaktiver Karten und kartographischer Multimedia-Applikationen ist die Bildschirmvisualisierung. Die Bildschirmvisualisierung bringt jedoch gegenüber bedrucktem Papier erhebliche Limitierungen. Es ist daher erforderlich, analog zu den Gestaltungsrichtlinien für Karten im Printmedium, Regelwerke auch für das Ausgabemedium Bildschirm zu entwickeln. Solche Gestaltungsrichtlinien müssen einerseits der stark limitierten Auflösung des Bildschirms und andererseits den Möglichkeiten der kartographischen Interaktionen gerecht werden.

## **Abstract**

Monitor visualisation is an essential part of interactive maps and cartographic multimedia applications. But visualisation on monitor causes heavy limitations compared to paper prints. Therefore it is necessary to develop guidelines for design in the output device monitor as well as it has been done for the print medium. These instructions have to meet strong limitations in resolution on screen as well as possibilities of cartographic interactions.

## **1 Einleitung**

Gegenwärtig bietet die Kartographie elektronische Produkte an, deren Ausgabemedium ausschließlich der Bildschirm (bzw. die Projektion) ist. Die Möglichkeit der Erstellung und Nutzung interaktiver Karten mit mannigfaltigen Abfragemöglichkeiten kann als umfassender Technologiewandel und als Paradigmenwechsel in der Kartographie angesehen werden. Diese neuen kartographischen Erzeugnisse stehen zum einen als Off-line-Produkte auf CD-ROM zur Verfügung, zum anderen sind sie als On-line-Produkte Web-basierte Karten.

## **2 Gestaltung und Nutzung von Bildschirmkarten**

Eine kritische Nutzung und Analyse kartographischer Produkte im elektronischen Medium läßt unterschiedliche Funktionalitäten durch Benutzerabfragen und nutzergesteuerte Zugriffe bis hin zu Multimedia-Applikationen erkennen.

Solche Möglichkeiten sind aber bei vielen dieser Produkte leider mit einer wenig geeigneten bis beklagenswerten Kartengraphik gepaart. So findet sich häufig eine für kartographische

Anwendungen ungeeignete Vektorgraphik genauso wie für das Printmedium gefertigte Kartengraphik, die in der Bildschirmvisualisierung kaum lesbar ist. Für den Bildschirm erzeugte bzw. optimierte Kartengraphik ist selten. Auffällig ist, daß häufig eine wenig geeignete Kartengraphik mit einer guten, z.T. exzellenten professionellen Graphik für die Erschließungsinstrumente mit ihren Ikonen und Buttons sowie ergänzenden Seiten konkurriert.

Bemerkenswert ist schließlich, daß in der schier unübersichtlich gewordenen einschlägigen Literatur umfangreich zu Funktionskonzepten und Anwendungen berichtet wird; über Gestaltungsfragen findet sich jedoch sehr wenig. Manchmal wird zwar der wohl grundlegende Aufsatz von Brown (1993) zitiert, eine vertiefte Betrachtung und Auseinandersetzung bleibt weitgehend aus. Erfreulich sind Aufsätze von Ditz (1997), Müller und Dietrich (1998) sowie Spiess (1996 a und 1996 b).

Es wäre aber sicher eine wesentliche Aufgabe der Kartographie, sich den Gestaltungsfragen der Bildschirmvisualisierung zuzuwenden; es gibt hier ein reichliches und dringendes Betätigungsfeld. Gestaltungsfragen zur Visualisierung von Geodaten sind ja Profession und auch Stärke der Kartographen. Funktionskonzepte und Anwendungen bildschirmorientierter bzw. bildschirmgesteuerter Auskunftssysteme hingegen können sicher auch von Fachleuten aus anderen Disziplinen erarbeitet werden.

### **3 Bildschirmtechnologie**

Leistungsstarke Graphikprozessoren und moderne Bildschirmtechnologie ermöglichen gegenwärtig Rastergraphik-Farbbildschirme mit hoher Bildwiederholungsrate. Gegenwärtig werden meist Kathodenstrahlröhren (CRT) genutzt; sie werden zukünftig zunehmend mit Flüssigkristallbildschirmen (LCD) konkurrieren müssen. Die Technologie beider Bildschirmssysteme bringt es mit sich, daß der Bildaufbau mittels Rastermatrix mit rechteckigen, idealerweise quadratischen Bildelementen (Bitmap-Graphik) erfolgt.

Der Bildschirm bringt gegenüber bedrucktem Papier einige wesentliche Limitierungen mit sich, wie

- kleine Bildschirmfläche
- geringe Auflösung
- größerer Betrachtungsabstand.

So bieten selbst die großen 19- bzw. 21-Zoll-CRT-Bildschirme für kartographische Erzeugnisse eine relativ kleine Bildfläche; notwendige Menüleisten für Schaltflächen und Erschließungsinstrumente verkleinern die Bildfläche weiterhin.

Eine entscheidende Limitierung bringt aber der Bildaufbau mittels einer Bildpunktmatrix, was eine weit geringere Auflösung gegenüber der Drucktechnik zur Folge hat. Die Bildschirmauflösung ist somit abhängig von Qualität und Größe des Bildschirms sowie der Auflösung der Graphikkarte. Weitere Einschränkungen sind sicher auch das 3:4-Format des Bildschirms und der größere Betrachtungsabstand gegenüber der Nutzung von Papierkarten.

Tabelle 1 zeigt die Größe eines quadratischen Bildpunktes in Abhängigkeit von Bildschirmgröße und Auflösung der Graphikkarte für gängige Bildschirme. Die tatsächlich ausgenutzte Bildschirmgröße ist dabei meist - insbesondere bei preisgünstigen Bildschirmen - kleiner als die angegebene Bilddiagonale.

Bildschirmgröße	Bildformat	Auflösung				
		Bildpunktgrößen [mm]				
	B x H [mm]	640 x 480	800 x 600	1024 x 768	1280 x 1024	1600 x 1200
15"	270 x 202	0,42	0,34	0,27	0,21	--
17"	310 x 235	0,48	0,39	0,30	0,24	0,19
19"	350 x 265	--	0,44	0,34	0,27	0,22
21"	385 x 290	--	--	0,38	0,30	0,24

**Tab. 1:** Bildpunktgrößen in Abhängigkeit von Bildschirmgröße und Auflösung (erweitert nach Ditz, 1997)

Größere Bildschirme haben somit größere Bildpunkte zur Folge. Technische Fortschritte werden sicherlich die Bildschirmauflösung verbessern, so gibt es bereits CRT-Bildschirme mit einer Auflösung von 1920 x 1200 und 2048 x 1536 Bildpunkten. Am Prinzip des rechteckigen Bildpunkts kann sich prinzipiell nichts ändern.

LCD-Bildschirme haben zumeist Bilddiagonalen von 13 bis 15 Zoll; hier ist eine Auflösung von 1024 x 768 Standard. Große Flüssigkristallbildschirme verfügen über Bilddiagonalen von 16 bzw. 18 Zoll mit einer Auflösung von 1280 x 1024 Bildpunkten. Der erläuterte Bildaufbau mit einer limitierten Bildschirmauflösung ist bei bewegten Halbtonbildern (Fernsehbild; Animationen) weitgehend problemlos, da hier die Matrixstruktur kaum erkennbar ist. Kartenvisualisierungen zeigen aber - zumindest temporär - unbewegte Graphik, die sich vorwiegend aus linearen Elementen zusammensetzt; hier ist die Bildstruktur der elektronischen Ausgabe schlecht geeignet. Die Matrixstruktur führt zu erheblichen Restriktionen gegenüber der Graphik im Printmedium.

Solche Einschränkungen sind:

- höhere perzeptive Schwellen
- Richtungsabhängigkeit von Linien
- starke Limitierungen bei Signaturen und Schriften.

#### 4 Regelwerke der Kartographie

Zur Bearbeitung von Karten für das Printmedium gibt es bekanntlich Regelwerke bzw. Gestaltungsrichtlinien, die auf perzeptiven Schwellen (Mindestdimensionen) beruhen. Diese sind bedingt durch die Auflösung des Auges, dem Druckverfahren, dem Bedruckstoff Papier und schließlich der Leseentfernung (Betrachtungsabstand). Diese Regelwerke sind Grundlage von Zeichenanweisungen für topographische Karten, aber auch von Methodenlehren für thematische Karten.

Es erscheint schlüssig, daß auch für die Modellierung interaktiver Karten am Bildschirm Gestaltungsrichtlinien nötig sind; denn das Ausgabemedium Bildschirm bestimmt die Kartengestaltung genauso wie Drucktechniken das Medium Papierkarte. Solche Regelwerke für Bildschirmkarten müßten folgende Aspekte berücksichtigen:

- limitierte Bildschirmgraphik mit perzeptiven Schwellen und Restriktionen sowie
- kartographische Interaktion.

## 5 Kartengraphik

Kartengraphik wird häufig ein mehrstufiger Aufbau auf der Grundlage der Trivialen Punkt, Linie und Fläche unterstellt.

### 5.1 Graphische Triviale

Die Trivialformen - als erste Stufe der Kartengraphik - haben zunächst selbst Darstellungsbedeutung; bei Punkt und Linie ergeben sich bereits erste gravierende Schwachstellen der Bildschirmgraphik.

#### 5.1.1 Punkt

Der Punkt - als kleine Kreisscheibe - ist in der Kartengraphik auf Papier mit einem Radius von 0,3 mm realisierbar. Der Punkt ist somit günstig für Lageangaben. In der Bildschirmvisualisierung benötigt eine kleine Kreisscheibe einen Radius von eher 3 mm als perzeptive Schwelle; kleinere Kreisscheiben führen zu nicht lesbaren Pixel-Konglomeraten ("Fliegenschmutz", "Einschußlöcher"). Der Punkt - als kleine Kreisscheibe - ist somit in der Bildschirmgraphik nicht nutzbar.

#### 5.1.2 Linie

Linien dienen der Darstellung linearer Sachverhalte; sie können in gedruckten Karten - bei weißem Papiergrund - 0,1 mm fein sein; bei elektronischen Bildern sind geringe Strichstärken selbst bei sehr hoher Auflösung ungeeignet. Bei der Bildschirmvisualisierung entsteht nämlich das fatale Problem der Richtungsabhängigkeit von Linien, die mit Treppenstufungen (Aliasing) zu starken Bildstörungen bis hin zum Verschwinden der Linie führen kann. Dies veranschaulicht Abbildung 1. Diese und auch die weiteren Abbildungen zeigen bei der limitierten Bildschirmgraphik eine Auflösung von 72 dpi; eine solche ergibt sich z. B. beim 15-Zoll-Bildschirm bei einer Auflösung von 800 x 600, bei einem 19-Zoll-Bildschirm bei einer Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten.

Maximale Bildstörungen entstehen dabei grundsätzlich nahe der Vertikalen ( $0^\circ$ ) und Horizontalen ( $90^\circ$ ); sie bleiben minimal bei den Richtungen  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  und gering bei  $45^\circ \pm 90^\circ$ . Linien mit der Mindestbreite der Bildpunktgröße wären somit nur bei  $0^\circ$  und  $90^\circ$  möglich. Für einen ungestörten Linienverlauf sind somit Strichstärken in mindestens doppelter Bildpunktgröße zwingend.

Liniensignaturen aus Doppel- oder Mehrfachlinien sind in der elektronischen Visualisierung somit ungünstig; dafür ist eine graphische Variation durch Farbe vorteilhaft.

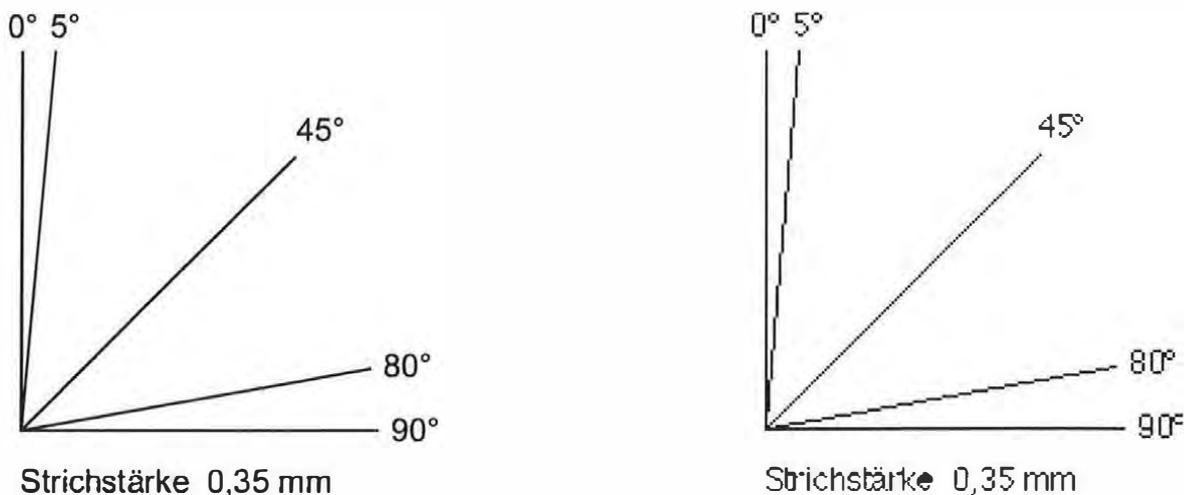


Abb. 1: Verdeutlichung des Aliasing-Effekts

### 5.1.3 Fläche

Für die Wiedergabe von Flächen im elektronischen Medium sind Farbflächen sehr gut geeignet. Flächenmuster hingegen sind meist ungünstig, Schraffuren sind nur sehr eingeschränkt brauchbar. Abbildung 2 zeigt Schraffuren für Diagramme. Die Schraffuren sind einerseits gestört durch den Aliasingeffekt, zum anderen durch Sprünge in den Schraffurabständen. Der Schraffurabstand müsste nämlich stets exakt das Mehrfache eines Bildpunktes betragen, was sich - insbesondere bei rechteckigen Bildpunkten - nicht realisieren läßt. Farbflächen erfordern eine Mindestgröße von knapp  $10 \text{ mm}^2$ . Problematisch sind die Flächenbegrenzungen infolge der Bildstruktur (Treppenstufungen); zusätzliche Konturlinien sind ungünstig.

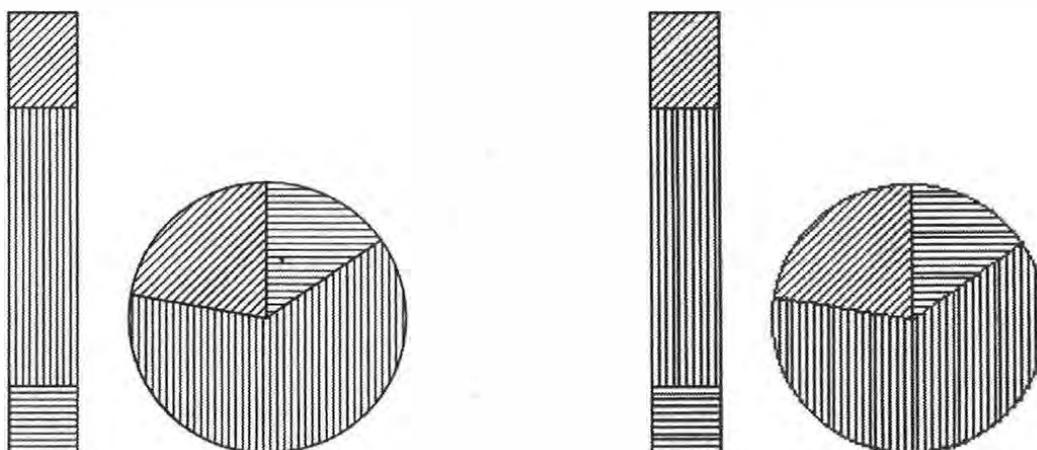


Abb. 2: Diagramme mit Schraffuren zur Sektoren- bzw. Abschnittsfüllung

## 5.2 Gekoppelte Zeichen

Die zweite Stufe im Aufbau von Kartengraphik bringt durch Kombinationen der graphischen Trivialen gekoppelte Zeichen (Signaturen, Diagramme und Schrift). Gekoppelte Zeichen liefern gemeinsam mit den graphischen Trivialen das graphische Gefüge einer Karte.

### 5.2.1 Signaturen

Gegenüber der Vielfalt von Signaturen im Druckmedium sind in der elektronischen Visualisierung Signaturen infolge der genannten Limitierungen nur sehr restriktiv möglich. Graphische Variationen - wie etwa Signaturenorientierung - sind stark beschränkt oder nicht möglich. Auf in der Papierkarte übliche Signaturen läßt sich deshalb nur selten zurückgreifen (Abb. 3).

	Kartendruck	Bildschirmvisualisierung
<b>Perzeptive Schwellen</b>		
Punkt und Quadrat	 d = 0,3 mm	 d = 3,0 mm
	 s = 0,4 mm	 s = 2,0 mm
Linien (b = Breite; w = Abstand)	 b = 0,10 mm	 b = 0,4 mm
	 w = 0,25 mm	 w = 0,5 mm
Schrift	Minimal 6 pt	Minimal 14 pt
	Minimal (≙ 1,5 mm)	Minimal (≙ 3,6 mm)
<b>Limitierung der Formen</b>		
Geometrische Signaturen	  	  
	  	  
	 	 

Abb. 3: Perzeptive Schwellen und Limitierung von Signaturen und Schriften (erweitert nach Müller et al. 1998)

Eine eigenständige Signaturengestaltung auf der Grundlage vorwiegend quadratischer und rechteckiger Formen erscheint notwendig.

### 5.2.2 Diagramme

Für Diagramme sind ähnliche Einschränkungen zu verzeichnen. Säulen- und Quadratdiagramme sind in der Bildschirmvisualisierung gegenüber Kreisscheibendiagrammen zu favorisieren (Abb. 2).

### 5.2.3 Kartenschrift und ihre Anordnung

Kartenschrift muß eindeutig und gut lesbar sein. Am Bildschirm sind nur serifenlose Schriftarten mit Mindestgrößen von 14 pt und ggf. 18 pt (ca. 3,5 mm und 4,5 mm) geeignet; kursive Schriften sind ungünstig (Abb. 3). Die Schriften sollten grundsätzlich horizontal verlaufen; lediglich größere Schriften lassen einen gekrümmten oder schrägen Schriftverlauf zu.

Die reiche, vielfach auch überzogene Schriftvariation der gedruckten Karte ist in der Bildschirmkarte nicht möglich. Als Schriftvariation verbleibt zumeist lediglich die Farbe.

### 5.3 Farbe

Farbe entsteht am Farbbildschirm im RGB-Lichtfarbenmodell durch additive Farbmischung. Der Farbumfang des RGB-Farbraumes ist deutlich größer als bei gedruckten Karten mit der farbauftragenden subtraktiven Farbmischung im CMYB-Farbmodell.

Die Farbwiedergabe kann bei Bildschirmkarten fehlende Differenzierungsmöglichkeiten von Linien, Signaturen, Diagrammen und Schriften bestens ausgleichen; sie wird zur wichtigsten Graphikvariablen.

## 6 Graphikverbesserungsmaßnahmen

Es ist wünschenswert, aber sicher nicht immer möglich, für die Bildschirmvisualisierung optimierte Kartengraphik bereitzustellen; häufig wird bestehende Kartengraphik benutzt werden müssen. Bei der Sicherung und Vorhaltung historischer Karten auf CD oder im Internet ist es natürlich zwingend, die Kartengraphik zu erhalten.

Selbst bei für die Bildschirmausgabe ausgerichteter Kartengraphik kann der unerwünschte Effekt der Treppenstufen oder Zacken (Aliasing) stark störend bleiben. Besonders problematisch wirkt dieser Effekt bei der Bildschirmpräsentation einer ursprünglich für das Druckmedium aufbereiteten Kartengraphik. Abbildung 4 demonstriert diese Problematik: trotz verhältnismäßig grober Kartengraphik zerfällt die Bildschirmgraphik bei 72 dpi in teilweise unlesbare Pixel-Konglomerate. Höhere Bildschirmauflösungen mindern diese Problematik, können sie aber nicht beseitigen.

An dieser Stelle können Antialiasing-Maßnahmen zu bemerkenswerten Bild- und Lesbarkeitsverbesserungen führen. Hierbei werden Bildpunkte aus Mischfarben der Bitmap und der Hintergrundfarbe eingefügt. Die so erzeugte "Unschärfe" löst die scharfen Konturen auf und minimiert den Eindruck der Treppenstufung. Abb. 5 zeigt das Resultat einer Antialiasingmaßnahme zur Minimierung des Aliasing-Effekts bei Schriften mit 16 pt.

Bei der Visualisierung einer ursprünglich für das Druckmedium erstellten Kartengraphik am Bildschirm kann ein maßstäblich vergrößertes Vorhalten der Kartengraphik gemeinsam mit einer Antialiasing-Vorkehrung zu Graphikverbesserungen führen. Die so erreichten Linienverstär-

kungen liegen dann näher an den perzeptiven Schwellen der Bildschirmvisualisierung, weiterhin fällt die störende Auswirkung der Bildschirmüberfrachtung weg.

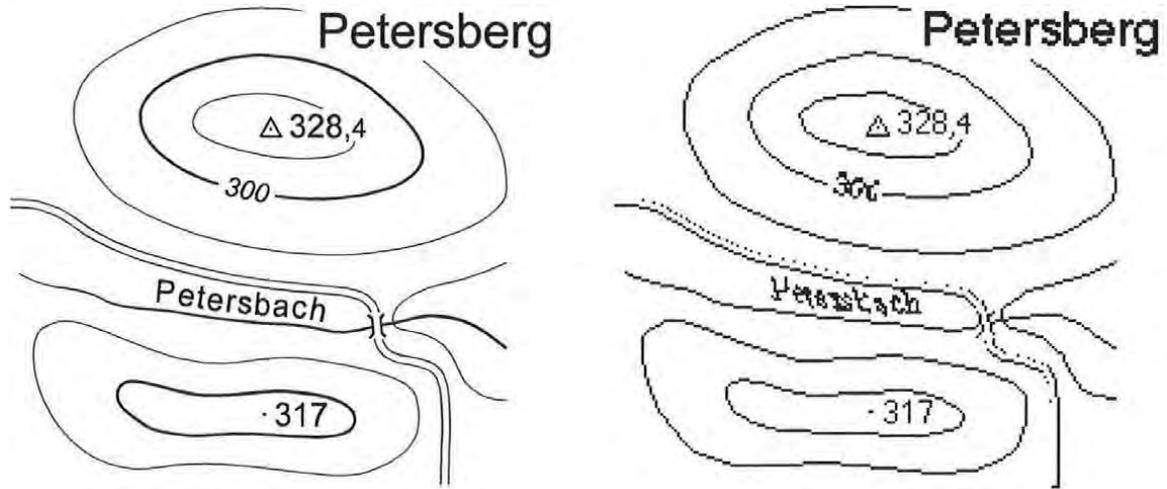


Abb. 4: Druckgraphik in der Bildschirmvisualisierung



Abb. 5: Aliasing- und Antialiasing-Effekte, gezeigt am Beispiel von Schriften

## 7 Interaktive Prozesse

Interaktive Karten sind keine passiven, finalen Produkte. Interaktion läßt Karteninhalte aufrufen oder abschalten. Dies führt zum zweiten Aspekt der Visualisierung elektronischer Karten, zu funktionsorientierter Kartengraphik mit aktiven Kartenelementen und kartographischer Interaktion.

Interaktive Karten verlangen damit notwendigerweise nicht nach einer vollständigen Kartengraphik. Interaktive Zugriffsmöglichkeiten ermöglichen mittels Klappmenü (pull down menu), buttons (graphisch gestaltete Tasten) sowie hotspots als transparente Schaltflächen das Zu- und Ausschalten von Teilen der Kartengraphik.

Dies relativiert die oben angegebenen Limitierungen wesentlich: das Prinzip der maßstabsbezogenen Vollständigkeit muß nicht mehr - wie bei Papierkarten - erfüllt sein. Die genannten Erschließungsinstrumente lassen per Interaktion bei gleichbleibendem Bildmaßstab funktionsorientierte, teilweise "unvollständige" Karteninhalte zu; nur gerade interessierende

Karteninformation wird präsentiert. "Intelligentes" Zoomen ermöglicht es, für andere Betrachtungsmaßstäbe Karteninhalte hinzuzufügen oder wegzulassen.

Die Palette der Interaktionsmöglichkeiten umfaßt weiter die Änderung von Farbe und deren Sättigung und die Nutzung aktiver Kartenelemente - etwa durch "Blinken" - und ähnliches mehr. Weiterhin können Multimedia-Applikationen manche traditionellen Kartenbestandteile überflüssig machen.

Diese Funktionalitäten haben natürlich ganz erheblichen Einfluß auf die Kartengraphik, sie

- ermöglichen grobe plakative Kartengraphik,
- vermeiden Bildschirmüberfrachtungen.

## 8 Fazit

Die gegenüber gedruckten Karten stark limitierte Auflösung der Bildschirmvisualisierung erfordert eine eigenständige Kartengraphik der elektronischen Visualisierung von Karten auf dem Bildschirm. Andererseits eröffnet sich durch die mögliche kartographische Interaktion ein großer Nutzungsbereich.

Es erscheint zwingend notwendig, ein optimiertes Regelwerk für interaktive Karten zu erarbeiten. Dieses Regelwerk sollte für attraktive Kartengraphik und sinnvolle Interaktion sorgen. Attraktive Kartengraphik soll dabei nicht als überzogener Ästhetik-begründeter Luxus verstanden werden, sondern als Notwendigkeit für eine schnelle und eindeutige Karteninformation.

Für Kartographen gibt es in ihrem ureigenen Aufgabenbereich wieder einiges zu tun.

## Literaturverzeichnis

- Asche, H.:* MODELLIERUNG UND NUTZUNG ELEKTRONISCHER KARTEN. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE. Institut für Geographie der Universität Wien (1998), 8, 158 - 167.
- Brown, A.:* Map design for screen display. THE CARTOGRAPHIC JOURNAL. 30, (1993). 129 - 135.
- Ditz, R.:* AN INTERACTIVE CARTOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF AUSTRIA - CONCEPTUAL DESIGN AND REQUIREMENTS FOR VISUALIZATION ON SCREEN. In: *L. Ottoson (Hrsg).* PROCEEDINGS OF 18th INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, Stockholm. (1997), 571 - 578.
- Dransch, D.:* COMPUTER-ANIMATION IN DER KARTOGRAPHIE. THEORIE UND PRAXIS. Berlin-Heidelberg. (1997).
- Lutterbach, D.:* Die Bildschirmkarte in der Raumbezogenen Planung - Die Bedeutung moderner Visualisierungstechnik für die Weiterverarbeitung kartographischer Darstellung. NACHRICHTEN AUS DEM KARTEN- UND VERMESSUNGSWESEN. R1, (1997), 117, 48-59.
- Matthias, E.:* Nutzungsmöglichkeiten der neuen Ausgabeformen. KARTOGRAPHISCHE SCHRIFTEN. (1997), 3, 123 - 127.
- Müller, M. und J. Dietrich:* Gestaltung kartographischer Erzeugnisse für digitale Medien. DRESDNER KARTOGRAPHISCHE SCHRIFTEN. (1998), 7 - 18.
- Petzold, I. und L. Plumer:* Platzierung der Beschriftung in dynamisch erzeugten Bildschirmkarten. NACHRICHTEN AUS DEM KARTEN- UND VERMESSUNGSWESEN. (1997), 117, 95-115.
- Sieber, R. und H.R. Bär:* Das Projekt "Interaktiver Multimedia Atlas der Schweiz". In: *Schweizerische Gesellschaft für Kartographie (Hrsg).* KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN. Beiträge zum Kartographiekongreß. Interlaken, (1996), 211 - 226.
- Sieber, R. und H.R. Bär:* „Atlas der Schweiz - Multimedia-Version“ Adaptierte GIS-Technik und qualitative Bildschirmgraphik. KARTOGRAPHISCHE SCHRIFTEN. (1997), 2, 67 - 77.

*Spiess, E. a): Attraktive Karten - Ein Plädoyer für gute Kartengraphik. In: Schweizerische Gesellschaft für Kartographie (Hrsg). KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN. Beiträge zum Kartographiekongreß. Interlaken. (1996), 56 - 69.*

*Spiess, E. b): Digitale Technologie und graphische Qualität von Karten und Plänen. VERMESSUNG, PHOTOGRAMMETRIE, KULTURTECHNIK. (1996), 9, 467 - 472.*

# **Zur Untersuchung moderner kartographischer Darstellungsformen und Ableitung von Gestaltungsprinzipien**

Gerd Buziek, Hannover

## **Zusammenfassung**

In diesem Beitrag wird das Konzept eines kartographischen Informationsverarbeitungssystems vorgestellt. Es umfaßt die wesentlichen Komponenten Mensch, Maschine und Modalitäten und beschreibt ihre Wechselwirkungen. Darüber hinaus integriert es grundlegende Theorien der kognitiven Informationsverarbeitung. Ziel ist die Anwendung allgemeiner Erkenntnisse der Wahrnehmungspsychologie auf die speziellen Anforderungen der Kartographie, um in Kombination mit empirischen Untersuchungen Prinzipien für eine zweckgerechte Gestaltung abzuleiten. Sie sollen die kartographische Gestaltungslehre erweitern und zu einer effizienten und zweckmäßigen Nutzung moderner kartographischer Darstellungsformen beitragen (die Zusammenhänge veranschaulichen Abbildungen 1 und 5).

## **Abstract**

In this article the concept of a cartographic information processing system (CIPS) is introduced. The concept is based on the model theory, theories of cognition and information processing. It comprises three main components: the map producer/user, computer and modalities for information transfer. The contribution of each component to cartographic design is discussed as well as their mutual impacts. CIPS serves as basis for the delineation of hypothetical design principles for interactive and multimedia maps, which should extend traditional graphics-oriented principles by modern, multimedia-oriented ones. This work contributes to the optimization of modern forms of cartographic presentations and their appropriate design and efficient use.

## **1 Einleitung**

Mit der Verfügbarkeit und Verbreitung von leistungsfähiger Computer- und Kommunikationstechnik steigt die Bedeutung kartographischer Bildschirmdarstellungen. Die mit ihnen verbundenen Darstellungs- und Nutzungsmöglichkeiten gehen erheblich über die der traditionellen analogen Karten hinaus (Buziek 1997). Aus diesem Grunde wird der Begriff „Karte“ in diesem Beitrag stets als Synonym für kartographische, interaktive und audio-visuelle Informationsdarstellungen benutzt (vgl. Hake 1973).

Das Erscheinungsbild dieser „modernen Karten“ kann geprägt sein durch herkömmliche Kartographie, perspektivische Darstellungselemente, Animationen zur Veranschaulichung zeitlicher Prozesse, verbale und schriftliche Texte, Musik, Sprache und ihren hypermedialen Verknüpfungen sowie Interaktion.

Durch dieses umfassende Spektrum an Darstellungsmöglichkeiten für raumbezogene Informationen wird die bislang an statische Graphik gebundene Kartengestaltung erweitert. Der moderne Kartograph findet sich daher eher im hochtechnisierten Umfeld des computerbasierten Mediendesigns wieder, denn in einem Graphikatelier.

Diese Thematik kann aus zwei unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden, einerseits aus einer berufspolitischen Sicht und andererseits aus der Sicht der Kartennutzung. Aus der zuletzt genannten Perspektive ist dieser Beitrag verfaßt. Er behandelt zwei wesentliche Kernfragen der kartographischen Visualisierung. Ihre Beantwortung ist sowohl für den Herstellungs- und Gestaltungsprozeß als auch für einen effizienten Nutzungsprozeß hilfreich. Die Fragen lauten:

- Welchen Zweck erfüllen moderne Informationsdarstellungsformen?
- Welche neuen Gestaltungsprinzipien ergänzen die kartographische Methodenlehre?

Für die Beantwortung dieser Fragen sind theoretische und empirische Untersuchungen notwendig.

## **2 Gegenwärtiger Stand der kartographischen Visualisierung**

Seit dem Beginn der 90er Jahre wird die Kartographie nachhaltig beeinflusst von der ständigen Weiterentwicklung der Geo-Informationssysteme und dem Aufbau der zugrunde liegenden Geo-Datenmodelle (Grünreich 1997). Insbesondere erfordern die komplexen Geo-Datenmodelle einen weitgehend automatisierten Kartenherstellungsprozeß, der sich jedoch häufig nur unter Reduktion kartographischer Qualität realisieren läßt (Spiess 1996, Brunner 1999). Für die Behebung dieses Mankos – und auch aus ökonomischen Gründen – ist die Koppelung des automatisierten Kartenentwurfs aus GIS-Datenmodellen mit intuitiv-interaktiven und automatisierbaren Funktionen der Kartengestaltung dringend erforderlich (Jäger 1995).

Neben der Integration gestaltungsunterstützender Hilfsmittel in GIS bestehen weitere Problembereiche in der automatisierten Herstellung moderner Informationsdarstellungsformen, z.B. von Animationen und perspektivischen Darstellungen oder ihrer Kombination mit anderen Darstellungsformen von raumbezogenen Informationen aus GIS. Probleme liegen hier z.B. im methodischen Ablauf des Herstellungsprozesses und seiner Automatisierung, entstehen durch kartographisch unzureichende Werkzeuge und nicht zuletzt aufgrund mangelnder Kenntnisse für die zweckgerechte Verwendung und Gestaltung. Es sind daher dringend kartographisch motivierte Untersuchungen von modernen raumbezogenen Informationsdarstellungsformen notwendig. Sie sollten dazu führen, Prinzipien, Methoden und Funktionen für eine gute Kartengestaltung und -herstellung bereitzustellen, damit diese in technische Problemlösungen einfließen können. Zugleich verhelfen sie zu Erkenntnissen über das Nutzerverhalten und zur Herstellung einer effizienten und ergonomisch nutzbaren Karte.

Unabhängig von der Lösung der technischen Probleme (z.B. Automatisierung der Herstellung moderner Darstellungsformen, intelligentes Zoomen, 2D- und 3D-Generalisierung, Integration moderner Darstellungsformen in GIS, Interaktion, usw.) ist es eine wichtige Aufgabe moderner Kartographen, neue Darstellungsformen unter Berücksichtigung der technischen Randbedingungen und des Nutzerverhaltens wissenschaftlich zu untersuchen. Ein Ziel sollte stets sein, die erreichte Qualität kartographischer Darstellungen zu bewahren oder zu verbessern (Grünreich 1995). Die folgenden Abschnitte beschreiben einen möglichen Untersuchungsrahmen auf der Basis einer Systemtheorie der kartographischen Informationsverarbeitung.

### 3 Das kartographische Informationsverarbeitungssystem

#### 3.1 Allgemeine Systembeschreibung

Für die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen der modernen Kartengestaltung und -nutzung wird am Institut für Kartographie der Universität Hannover an einer umfassenden kartographischen Systemtheorie gearbeitet, deren Kern das *kartographische Informationsverarbeitungssystem* (IVS) ist. Basis dieses Systems ist die Integration von modell- und informationstheoretischen Ansätzen (z.B. Hake u. Grünreich 1994) und kognitiv-konstruktiven Wahrnehmungsprinzipien (Anderson 1988, Neisser 1996).

Ziel des kartographischen Informationsverarbeitungssystems ist die theoretische Beschreibung des Zusammenspiels maßgebender Komponenten zum Zwecke der Optimierung der kartographischen Kommunikation.

#### 3.2 Systemkomponenten

Kernkomponenten des Systems sind der *Mensch* (in seinen Funktionen als Kartograph und Kartennutzer), der *Computer* (hier als Maschine bezeichnet) und unterschiedlichste *Modalitäten* der Informationsdarstellung. Von der harmonischen Abstimmung und Wechselwirkung dieser Komponenten ist die Effizienz des Systems abhängig.

Die Systemparametrisierung basiert auf gewissen Vorgaben und Restriktionen, deren Ursachen in den wesentlichen Merkmalen der Systemkomponenten liegen. Grund dafür ist z.B. die unterschiedliche Flexibilität der Module. Es mag vielleicht überraschend erscheinen, daß der anpassungsfähige und vermeintlich flexible Mensch zugleich diejenige Komponente ist, von der die größten Restriktionen ausgehen. Die Gründe dafür liegen in der über 3 Millionen Jahre währenden Phylogenese des Menschen, die u.a. zu einem intelligenten Wahrnehmungssystem mit beeindruckenden Leistungen geführt hat (Müller 1987). Im Verlaufe dieser Evolution ist der Mensch jedoch durch Umwelteinflüsse und Umweltanpassung derart geprägt worden, daß bestimmte Wahrnehmungsleistungen nahezu automatisch und mit hoher Effizienz vollzogen werden. Dieser Sachverhalt ist bei der Optimierung eines kartographischen Informationsverarbeitungssystems zu berücksichtigen. Er bedingt die Abstimmung von Maschine und Modalitäten auf die Fähigkeiten des Menschen. Von ihr hängt der Erfolg moderner kartographischer Darstellungsformen wesentlich ab.

#### 3.3 Der Zyklus der kartographischen Informationsverarbeitung

Die kartographische Informationsverarbeitung innerhalb dieses Systems verläuft zyklisch. Aufgrund von Interaktionen ändert sich das Erscheinungsbild der Karte ständig. Die Prozesse des Kartenlesens und der Karteninterpretation – sie bestehen aus einem ständigen Wechsel von Perzeption, Kognition und motorischen Handlungen – basieren daher auf der sukzessiven Betrachtung von Kurzzeitkarten. Die mentale Verarbeitung dieser temporären Karten führt zur Bildung *einer* Modellvorstellung (kognitive Karte, Sekundärmodell) der Umwelt beim Kartennutzer (Peterson 1984). Zusammen mit weiteren Denkprozessen, z.B. logischen Folgerungen, entstehen weitere motorische Reaktionen. Sie steuern die Interaktion mit dem

Computersystem. Eine neue Kartendarstellung wird als Folge davon erzeugt. Der Zyklus wiederholt sich.

### 3.3.1 Externe und interne Störungen

Der „kartographische Wahrnehmungszyklus“ läuft nicht ungestört ab. Er ist überlagert von *Störungen*, die im Sinne der Informationstheorie infolge der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine auftreten können (vgl. Hake 1973). Die Ursachen dafür können unzureichende Zeichenerklärungen oder mißachtete Gestaltungsprinzipien sein. Sie entstehen auch durch unsachgemäße, fehlerhafte oder irrtümliche Bedienung, die z.B. in der unzulänglichen Gestaltung der Benutzungsoberfläche bedingt sein kann. Systeminteraktivität und Benutzungsoberflächengestaltung sind daher auch kartographische Aufgabenstellungen.

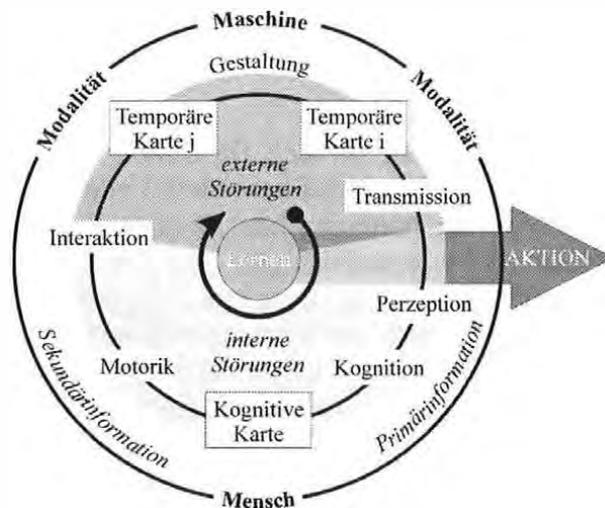


Abb. 1: Prinzipdarstellung des kartographischen Informationsverarbeitungssystems (IVS)

*Externe Störquellen* liegen oftmals in der Systemimplementierung begründet. Sie können behoben werden durch eine sachgemäße und zweckgerechte Gesamtgestaltung und eine harmonische Abstimmung der Einzelkomponenten. Ein weiteres Beispiel für externe Störungen ist z.B. die *Reizüberflutung*. Sie entsteht, wenn ein oder mehrere Wahrnehmungskanäle überlastet werden und das Wahrnehmungssystem aufgrund seiner Kapazitätsbegrenzung die Informationen nicht bewältigen kann. Eine Situation, die besonders leicht unter Zeitdruck eintreten kann.

*Interne Störungen* sind nutzerspezifisch. Sie können als Folge externer Störungen auftreten und zu Informationsverlust und Minderung der Systemeffizienz führen. Ein Beispiel dafür ist der Analyse- oder Interpretationsvorgang, der z.B. durch Zuspieslung externer akustischer Information – besonders in Form von Sprache oder Musik – während des Kartengebrauchs gestört werden kann. Weitere Störquellen können auch lang anhaltende Denkprozesse sein, die z.B. aufgrund mehrdeutiger Darstellungen entstehen. Sie belasten zusätzlich das Kurzzeitgedächtnis und beeinträchtigen daher die Verarbeitung neuer Informationen. Dies kann besonders zu Problemen bei der Wahrnehmung zeitabhängiger Präsentationen (z.B.

kartographische Animationen) führen. Die Untersuchung von externen und internen Störungen ist eine wichtige Komponente für die Optimierung des kartographischen IVS.

### 3.3.2 Lernen und Wissenserwerb

Der kartographische Wahrnehmungszyklus basiert auf menschlichen Lernprozessen, in denen Karten als Lernhilfen dienen. Ergebnis des Prozesses ist die Bildung von neuem Wissen bzw. die Bestätigung, Erweiterung oder Korrektur von bereits vorhandenem Wissen. Auf dieser Grundlage werden z.B. Planungsentscheidungen getroffen, so daß Aktionen mit einer nach außen gerichteten Wirkung die Folge sind (siehe Abbildung 1).

Als theoretische Grundlage des Lernens kann z.B. die sozial-kognitive Lerntheorie nach Bandura (1979) genutzt werden. Sie steht im Einklang mit kognitiven Wahrnehmungstheorien und ist eine gute Ergänzung, da sie im Gegensatz zu den kognitiven Wahrnehmungstheorien nicht die Wissensspeicherung, sondern die Prozesse des Wissenserwerbs beschreibt.

Die wesentlichen Merkmale des Lernens sind unmittelbare und stellvertretende Erfahrungen, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozesse sowie Verstärkungs- und Motivationsprozesse. Letztere können gut in interaktiven multimedialen kartographischen Darstellungen berücksichtigt werden, so daß in diesen Fällen ein besonders nachhaltiger Erkenntnisgewinn angenommen werden kann. Geographische Quizfragen, Flugsimulationen und Exploration durch Interaktion in elektronischen Atlanten sind Beispiele dafür.

## 3.4 Die Systemoptimierung

Untersuchungen zur kartographischen Visualisierung und die Ableitung von Gestaltungsprinzipien sollen zur Optimierung des kartographischen IVS und zur Steigerung der Systemeffizienz führen. In Ergänzung dazu enthält die Systembeschreibung Informationen über die Wechselwirkungen der Komponenten, Parameter und Methoden. Als optimiert gegenüber einem früheren Zustand gilt das kartographische Informationsverarbeitungssystem, wenn es durch Änderung einer oder mehrerer Systemkomponenten gelingt, Informationen schneller, sicherer, eindeutiger, nachhaltiger oder in größerem Umfang zu übertragen, und zwar unter gleichzeitiger Entlastung der menschlichen Systemkomponente. Eine Qualitätsverbesserung ist die Folge.

## 4. Theoretische Grundlagen

### 4.1 Allgemeines

Aus Platzgründen können die komplexen Systemzusammenhänge in diesem Beitrag nicht erschöpfend behandelt werden. In den folgenden Abschnitten können daher nur ausgewählte Grundlagen andiskutiert werden. Zu ihnen gehört der in den 70er Jahren entwickelte Wahrnehmungszyklus von Neisser (1996), mit dem das generelle Wahrnehmungsverhalten des Menschen beschrieben wird. Kartographische Beispiele dafür sind das Kartenlesen und -interpretieren.

Für die Systemkomponenten „*Maschine*“ und „*Modalität*“ wird eine „*Meta-Klassifikation*“ vorgestellt. Im Hinblick auf Untersuchungen zur kartographischen Visualisierung umfaßt sie die

Merkmalsgruppen von „modernen Karten“. Sie ist einerseits nützlich für die Zuordnung und Analyse von Untersuchungsergebnissen. Andererseits umfaßt sie in abstrahierter Form das gesamte Darstellungsspektrum der modernen Kartographie (siehe Tab. 1).

## 4.2 Der Wahrnehmungszyklus von Neisser

### 4.2.1 Funktionsprinzip

Neisser (1996) hat mit dem Wahrnehmungszyklus eine übergeordnete Wahrnehmungstheorie vorgestellt, die als „Meta-Theorie“ interpretiert werden kann (Guski 1989). Er betrachtet Wahrnehmung als kognitiv-konstruktiven Prozeß der Informationsverarbeitung. Er wird durch *Erwartungen* gesteuert, die zuvor durch Umwelterfahrungen entstanden sind und kontinuierlich aktualisiert werden.

Die Informationsverarbeitung wird in eine *vorbewußte* und eine *bewußte* Stufe differenziert. Während der vorbereiteten Wahrnehmungsphase wird vor allem datengesteuert (Bottom-Up Prozeß) wahrgenommen. Die *Reizeigenschaften* lenken in dieser Phase die selektive Wahrnehmung. Dies sind vor allem extreme Reize, z.B. laute Geräusche, helles Licht, bestimmte Farben und Muster (Guski 1989). Sie sind es, die bewußte Wahrnehmung oftmals erst hervorrufen.

Die *bewußte Wahrnehmung* wird sowohl von den Eigenschaften der Reizvorlage bestimmt als auch von individuellen Erwartungen. Es werden sozusagen Hypothesen gebildet, die durch selektive Wahrnehmung getestet werden (Kebeck 1991). Ergebnis des Wahrnehmungszyklus sind sog. *Schemata*. Sie werden *antizipierende Schemata* genannt, wenn sie auf Erfahrungen beruhen und aus diesem Grund das Individuum auf Wahrnehmungsereignisse vorbereiten und es zur aktiven Erkundung veranlassen. Sie sind eine wichtige Wissenskomponente und als Prozesse zu verstehen, die den Wahrnehmenden mit seiner Umgebung in Beziehung bringen (Neisser 1996). Sie lenken Selektions- und Lernprozesse und steuern die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt (Top-Down Prozeß).

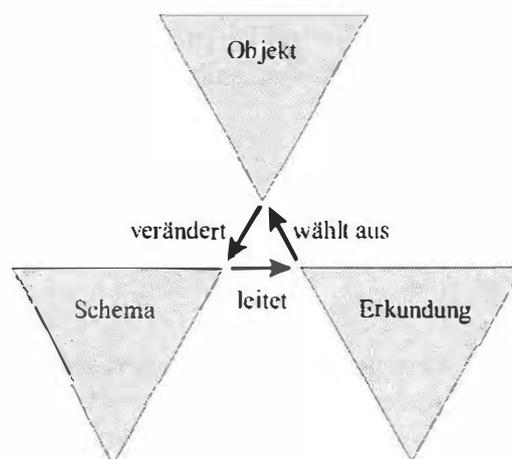


Abb. 2: Der Wahrnehmungszyklus nach Neisser (1996)

#### 4.2.2 Orientierung und Navigation mit Karten am Beispiel des Wahrnehmungszyklus

Ein Beispiel für den Wahrnehmungszyklus ist das *Kartenlesen* und die *Karteninterpretation*, z.B. zum Zwecke der Orientierung und Navigation.

Gemäß der Terminologie von Neisser (1996) ist eine materielle Karte ein Objekt, das der Wahrnehmung nicht zufällig zugeführt wird, sondern für bestimmte Zwecke (Orientierung, Navigation, Planung usw.) *bewußt ausgewählt* ist, z.B. aufgrund von Erfahrungen. Dieser Auswahlprozeß basiert auf aktivierten Schemata, z.B. für Orientierungs- und Navigationszwecke.

In einem ersten Schritt werden Perzepte aus den Kartenobjekten gebildet. Sie entstehen durch das Lesen der Karte. Es findet eine erste Begriffsbildung – unterstützt durch die Zuhilfenahme der Legende – und räumliche Strukturierung der Kartengraphik statt. Fragen wie:

- Was ist wo?
- Wo ist der Zielort?
- Wo komme ich an?
- Welchen Weg muß ich gehen?

leiten die individuelle Erkundung und werden durch Selektion von Karteninformationen beantwortet. Das zunächst vorhandene allgemeine Schema für die Orientierung und Navigation mit Kartenhilfe wird auf den konkreten Raumausschnitt bezogen und als neues, konkretisiertes Schema im Gedächtnis abgelegt. Ein derart entstandenes Schema gibt als „kognitive Karte“ Hilfestellung während des realen Zurechtfindens in der Umwelt.

#### 4.2.3 Die Bedeutung des Wahrnehmungszyklus für die kartographische Gestaltung

Mit steigender Komplexität kartenbezogener Aufgaben nimmt der *Selektionsprozeß* des Wahrnehmungszyklus an Bedeutung zu. Er wird im einfachsten Fall unterstützt durch eine zweckentsprechende graphische Gestaltung der Karte. Die Informationsselektion geschieht in diesem Fall visuell.

Eine hohe inhaltliche Informationsdichte, wie sie z.B. in elektronischen Atlanten vorherrscht, erfordert Informationsreduktion. Diese kann kognitiv durch Fokussierung bestimmter Informationen erfolgen und führt zu einer hohen Belastung des menschlichen Wahrnehmungssystems. Die technische Systemkomponente sollte daher für *Entlastung* sorgen, z.B. durch eine strukturierte Benutzungsoberfläche zum Zwecke der Informationsauswahl oder durch Informationsverteilung auf unterschiedliche Ebenen, Karten oder durch Hinzunahme akustischer Informationsdarstellungsformen. In diesen Fällen muß der Selektionsprozeß durch interaktive Hilfsmittel unterstützt werden. Die Gestaltung von ergonomischen Benutzungsoberflächen wird daher auch ein Bestandteil der modernen kartographischen Gestaltungslehre sein müssen.

#### 4.3 Kognitive Informationsverarbeitung

Während der „kartographische Wahrnehmungszyklus“ eine Art Meta-Theorie der Informationsselektion aus Karten darstellt, soll in diesem Abschnitt kurz auf ausgewählte kognitiv-konstruktive Theorien der menschlichen Informationsverarbeitung eingegangen werden, da sie bedeutsam sind für die Wissensbildung.

### 4.3.1 Ausgewählte Theorien

Der Ursprung einiger anerkannter Modelle der kognitiven menschlichen Informationsverarbeitung und Wissensbildung wird gegeben durch Modellvorstellungen, die von Paivio (1986) und Pylyshyn (1981) erstmals formuliert wurden. Während Pylyshyn (1981) von der Informationsspeicherung in einer propositionalen oder modalitätsunspezifischen Wissensbasis ausging, gaben Paivios Untersuchungen Anlaß zur Annahme einer nach Wahrnehmungskanälen getrennten Wissensspeicherung. Diese Modellvorstellung wurde als duale Kodierungstheorie bekannt. Sie fand Bestätigung und Weiterentwicklung durch empirische Untersuchungen und Wahrnehmungstests. Beispiele dafür sind die Theorie der integrativen audio-visuellen Verarbeitung (Ballstedt 1990) und die multimodale Gedächtnistheorie von Engelkamp (1997).

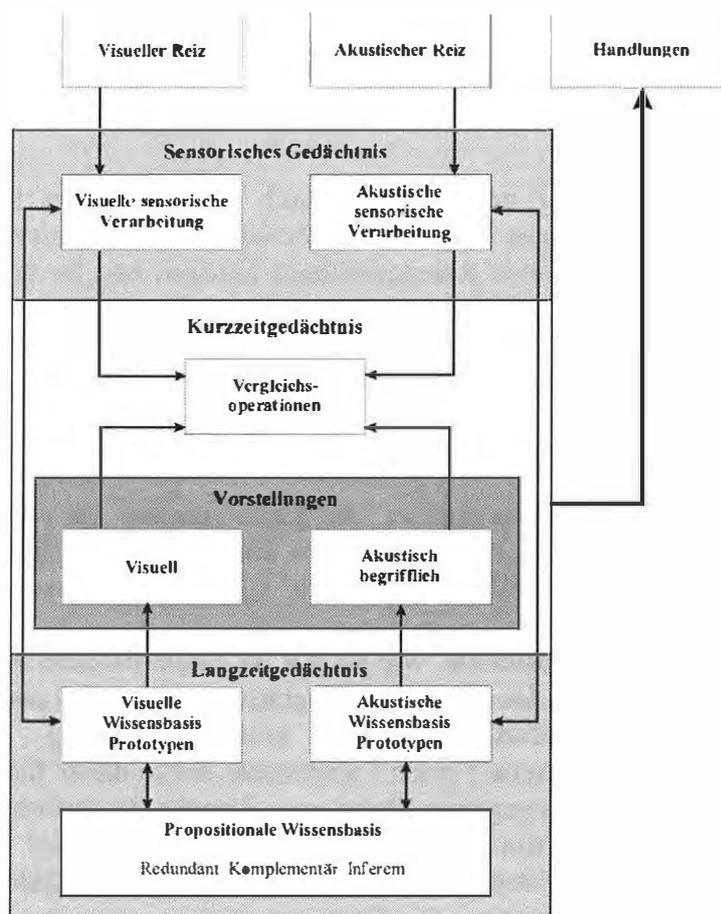


Abb. 3: Wissensspeicherung im Gedächtnis (nach: Ballstedt 1990, Kebeck 1991, Engelkamp 1997)

Letztere gibt Ansätzen Raum, die neben einer visuell und akustisch separierten Wissensspeicherung weitere modalitätsspezifische Kanäle integrieren. Auf dieser Grundlage wurde z.B. festgestellt, daß eigenes Handeln eine wichtige Komponente des nachhaltigen Wissens ist. Da eigenes Handeln besonders im Umgang mit Karten von großer Bedeutung ist, schafft diese Theorie einen guten Rahmen für die Untersuchung interaktiver audio-visueller Karten.

### 4.3.2 Gedächtnisprozesse

Nachdem bestimmte Signale einer Reizvorlage Aufmerksamkeit erlangt haben, werden sie vom *sensorischen Gedächtnis* ohne Zuordnung von Bedeutungen vorverarbeitet. Im *Kurzzeitgedächtnis* (KZG) findet die Bedeutungszuordnung statt. Damit wird die Gruppierung und *Klassifikation von Informationen* möglich (sog. Chunking). Ein Vorgang, der durch gut gestaltete Karten unterstützt werden kann. Der Grundsatz „Gleiches gleich Abbilden“ (Hake u. Grünreich 1994) ist ein Beispiel dafür. Die mental gebildeten Gruppen und Klassen werden u.a. für *ständige Vergleichsoperationen* verwendet, die Bestandteil von *Wiedererkennungsprozessen* sind. Sie tragen besonders zu einer effizienten Informationsverarbeitung bei.

Eine weitere wichtige Komponente der Informationsverarbeitung sind *individuelle Erfahrungen*. Sie stehen im episodischen Teil des LZG, dem *episodischen Gedächtnis*, zur Verfügung. Diese Erfahrungen sind wichtig für die Steuerung und den Ablauf des Wahrnehmungszyklus. *Interaktive Karten sollten daher derartig gestaltet sein, daß jeder Nutzer seine individuelle Wahrnehmungsstrategie möglichst uneingeschränkt einsetzen kann.* Die Autorenkontrolle sollte sich nach Möglichkeit auf die audio-visuelle Informationsgestaltung konzentrieren und nicht so sehr auf die Vorgabe bestimmter Bedienabläufe und Informationsfolgen. Die Unterstützung individueller Lern- und Wahrnehmungsstrategien ist daher eine wesentliche Bedingung für eine optimale Funktion des kartographischen Informationssystems.

Die mit äußerster Schnelligkeit ablaufende *Wiedererkennung* kann ein weiterer Forschungsfokus sein. Sie erfordert insbesondere in interaktiven Umgebungen besondere Berücksichtigung, da aufgrund der begrenzten Bildschirmfläche stets ein begrenzter Kartenausschnitt sichtbar ist, der zudem ständig variiert wird. Hinzu kommen Maßstabsänderungen. Die Wiedererkennung von Objekten verhilft in diesen Fällen zu einer schnellen mentalen Kombination der Kartenausschnitte. Die Leistungsfähigkeit eines kartographischen IVS ist daher im wesentlichen eine Funktion der gestalterischen Berücksichtigung von natürlichen Wahrnehmungsprinzipien.

## 5 Untersuchungsvorschläge

### 5.1 Merkmalsklassifikation für moderne kartographische Darstellungsformen

Für die Zuordnung von Untersuchungsergebnissen und Gestaltungsprinzipien der modernen kartographischen Visualisierung ist die Festlegung eines zweckmäßigen Klassifikationsschemas notwendig.

Unabhängig vom dem im Zentrum der Betrachtungen stehenden Kartennutzer ist es zweckmäßig, die *Wiedergabemedien* in den Mittelpunkt der Klassifikation zu stellen (Tabelle 1). Von ihnen hängt ab, welche *Darstellungsformen* möglich sind, ob und welche Art an *Interaktion* besteht, welche *Übertragungskanäle* genutzt werden können und wie der Nutzer die kartographische Darstellungsform empfindet. Diese Überlegung führt auch zur Formulierung des Klassifikationspunktes *Nutzer-Karte-Beziehung*. Sie wurde unter sinnesphysiologischen und technischen Aspekten von Malić (1998) untersucht.

Darstellungsmerkmale	Merkmalsgliederung
Wiedergabemedium	<b>Printmedien</b> Papier, Folie, Zeitschrift, Buch <b>Bildschirmbezogene Medien</b> TV, Bildschirmwand, Computer, Head-up-Displays <b>Projektionsbezogene Medien</b> Dia, Overhead, Beamer, Rückbetrachtungseinrichtungen
Darstellungsdimension	2D, 3D (echt, unecht)
Dynamikgrad	statisch, kinematisch/kinematographisch, dynamisch
Interaktionsgrad	nicht-interaktiv, interaktiv
Darstellungskanäle	visuell, akustisch, haptisch
Nutzer-Karte-Beziehung	trennend, integrierend, realitätsverstärkend

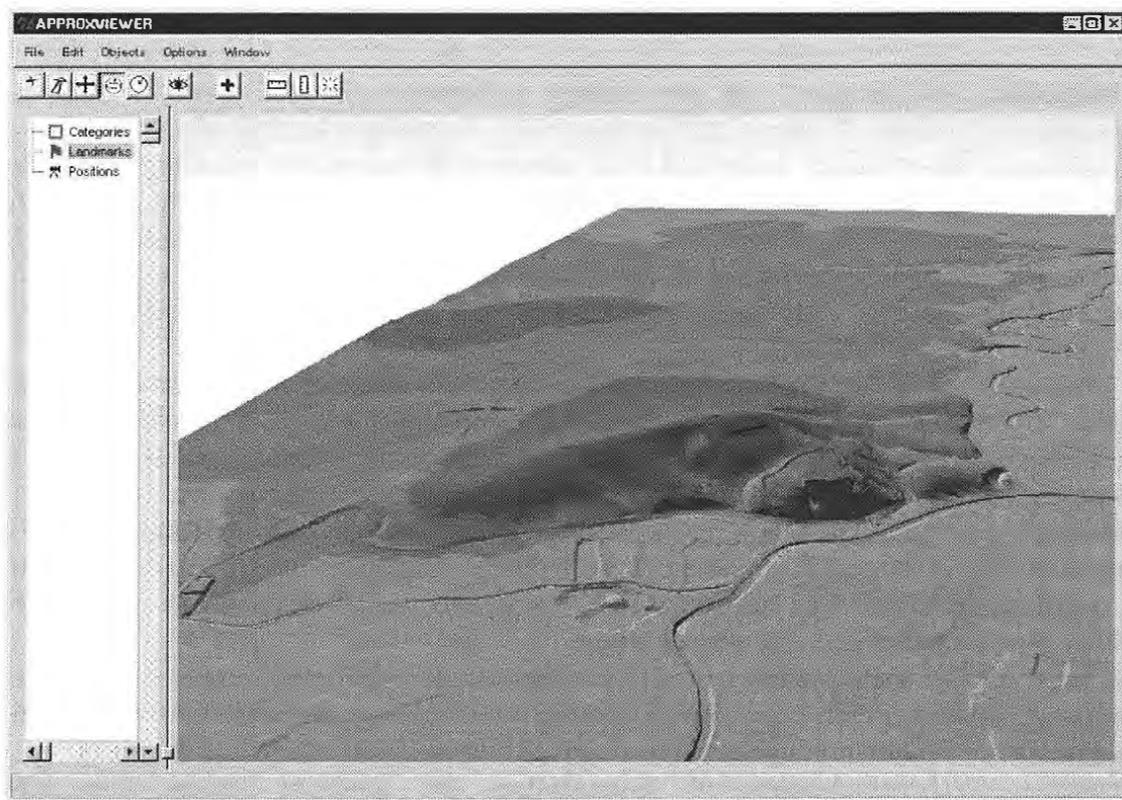
Tab. 1: Merkmale kartographischer Darstellungen und ihre Gliederung

Mit der **Darstellungsdimension** wird die kognitive Interpretation bzw. das mentale Bild der Darstellung beeinflusst. Die Darstellungsdimension ist in technologischer Hinsicht abhängig von den Wiedergabemedien. Aus wahrnehmungstheoretischer Sicht bestimmt sie entscheidend den Grad der *Anschaulichkeit* einer kartographischen Darstellung. Die Darstellungsdimension wird unterteilt in *2D*, *unechte 3D*- und *echte 3D-Darstellungen*. Unechte 3D-Darstellungen entstehen durch die Abbildung eines räumlichen Modells. Perspektivische Ansichten von Blockbildern, digitalen Stadt- oder Geländemodellen sind dafür typisch (Abbildung 4). Die echten 3D-Darstellungen umfassen alle materiellen kartographischen Präsentationsformen, z.B. Modellreliefs, Reliefkarten und Globen.

Der **Dynamikgrad** umfaßt den gesamten Bereich des temporalen Verhaltens einer kartographischen Darstellung. Er führt von *statischen Darstellungen* zu *dynamischen Darstellungen*. Maßgebliche Einflußgrößen neben der verfügbaren Technologie sind die Charakteristik der Daten sowie die Interaktion mit der Darstellung.

Der **Interaktionsgrad** beschreibt die Möglichkeiten der technischen Interaktion und damit indirekt die pragmatische Dimension darstellungsorientierten Handelns. Die Spannweite dieses Parameters reicht von *nicht-interaktiv* (Papierkarte) bis *interaktiv* (Multimedia-Atlas). Ob weitere Differenzierungen sinnvoll sind (gering, mittel, hoch), müssen Untersuchungen zeigen.

Desweiteren ist es sinnvoll, zwischen unterschiedlichen **Interaktionsarten** zu unterscheiden. Sie lassen sich differenzieren in die Bereiche *Navigation*, *Inhalt/Präsentation* und *Kartometrie/Analyse*. Diesen Kategorien können typische Funktionen zugeordnet werden, die üblicherweise durch die Benutzungsoberfläche dem Nutzer zugänglich gemacht werden.



**Abb. 4:** Perspektivische Darstellung eines morphologisch strukturierten digitalen Landschaftsmodells. Die Ansicht zeigt den Schulenburg Berg und das Leinetal im Süden Hannovers.

Eine weitere maßgebliche Kategorie sind die **Darstellungskanäle**. Sie bestimmen, mit welchen Sinnesmodalitäten der Rezipient die übermittelten Geo-Daten mental verarbeitet.

Die **Nutzer-Karte-(NK)-Beziehung** ist ein Merkmal, das im Hinblick auf die wahrnehmungsorientierte Beschreibung des Kartenlesens und des Arbeitens mit kartographischen Darstellungsformen eingeführt wird. Bei der Arbeit mit traditionellen Karten besteht eine deutliche Trennung von Nutzer und Darstellung. Sie erfordert bestimmte kognitive Prozesse der Informationsentnahme, z.B. das Kartenlesen und -interpretieren. Durch die Anwendung von projektiv arbeitenden Wiedergabemedien – z.B. Stereobildwänden – scheint diese Trennung zwischen Rezipient und Darstellung aufgehoben. Sie verschmelzen. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf die Raumwahrnehmung und damit sowohl auf das Kartenlesen als auch auf die Karteninterpretation. Die NK-Beziehung kann daher *trennend*, *integrierend* oder *realitätsverstärkend* sein.

Die hier vorgestellte Merkmalsklassifikation kartographischer Darstellungen soll helfen, moderne kartographische Darstellungsformen unabhängig von Zweck und Verwendung zu beschreiben und zu klassifizieren. Damit wird zusätzlich die Möglichkeit geschaffen, die möglichst eindeutige Zuordnung von Untersuchungen, Untersuchungsergebnissen sowie Gestaltungs- und Verwendungsprinzipien vorzunehmen.

## 5.2 Zur Konzeption von Untersuchungen moderner Karten

Die besondere Schwierigkeit bei der Anlage kartographisch motivierter Wahrnehmungsuntersuchungen besteht in der Klassifikation ihrer Komponenten. Die Ausführungen haben gezeigt, daß die menschlichen Lern- und Wahrnehmungsprozesse zwar grundlegend beschrieben werden können, jedoch individuelle und subjektive Besonderheiten nicht umfassen. Die Ergebnisse einzelner Testpersonen sind daher nicht ohne weiteres vergleichbar, und für die Auswertung einer Stichprobe bedarf es der Klassifizierung und Normierung (Rost 1996). Eine einfache Unterscheidung der Versuchspersonen, z.B. in Laien und Experten, ist nicht ausreichend.

Es muß daher zunächst eine Analyse der Gruppe der Versuchspersonen erfolgen. Sie sollte u.a. eine Klassifizierung des Persönlichkeitstyps ermöglichen. Dazu zählt die Ermittlung der geographischen, kartographischen und computerbezogenen Kenntnisse ebenso wie die Ermittlung soziometrischer Parameter (Sieber 1996), des räumlichen und abstrakten Vorstellungsvermögens und handlungsbezogener Fähigkeiten. Dies ermöglicht die klassifizierte Auswertung der Testergebnisse nach entsprechenden Merkmalen und auch die Beschreibung eines durchschnittlichen Nutzers. Auftretende Ergebnistendenzen können mit den persönlichen Einflußgrößen korreliert und analysiert werden.

Der Entwurf der kartographischen Testvorlagen kann nach drei wesentlichen Merkmalen differenziert werden. Tests mit *wahrnehmungstheoretischer Motivation* dienen dem Ziel, unterschiedliche Wahrnehmungsleistungen auf der Basis von Karten mit Bezug zu einem theoretischen Wahrnehmungsmodell festzustellen. Im Zentrum stehen hier z.B. die Beantwortung von Fragen nach der Gruppierung im KZG, der Aufmerksamkeit oder der Wiedererkennung und ihrer zweckmäßigen kartographischen Verwendung.

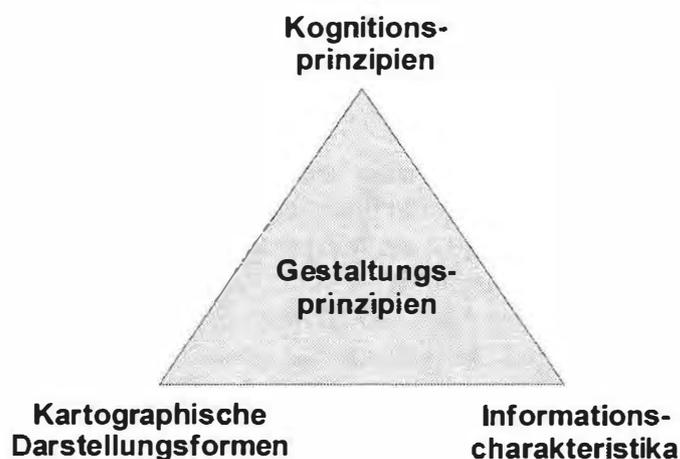


Abb. 5: Gestaltungsprinzipien und ihre Einflußgrößen

Darstellungsorientierte *Untersuchungen* helfen, die Besonderheiten, Stärken und Schwächen unterschiedlicher kartographischer Darstellungsformen aufzudecken. Interessant ist gegenwärtig die Beantwortung von Fragestellungen zu kartographischen Darstellungen im Internet, multi-medialen Darstellungen im Umfeld von GIS sowie der Leistung von unechten 3D-Darstellungen

und kartographischen Animationen (Buziek 1998). Darüber hinaus mangelt es für eine kombinierte Verwendung moderner Darstellungsformen an Gestaltungsprinzipien.

Der dritte Untersuchungsaspekt berücksichtigt den Bereich der Kartennutzung für *Explorations- und Analysezwecke*. Die Untersuchung der kartographischen Funktionen der Mensch-Maschine Interaktion ist diesem Bereich zuzuordnen, ebenso gestalterische Aspekte einer kartographischen Benutzungsoberfläche und die Entwicklung von Software-Werkzeugen für die digitale Kartometrie.

Ergebnisse entsprechender Untersuchungen tragen zur Lösung der Kernfragen der kartographischen Visualisierung und der Optimierung des kartographischen Informationsverarbeitungssystems bei. Darüber hinaus sind sie notwendig, damit eine erweiterte kartographische Gestaltungslehre auch auf moderne Kommunikationstechnologien anwendbar ist.

Zwischenzeitlich sind zu der hier angerissenen Thematik die Ergebnisse erster praktischer Forschungsarbeiten veröffentlicht worden. Beispielhaft ist die Arbeit von Bollmann, Johann und Heidmann (1999) anzuführen, die u.a. wichtige Erkenntnisse zum gegenwärtigen Stand der Karten- und Mediennutzung aufgrund einer Anwenderbefragung und experimenteller Untersuchungen enthält. Dadurch erfahren auch einige der in diesem Aufsatz formulierten Forderungen weitere Unterstützung, z.B. durch die statistisch abgesicherte Erkenntnis, daß unter den Befragten eine große Unsicherheit hinsichtlich der Medienverwendung und -gestaltung in Informationssystemen herrscht. Dies verleiht der Forderung nach Ableitung von Gestaltungs- und Verwendungsprinzipien für neue, kartographisch nutzbare Medien weiteren Nachdruck. Diese Tatsache wird zudem verstärkt durch die Feststellung, daß zukünftig die Mehrzahl der Befragten verstärkt den Einsatz von dynamischen und interaktiven kartographischen Hilfsmitteln anstrebt.

Vor diesem Hintergrund besteht eine der in naher Zukunft zu lösenden kartographischen Kernaufgaben darin, ein allgemeines, multimediales und Interaktion umfassendes Zeichen- und Variablensystem für kartographische Zwecke zu entwickeln. Die allgemeinen Grundlagen dafür und ihre Zusammenhänge konnten an dieser Stelle in Form des kartographischen Informationsverarbeitungssystems lediglich angerissen werden und mögen zu weiteren theoretischen und experimentellen Forschungen inspirieren.

## Literaturverzeichnis

- Anderson, J. R.*: KOGNITIVE PSYCHOLOGIE. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft. (1988).
- Ballstedt, St.-P.*: INTEGRATIVE VERARBEITUNG BEI AUDIO-VISUELLEN MEDIEN. In: *K. Böhme-Dürr* (Hrsg.): WISSENSVERÄNDERUNG DURCH MEDIEN. München: K-G. Saur Verlag. (1990).
- Bandura, A.*: SOZIAL-KOGNITIVE LERNTHEORIE. Stuttgart: Klett-Cotta. (1979).
- Bollmann, J., M. Johann und F. Heidmann*: Kartographische Bildschirmkommunikation – Beiträge zur kartographischen Informationsverarbeitung. Universität Trier (1999), Band 13.
- Brunner, K.*: NEUE GESTALTUNGS- UND MODELLIERUNGS-AUFGABEN FÜR DEN KARTOGRAFEN – EIN PLÄDOYER FÜR EINE ATTRAKTIVE KARTENGRAPHIK ZUR BILDSCHIRMVISUALISIERUNG. In: *F. Kelnhofer und M. Lechthaler* (Hrsg.): INTERAKTIVE KARTEN (ATLANTEN) UND MULTIMEDIA-APPLIKATIONEN. Workshop-proceedings. Geowissenschaftliche Mitteilungen. Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessung und Geoinformation, TU Wien. (2000), 53, 53-62.
- Buziek, G.* (Hrsg.): GIS IN FORSCHUNG UND PRAXIS. Stuttgart: Konrad Wittwer. (1995).
- Buziek, G.*: DAS POTENTIAL MODERNER INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN AUS SICHT DER KARTOGRAPHIE. In: *J. Dodt* (Hrsg.): GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. Kartographische Schriften.. Bonn: Kirschbaum-Verlag. 2, (1997), 17-26.

- Buziek, G.:* WAHRNEHMUNGSTHEORETISCHE GRUNDLAGEN, GESTALTUNGSPRINZIPIEN UND BEISPIELE FÜR DIE ANIMIERTE KARTOGRAPHISCHE VISUALISIERUNG EINES ÜBERFLUTUNGS-PROZESSES. Workshop-Dokumentation: HYPERMEDIA IM UMWELTSCHUTZ. FAW, Metropolis-Verlag, (1998).
- Engelkamp, J.:* DAS ERINNERN EIGENER HANDLUNGEN. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie. (1997).
- Grünreich, D.:* AUFGABE UND BEDEUTUNG DER KARTOGRAPHISCHEN VISUALISIERUNG IN GEO-INFORMATIONSSYSTEMEN. In: *G. Buziek* (Hrsg.): GIS IN FORSCHUNG UND PRAXIS. Stuttgart: Konrad Wittwer. (1995).
- Grünreich, D.:* Kartographie 2000 - Perspektiven der Kartographie in der Informationsgesellschaft. KN, 47, (1997), 5, 180-188.
- Guski, R.:* Wahrnehmung. GRUNDRISS DER PSYCHOLOGIE. Stuttgart: W. Kohlhammer, (1989), 7.
- Hake, G.:* Kartographie und Kommunikation. KN 23, (1973), 4, 137-148.
- Hake, G., und D. Grünreich:* KARTOGRAPHIE. 7. Auflage. Berlin: de Gruyter (1994).
- Jäger, E.:* KARTOGRAPHISCHE PRÄSENTATION AUS ATKIS. In: *E. Kophstahl und H. Sellge* (Hrsg.): DAS GEOINFORMATIONSSYSTEM ATKIS UND SEINE NUTZUNG IN WIRTSCHAFT UND VERWALTUNG. Hannover: Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN). (1995)
- Kebeck, G.:* Wahrnehmungspsychologie. Fernuniversität Hagen: Kurseinheit 1 bis 3, (1991).
- Malić, B.:* PHYSIOLOGISCHE UND TECHNISCHE ASPEKTE KARTOGRAPHISCHER BILDSCHIRM-VISUALISIERUNG. Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Schriftenreihe des Inst. f. Kartographie und Topographie. (1998), 25.
- Müller, H.M.:* EVOLUTION, KOGNITION UND SPRACHE. Berlin: Paul Parey. (1987).
- Neisser, U.:* KOGNITION UND WIRKLICHKEIT. 2. Auflage. Klett Cotta Verlag. (1996).
- Paivio, A.:* MENTAL REPRESENTATIONS. A DUAL ENCODING APPROACH. Oxford: University Press, (1986).
- Peterson, M. P.:* Mentale Bilder in der kartographischen Kommunikation. KN, 34. (1984), 6, 201-206.
- Pylyshyn, Z.W.:* The Imagery Debate: Analogue Media versus Tacit Knowledge. PSYCHOLOGICAL REVIEW, 88, 1981.
- Rost, J.:* TESTTHEORIE TESTKONSTRUKTION. PSYCHOLOGIE-LEHRBUCH. Bern: Hans Huber. (1996).
- Sieber, R.:* Visuelle Wahrnehmung dreidimensionaler parametrisierter Objekte und Objektgruppen. GEOPROCESSING. Universität Zürich, Geographisches Institut. (1996), 26.
- Spiess, E.:* ATTRAKTIVE KARTEN - EIN PLÄDOYER FÜR GUTE KARTENGRAPHIK. In: *Schweizerische Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.): KARTOGRAPHIE IM UMBRUCH - NEUE HERAUSFORDERUNGEN, NEUE TECHNOLOGIEN. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken. (1996).

# **Psychologische Aspekte der menschlichen Kommunikation mit kartographischen Multimedia-Produkten**

Reiner Buzin, München

## **Zusammenfassung**

Die Betrachtung des Menschen in einem kognitiven Modell macht es möglich, die menschlichen Faktoren der Kommunikation aufzuzeigen und in einzelnen Beispielen ihre Relevanz für die digitale Multimedia-Kartographie zu beleuchten. Obwohl das komplexe Gesamtzusammenspiel aller Aspekte der menschlichen Kommunikationsfähigkeit bisher nicht bekannt ist, sollte dennoch bei der Entwicklung kartographischer Multimedia-Produkte jeder psychologische Teilaspekt hinsichtlich seiner speziellen Relevanz für das digitale Erzeugnis berücksichtigt werden. Nur so können bereits bekannte Einzelfaktoren im positiven wie negativen Sinne Anwendung finden und zu einer Optimierung der neuen elektronischen Multimedia-Kartographie beitragen.

Für die wissenschaftliche Kartographie sollten die erst in Ansätzen untersuchten psychologischen Aspekte des Menschen zur Kommunikation mit multimedialen Medien ein Aufruf zu weiterer Forschung sein.

## **Abstract**

The consideration of man within a cognitive model makes it possible to demonstrate the human factors of the communication process and to highlight their relevance for the digital multimedia cartography. Though the complex co-operation of all aspects of the human ability to communicate has not been known yet, it is furthermore important to consider each psychological aspect in view of its individual relevance for the development of multimedia-products. Thus each individual aspect may contribute to optimize the new digital cartographic media.

This first discussion of the psychological communication aspects under a cartographic point of view includes, especially for the scientific cartography, the call for further research on psychological subjects relevant to the communication within a cartographic multimedia environment.

## **1 Einführung**

In der klassischen Kartographie war die Karte das Medium der Kommunikation zwischen dem Kartographen und dem Nutzer. Die wissenschaftliche Terminologie sieht dabei den schöpferischen Kartographen als den Produzenten von Informationen in Form von relevanten

Kartendarstellungen und den Käufer kartographischer Produkte als den Nutzer oder den Konsumenten der Information. Die Kommunikation zwischen den beiden Teilnehmern der Informationskette erfolgt mittels der Karteninhalte, die durch das Fachwissen des Kartographen in eine adäquate Darstellung umgesetzt wurden. Der Kartennutzer interpretiert mit seinem Weltwissen die Darstellung und erarbeitet sich somit neues Wissen aus der Informationsfülle der präsentierten Karte.

Mit dem Aufkommen der elektronischen, multimedialen Kartenprodukte hat sich das Spektrum der Kommunikation erweitert. Neben der reinen Informationsgewinnung durch das Sehen können die Nutzer heute auch hören und fühlen, wenn sie sich interaktiv mit dem neuen Medium „Karten im Computer oder Karten auf CD-ROM“ beschäftigen. War das Welt- und Fachwissen des Kartographen bislang die alleinige Quelle der Informationsdarstellung, so nehmen heute auch Disziplinen wie Software-Entwickler, Programmierer, Ergonomen, Mediendesigner, Mediengrafiker oder Psychologen mit dem ihnen eigenen Welt- und Fachwissen am Prozeß der Entwicklung, Realisierung und Gesamtpräsentation digitaler multimedialer Produkte teil. Auf die Präsentation von Informationen auf dem Bildschirm wirken daher neue Einflüsse, die das Interesse am Produkt und damit die Akzeptanz durch den Nutzer beeinflussen. Der folgende Beitrag will die bei der Nutzung eines multimedialen Kartenproduktes wirksamen, grundsätzlichen psychologischen Aspekte aufzeigen.

## **2 Psychologische Modelle des Menschen**

Die Basis einer Betrachtung der bei elektronischen Multimedia-Produkten wirksamen psychologischen Aspekte muß das psychologische Modell des Menschen selbst sein. Da aber auch die Wissenschaft der Psychologie Tendenzen, Entwicklungen und Ausrichtungen durchlebt hat, in denen die Faktoren und Wege zur Erforschung der menschlichen Kommunikation bzw. des menschlichen Wissenserwerbes ganz unterschiedlich gesehen und gewertet wurden, soll ein kleiner Exkurs durch diese Strömungen das Fundament der nachfolgenden Ausführungen sein.

Die Psychologie kennt keine allumfassende Theorie, durch die es möglich wäre, das menschliche Verhalten in seiner ganzen Vielfalt und seiner enormen Komplexität zu erfassen, zu erklären oder zu beschreiben. Aber es gibt derzeit fünf anerkannte, wissenschaftliche Ansätze, menschliches Verhalten in Form von entsprechenden Modellen zu theoretisieren:

- das humanistische Modell
- das biopsychologische Modell
- das psychodynamische Modell
- das behavioristische Modell
- das kognitive Modell

### **2.1 Das humanistische Modell**

Beim humanistischen Modell steht der Mensch in seiner Gesamtheit im Mittelpunkt der Betrachtungen. Der Ansatz ist weniger die Erklärung menschlichen Verhaltens durch systematisch und objektiv ausgerichtete Forschung, sondern eher der Ansatz, der dem Menschen dazu verhelfen soll, ein reiches und erfülltes Leben zu führen. Typische Vertreter dieser Modellgruppe sind Selbsterfahrungsgruppen.

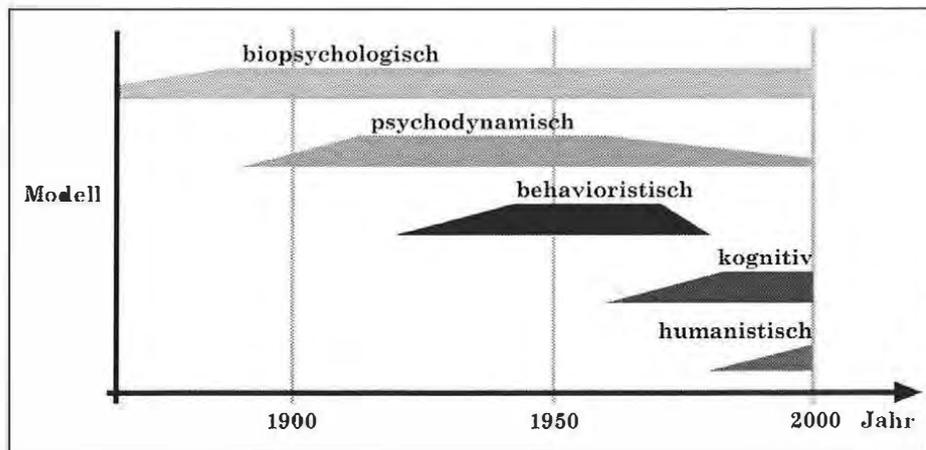


Abb. 1: Die psychologischen Modelle des Menschen auf der Zeitachse

## 2.2 Das biopsychologische Modell

Auf der Basis der biologischen Grundlagen der menschlichen Anatomie versucht die Biopsychologie, das Verhalten des Menschen zu erklären. Im speziellen wird dabei nach Zusammenhängen zwischen Verhaltensmustern und entsprechenden Strukturen und Prozessen im zentralen Nervensystem geforscht.

Im Vordergrund stehen dabei vier Leitthesen:

- menschliches Verhalten, Erleben und Bewußtsein, kann durch physikalische bzw. biochemische Vorgänge erklärt werden,
- komplexe Phänomene werden durch die Reduktion auf einfachere, kleinere Einheiten niederer Ordnung erklärbar,
- jegliches Verhalten wird durch die Anatomie und ererbte Prozesse bestimmt,
- Erfahrung modifiziert diese Prozesse.

## 2.3 Das psychodynamische Modell

Beim psychodynamischen Modell ist der „Trieb“ die Motivationsquelle des menschlichen Verhaltens. Alles Handeln wird dabei als biologisch festgelegtes Triebmuster gesehen, bei dem der Mensch im ständigen Konflikt steht mit den ganz individuellen Wünschen und Bedürfnissen und den Zwängen bzw. Erfordernissen der ihn umgebenden Gesellschaft. Der wohl bekannteste Psychologe dieser Modellausrichtung ist Sigmund Freud.

## 2.4 Das behavioristische Modell

Das behavioristische Modell stellt den „Reiz“ in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen zum menschlichen Verhalten. Beim klassischen Behaviorismus wird unterstellt, daß menschliches

Verhalten völlig durch die Umweltbedingungen bestimmt wird, d.h., das Individuum ist in sich weder „gut“ noch „böse“, sondern reagiert lediglich auf seine Umweltgegebenheiten. Dabei wird rein deskriptiv erfaßt, welche Reize beim Individuum welche Reaktionen hervorrufen. Betrachtungen zu biochemischen Vorgängen oder hypothetischen Annahmen zur inneren Motivation fehlen diesem Ansatz.

## **2.5 Das kognitive Modell**

Das kognitive Modell nimmt an, daß es die einzelnen Prozesse der Informationsverarbeitung sind, die bestimmen, wie ein Mensch reagiert. Der rein reaktionsorientierte Ansatz des Behaviorismus wird im kognitiven Modell erweitert um den aktiven Teil der Kognition bzw. der Informationsverarbeitung, der einer Reaktion vorangeht. Kern dieses Ansatzes ist mit anderen Worten ausgedrückt: die menschliche Intelligenz.

Zimbardo (1997) schreibt: „Der Begriff Kognition umfaßt alle Prozesse und Strukturen, die traditionellerweise mit dem Etikett geistig versehen wurden, also etwa die Prozesse des Wahrnehmens, Schlußfolgerns, Erinnerns, Denkens, Problemlösens und Entscheidens und die Strukturen des Gedächtnisses, der Begriffe und Einstellungen. Oft werden kognitive Prozesse und Strukturen auch unter der Klammer der Informationsverarbeitung zusammengefaßt.“

Das kognitive Modell stellt heute das dominierende Modell der Psychologie dar. Zugleich ist es auch der einflußreichste Ansatz, denn es gibt inzwischen interdisziplinäre Kognitionswissenschaften, die versuchen, mittels der Leitansätze der Psychologen neue Antworten auf Phänomene der eigenen Fachrichtung zu bekommen.

Der psychologische Leitansatz des kognitiven Modells des Menschen hat heute bereits starke Verknüpfung in den Bereich der Computerdisziplinen. Aber auch die Kartographie hat begonnen, sich mit den Mechanismen der Kognition und Kartenkommunikation in Hinblick auf ihre kartographischen Belange zu beschäftigen.

Da sich bei der Nutzung von digitalen kartographischen Produkten durch den Menschen Aspekte wie „Wahrnehmen, Erkennen, Vorstellen, Urteilen, Denken, Lernen oder Gedächtnis“ wiederfinden lassen und diese den Kriterien des kognitiven Menschenmodells der Psychologie entsprechen, bildet er die Grundlage zu den nachfolgenden Betrachtungen.

## **3 Psychologische Aspekte der Kommunikation**

Der wissenschaftliche Ansatz, die Kommunikationsfähigkeit des Menschen in einem kognitiven Modell zu beschreiben, macht es notwendig, die einzelnen Aspekte des Modells (Gehirn, Sinne, Gedächtnis, Wahrnehmung, Lernen, Didaktik, Motivation, Phantasie und Emotion) zu beleuchten, um deren kartographische Relevanz herausarbeiten zu können. Diese Vorgehensweise ermöglicht aber auch die schrittweise Entwicklung eines Wirkungsmodelles, das die Fähigkeit des Nutzers zur Kommunikation mit und in der virtuellen Welt realer Multimedia-Anwendungen aufzeigt.

### **3.1 Das Gehirn**

Das menschliche Gehirn bildet die Basis des verbalen und non verbalen Wissenserwerbs. Damit es jedoch überhaupt in der Lage ist, Informationen zu speichern, zu ordnen und wiederzufinden,

bedient es sich eines Netzes aus fest verbundenen Fasern, den sogenannten Neuronen oder Nervenzellen. Die genetisch bedingte Grundversion dieser Verknüpfungen liegt schon vor der Geburt vor und enthält bereits erhebliches Wissen wie z. B. angeborene Verhaltensmuster. Dieser genbestimmte Gehirnteil wird ergänzt um die individuellen Teile des werdenden Gehirns. Faserartige Fortsätze der Verknüpfungen führen dabei vermehrt zu gegenseitigen Kontakten und knüpfen damit ein immer enger werdendes Informationsnetz im Gehirn.

Nach Vester (1996) passiert dabei etwas Einzigartiges. Die Zellen im Gehirn entwickeln sich je nach der vorhandenen Umwelt anders. Es ist die einzige Zeit, in der sich äußere Einflüsse wie die Wahrnehmung durch das Auge, die Nase, den Geschmack, durch Hören und Fühlen, in der Ausbildung des Gehirns direkt niederschlagen können in Form anatomischer Veränderungen der festen Verknüpfungen zwischen den wachsenden Zellen.

Das direkte, persönliche Umfeld der Eltern prägt damit das Gehirn eines Säuglings maßgeblich in Bezug auf die Sprache der Eltern und deren Melodie (auditive Erfahrungen), aber auch der direkte soziale Umgang (Hektik oder Ruhe) und die Körpernähe (gefühlsmäßige und tastende Erfahrungen). Dies geht einher mit der Integration der Eltern in einen Kulturkreis. Dieser wiederum prägt die Art und Weise der Wohnung mit ihren Farben, Formen (visuelle Erfahrungen), Gerüchen und Geräuschen. Selbst die Lage des Wohnortes, das geographische Umfeld, formt bezüglich Licht, Farben und Formen, aber auch Temperatur oder Feuchte (gefühlsmäßige Erfahrungen) und Umweltgeräusche. Es ist sicherlich vorstellbar, daß eine sanfte Geräuschkulisse, bestimmt durch Wald- und Wiesentöne, andere Strukturen hinterläßt als der Lärm eines Stahlwerkes in unmittelbarer Nähe des Geburtsortes.

Es gibt keine wissenschaftliche Methode, um Erinnerungen des erwachsenen Menschen eindeutig auf die Entwicklung des Gehirns im Babystadium zurückzuführen bzw. eine klare Trennung zu später erworbenem Wissen zu ermöglichen. Daher mag es etwas gewagt sein, zu mutmaßen, daß Ton-, Farb- und Formempfindungen der prä- und postnatalen Entwicklungsphase des Babys dennoch kartographische Relevanz beim erwachsenen Menschen haben. Aber es ist nicht auszuschließen, daß diese emotionalen, gefühlsmäßigen und instinktiven Empfindungen des Menschen im späteren Leben Einfluß auf Ton-, Farb- und Formwahrnehmungen haben und sich damit auch auf die Akzeptanz von multimedialen kartographischen Produkten auswirken.

### **3.2 Die Sinne**

Abstrakt gesehen, geschieht die Kommunikation des Menschen mit seiner Umwelt durch Empfangen und Senden von Signalen (Reizen).

Um derartige Signale aus der Umwelt aufnehmen zu können, hat die Natur ihn mit entsprechenden anatomischen Instrumenten, den Sinnesorganen, ausgestattet. Physikalisch sind spezielle Partien des Gehirns für den Empfang und die Verarbeitung der Sinnesreize zuständig. Die eigentliche Interpretation und Auswertung der verschiedenen Reize erfolgt dabei durch die Mechanismen des Gedächtnisses und des Gehirns.

Die fünf wichtigsten Sinne werden in der folgenden Grafik als Lageplan der Verarbeitungszentren im Gehirn dargestellt.

Die Reiz-Zentren liegen anatomisch gesehen in der äußeren Schicht des Großhirns (lat. Cerebrum) der Hirnrinde (lat. Kortex). Dieser für genaue Wahrnehmungen und bewußtes Denken notwendige Teil wird auch als Neokortex bezeichnet.

Tatsächlich stellt der Akt des Aufnehmens von Informationen eher eine Kette von mehreren Prozessen dar. Dabei spielen die menschlichen Sinne die entscheidendste Rolle, denn sie stellen

die Verbindung zwischen der Umwelt und den Mechanismen des Gehirns her, die diese Informationen verarbeiten.

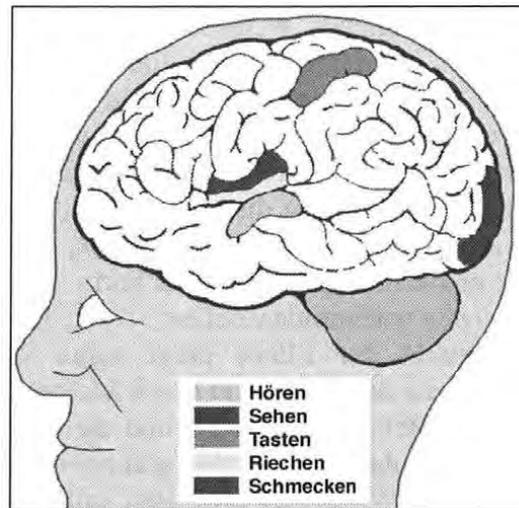


Abb. 2: Die Verarbeitungszentren der Sinne im Gehirn

Ausgehend von der realen Umwelt, die Informationen über Medien wie Licht, Schall oder auch Duft an die Rezeptoren der Sinnesorgane übermittelt, transportieren die Sinnesnerven den wahrgenommenen Reiz zur Verarbeitung an das Gehirn.

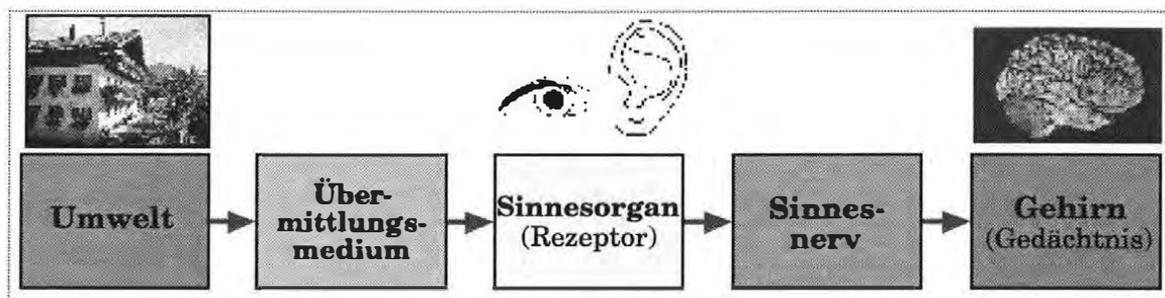


Abb. 3: Die Sinne als Bindeglied der Wahrnehmungskette

Legt man Krech (1997) zugrunde, dann laufen die Kommunikations- oder Wahrnehmungsprozesse ständig ab, während wir mit allen möglichen anderen Dingen beschäftigt sind. Dabei werden nicht nur die eintreffenden Reize so organisiert, daß sie am besten zueinander „passen“, sie werden auch so organisiert, daß sie zu den anderen laufenden Aktivitäten des Wahrnehmenden „passen“. Jede Wahrnehmung findet unter dem Einfluß einer bestimmten Erwartungshaltung oder Einstellung statt, einer Bereitschaft, eine Wahrnehmung durch eine bestimmte Organisation der vorhandenen Reize zustande zu bringen.

Der Fluß der eintreffenden, umweltbedingten Informationen ist konstant, während die Flut der Reize ganz unterschiedlicher Quantität und Intensität ist. In diesem Reizstrom müssen sich nun auch die kartographischen Intentionen oder anders ausgedrückt, müssen sich die kartographischen Kommunikations- und Informationsprozesse einfädeln.

War im klassischen kartographischen Kommunikationsprozeß über Papierkarten nur der Sinn „Sehen“ beteiligt, so nehmen heute am multimedial-kartographischen Kommunikationsprozeß zusätzlich noch die Sinne „Hören“ und „Fühlen“ teil.

Die Bedeutung der Informationsaufnahme über die auditiven und visuellen Informationspfade ist unmittelbar einsichtig, denn auch digitale kartographische Medien sprechen heute verstärkt das Gehör an. Sie nutzen Musik und Sprache, um den Benutzer zu motivieren, mit ihm zu kommunizieren, um ihn zu aktivieren, zu leiten und letztendlich zu informieren.

Den Tastsinn würde man rein intuitiv als relevanten Reizgeber ausschließen, aber elektronische Computerlösungen brauchen heute zunehmend Instrumente der Mensch-Maschine-Schnittstelle, um dem Anwender Möglichkeiten zu geben, mit seiner Computeranwendung zu kommunizieren. Diese Funktion übernahm klassischerweise die Tastatur, die heute jedoch durch die sogenannte „Mouse“ fast vollständig abgelöst wird. Diese, den Tastsinn benutzende, künstliche Maus dient der Hand zur Eingabe und Steuerung von Aktionen, die zur Handhabung des digitalen Programmes notwendig sind.

Der Befriedigung der Augen, der Ohren und auch der Hände kommt bei der Nutzung von und der Kommunikation mit multimedialen Kartenprodukten eine große, gemeinsame Bedeutung zu, denn erst in einem gelungenen Zusammenspiel liegt der Erfolg für die Akzeptanz des Produktes durch den Nutzer.

### 3.3 Das Gedächtnis

Alle Informationen, die der Mensch aufnimmt, werden im Gehirn gespeichert, ohne daß dieser Wissenserwerb zu einer physikalischen Veränderung der Gehirnssubstanz führt. Die Funktionalität des Gehirnes, die Sinneseindrücke verwerten zu können, wird Gedächtnis genannt. Datenverarbeitungstechnisch könnte man dies auch als die „Software“ und „Datenbank“ des menschlichen Apparates zur Verarbeitung von Reizen (Informationen) und Speicherung von Wissen sehen.

Allgemein wird als Gedächtnis die Fähigkeit gesehen, sich Informationen einzuprägen, über einen längeren Zeitraum zu speichern und willkürlich, bedarfsgerecht zu reproduzieren.

Die Psychologie teilt dabei das gesamte System des Aufnehmens, Erinnerns und Abrufens von Informationen in drei grundlegende Gedächtnissysteme ein:

- das **sensorische Gedächtnis**: hält für ca. 1 bis 2 Sekunden Eindrücke sensorischer Reize wie Bilder, Töne, Gerüche oder auch Strukturen fest,
- das **Kurzzeitgedächtnis**: bewahrt gerade erfahrene Informationen bis zu 20 Sekunden auf,
- das **Langzeitgedächtnis**: speichert Informationen für eine spätere Nutzung permanent ab. Diese Informationen im Langzeitgedächtnis bilden das individuelle Weltwissen eines Menschen.

Doch im Langzeitgedächtnis werden nicht nur die von außen kommenden, sensorisch empfangenen Informationen gespeichert. Vielmehr werden auch im Gedächtnis selbst Informationen generiert (z.B. kreative Gedanken, Meinungen und Werte) und wiederum gespeichert.

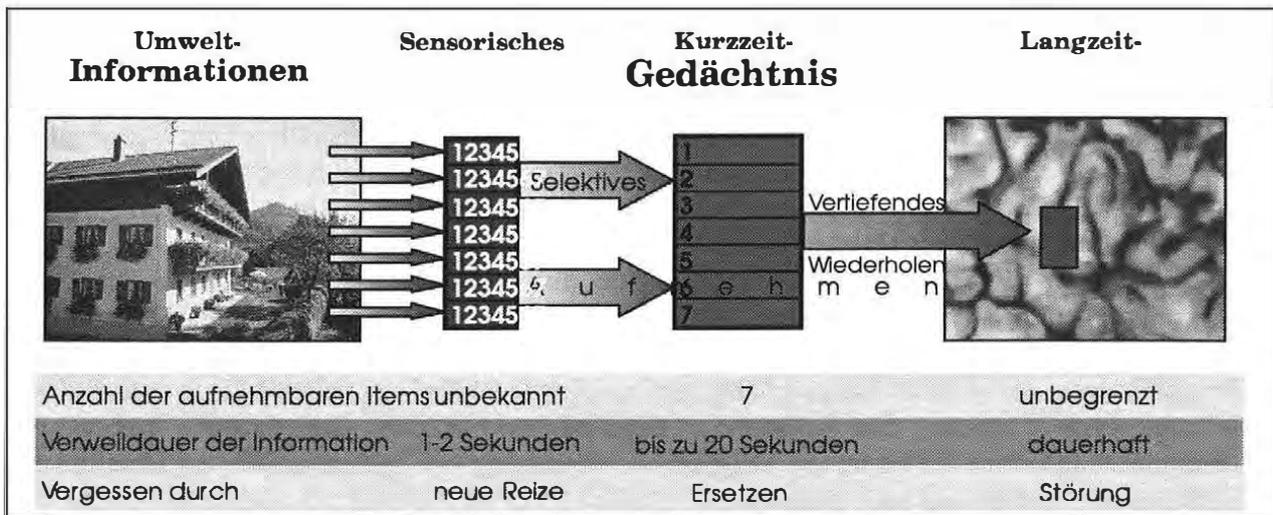


Abb. 4: Informationsaufnahme durch das Gedächtnis

In der Psychologie wird das Langzeitgedächtnis daher noch weiter unterteilt in ein prozedurales und deklaratives Gedächtnis und letzteres wiederum in das semantische und das episodische Gedächtnis.

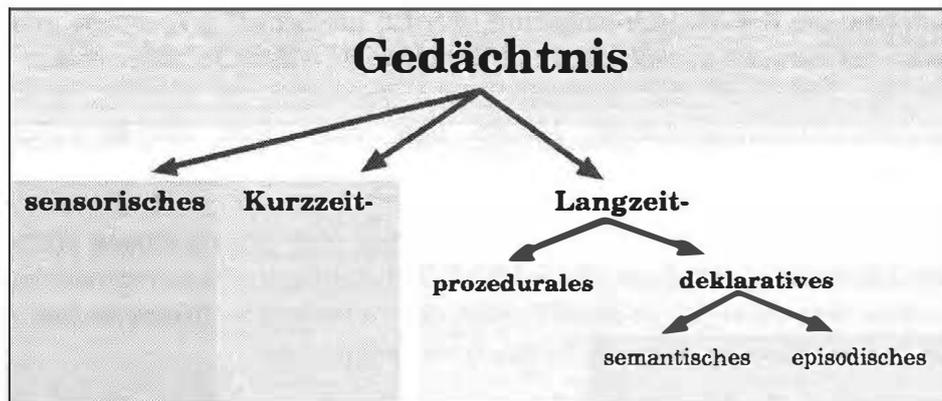


Abb. 5: Der theoretische Aufbau des Gedächtnisses

Das Gedächtnis ist der Speicher für Informationen, aber im Zusammenspiel mit dem Gehirn auch das Analyse- und Interpretationssystem, das Informationen verarbeitet. Unter der Verwendung von bereits gespeichertem Weltwissen wird jede Information zu neuem Wissen, die wiederum ergänzend vom Gedächtnis im Gehirn abgelegt wird.

Die Auswirkung der Gedächtnisfunktionalität auf kartographische Sachverhalte zeigt die folgende Tabelle auf. Im prozeduralen Gedächtnis sind Fähigkeiten gespeichert, auf die der Mensch unbewußt zugreifen kann. Das deklarative Gedächtnis hält semantische Informationen wie z.B. die Erklärungen einer Kartenlegende als Wissen bereit. Aber auch episodische Ereignisse wie Details eines Ausfluges hält das Gedächtnis für den Menschen fest.

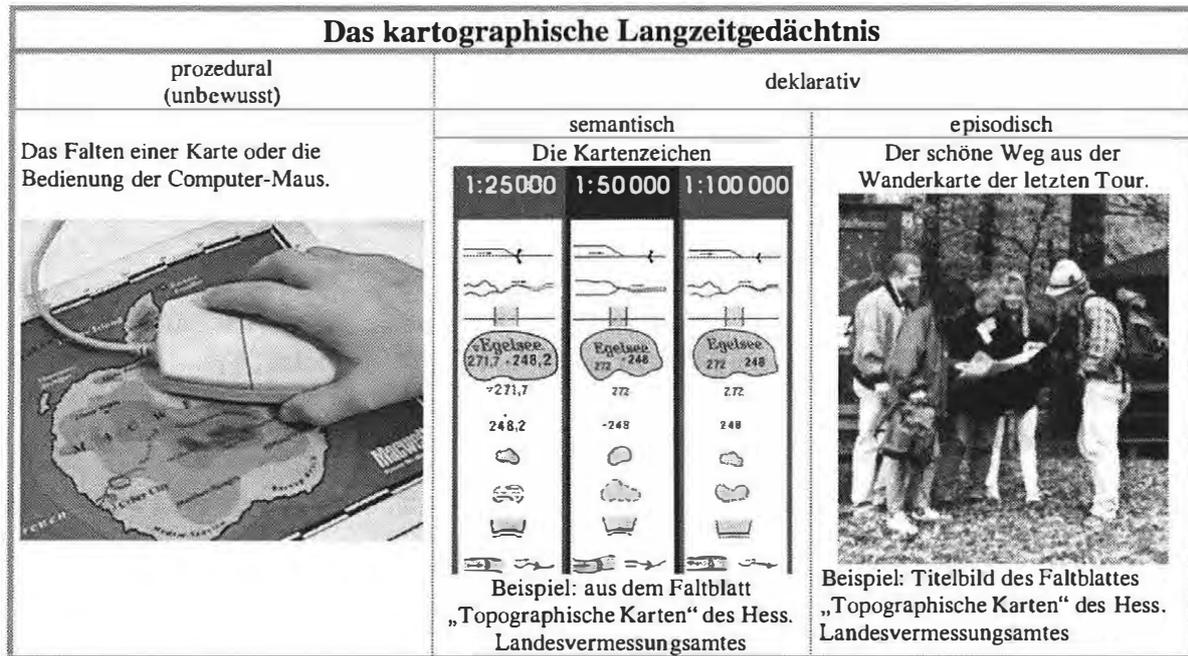


Abb. 6: Das kartographische Langzeitgedächtnis

Erfahrungen mit Karten und multimedialen kartographischen Anwendungen werden als Erfahrungen im Langzeitgedächtnis verankert. Diese Tatsache sollte nicht unterschätzt werden, denn sie wirkt sich auf die Akzeptanz aller weiteren Berührungen mit Karten und multimedialen Kartenprodukten aus.

### 3.4 Die Wahrnehmung

Im Abschnitt über Wahrnehmung soll nicht betrachtet werden, wie das Individuum auf einzelne Zeichen in kartographischen Darstellungen reagiert, denn mit diesen Fragestellungen beschäftigt sich die Kartographie im Rahmen der Semiotik bereits eingehend. Vielmehr sollen einige Beispiele der beeinflussenden Mechanismen aufgezeigt und Phänomene dargestellt werden, die bei der Erstellung von multimedialen Produkten von Relevanz sind und berücksichtigt werden müssen.

Alle bewußten Reize, die über die Rezeptoren der Sinne dem Gehirn zugeführt werden, aber auch alle Leistungen des Gedächtnisses aus sich heraus werden zu einem gemeinsamen Prozeß der Wahrnehmung zusammengeführt. Dabei ist es Aufgabe des Prozesses, diesen enormen und auch chaotischen Informationsstrom aufzunehmen und zu stabilisieren, um ihn zu einem geordneten Perzept zu machen. Als Perzept bezeichnen die Psychologen das, was wahrgenommen wird. Wobei es weder der physikalische Gegenstand noch sein Abbild in einem Rezeptor ist. Vielmehr stellt es das individuelle Ergebnis des gesamten Wahrnehmungsprozesses dar und schließt psychische Vorgänge des Zusammenfügens, des Urteilens, des Schätzens, Erinnerns, Vergleichens, des Interpretierens und Assoziierens mit ein.

Die Psychologie ordnet das Wahrnehmungsverhalten des Menschen verschiedenen Vorstellungstypen zu. Diese kennzeichnen, mit welchem Sinnesgebiet Wahrnehmungen bevorzugt aufgenommen werden:

- akustisch oder auditiv (Hören)
- optisch oder visuell (Sehen)
- gustatorisch (Geschmack)
- olfaktorisch (Geruch)
- motorisch, taktil oder kinästhetisch (Bewegungswahrnehmung).

Aus dem Bereich der optischen oder visuellen Wahrnehmung sollen anhand von drei Beispielen die menschlichen Fähigkeiten oder auch Unfähigkeiten beim Wahrnehmungsprozeß aufgezeigt werden.

### Beispiel 1:

Das Lesen der folgenden Buchstaben führt nicht unmittelbar zu einer Erschließung des Inhaltes.



Abb. 7: Wahrnehmungsbeispiel 1

Was aussieht wie die Testtafel eines Augenarztes, ist vielmehr ein Ausschnitt aus einem Veranstaltungsplakat für eine Studentenparty an der Fachhochschule München, 1996.

Durch eine Anordnung bzw. Verknüpfung der einzelnen Buchstaben in einer Art, die nicht das normale, erlernte Leseverhalten unterstützt, wird die Informationsaufnahme im ersten Schritt erschwert. Gelingt es jedoch, die Information bewußt zu erfassen, dann findet durch die Andersartigkeit eine Informationsverstärkung statt, die zu einer dauerhaften Speicherung im Langzeitgedächtnis führt.

### Beispiel 2:

Dieses Beispiel zeigt einen einfachen Schriftzug.

IAR BAD

Abb. 8: Wahrnehmungsbeispiel 2

Die schnelle visuelle Erfassung der Buchstaben läßt im unmittelbaren Zusammenspiel mit den Prozessen im Gehirn den Betrachter „IHR BAD“ lesen. Objektiv betrachtet, entspricht der Stil des zweiten Buchstaben im ersten und zweiten Wort jedoch weder einem „H“ noch einem „A“ der genutzten Schriftart.

Intuitiv wird deutlich, wie stark die Mechanismen des Gedächtnisses eingreifen, um dem Betrachter eine vermeintlich richtige Information zu übermitteln. Diese Fähigkeit basiert auf den gemachten Erfahrungen und dem gespeicherten Wissen des einzelnen Individuums, das im Gehirn gespeichert wird.

### Beispiel 3:

Für die meisten Betrachter ist ad hoc feststellbar, daß die beiden folgenden Bilder Lady Diana zeigen und zwar auf dem Kopf stehend.

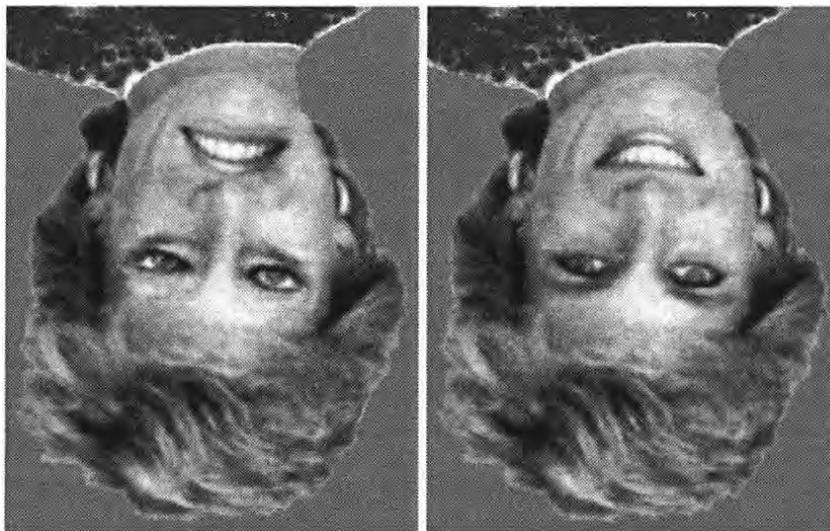


Abb. 9: Wahrnehmungsbeispiel 3

Im ersten Moment scheinen die beiden Aufnahmen identisch, beim zweiten Hinsehen ist zu erkennen, daß es geringe Unterschiede im Bereich der Augen und des Mundes gibt. Wird die Seite herumgedreht, so daß die Bilder lagerichtig stehen, dann zeigt sich, daß das eine Bild durch einen um 180° verdrehten Mund und entsprechend verdrehte Augen zu einer Fratze entstellt ist. In der Kopfüber-Position hat unser Gehirn gemeinsam mit dem Gedächtnis und im Zusammenspiel mit dem gespeicherten Weltwissen versucht, das korrekte, uns bekannte Gesicht zu rekonstruieren. Dies passiert, obwohl die Augen objektiv das fehlerhafte Bild aufnehmen. Erst wenn die Aufnahme in die aufrechte Lage gedreht wird, kann das Gehirn den tatsächlichen Tatbestand erfassen.

Neben diesen bewußt wahrgenommenen Informationen kennt die menschliche Kommunikation aber auch unbewußte Wahrnehmungen, denen ein objektiver Reiz fehlt. Hier seien beispielhaft Empfindungen wie Sympathie oder Antipathie, Liebe, Haß, Furcht oder Angst genannt.

Wie alle modernen Medien lebt auch die Kartographie vom Perfektionismus des Wahrgenommenen. Daher muß bei multimedialen Kartographie-Produkten berücksichtigt werden, daß eine gekonnte Informationspräsentation ganz entscheidend die bewußte und unbewußte Wahrnehmung lenken bzw. auch beeinflussen kann.

### 3.5 Das Lernen

Damit Informationen zu neuem Wissen umgeformt werden, muß das menschliche Gehirn lernen können, d.h. fähig sein, Informationen in geeignetem Kontext zu bereits vorhandenem Weltwissen bringen zu können, um sie im Gedächtnis ablegen zu können und damit nutzbar zu machen. Lernen wird von Fröhlich (1997) definiert als „Allgemeine, umfassende Bezeichnung für Veränderungen des individuellen Verhaltens auf bestimmte Reize, Signale, Objekte oder Situationen.“

Betrachtet man Lernen als Prozeß des geregelten Wissenserwerbs, dann wird dieser Prozeß

- durch eigenes Interesse generiert (interner Einfluß) oder
- durch eine gesteuerte, meist schulische Vorgehensweise (externer Einfluß) angeregt.

Während der externe Lernprozeß ausschließlich durch externe Einflüsse erfolgt, ist der interne Prozeß bisweilen nur das Ergebnis einer Überlegung, in der sich das Gedächtnis nur mit sich selbst beschäftigt. Dies erfolgt zwar unter Einbeziehung von gespeichertem Wissen, bedarf aber keines Reizes.

Wird Lernen aber als Aktivitätsprozeß gesehen, gliedert es sich in

- aktiv, bis zum Schulbeginn durch eigenes Handeln,
- passiv, in der Schule durch den vortragenden Lehrer,
- autodidaktisch, im späteren Leben, durch eigenständiges Erlernen und Handeln.

Die Intensität, mit der Informationen über die menschlichen Sinne aufgenommen werden, spiegelt die Grafik der Wissensaufnahme nach Ott (1997) wider. Danach sind ca. 83% der bewußt über das Auge wahrgenommenen Informationen als Wissen durch das Gedächtnis reproduzierbar.

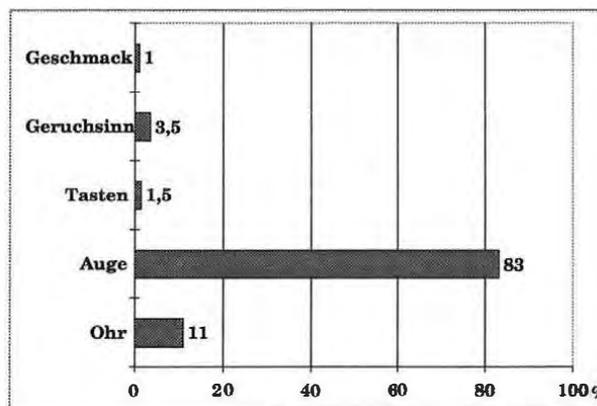


Abb. 10: Die Wissensaufnahme nach Ott (1997)

Für die Kartographie ist das Wissen um den Lernprozeß gerade in Bezug auf multimediale Produkte sehr wichtig geworden. Der klassische Nutzer einer digitalen Kartenanwendung ist eigengesteuert durch sein persönliches Interesse an dem Erzeugnis. Er ist dabei auf sich allein gestellt und muß sich die Art und Weise der Bedienung und Nutzung autodidaktisch selbst erarbeiten. Bei der Exploration der Information am Bildschirm hilft dabei das Auge als vorwiegend genutzter Sinneskanal. Durch geeigneten Aufbau der entsprechenden Anwendung kann daher der Lernprozeß aktiv unterstützt, aber auch im Sinne der Didaktik geleitet werden.

### 3.6 Die Didaktik

Beim Lernen unter schulischen Bedingungen ist der Mensch in der Regel zum Wissenserwerb durch passives Zuhören gezwungen. Dieser schulische Lernprozeß folgt dabei einer altersspezifischen, didaktischen Vorgabe, die eine Zielbestimmung beinhaltet und eine damit einhergehende Definition der geeigneten Erfolgskontrolle des Gelernten.

Erfolgskontrollen sind sicherlich kein Aspekt für Multimedia-Erzeugnisse, um dem Nutzer ein Maß dafür zu geben, ob er das Produkt gut oder weniger gut genutzt hat. Dennoch sind didaktische Fragen aus Sicht der Produzenten, aber auch aus Sicht der visualisierenden Multimedia-Kartographie von großem Interesse.

- Wie erfolgreich hat sich ein Nutzer des Multimedia-Produktes bedient?
- Wurde die Zielvorgabe des Produktes durch die Nutzer erreicht?
- Lassen sich unter Berücksichtigung der speziellen Aspekte von Interessens- oder Altersgruppen didaktische Metakonzepte zur entsprechenden Berücksichtigung bei der Konzeptentwicklung für multimediale kartographische Anwendungen entwickeln?

Wenngleich es zu einzelnen Aspekten schon untersuchende Ansätze gibt, so hat sich eine eigenständige Multimedia-Didaktik, die sich mit einer allgemeinen didaktischen Spezifikation für die digitalen Medien beschäftigt, zur Zeit noch nicht etabliert. Auch die Kartographie ist hier sicherlich gefragt, ihren wissenschaftlichen Beitrag zu leisten, denn bedingt durch ihre Zielorientierung hat sie schon eine solide Basis für weitere Untersuchungen.

### 3.7 Die Motivation

Auch der Aspekt „Motivation“ sollte Berücksichtigung finden, denn was wären Multimedia-Produkte ohne motivierte Nutzer, die sich der jeweiligen Anwendung bedienen. Die Psychologie unterscheidet zwei Formen der Motivation, die intrinsische und die extrinsische Motivation.

Von „intrinsischer Motivation“ spricht man, wenn sich ein Mensch um eine Tätigkeit um ihrer selbst willen kümmert. Aktivitäten, die ausgeführt werden, weil sie dem Individuum Freude machen, wie beispielsweise sich Computer-Spielen widmen, in der Badewanne singen, ein persönliches Tagebuch führen oder auch in einem Atlas schnüffeln, sind intrinsisch motiviert. Selbst die Ausführung einer bestimmten Tätigkeit als Teil der täglichen Arbeit kann intrinsisch motiviert sein, wenn sich die Person besonders für die Aufgabe interessiert.

Im Gegensatz dazu widmet sich der Mensch bei der „extrinsischen Motivation“ einer Aufgabe der Konsequenzen wegen. Beispielhaft sind hier im positiven Sinne die Vergabe von Noten für eine Schulaufgabe, die Aussicht auf eine Belohnung oder die Chance auf eine berufliche Karriere. Im negativen Sinne kann aber auch die Androhung von Strafe bei Nichterfüllung oder Fehlverhalten Grund der extrinsischen Motivation sein.

Das besondere Interesse als Charakteristikum für eine aus dem Menschen selbst resultierende Motivation ist in mehrerer Hinsicht entscheidend für die multimediale Kartographie.

- Eine interessante Verpackung motiviert zum Kauf des Multimedia-Produktes.
- Die interessant gestaltete Bedienoberfläche steigert die Motivation, sich mit dem Produkt zu beschäftigen.
- Die Möglichkeit zur umfassenden Planung und Vorbereitung eines Urlaubsaufenthaltes anhand eines elektronischen, multimedialen Atlas motiviert zur intensiven Exploration der Informationen.

- Die Chance etwas zu gewinnen, wenn man bestimmte Fragen aus dem tieferen Inhalt des Produktes beantworten kann, motiviert zu einer intensiven Auseinandersetzung oder Nutzung des Produktes.

### 3.8 Die Phantasie

„Lassen Sie Ihre Phantasie spielen bei dem neuen Kartenkonzept“. Solche oder ähnliche Formulierungen kennt sicherlich jeder aus dem Bereich der Kartengestaltung. Einen konkreten Ansatz für „das Neue“ ist daraus nicht abzuleiten, wird im Resultat aber erwartet.

Wie steht es jedoch mit der Anregung der Phantasie der Nutzer beim Einsatz von Karten und kartographischen, gar multimedialen Produkten? Hier scheint die Forschung noch am Anfang des Verstehens der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Leistungen und Abhängigkeiten des Gehirns und der resultierenden Reaktion zu stehen.

Selbst in der Psychologie scheint dem Phänomen „Phantasie“ in wissenschaftlichen Untersuchungen nur wenig Raum beigemessen zu werden, denn es lassen sich kaum tiefergehende Zusammenhangsanalysen finden. In Fröhlich (1997) läßt sich jedoch eine Klassifizierung des Worteinsatzes oder der Wortbedeutung finden:

- Wahrnehmungsnahe bzw. wahrnehmungsorientierte Vorstellung; durch Umwandlung und Ergänzung anschaulicher Vorbilder angereicherte Bewußtseinsinhalte.
- Mehr oder minder schöpferische Vorstellungstätigkeit, deren Inhalte durch momentane Einfälle und veränderte oder abgeschwächte Erinnerungen an Gegenstände, Ereignisse, Situationen einschließlich ihrer emotionalen Bedeutung bestimmt sind. In Phantasie-Vorstellungen wird das aus der Erfahrung stammende Material zu Kombinationen zusammengefaßt, die selbst nicht aus der Erfahrung stammen. In diesem Sinne unterscheidet sich ein Produkt der Phantasie von der Halluzination durch seine Komplexität und Anbindung an vergangene Sinneserfahrungen. Phantasien sind in der Regel durch suggestive Beeinflussung veränderbar.
- Phantasieren gilt in der klinischen Psychologie und Psychiatrie als Ausdruck des Lebens in einer gestörten Vorstellungswelt.“

Der Große Knaur (1984) erklärt Phantasie (griech.) als: Einbildungskraft (Imagination); die Fähigkeit, etwas nicht sinnlich Gegebenes und auch nicht erinnerungsmäßig Vergegenwärtigtes anschaulich vorzustellen, gleichviel, ob das Ergebnis dieser Vorstellung nur eine neue Kombination früherer Wahrnehmungen ist oder eine völlig neuartige Schöpfung, ob es auch in der Wirklichkeit existieren könnte oder nicht.

Die kartographische Relevanz der Phantasie sollte nicht unterschätzt werden, denn:

- Ist die Einbeziehung der Phantasie als Einbildungs- oder mentale Visualisierungskraft nicht zwingend erforderlich im kartographisch orientierten Kommunikationsprozeß?
- Erfordert es nicht einen hohen Grad an Vorstellungsvermögen (Phantasie), um Kartendarstellungen wie z.B. Schummerungen im Zusammenspiel mit den begleitenden Symbolen durch Karteninterpretation zu einem konformen Bild und damit zu einer Information bzw. zu individuellem Wissen werden zu lassen?

### 3.9 Die Emotion

Wie sich gezeigt hat, ist Kognition praktisch gleichbedeutend mit „Erkennen“ in all den Formen, die das Verstehen annehmen kann, und bildet damit die Grundlage der derzeitigen wissenschaftlichen Auseinandersetzungen. Der Psychologie der Emotionen wird erst in neuerer Zeit mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Grund für das bisher geringe Interesse ist das Problem, daß sich kaum ein objektives, eindeutig abgegrenztes TestszENARIO entwickeln läßt, das es ermöglicht, die emotionalen Erscheinungsformen experimentell zu untersuchen.

So sieht Goleman (1998) in der Wechselwirkung der zwei Ausprägungen des Erkennens das menschliche Seelenleben. „Die eine, die rationale Seele, ist jene Weise, derer wir uns stärker bewußt sind: Im Zentrum unserer Wahrnehmung, besonnen, fähig, Dinge abzuwägen und zu reflektieren. Daneben gibt es aber ein anderes System des Erkennens: impulsiv und machtvoll, wenn auch bisweilen unlogisch – die emotionale Seele.“ Das rationale Gehirn ist dafür verantwortlich, daß man ein Gesicht z.B. als das seiner Tante erkennt, während das emotionale dann hinzufügt, daß man sie eigentlich nicht mag.

Auch „Liebe auf den ersten Blick“ ist ein Ausdruck, der immer aufzeigt, daß ein Mensch eine Emotion zu einem anderen Wesen oder zu einer Sache aufgebaut hat, ohne jedoch genau zu wissen warum und auch ohne rational in der Lage zu sein, objektive Gründe dafür angeben zu können.

Tatsächlich sind emotionale Empfindungen jedoch keine Einzelaktionen. Vielmehr stellen sie eher eine Art „Grundrauschen“ von ständigen Hintergrundgedanken dar. Somit ist der Umgang mit unseren Emotionen eigentlich eine Ganztagsbeschäftigung. Nach Meinung der Psychologen zielt vieles, vielleicht alles was wir tun darauf ab, unsere Stimmung zu lenken, mit dem Bemühen, daß wir uns besser bzw. gut fühlen.

So stellen sich auch für die multimediale Kartographie einige, derzeit noch nicht beantwortete Fragen zu diesem Komplex:

- Sind die emotionalen Fähigkeiten des Menschen nutzbar für die Konzeption einer Multimedia-Anwendung bzw. wie kann man sie berücksichtigen?
- Wie wird das Nutzungsverhalten durch Emotionen beeinflusst?
- Wie beeinflussen Emotionen die Akzeptanz von multimedialen, kartographischen Produkten?
- Eine wissenschaftliche Untersuchung aus kartographisch-psychologischer Sicht könnte neue Aufschlüsse bringen?
- Wie kann ein Wohlgefühl beim Nutzer einer multimedialen Anwendung erzeugt werden?

### 4 Das Wirkungsmodell

Die betrachteten Aspekte der menschlichen Kommunikation bauen sich zu einem Wirkungsmodell der den Kommunikationsprozeß beeinflussenden Faktoren auf. Die zentrale Einheit ist dabei das Gehirn mit seinem Verarbeitungssystem, dem Gedächtnis. Über Wahrnehmungen und unbewußte Stimuli nehmen die menschlichen Sinne Informationen auf und verarbeiten sie durch das interne, im Gehirn stattfindende Lernen zu Wissen. Aber auch eigenständige, externe Lernprozesse wie auch didaktisch generierte externe Lernsituationen führen zu neuem Wissen. Aber auch losgelöste Einflüsse wie die extrinistische Motivation

führen zur Aufnahme neuen Wissens durch das Gehirn. Neben der Kommunikation aufgrund externer Reize

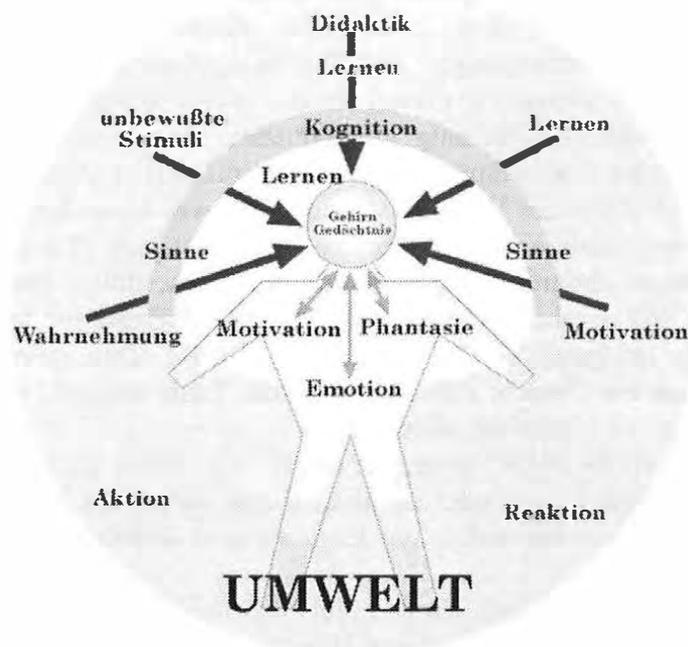


Abb. 11: Das Wirkungsmodell der menschlichen Kommunikation

und Motivationen gibt es auch die im Inneren des Menschen entstehenden Motivationen, Emotionen und Phantasien. Diese basieren vorwiegend auf dem im Langzeitgedächtnis gespeicherten Weltwissen im Zusammenspiel mit den Denkprozessen des Gehirns. Dabei kann sich das Gedächtnis nur mit sich selbst beschäftigen, aber auch auf äußere Reize reagieren bzw. Aktionen aufgrund interner Emotionen oder Phantasien hervorrufen.

## Literaturverzeichnis

- Fröhlich, D.W.: WÖRTERBUCH ZUR PSYCHOLOGIE. Augsburg: Bechtermünz. (1997).  
 Goleman, D.: EMOTIONALE INTELLIGENZ. 8. Aufl. München: Deutscher Taschenbuch Verlag. (1998).  
 Krech, D. und R. S. Crutchfield, N. Livson, W. A. Wilson jr., A. Parducci: GRUNDLAGEN DER PSYCHOLOGIE, Augsburg: Bechtermünz Verlag. (1997), vol. 1-7.  
 LEXIKON-DER GROSSE KNAUR. München: Lexikographisches Institut (1984).  
 Ott, B.: GRUNDLAGEN DES BERUFLICHEN LERNENS UND LEHRENS. Berlin: Cornelsen Girardet. (1997).  
 Vester, F.: DENKEN, LERNEN, VERGESSEN. 23. Aufl. München: dtv. (1996).  
 Zimbardo, P. G.: PSYCHOLOGIE. 5. Aufl. Heidelberg: Springer. (1997).  
 Hake, G. und D. Grünreich: KARTOGRAPHIE. 7. Aufl. Berlin: Walter de Gruyter. (1994).  
 Ogrissek, R.: THEORETISCHE KARTOGRAPHIE. Gotha: VEB Hermann Haack. (1987).  
 Peterson, M. P.: INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. (1995).

# **Die Bedeutung der verschiedenen Medien in multimedialen kartographischen Informationssystemen**

Doris Dransch, Berlin

## **Zusammenfassung**

Der Beitrag geht der Frage nach, welche Bedeutung und welchen Stellenwert die Karte und die anderen Medien in multimedialen kartographischen Informationssystemen und in der Kartographie haben. Dazu wird an Beispielen dargelegt, wie Veränderungen der Technik immer wieder zu Veränderungen und Erweiterungen der kartographischen Darstellungen geführt haben und wie Multimedia, als letzte technische Neuerung, auf die kartographische Darstellung einwirkt. Anhand kognitionspsychologischer, erkenntnistheoretischer und didaktischer Ansätze werden das Potential und die verschiedenen Funktionen der Medien bei der Vermittlung räumlichen Wissens aufgezeigt. Darauf basierend wird ein Fazit für die Bewertung der einzelnen Medien in multimedialen kartographischen Informationssystemen gezogen, und es wird für ein erweitertes Kartographieverständnis plädiert, das den neuen Medien größere Bedeutung beimißt.

## **Abstract**

Multimedia technology changes cartographic presentation. Maps are integrated into multi-media systems, combined and linked to other audio-visual media. Therefore multi-media raises the question of meaning and rating the different media in a multi-media cartographic information system and in cartography at all. Cognitive psychology, epistemology and didactics show that each medium has specific characteristics which make it suitable for particular functions in the transfer of knowledge. Maps as well as other media have to be seen in this context and should be used accordingly within cartographic information systems. In order to clarify its identity in future cartography has to reassess and redefine the meaning of maps and additional media

## **1 Zum kartographischen Medienverständnis**

Die Diskussion um multimediale kartographische Anwendungen führt immer wieder zu der Frage nach der Bedeutung und dem Stellenwert der einzelnen Medien in kartographischen Informationssystemen. Auch auf dem Workshop wurden entsprechende Fragen formuliert: „Ist in einem multimedialen kartographischen Informationssystem die Karte Beiwerk zu Multimedia oder ist Multimedia Beiwerk zur Karte?“ und „Wie wichtig sind audiovisuelle Medien im Kontext der räumlichen Information?“.

Diese Fragen rühren an das Selbstverständnis der Kartographie. Lange Zeit waren gezeichnete Karten das primäre Medium, räumliche Sachverhalte darzustellen. Mit neuen technischen

Entwicklungen und Methoden wurden diese Karten jedoch immer wieder verändert oder ergänzt, z.B. wurden durch das Verfahren der Fernerkundung Luftbild- und Satellitenkarten entwickelt, die als neue Formen der kartographischen Darstellung die traditionelle Karte ergänzten. Derzeit wird die Kartographie erneut erweitert, nämlich durch die Multimediatechnologie. Multimedia ermöglicht den integrierten Einsatz sämtlicher visueller und auditiver sowie statischer und dynamischer Medien; raumbezogene Information kann damit nicht nur mit einem Medium, sondern mit allen zur Verfügung stehenden Medien dargestellt werden. Für die Kartographie ergibt sich daraus die Frage, ob und wie weit sie die einzelnen Medien in ihr Selbstverständnis von kartographischen Darstellungen integrieren soll. Soll die Karte weiterhin *das* Medium zur Darstellung von räumlicher Information sein oder sollen die anderen Medien *zusätzlich* zur Karte *gleichberechtigt* genutzt und entsprechend ihrer jeweiligen Eignung zur Informationsvermittlung eingesetzt werden?

Bisher war die kartographische Darstellung eine weitgehend *isolierte* Darstellung. Ergänzende Medien waren immer Zusätze, die einer Karte separat beigegeben waren wie z.B. Text, Bilder oder auch die Legende. Selbst in Atlanten, die eine systematisch strukturierte Sammlung von Karten und anderen Medien sind, bleibt die einzelne Karte isoliert. Die verschiedenen Darstellungen sind nicht *direkt* verbunden und aufeinander bezogen, sondern sie stehen *separat* für sich und beziehen sich nur indirekt z.B. durch Verweise aufeinander. Die einzelnen Medien sind nicht ineinander gebettet, sondern sie stehen nebeneinander. Mit Multimedia wird diese Isolierung aufgehoben. Die einzelnen Medien bilden einen *Medienverbund*, in dem direkte Verbindungen zwischen den einzelnen Medien und deren Information hergestellt wird. Karten wie auch die anderen Medien erhalten dadurch einen veränderten Stellenwert. Bilder, Text, Audio usw. müssen nicht mehr nur Zusätze sein, sondern sie können integraler Bestandteil von kartographischen Präsentationen werden. Die Kartographie muß daher überlegen, welche Bedeutung sie in Zukunft den Medien insgesamt für die Informationsvermittlung beimessen will.

Die Frage nach dem Stellenwert und der Bedeutung der einzelnen Medien in kartographischen Informationssystemen läßt sich konkret nur beantworten, wenn man sie in einem übergeordneten Kontext, nämlich der eigentlichen Aufgabe der Kartographie, betrachtet. Ureigenste Aufgabe der Kartographie ist die Vermittlung räumlichen Wissens durch geeignete Darstellungen. Folglich müßten alle Medien, die diesem Ziel dienen, Gegenstand der Kartographie sein. Die Bedeutung der einzelnen Medien für kartographische Informationssysteme ist also daran zu messen, wie die Medien die Vermittlung räumlichen Wissens unterstützen.

## **2 Unterstützung der Vermittlung räumlichen Wissens durch Multimedia**

Die Vermittlung räumlichen Wissens ist ein mehrdimensionaler Prozeß, der durch einen gezielten Medieneinsatz in verschiedener Weise beeinflusst werden kann. Ein zweckmäßiger Medieneinsatz kann die Wahrnehmung verbessern, die Wissensgenerierung fördern und ein definiertes Kommunikationsziel unterstützen (Dransch 1997, Dransch 1999, Hasebrook 1995, Klimsa 1995).

### **2.1 Verbesserung der Wahrnehmung**

Die gezielte Medienanwendung kann die menschliche Wahrnehmung dahingehend verbessern, daß z.B. die Überforderung eines einzigen Wahrnehmungskanals durch die Aufteilung der Information auf visuelle und akustische Medien verhindert wird. Dies ist besonders bei

dynamischen Medien wie kartographischen Animationen oder Videos erforderlich, da sie schnell zu einer Informationsüberladung eines Wahrnehmungssinnes führen. Die Wahrnehmung kann außerdem durch den Einsatz von Audio dirigiert werden, z.B. durch gesprochenen Text wie „Beachten Sie“ oder „Vergleichen Sie“, um damit den Nutzer auf wichtige Informationen aufmerksam zu machen. Darüber hinaus wird der Informationsverarbeitungsprozeß durch eine Informationsverstärkung positiv beeinflusst. Dies kann durch eine Kombination verschiedener Medien erreicht werden, die einen räumlichen Sachverhalt in unterschiedlicher Weise präsentieren, z.B. durch Karte, Video und Tondokument eines Biotops, um damit verschiedene Aspekte der Information wiederzugeben und so zu einer Informationsverstärkung zu führen.

## 2.2 Förderung der Generierung räumlichen Wissens

Die Generierung von räumlichem Wissen läßt sich ebenfalls durch einen geeigneten Medieneinsatz fördern. Die Kognitionspsychologie, die Erkenntnistheorie und die Didaktik liefern wichtige Erkenntnisse dafür.

Die *Kognitionspsychologie* geht davon aus, daß Wissen in einem individuellen Erkenntnisprozeß gebildet wird (Neisser 1976). Diese Wissensbildung ist hochgradig von dem Vorwissen des Nutzers wie auch von der Art und dem Kontext der Präsentation abhängig. Für eine umfassende Wissensgenerierung ist es daher erforderlich, Information in unterschiedlicher Weise zu präsentieren, um möglichst viele Anknüpfungspunkte an das Vorwissen zu liefern und um verschiedene Wissensstrukturen aufbauen zu können. Überträgt man diese Erkenntnis auf die Generierung räumlichen Wissens, so sollten räumliche Informationen variabel und in sehr vielfältiger Weise dargestellt werden. Multimedia eignet sich in hervorragender Weise dafür. Die verschiedenen Medien können unterschiedliche Wissensschemata zur Informationsdecodierung aktivieren, und sie können zum Aufbau multipler räumlicher Wissensstrukturen beitragen.

Die *Erkenntnistheorie* beschreibt die Wissensgenerierung als einen hierarchisch strukturierten Erkenntnisprozeß, der über verschiedene Stufen erfolgt: Erfahrung durch direkte Beobachtung, Abstraktion durch Generalisierung der Information und Übertragung des abstrakten Wissens auf die reale Welt. Der erkenntnistheoretische Ansatz wurde in die Kartographie bereits von Sališev (1975) in Bezug auf die Karte eingeführt. Er unterscheidet Karten danach, welche Stufe der Erkenntnisgewinnung sie unterstützen. Diese Betrachtungsweise kann auf die anderen Medien ausgeweitet werden, die ebenfalls entsprechend ihrer Eignung für die einzelnen Stufen der Erkenntnisgewinnung gegliedert werden können. Dabei zeigt sich, daß Karten vor allem die Generierung abstrakten Wissens und in eingeschränktem Maße die Wissensübertragung auf die reale Welt unterstützen. Erfahrung durch direkte Beobachtung oder durch direktes Erleben kann dagegen mit Hilfe von Multimedia erzielt werden. Virtuelle Realitäten, naturnahe Animationen, Videos oder Sound ermöglichen die direkte Veranschaulichung und können damit die Karte in hervorragender Weise bei der Wissensgenerierung ergänzen.

Die *Didaktik* untersucht den Lehr- und Lernprozeß und als Teilgebiet den Einsatz der Medien in diesem Prozeß. Den Medien werden in dem Lernprozeß verschiedene Funktionen zugewiesen: die Demonstrationsfunktion zur Vermittlung eines anschaulichen Bildes, die Kontextualisierungsfunktion zur Einordnung eines Phänomens in einen übergeordneten Kontext, die Konstruktionsfunktion zur Bildung mentaler Modelle (übergeordnete Wissensstrukturen) und die Motivationsfunktion zur Gewinnung und Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit (Strittmatter und Mauel 1995, Weidenmann 1995). Die einzelnen Medien eignen sich in unterschiedlicher Weise für diese Funktionen, z.B. kann die Demonstrationsfunktion von Photos,

naturnahen Graphiken oder Videos, aber nicht von abstrahierenden Darstellungen erfüllt werden. Umgekehrt sind für die Konstruktionsfunktion abstrahierende Darstellungen erforderlich, bildhafte Abbildungen sind ungeeignet.

Die Kartographische Kommunikation kann ebenfalls als Lehr- und Lernprozeß aufgefaßt werden, bei dem mittels geeigneter Medien räumliches Wissen erzeugt wird. Dabei haben die Medien je nach Nutzer, Lernziel und -intention verschiedene Funktionen zu unterstützen. Die Karte kann als abstrahierendes Medium nicht alle Funktionen erfüllen, sie muß daher durch weitere Medien ergänzt werden, um einen erfolgreichen Lernprozeß zu gewährleisten. Es gilt also auch im didaktischen Kontext, daß nur eine *Medienkombination* aus Karte und anderen Medien alle für den Lern- und Erkenntnisprozeß erforderlichen Funktionen unterstützen kann.

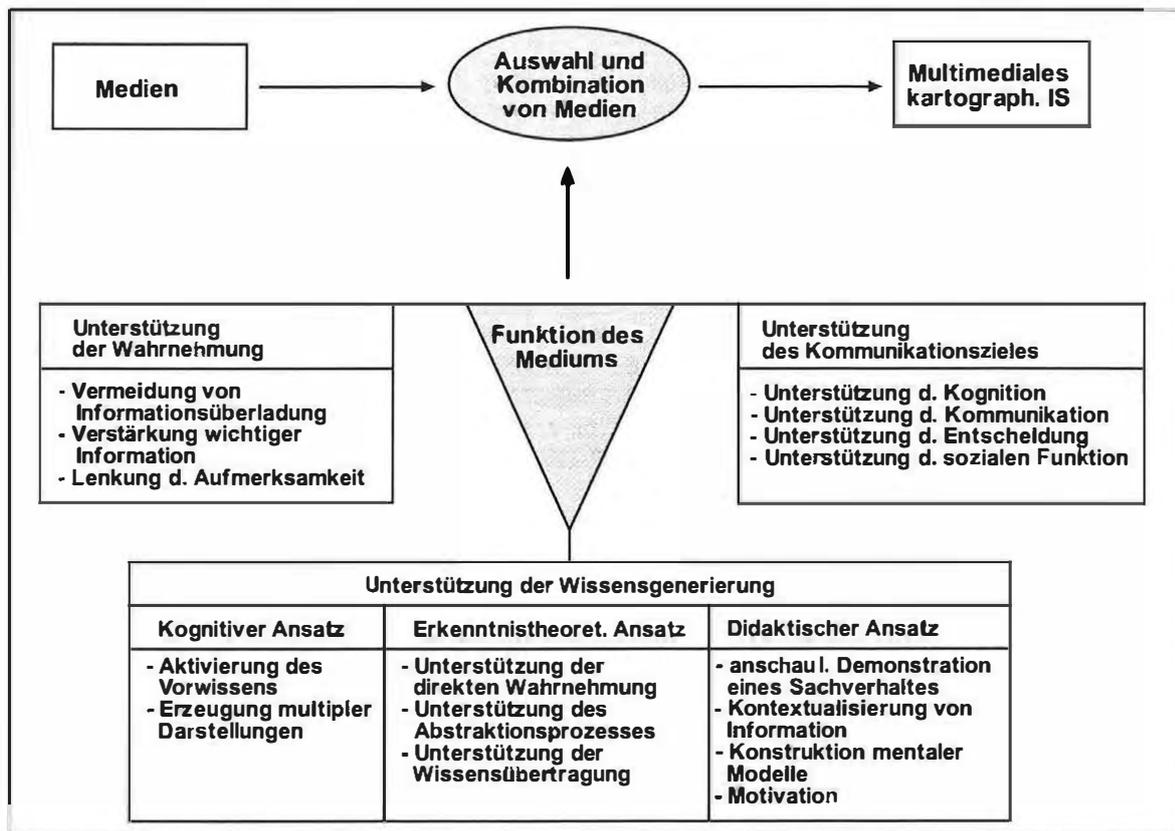
### **2.3 Unterstützung eines definierten Kommunikationszieles**

Gezielte Medienanwendung ist auch Voraussetzung für die Erfüllung eines bestimmten Kommunikationszieles. In der Kartographie wurden unterschiedliche Kommunikationsziele für Karten, die Kartenfunktionen, formuliert (Papay 1973, Freitag 1993). Dies sind die Kognitionsfunktion, die Kommunikationsfunktion, die Entscheidungsfindungsfunktion mit Navigation, räumlicher Planung und Überzeugung sowie die soziale Funktion. Die primären Determinanten für eine Kartenfunktion und damit die Gestaltung einer Karte sind die Erfordernisse und Interessen des Nutzers, sein Wissen über den zu präsentierenden Gegenstand und seine Erfahrung im Lesen der Karte. Überträgt man diese Aussage auf den Bereich von Multimedia, bestimmt die Funktion, also das Kommunikationsziel, nicht nur wie eine Karte zu gestalten ist, sondern auch, welches der zur Verfügung stehenden Medien oder welche Medienkombination das Kommunikationsziel am besten erfüllt. Für alle oben aufgeführten Kartenfunktionen sind Medienkombinationen denkbar, die dem Kommunikationsziel besser dienen als eine einzelne Karte. Zum Beispiel können für die Kognitionsfunktion entsprechend der Erkenntnistheorie realitätsnahe Präsentationen in Form von Bildern, Video oder Originalton und abstrahierende Darstellungen wie Karten kombiniert werden, für die Überzeugungsfunktion kann zusätzlich zu einer Karte eine dreidimensionale, sehr realitätsnahe Animation eingesetzt werden, und für die Kommunikationsfunktion kann Audio in Form von Sprache als dirigierendes, erklärendes Medium zur Unterstützung des Verständnisses genutzt werden.

### **3 Fazit zum Stellenwert der einzelnen Medien in multimedialen kartographischen Informationssystemen**

Die Frage nach dem Stellenwert und der Bedeutung der einzelnen Medien in einem kartographischen Informationssystem läßt sich nach den Ausführungen zur Unterstützung der Wissensvermittlung durch die einzelnen Medien genauer beantworten. Es zeigt sich, daß die Vermittlung räumlichen Wissens durch Medienkombinationen im Gegensatz zur Einzelkarte in vielfacher Hinsicht verbessert werden kann. Jedes Medium hat bestimmte Eigenschaften, die es für die Erfüllung bestimmter Aufgaben geeigneter sein läßt als andere. Die verschiedenen Medien übernehmen dadurch verschiedene Aufgaben in dem komplexen Wissensvermittlungsprozeß. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Funktionen der Medien im kartographischen Kommunikationsprozeß und deren Auswirkung auf die Medienauswahl in einem multimedialen kartographischen Informationssystem. Werden die Medien in einem multimedialen kartographischen Informationssystem entsprechend ihrer Eignung genutzt, sind

sie nicht nur „Beiwerk“, sondern essentielles Mittel zur Erfüllung einer ganz bestimmten Aufgabe im Kommunikationsprozeß. Die Kartographie sollte daher alle Medien in ihren Anwendungsbereich integrieren und sie *gleichberechtigt* für eine verbesserte Informationsvermittlung nutzen.



**Abb. 1:** Medienfunktionen und ihr Einfluß auf Medienauswahl und Kombination in einem multimedialen kartographischen Informationssystem

Die neue Technik Multimedia erfordert ein erweitertes Denken in der Kartographie. Die traditionelle Aufgabe der Erzeugung richtiger, funktionsgerechter Karten muß durch die neue Aufgabe der richtigen und funktionsgerechten Gestaltung multimedialer kartographischer Informationssysteme ergänzt werden. Der Kartograph sollte daher nicht nur eine Karte, sondern er sollte die beste Medienauswahl zur Vermittlung räumlichen Wissens einsetzen können. Durch Multimedia ist das Selbstverständnis der Kartographie zu hinterfragen und neu zu definieren. Gegenstand der Kartographie kann in Zukunft nicht mehr nur allein die Karte sein, sondern es sind alle Medien und zwar im Medienverbund in die Kartographie zu integrieren. Der Kartograph muß zusätzlich zu seinen bisherigen Fähigkeiten ein „Medienredakteur“ werden, der zwar nicht alle Medien selbst erstellen, der aber die Medien für eine bestimmte Kommunikationsaufgabe in einem multimedialen kartographischen Informationssystem nutzen können muß.

## Literaturverzeichnis

- Dransch D.:* MEDIENPSYCHOLOGISCHE ASPEKTE BEIM EINSATZ VON MULTIMEDIA IN GIS. In: *J. Dodt:* GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. Kartographische Schriften, 2, (1997), 26–30.
- Dransch D.:* THEORETICAL ISSUES IN MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. In: *B. Cartwright, G. Gartner, M. Peterson* (Hrsg.): MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Berlin, Heidelberg: Springer. (1999).
- Freitag U.:* (1993) MAP FUNCTIONS. FIVE SELECTED MAIN THEORETICAL ISSUES FACING CARTOGRAPHY. In: *T. Kanakubo* (Hrsg.): Report of ICA-Working-Group to define the main theoretical issues on cartography. (1999), 9-19.
- Hasebrook J.:* MULTIMEDIA PSYCHOLOGIE. Heidelberg. (1995)
- Kimsa P.:* MULTIMEDIA AUS PSYCHOLOGISCHER UND DIDAKTISCHER SICHT. In: *J. Issing, P. Klimsa* (Hrsg.): INFORMATION UND LERNEN MIT MULTIMEDIA. Weinheim. (1995), 7-24.
- Neisser U.:* KOGNITIVE PSYCHOLOGIE. Stuttgart. (1974).
- Papay G.:* Funktionen der kartographischen Darstellungsformen. PETERMANN'S GEOGRAPHISCHE MITTEILUNGEN 117 /3, (1973), 234-239.
- Sališčev K.A.:* O kartograficeskom metode poznanija – Analiz nekotorych predstavlenij o kartografii (Über die kartographische Methode der Erkenntnis-Analyse einiger Auffassungen über die Kartographie). VESTNIK MOSK. UNIV., SER. GEOGRAFIJA. Moskva, 30/1, (1975), 3-12.
- Strittmatter P., D. Mauel:* EINZELMEDIUM, MEDIENVERBUND, MULTIMEDIA. In: *J. Issing u. P. Klimsa* (Hrsg.): INFORMATION UND LERNEN MIT MULTIMEDIA. Weinheim, (1995), 47-64.
- Weidenmann B.:* Abbilder in Multimedia-Anwendungen. In: *J. Issing u. P. Klimsa* (Hrsg.): INFORMATION UND LERNEN MIT MULTIMEDIA. Weinheim, (1995), 107-122.

# Generalisierungsprobleme in Kartographischen Informationssystemen

Theodor Wintges, München

## Zusammenfassung

Die Generalisierung bei der Präsentation der Geometrie- und Sachdaten in Kartographischen Informationssystemen ist noch nicht gelöst. Dieser Beitrag soll auf die noch ungelösten Probleme der Generalisierung hinweisen, insbesondere für die Fälle, wo es bei gleichem Thema über unterschiedliche Maßstäbe einer Maßstabsreihe hinweg zu einer kartographischen Lösung kommen soll. Bei der Fokussierung auf die Problematik geht es nicht darum, ob die Geometrie- und Sachdaten maßstabslos vorliegen oder an Kartenmaßstäbe in einer durch verschiedene Maßstäbe gesteuertes Informationssystem gebunden sind. Orientiert an den Darstellungsgrundsätzen der thematischen Kartographie stellt sich die Frage, ob in einem Kartographischen Informationssystem der Anwender nur eine inhaltlich-redaktionelle Generalisierung durchführen kann, ob er den Qualitätsumschlag regulieren kann oder ob er in die Lage versetzt wird, den richtigen Formvereinfachungsalgorithmus einsetzen zu können, um ein vernünftiges und gutes Ergebnis zu erzielen.

## Abstract

The generalization in cartographic information systems for the presentation of data is not solved yet. This contribution should give an idea to the problems of generalization of geometrical data or statistical data mainly in a succession of scales. Therefore it is out of any significance whether an information system is run by maps with different scales or the scales are given by the different data. Important is that there does not exist a directly way of a generalized data presentation. So it seems that the user of an application in a cartographic information system only can manage the generalization by the presentation of groups of phenomena as collective units, or by the interpretation as parts of large structures. Not possible seems to be the scale-determined generalization for the example that the information system runs by maps with different scales and there are more difficulties too, if the solution must fulfill the selection and simplified representation of detail appropriate to the scale and / or the purpose of a map.

## 1 Einleitung

Um die Schwierigkeiten der Generalisierung in einem Kartographischen Informationssystem besser einschätzen zu können, ist es zunächst notwendig, zu beschreiben, wie die Datenpräsentation aufgebaut werden kann. Generell sind Geometrie- und Sachdaten als maßstabslos anzusehen. Damit gelten die Bedingungen: wird die richtige Wahl der graphischen

Möglichkeiten der Geometrie- und Sachdaten vorgenommen, dann lassen sich beide für einen bestimmten Maßstabbereich visualisieren. Voraussetzung für eine akzeptable kartographische Lösung sind die Qualität und der Ausgangsmaßstab der Datenerfassung. Mit dieser Feststellung ist bereits klar, daß die gewählte Darstellung nicht beliebig für eine Maßstabsreihe fortgesetzt werden kann, denn sind die Geometriedaten administrativer Flächen im Maßstab 1:10.000 erfaßt worden, dann wird eine Visualisierung mancher Flächen in beispielsweise dem Maßstab 1:1 Mio. für manche Flächen unmöglich sein, da sie unter der Wahrnehmbarkeitsgröße des menschlichen Auges liegen werden. Legt man hingegen die Bedingungen in der Form fest, daß das Informationssystem von vornherein kartengesteuert ist, dann müssen bestimmte Generalisierungsbedingungen erfüllt sein. Für den genannten Fall ist das Kartographische Informationssystem ein hybrides System, denn es verwaltet Rasterdaten (z.B. topographische Karten) wie auch Vektordaten (z.B. administrative Bezugsflächen). Raster- wie auch Vektordaten erfüllen für den dann angegebenen Maßstab die Bedingungen einer eindeutigen Visualisierung der thematischen Aussagen.

## **2 Funktionsspektrum der Datenpräsentation**

In einem Kartographischen Informationssystem ist ein entscheidender Bestandteil das Funktionsspektrum für die Datenpräsentation wie auch der Datenvisualisierung der Geometrie- und Sachdaten. Die Aufgabenbereiche der Datenpräsentation bzw Datenvisualisierung werden dabei von unterschiedlichen Wesensmerkmalen geprägt. In aller Regel schafft der Nutzer durch die Anzahl selektierter Sachdatensätze, die in Korrelation zu den geometrischen Grundformen (Geometriedaten) der Linie, des Punktes oder der Fläche stehen, eine Abhängigkeit beider zueinander. Durch diese getroffene Auswahl werden dem Nutzer Funktionen an die Hand gegeben, die es ihm erlauben, die Darstellungsformen zu wählen, die es ermöglichen, die Geometrie- und Sachdaten kartographisch umzusetzen. Dabei obliegt es ihm, die Kombinationsmöglichkeiten der Präsentation entsprechend zu nutzen. Wie A. Rauner (Rauner,1999, S. 101) in ihrer Dissertation untersuchte, werden in einem Kartographischen Informationssystem überwiegend folgende Darstellungsmöglichkeiten angeboten .

Sie sind in ihrer Aussage qualitativ bzw. qualitätsbetont, somit merkmalsorientiert und haben entweder

- Punktbezug und sind damit Positionssignaturen oder haben
- Linienbezug und sind demnach Linearsignaturen oder besitzen
- Flächenbezug und lassen sich darstellen als Flächensignaturen in Form einer arealen Darstellung bzw. mit Hilfe qualitativer Flächenfärbung.

Bei entsprechender Datenerweiterung im Sachdatenbereich können in derartigen Applikationen unter dem Gesichtspunkt der quantitativen bzw. quantitativbetonten, somit der mengenorientierten Zuordnung auch weitere Darstellungsformen realisiert werden. Solche mit

- Punktbezug führen zu lokalisierten Diagrammen (Orts- und Gebietsdiagrammen), jene mit
- Linienbezug zu Banddiagrammen und mit
- Flächenbezug zu Flächenkartogrammen, Kartodiagrammen, richtungsbezogenen Kartodiagrammen, Felderkartogrammen oder Punktkartogrammen.

### 3 Modellierungsprozeß und Generalisierung

In aller Regel läuft der kartographische Modellierungsprozeß - die Datenvisualisierung - in diesen kartographischen Applikationen über differenziert gestaltete Bildschirmformulare ab, in denen Wahlmöglichkeiten zur Farbgestaltung, zu den Formaten der graphischen Gestaltungselemente, zu den Diagrammformen oder der Klassifikation der Sachdaten enthalten sein können. Somit kommt es nutzerseits zu selektiven, mathematischen wie auch graphischen Eingriffsmöglichkeiten. An dieser Stelle könnte danach gefragt werden, ob hier bereits die Steuerung der Generalisierungsparameter erfolgt. Zunächst muß man dies in Zweifel ziehen, da bei einem kartengesteuerten Kartographischen Informationssystem erst die Hintergrundkarte (Rasterdaten) z.B. im Maßstab 1:50.000 ausgewählt wird. Diese wird mit Geometriedaten (z.B. den Gemeindeflächen) überlagert, die zum Bestand des kartographischen Modellierungsprozesses gehören. Ergänzt wird der kartographische Modellierungsprozeß durch die Datenpräsentation von Sachdaten (z.B. ein spezielles zu einem entsprechenden Thema passendes Diagramm). Bringt man dieses Diagramm zur Datenvisualisierung, dann besteht eine Korrelation zwischen dem Karten- und dem Diagrammaßstab. Der Anwender ist hier angehalten, die Auswahl von Karten- und Signaturen- bzw. Diagrammaßstab selbst zu treffen. So gibt es keine Garantie, daß die festgelegte kartographische Lösung für das Diagramm, wie diese für den Maßstab 1:50.000 gewählt wurde, auch für einen Maßstab 1:200.000 funktionieren wird. Der kartographische Modellierungsprozeß kann demnach für eine Maßstabsreihe eines gleichen Themas nur dann gelingen, wenn entsprechende Generalisierungsparameter berücksichtigt worden sind. In dem erwähnten kartographischen Modellierungsprozeß sind die kartographischen Variablen der Kartenzeichen vom Nutzer individuell veränderbar. Setzt man voraus, daß der Nutzer die Gestaltung kartographisch sinnvoll durchführt, dann können bei ein und demselben Datensatz gegebenenfalls unterschiedlich aussehende Displays erzeugt werden. Die von ihm für die graphische Umsetzung festgelegten Parameter sind in der Datenbank dauerhaft gespeichert. Der Anwender hätte somit die Möglichkeit, für unterschiedliche Maßstäbe bei gleichem Thema die Generalisierungsparameter abzulegen, wenn die Bedingungen für die Generalisierung der thematischen Karte festgelegt wären. Dies ist jedoch in aller Regel in derartigen Applikationen nicht der Fall, was darauf zurückgeführt werden kann, daß die Mehrzahl der sicher nicht kartographisch vorgebildeten Nutzer nicht in der Lage sein wird, die Regeln der thematischen Generalisierung richtig einzusetzen.

### 4 Generalisierungsprobleme

Wo liegt in einem Kartographischen Informationssystem tatsächlich das Problem der Generalisierung? Nimmt man an, daß eine ausgewählte kartographische Darstellung eines zu bewertenden Datensatzes einen bestimmten Diagrammaßstab aufgrund der bestehenden Minima und Maxima im Datensatz erfordert, dann wird das Generalisierungsproblem schnell erkennbar. In einem kartengesteuerten Kartographischen Informationssystem kann der Weg der Bearbeitung nur funktionieren, wenn zunächst eine Beziehung der Sach- zu den Geometriedaten geschaffen wird. Dann sind die dazu passenden Rasterdaten (Hintergrundkarte) auswählbar. Wählt man hingegen den umgekehrten Weg, dann entscheidet sich der Wert für den Diagrammaßstab, eventuell auch die Anzahl der für die Datenvisualisierung verwendbaren Diagramme, am Maßstab der Hintergrundkarte. Dem Nutzer wird nur die Möglichkeit gegeben, einen entsprechenden Betrachtungsmaßstab zu wählen, damit er über die eingeblendete Karte im Raum sich orientieren und entscheiden kann, ob er in dem vorliegenden Maßstab sein Thema

bearbeiten will. Änderungen des Betrachtungsmaßstabes sind nur in dem Rahmen möglich, in dem das Diagramm, aber auch der Punkt-, Linien- oder Flächenbezug eine nicht zwingend erforderliche thematische Generalisierung gewährleisten. Das bedeutet, der Nutzer kann zwar den zu betrachtenden oder zu bewertenden Kartenausschnitt selbst bestimmen, jedoch steuert er hiermit noch keinen Generalisierungsprozeß. Ohne bekannte Generalisierungsparameter, die nur sehr bedingt veränderbar sein dürfen, ist bei einem kartengesteuerten - damit maßstabsabhängigen (Rasterdaten) - oder auch maßstabslosen (Vektordaten) Kartographischen Informationssystem die Datenpräsentation zu einem Thema in einer Maßstabsreihe nicht realisierbar. Bestandteil der Definition eines Kartographischen Informationssystems nach Rauner (Rauner, 1999, S. 30) ist die Aussage, daß ein solches Informationssystem auf jeden Fall kartengesteuert ist, d.h., der Maßstab der Kartendarstellung wird in erster Linie über die Auswahl der Hintergrundkarte festgelegt. Bezieht man das Problem der notwendig werdenden Generalisierung mit ein, dann stellt sich die Frage, ob ein derart gestaltetes Kartographisches Informationssystem so aufgebaut werden kann, daß der Prozeß der thematischen Generalisierung in verschiedenen Maßstäben (unterschiedliche topographische Karten) einer Maßstabsreihe automatisch ablaufen kann.

Derzeit gilt bei den bekannten Applikationen, daß in Abhängigkeit der Datensätze (Sachdaten) oder in Abhängigkeit der Kartenmaßstäbe (Geometriedaten) für einen spezifischen Sachverhalt die Generalisierung der graphischen Variablen formulargesteuert festgelegt wird. Das bedeutet, entweder paßt der entsprechende Sachdatensatz zu den Geometriedaten oder der Geometriedatensatz paßt zu den Sachdaten, damit eine vernünftige kartographische darstellungsprinzipiengemäße Gestaltung und damit auch Visualisierung gelingt.

Der eindeutigere Weg, maßstabsüberschreitend die Generalisierung anzugehen, könnte aber auch bedeuten, daß die folgenden Bedingungen eingehalten werden müssen. Aufgrund der Tatsache, daß der Nutzerkreis die Gestaltung eines Kartographischen Informationssystems beeinflusst, könnte gelten, daß seitens des Anwenders nur eine inhaltlich-redaktionelle Generalisierung ausgeführt werden kann.

An einem Beispiel erläutert heißt das, die Geometriedaten sind administrative Bezugsflächen, und die Sachdaten liegen in Prozent- oder in Absolutwerten vor. Die Geometriedaten wurden im Maßstab 1:10.000 oder darunter erfaßt, d.h. der Flächenbezug gilt für diesen Maßstabsbereich, nicht jedoch für andere Folgemaßstäbe. Damit ist die Aggregation von Flächen auf Baublockgröße oder als Stadtteilbezirk gemeint. In einer solchen Größenordnung ist eine Fläche in einem Maßstab 1:500.000 nicht mehr visualisierbar. In der Regel sind die Sachdaten durch eine Indexverknüpfung an die Geometriedaten gebunden und stehen damit nicht beliebig für Folgemaßstäbe zur Verfügung.

Man darf davon ausgehen, daß der Nutzer die Elemente, die er darstellen will, auswählt, wobei hier bereits durch die Formularstruktur eine aus der Sicht der kartographischen Gestaltungslehre bekannte Selektion erfolgt. Bei einer analytischen (monothematischen) Karte kann dies bedeuten, er selektiert die einzelnen Elemente für das entsprechende Thema, wie die Anzahl der Klassen, die Art der Klassifikation etc. Bei einer komplex-analytischen (polythematischen) Karte würde das heißen, der Nutzer muß in die Lage versetzt werden können, daß er mehrere Themen auswählen und miteinander verknüpfen kann. Die obere Grenze dieses Prozesses, der inhaltlich-redaktionellen Generalisierung, stellt die gute kartographische Visualisierung dar. Damit ist die visuelle Kartenbelastung gemeint oder, was kann der Nutzer in einer akzeptablen Zeit dem Kartenbeispiel an Informationen zweifelsfrei entnehmen. Dies ist sicher eine abhängige Menge der jeweils darzustellenden Objekte, wobei das aber auch nutzerabhängig zu einem subjektiven Eindruck führen kann.

Kommt man auf das oben angeführte Beispiel zurück, dann ist darüber hinaus eine Begriffsgeneralisierung denkbar. Bei diesem Ansatz werden Datensätze mit gleichen qualitativen Merkmalen mit Hilfe von Selektionsschlüsseln zusammengefaßt. Gleichmaßen lassen sich auch quantitative Merkmale zusammenfassen, das bedeutet, daß die Änderung von Wertgruppen zu einer Objektgeneralisierung führt. Die Generalisierungsmöglichkeit der Klassifizierung ist, bezogen auf Datenmengen, immer anwendbar, sollte aber für den nichtkartographischen Nutzer eindeutig maßstabsübergreifend vorgefertigt sein.

Der alles entscheidende Generalisierungsschritt ist der Qualitätsumschlag. Hier ist es erforderlich, das Darstellungsmittel zu ändern, wobei Kartenmaßstab wie auch Diagrammaßstab in Betracht kommen können. Ein derartiger Ansatz ist reversibel, denn beide Geometriedateninformationen (Flächen- wie auch Punktinformation) können parallel in der Datenbank existieren. Das bedeutet, für ein und dieselben Geoobjekte bestehen zwei Geometriedatensätze. Für diesen Fall ist eine redundante Datenhaltung aus Datenpräsentationsgründen dringend erforderlich. Sind geometrische, topologische und thematische Änderungen notwendig, dann ist dies jeweils für getrennte Geometriedatensätze durchzuführen.

## 5 Fazit

Mit den bisherigen Lösungsansätzen ist ein Teilbereich der thematischen Generalisierung befriedigend erfüllbar, jedoch können sie in der Mehrzahl der Fälle noch nicht maßstabsübergreifend angeboten werden. Neben diesen Schwierigkeiten der optimalen kartographischen Präsentation ist in Kartographischen Informationssystemen die graphische Generalisierung nicht gelöst. Die Algorithmen für den Verdrängungs- wie Formvereinfachungsprozeß (thematisch-inhaltlich) sind ebenso zu entwickeln, wie für die vereinfachte Klassifikation, die gekoppelt sein muß mit den Karten- und Signaturen- bzw. Diagrammaßstäben. Obendrein muß es ein vorrangiges Ziel sein, die Interaktivität des Anwenders zu minimieren, da man ihm mehrheitlich die kartographische Kompetenz nicht zusprechen kann. Oder aber der Entwickler muß die Routinen so erarbeiten, daß auch der kartographische Laie auf diesem angebotenen Weg zu sinnvollen kartographischen Lösungen kommen kann.

## Literaturverzeichnis

- Amberger, E.:* HANDBUCH DER THEMATISCHEN KARTOGRAPHIE. Wien: Franz Deuticke. (1966).  
*Hake, G. und D. Grünreich:* KARTOGRAPHIE, 7. Aufl. Berlin: Walter de Gruyter. (1994).  
*Imhof, E.:* THEMATISCHE KARTOGRAPHIE. Berlin: Walter de Gruyter. (1972).  
*Rauner, A.:* KARTOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM (KIS). Eine Applikation für die kartographische Modellierung und Analyse raumbezogener Daten unter besonderer Berücksichtigung software-ergonomischer Aspekte. Dissertation. Technische Universität Dresden (1999).  
*Töpfer, F.:* KARTOGRAPHISCHE GENERALISIERUNG. Leipzig: VEB Hermann Haak, Gotha. (1979).

## **Autorenverzeichnis**

### **Birsak Lukas, Mag.**

Verlag Ed. Hölzel, Jochen-Rindt-Str. 9, 1230 Wien, e-Mail: eduard.hoelzel@telecom.at

Geburtsjahr 1959, Studium der Kartographie am Institut für Geographie der Universität Wien, Diplom 1985, daneben Studium des Konzertfaches Gitarre und Laute am Mozarteum Salzburg, Abschluß 1984. 1985-86 Mitarbeiter der Kartensammlung am Institut für Geographie der Universität Wien, 1986 Kartenredakteur beim Verlag Ed. Hölzel, seit 1987 Verlagsleiter Atlanten und elektronische Medien. Seit WS 1988/89 Lehrauftrag "Einführung in die Kartenkunde" an der Universität Wien. Arbeitsschwerpunkte: Schulkartographie, Multimedia-Kartographie, Theoretische Kartographie.

### **Bitter Ralf, Dipl.-Geogr.**

Fregestraße 34a, D-12161 Berlin, e-Mail: sie@ivu.de

Geburtsjahr 1963, Studium der Geographie (Fachbereich Geowissenschaften) an der Freien Universität Berlin. 1993 bis 1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fachrichtung Kartographie am Institut für Geographische Wissenschaften (Fachbereich Geowissenschaften) der Freien Universität Berlin. Seit 1998 Auseinandersetzung mit dem Dissertationsthema „Kognitive Karten und Kartographie“.

### **Bollmann Jürgen, Univ.-Prof. Dr. rer.nat.**

Abteilung Kartographie im FB Geographie/Geowissenschaften, Universität Trier, D-54286 Trier. e-Mail: bollmann@uni-trier.de

Geburtsjahr 1944, Studium der Kartographie an der Technischen Fachhochschule Berlin, Kartographie und Regionalplanung an der Freien und TU Berlin, Diplom 1976, Promotion 1980, Hochschulassistent für Kartographie und Leiter der rechnergestützten Kartographie an der FU Berlin von 1980 bis 1986, Habilitation 1986, seit 1987 Universitätsprofessor für Kartographie in der Fachgruppe Geographie/Geowissenschaften der Universität Trier. Arbeitsschwerpunkte: Rechnergestützte Kartographie, Kartographische Informationssysteme in den Geowissenschaften, Kartographische Perzeptionsforschung und Zeichenformalisierung.

### **Borchert Axel, Dipl.-Geogr.**

TOPOS – Geoinformation & Multimedia Consult, Olympische Str. 6, D-14052 Berlin, Tel:+49-30-308- 12 152.

Geboren 1966 in Berlin. Berufsausbildung zum Industriekaufmann bis 1988 mit anschließender Marketingtätigkeit in Berlin. 1989-1994 Studium der Geographie, Kartographie und Biologie in Berlin und Waterloo, Ontario, Kanada. 1994 Diplom in Geographie an der FU Berlin. Von 1994-1999 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand bei Prof. Freitag, FU Berlin. Seit 1998 selbständige Unternehmung im Bereich digitale Kartographie mit Schwerpunkt Internetkartographie.

### **Brunner Kurt, Univ.-Prof. Dr.-Ing.**

Institut für Photogrammetrie und Kartographie, Universität der Bundeswehr München, D-85577 Neubiberg, e-Mail: kurt.brunner@unibw-muenchen.de

Geburtsjahr 1945. Lehre als Landkartentechniker, danach Ingenieurschulstudium der Kartographie, Studium des Vermessungswesens an der TU München, 1972-1979 Wissenschaftlicher Assistent. 1977 Promotion. 1979 - 1988 Professor für Kartographie an der Fachhochschule Karlsruhe. Seit 1988 Universitätsprofessor für Kartographie und Topographie an der Universität der Bundeswehr München. Hauptarbeitsgebiete: Digitale Arbeitsmethoden in der Kartentechnik, Topographische Kartographie, Hochgebirgskartographie.

**Buziek Gerd, Dr.-Ing.**

Institut für Kartographie der Universität Hannover, Appellstr. 9a; D-30167 Hannover, e-Mail: buziek@ifk.uni-hannover.de

Studium des Vermessungswesens an den Universitäten Braunschweig und Hannover. Danach vornehmliches Interesse an ausgewählten Themen der Geoinformatik (digitale Erfassung, Optimierung und Modellierung bathymetrischer Geo-Daten). Bis März 2000 tätig als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Kartographie der Universität Hannover. Im Rahmen des Habilitationsverfahrens wissenschaftliche Beiträge zur kartographischen Visualisierung im Umfeld von Geo-Informationssystemen unter besonderer Berücksichtigung von Einflüssen der menschlichen Wahrnehmung und der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie. Mitglied in der Kommission "Visualization and Virtual Environments" der International Cartographers Association (ICA) und in nationalen Facharbeitsgruppen des Deutschen Vereins für Vermessungswesen und der Deutschen Gesellschaft für Kartographie. Ab März 2000 tätig als Produktmarketingmanager bei der Firma SICAD Geomatics.

**Buzin Reiner, Dipl.-Ing.**

Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene. Am Loferfeld 42, D-81249 München. (0)89 8643134. e-Mail: rbuzin@bfs.de

Geburtsjahr 1953. Diplomierung 1979 an der Fachhochschule München, Fachbereich 08, Studiengang Kartographie. 1975 - 1980 Mitarbeiter beim Karl-Wenschow-Verlag, München. 1980 - 1989 Vermessungs- und Katasteramt der Stadt Dortmund, Aufbau der digitalen Kartographie, zuletzt Leitung der Thematischen Kartographie. 1980 Ausbildung beim Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn-Bad Godesberg. 1983 und 1987/88 Auslandsaufenthalt in Neuseeland, wissenschaftlicher Austausch mit der Science Information Division (SID) des Department of Scientific and Industrial Research (DSIR), Wellington und Tätigkeit bei Desktop Publishing, Auckland. Seit 1989 Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Neuherberg. Tätig am Projekt Integriertes Meß- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS), zuständig für den Bereich GIS und Visualisierung. Seit 1990 Schriftführer des DGfK - Landesvereins Südbayern. Initiator der seit 1997 stattfindenden Multimedia-Werkstatt des LV; Mitglied in den DGfK - Arbeitskreisen Umweltkartographie und Rechtsfragen. Seit 1996 nebenberufliches Promotionsstudium an der TU Dresden. Arbeitsschwerpunkte: GIS, digitale Kartographie sowie Mensch und Multimedia.

**Dransch Doris, Dr. rer.nat.**

FU Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften, Fachrichtung Kartographie e-Mail: carcom.gis@berlin.snafu.de

Studium der Geographie und Kartographie an der Freien Universität Berlin. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind kartographische Animation, Visualisierung und der Einsatz neuer Medien in Kartographie und GIS. Als Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Freien Universität

Berlin, an der University of Nebraska at Omaha und an der Universität Rostock wurde an diesen Themen gearbeitet. Promotion 1995 mit dem Thema „Temporale und nontemporale Computer-Animation in der Kartographie“. Derzeit Habilitationsstipendiatin an der Freien Universität Berlin.

**Kelnhofer Fritz, o. Univ.-Prof. Dr.phil.**

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karls-gasse 11, 1040 Wien,  
e-Mail: kelnhofer@tuwien.ac.at

Geburtsjahr 1940, 1954-1962 kartographische Ausbildung und berufliche Tätigkeit als Kartograph bei der kartographischen Anstalt Freytag-Berndt & Artaria KG, Wien, 1962-1968 kartographischer Sachbearbeiter für den „Atlas der Republik Österreich“ in der Kommission für Raumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1962-1969 Studium der Geographie, Soziologie, Meteorologie und Geophysik an der Universität Wien, 1969 Promotion (Geographie/Kartographie), 1970-1978 Universitätsassistent am Institut für Geographie und Leiter der Abteilung für Angewandte Kartographie am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Bualterpläne österreichischer Städte u.a.), 1979-1983 Universitätsdozent, ab 1984 Professor für Kartographie und Reproduktionstechnik an der Technischen Universität Wien (Atlas Ost- und Südosteuropa, Atlas Österreich – Raum und Gesellschaft), 1985-1993 Direktor des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Arbeitsschwerpunkte: Methodologie der Kartographie, Reproduktionstechniken, digitale Arbeitsverfahren, kartographische Informationssysteme.

**Uthe Anne-Dore, Dr. rer.nat**

Babelsberger Str. 52, D-10715 Berlin, e-Mail: uthbo@t-online.de

Studierte von 1977-1984 Geographie, Ökologie und Kartographie an der Freien Universität Berlin. Promotion 1987 mit dem Thema „Kartographische Kommunikationsschnittstelle zur Verarbeitung geowissenschaftlicher Daten“. Wissenschaftliche Assistentin von 1987 – 1993 in der Fachrichtung Kartographie am Institut für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin. Zur Zeit Projektleiterin für die Entwicklung und den Aufbau des Informationssystems Städtebau am Institut für Stadtentwicklung und Wohnen des Landes Brandenburg.

**Wintges Theodor, Prof. Dr. rer.nat.**

Fachbereich 08 Vermessung und Kartographie, Fachhochschule München, University of Applied Sciences, Department of Surveying and Cartography, Karlstr. 6, D-80333 München, e-Mail wintges@vm.fh-muenchen.de

Geburtsjahr 1947. 1970 bis 1978 Studium an der Fachhochschule München (Kartographie) und an der Ludwig Maximilian Universität München (Geographie und Geologie) sowie an der Technischen Universität (Raumordnung und Landesplanung). 1983 Promotion in Physischer Geographie. 1979-1985 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Bis 1987 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung, München. Seit 1987 Hochschullehrer an der Fachhochschule München mit den Lehrgebieten Kartenentwurf, Kartenoriginalherstellung, Thematische Kartographie, Planung, Geographie. Seit 1995 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kartographie und Vizepräsident der Alfred Wegener-Stiftung der wissenschaftlichen Abteilung Kartographie und Geoinformation.