

GEWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft Nr. 58, 2002

TELEKARTOGRAPHIE UND LOCATION BASED SERVICES

Herausgegeben von
Fritz Kelnhofer und Mirjanka Lechthaler,
Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik TU Wien
und
Kurt Brunner,
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie UniBw München



Veröffentlichung des Instituts für
Kartographie und Geo-Medientechnik

GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft Nr. 58, 2002

TELEKARTOGRAPHIE UND LOCATION BASED SERVICES

Herausgegeben von
Fritz Kelnhofer und Mirjanka Lechthaler
Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik TU Wien
und
Kurt Brunner
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie UniBw München



Veröffentlichung des Instituts für
Kartographie und Geo-Medientechnik

Herausgeber:

O. Univ.-Prof. Dr. Fritz Kelnhofer und Ass. Prof. Dr. M. Lechthaler
Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik
Technische Universität Wien

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kurt Brunner
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie
Universität der Bundeswehr München

Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge liegt bei den jeweiligen Autoren.

Die Kosten für den Druck wurden aus der ordentlichen Dotation des Institutes für Kartographie und Geo-Medientechnik der Technischen Universität Wien bzw. aus den Teilnahmegebühren der Symposiumsteilnehmer getragen.

Medieninhaber: © Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik TU Wien

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

Vorwort

Die neuesten Entwicklungen in den Telekommunikationstechnologien schaffen ein Umfeld für ein permanentes Kommunikationsangebot, welches plakativ mit „Information – immer und überall“ charakterisiert werden kann. Die dahinter stehende Technologie des „mobilen Internets“ ermöglicht es der Kartographie, bereits eine große Zahl der aus dem „herkömmlichen“ Internet zur Verfügung stehenden medialen Möglichkeiten auch in den mobilen Nutzungsbereich zu übernehmen. Die relative Kleinheit der Displays stellt natürlich ein nicht unbeträchtliches Hindernis für kartographische Anwendungen dar, was voraussichtlich eine Spezialisierung auf bestimmte Aufgabenbereiche bewirken könnte, die vor allem im Zusammenhang mit der simultanen Nutzerorientierung gesehen werden können.

Der vorliegende Sammelband „Telekartographie und Location Based Services“ ist gemäß der aufgegriffenen Fragestellungen in der Kontaktzone zweier unterschiedlicher Konzepte räumlicher Informationsübermittlung bzw. räumlicher Navigationsstrategien positioniert. Das Konzept „Telekartographie“ arbeitet auch im Rahmen des mobilen Internets mit kartographischen Darstellungen oder Topogrammen, die – soweit dies eben möglich ist – sowohl die kognitive räumliche Modellbildung wie auch die räumliche Orientierung und Navigation des individuellen Nutzers unterstützen sollen. Den so genannten „Location Based Services“ wird vielfach ein „verbal orientiertes“ (d.h. skriptives oder auditives) Konzept supponiert, welches auf Kartographie weitestgehend verzichtet und strategisch auf eine eher „dirigistische“ Nutzerleitung im Raum setzt. Natürlich sind zwischen diesen beiden Extrempositionen im Vermitteln und Inwertsetzen räumlicher Informationen unterschiedliche, konzeptionelle Verschnitte denkbar, welche dann optimal auf bestimmte Applikationen abgestimmt werden können. In diesem Sinne ist die inhaltliche Gliederung des Symposiums und des Tagungsbandes angelegt, indem aus den extremen konzeptionellen Sichten nicht nur die Pros und Kontras der denkbaren Konzepte ventiliert, sondern auch mögliche Lösungsstrategien kritisch durchleuchtet werden.

Den Herausgebern ist es ein Bedürfnis, den Mitarbeitern des vorliegenden Bandes für ihre Beiträge und ihre Akzeptanz vorgegebener technologischer Rahmenbedingungen zu danken. Besonderer Dank gilt A. Pammer, S. Uhlirz (IkgeoM, Wien) und U. Kleim (Kart+Top, München), welche für die reibungslose technische Umsetzung Sorge getragen haben.

Fritz Kelnhofer und Mirjanka Lechthaler, IkgeoM, Wien
Kurt Brunner, Kart+Top, München

Wien, im Jänner 2002

Inhaltsverzeichnis

KONZEPTE IM TRANSFER UND IN DER NUTZERINWERTSTELLUNG RÄUMLICHER INFORMATIONEN

3

Kelnhofer, Fritz: Kartographie und Tele-Kommunikation

SYMPOSIUMSBEITRÄGE

„Mobile Internet“ und Nutzerpositionierung

27

Pammer, Andreas und Georg Gartner: „Mobile Internet“ als Voraussetzung für die Telekartographie

41

Retscher, Günther: Diskussion der Leistungsmerkmale von Systemen zur Positionsbestimmung mit Mobiltelefonen als Basis für Location Based Services (LBS)

Wahrnehmung und Kartengraphik auf Kleinbildschirmen

61

Buziek, Gerd: Geoinformation im mobilen Internet – Aspekte der Kommunikation und Wahrnehmung

77

Brunner, Kurt und Stefan Neudeck: Graphische und kartographische Aspekte der Bildanzeige

Multimedia Konzepte in der mobilen Informationserschließung

87

Scharlach, Holger und Jean-Claude Müller: Multimediale thematische Kartographie auf Handheld PCs: Potentiale und Grenzen

99

Meng, Liqiu: Zur selbsterklärenden multimedialen Präsentation für mobile Benutzer

„Location Based Services“: Basiskonzepte

111

Winter, Stephan: Ontologisches Modellieren von Routen für mobile Navigationsdienste

125

Reichenbacher, Tamasch: Adaptive Visualisierung von Geodaten für Location Based Services - ein konzeptionelles Framework

135

Ladstätter, Peter: Location Based Services: bloßer Hype oder reale Wertschöpfung

147

Sollberger, Alexander: Von der Tradition zur Innovation – vom klassischen Verkaufsgeschäft zu Location Based Services

„Location Based Services“: Applikationen

155

Magenschab, Georg: Der MobilGuide der Mobilkom Austria als Beispiel eines LBS – Konzepte, bisherige Erfahrungen, zukünftige Entwicklungen

163

Reinhardt, Wolfgang, Florian Sayda und Elmar Wittmann: Location Based Services für Bergsteiger und Wanderer – erste Erfahrungen mit VISPA

171

Lechthaler, Mirjanka und Susanne Uhlirz: LoL@-City Guide. Prototyp einer kartenbasierten UMTS-Applikation

ANHANG

185

Anschriften der Autoren

**KONZEPTE IM TRANSFER
UND IN DER NUTZERINWERTSTELLUNG
RÄUMLICHER INFORMATIONEN**

Kartographie und Tele-Kommunikation

Fritz Kelnhofer, Wien

Zusammenfassung

Als Telekommunikation im eigentlichen Sinn kann eine Informationssender/Informationsempfänger-Relation verstanden werden, bei der sich die Kommunikanten an verschiedenen Orten befinden. Die Übermittlung räumlicher Informationen mit Hilfe kartographischer Informationspräsentation ist dem Basiskonzept nach eine Telekommunikationsform. Ausgehend von einer Betrachtung der Modellierungskonzepte der raumbezogenen Daten- und Informationserfassung, erfolgt eine Charakterisierung kartographischer Modelle, die als spezielle Visualisierungsformen räumlicher Informationen unter den Rahmenbedingungen ihrer Maßstäblichkeit und den perzeptiven Möglichkeiten ihrer Rezipienten gestaltet werden. Diese kartographischen Modelle bilden im Allgemeinen die Grundlage für die nutzerseitige räumliche Kognitionsmodellgenerierung. Im Anschluss daran wird der Wandel in den kartographischen Informationstransferkonzepten näher betrachtet, wobei exemplarisch die Diskussion über eine Neufassung des Begriffes Karte, die sich abzeichnenden Veränderungen in der Relation zwischen Kartograph und Kartenutzer ebenso wie Bestrebungen, Karten in ihrer Verwendung als Orientierungs- und Navigationsmedium durch „systemgeleitete Dienste“ zu substituieren, eingehender diskutiert und bewertet werden.

Summary

Telecommunication in an actual sense can be defined as a kind of information interchange where the communicators are situated at different places. Therefore the transmission of spatial information by means of cartography can be seen as a special concept of telecommunication. Proceeding from a discussion of modelling concepts concerning spatial information acquisition cartographic models are characterized as special kinds of visualization of spatial information which are designed in consideration of map scales and perceptual conditions of map users. In general these cartographic models are the basis for generating user-defined spatial cognition models. Stress is laid on the change of cartographic concepts of information transfer and so by example the definition of map and the relationship of map-making and map-using is also discussed as those efforts of substituting maps by system-guided services.

1 Einleitung

Betrachtet man die Zusatzbegriffe, mit welchen man in den vergangenen 50 Jahren Arbeitsbereiche in der Kartographie gekennzeichnet hat, so spiegeln diese den methodisch-technischen

Wandel der Kartographie wider. Wurden in den 50iger und 60iger Jahren durch Begriffsbildungen wie Umweltkartographie u. ä. eher sachthematische Aspekte in den Vordergrund gestellt, so ist mit dem Beginn der 70iger Jahre eine Hinwendung zu technologischen Bereichen – wie etwa mit dem Begriff Digitalkartographie u. ä. – festzustellen. In jüngster Zeit wird offensichtlich das Informationstransportmedium präferiert, wodurch neue Bezeichnungen wie Internet-Kartographie oder Tele-Kartographie entstanden sind. Bei allen diesen Begriffskombinationen war es klar, dass – gegebenenfalls unter verschiedenen Aspekten, aber auf jeden Fall – Kartographie durchgeführt wurde. Mit der Bezeichnung „location based services“ werden aus eher kommerzieller Sicht Offerte zur Nutzung von Rauminformationen angeboten, die zum Teil unter bewusstem Verzicht auf kartographische Informationsaufbereitung auf andere Formen der Kommunikation setzen, wenngleich von der Aufgabenstellung her diese Informationsangebote für kartographische Umsetzungen geradezu prädestiniert wären.

Kartographie in Verbindung mit Telekommunikationstechnologien wirft eine Reihe interessanter Fragestellungen auf, die sowohl die stationäre wie mobile Nutzungssituation betreffen. Durch die interaktive Einbindung des Nutzers in den Informationsakquisitionsprozess ist das bisherige, klar geregelte Verhältnis von „Kartenmacher“ und „Kartennutzer“ zu hinterfragen und gegebenenfalls neu zu definieren. Unmittelbar damit hängt die begriffliche Festlegung des Informationsproduktes Karte zusammen, welches im Lichte der neuen medialen Möglichkeiten zu ventilieren ist. Integriert in allen diesen Fragestellungen ist natürlich das Problem der kartographischen Generalisierung, welches im Gesamtkontext nahezu marginalisiert und aus den Überlegungen nach Möglichkeit ausgeklammert wird. Viele neue Aspekte und manche visionären Konzeptansätze werden solche bleiben müssen, wenn es nicht gelingt, eine tragfähige Lösung für diese Zentralproblematik der Kartographie zu finden. Die derzeitige Handhabung durch den Kartographen funktioniert problemlos und schafft auch alle Voraussetzungen für eine erfolgreiche Kommunikation von räumlichen Informationen. Eine Änderung dieses Basiskonzeptes ohne eine Vorweglösung dieser grundsätzlichen Frage bringt natürlich den gesamten räumlichen Informationstransfer via kartographische Darstellungen in ein Dilemma, da das von jedem Nutzer heute mit Recht erwartete, professionelle und aufgabenadäquate Informationsangebot nicht mehr gewährleistet werden kann.

In den nachfolgenden Ausführungen wird die Kartographie in ihrer Gesamtheit von topographischen und thematischen Informationspräsentationsmöglichkeiten betrachtet, da die grundlegenden Formen des Informationstransfers mittels kartographischer Darstellungen nach den gleichen Prinzipien ablaufen. Die kartographische Repräsentation von Geo-Objekten bzw. Geo-Sachverhalten war stets auf Telekommunikation im eigentlichen Sinne ausgerichtet, indem raumbezogene Informationen über entfernte Gebiete verfügbar gemacht werden konnten. Die kartographische Repräsentation von Geo-Objekten bzw. Geo-Sachverhalten erfolgt dabei in einer Form der Informationsdarbietung, die dem menschlichen Vorstellungsvermögen für räumliche Gegebenheiten und Zusammenhänge entgegenkommt und dieses auch wirkungsvoll zu unterstützen vermag. Kartographische Informationsbereitstellung dient einerseits zur individuellen Kognition räumlichen Kontextes, kann aber andererseits auch unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. bei einer aufgabenstellungsadäquaten, maßstabsangepassten Geo-Objektwiedergabe) zur Nutzung vor Ort instrumentalisiert werden. In diesem Sinne erfüllen kartographische Formen der Rauminformationsrepräsentanz eine ähnlich wichtige Aufgabe in der zivilisatorisch-kulturellen Entwicklung des Menschen wie schriftliche Aufzeichnungen, phonetische Registrierungen oder graphisch bildhafte bzw. konstruktive Informationsdokumentationen.

2 Kommunikationsformen und Möglichkeiten des Informationsaustausches

Der Begriff Kommunikation wird heute in so vielfältiger Weise und in so unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet, dass es schwierig ist, terminologische Festlegungen zu treffen, welche dieser Vielfalt einigermaßen gerecht werden können. In einer zunächst sehr allgemeinen Auslegung des Begriffes Kommunikation könnte darunter der ein- oder wechselseitige Austausch von Daten oder Informationen zwischen Kommunikanten verstanden werden. Betrachtet man die informationsaustauschenden Kommunikanten, so kann eine weitere Differenzierung in die Human-Kommunikation, animalische Kommunikation bzw. innerhalb lebender Organismen auch in eine Bio-Kommunikation vorgenommen werden. Es entspricht aber auch einem heute üblichen Sprachgebrauch, den Austausch von Daten zwischen technischen Systemen als Maschinen-Kommunikation zu bezeichnen. Ausgehend von diesen vier hier aufgezeigten Basis-kategorien haben sich unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten ergeben, von denen heute zum Beispiel die Mensch/Maschine-Kommunikation eine besondere Rolle spielt (STARY 1996).

Die Kartographie offeriert durch die speziellen Möglichkeiten der kartographischen Präsentation räumlicher Phänomene einen Informationsaustausch in Form einer Mensch/Mensch-Kommunikation zwischen Kartographen und Kartennutzern in einem einseitig gerichteten Informationsfluss. Infolge der Erweiterung des zunächst auf Karten beschränkten Informationstransfers durch kartographische Informationssysteme hat sich in die Mensch/Mensch-Kommunikation noch eine nutzerseitige Mensch/Maschine-Kommunikation etabliert, die eine interaktive Informationserschließung gestattet (KELNHOFER 2000a). Die ursprüngliche Form des kartographischen Daten- bzw. Informationstransfers war ausschließlich auf visuelle Kommunikation durch Karten ausgerichtet. Durch den Einsatz elektronischer Medien in der Kartographie hat sich nicht nur eine Vermehrung der visuellen Medienkomponenten (z.B. durch Animation von Kartenelementen, perspektiven Oberflächenvisualisierungen, Anamorphosen etc.) ergeben, sondern durch Einbeziehung von auditiven Komponenten (z. B. Tönen, Sprache u. ä.) eine Erweiterung zu einem multimedialen kartographischen Informationssystem entwickelt. Trotz der Vielfalt der heute zur Verfügung stehenden medialen Möglichkeiten hat die kartographische Darstellung zur Vermittlung räumlicher Fakten nach wie vor die zentrale Stellung in diesem Kommunikationskonzept.

2.1 Direkte Kommunikationsformen und räumliche Informationsvermittlung

Die wohl ursprünglichste Form menschlicher Kommunikation ist im zeit- und ortsgleichen Austausch von Informationen zwischen zumindest zwei menschlichen Kommunikanten zu sehen (vgl. Abbildung 1). Dem „menschlichen“ Informationssender stehen neben den sprachlichen Möglichkeiten gegebenenfalls auch noch Gestikelemente, zeichnerische Ausdrucksformen u. ä. als Unterstützungsmittel zur Verfügung. Damit die Informationen beim „menschlichen“ Empfänger auch sinnvoll genutzt werden können, ist neben einer adäquaten Abstimmung auf die Möglichkeiten der Sinneswahrnehmung des Empfängers auch noch die Benutzung eines vereinbarten Zeichenvorrates eine entscheidende Voraussetzung. Bei der direkten Form der Kommunikation kommt es zwischen den Kommunikanten zu einem ständigen Wechsel in der Sender/Empfänger-Relation. Auf die Übermittlung von räumlichen Informationen umgelegt, entspräche der direkten Kommunikation zum Beispiel das Zwiegespräch hinsichtlich der Beschreibung eines Weges zum einem bestimmten Zielpunkt. Ist eine verbale Kommunikation infolge eines ungleichen Zeichenvorrates (z.B. unterschiedlicher Sprachen) nicht zielführend, dann wird nur

mehr über Einsatz einer Routenskizze die Kommunikation räumlicher Informationen möglich werden, wobei die Kommunikanten über zumindest ein Grundinventar semiotischer Übereinkünfte und rudimentärer Geometriekenntnisse verfügen müssen.

Der einseitige Informationsfluss in der direkten Kommunikation, wie er etwa im Rahmen eines Vortrages stattfindet, ist infolge ausschließlicher Verbalkommunikation nur sehr eingeschränkt für die räumliche Informationsübermittlung geeignet, es sei denn, es erfolgt eine Unterstützung in Form einer (karto)graphischen Skizze.

2.2 Telekommunikation und kartographische Informationsübermittlung

Wird der unmittelbare örtliche Konnex der menschlichen Kommunikanten aufgehoben, dann kann man von Telekommunikation im weiteren Sinn sprechen. Erfolgt die Human-Kommunikation trotz räumlicher Distanz der Kommunikanten mehr oder weniger zeitgleich, dann spricht man von synchroner Telekommunikation; ist dagegen die wechselseitige humane Sender/Empfänger-Beziehung ungleichzeitig, dann kann diese Form der Kommunikation als asynchron bezeichnet werden. Dies wäre zum Beispiel dann der Fall, wenn Sender bzw. Empfänger von Informationen sich in schriftlicher Form austauschen (vgl. Abbildung 1), während beim synchronen Informationsaustausch das Wechselgespräch über Leitungssysteme des Festnetzes oder ein Mobilfunknetz abgewickelt wird (vgl. SCHRENK 2001). Schließlich kann die humane Sender/Empfänger-Relation in dieser interdependenten Telekommunikationsform noch hinsichtlich der Mobilität von Sender und Empfänger betrachtet werden, wobei sowohl die mobile wie auch immobile Sender/Empfänger-Relation für die Übermittlung von räumlichen Informationen nur höchst eingeschränkt geeignet erscheinen.

Als dependente Formen der Telekommunikation werden Sender/Empfänger-Relationen verstanden, die a priori nicht für einen Dialog eingerichtet sind und daher nur einen einseitigen Informationsfluss vom Sender zum Empfänger aufweisen. Dazu zählen die so genannten Masseninformationsmedien, welche entweder einen physischen Träger (z. B. Papier) oder ein Kabelnetz (z. B. Kabel-TV) bzw. ein Funknetz (z. B. Radio) zur Informationsübermittlung einsetzen. Das für die Abwicklung dieser Kommunikationsmöglichkeiten notwendige technische Equipment erfordert, dass der menschliche Sender meist immobil, der menschliche Empfänger dagegen vielfach auch mobil sein kann. Da die dependente Form der Telekommunikation keine Rückfrage des Informationsempfängers vorsieht, erscheint es notwendig, dass die Informationsaufbereitung auf der Senderseite möglichst adäquat auf die Informationserfordernisse und - wenn möglich – auf die kognitiven Leistungsmerkmale der präsumtiven Empfänger abgestimmt sein sollte. Die asynchrone Form der Telekommunikation unter Einsatz physischer Informationsträger (z. B. einer Karte auf Papier) stellt nach wie vor eine wichtige Transportmöglichkeit in der Übermittlung kartographischer Informationen zum Endverbraucher dar.

Als interaktive Kommunikationsformen werden jene Informationstransfermöglichkeiten bezeichnet, für die der humane Informationssender Informationen in Form von Informationssystemen bereitstellt, die vom Informationsempfänger nach eigenen Vorstellungen frage- und aufgabenstellungsorientiert genutzt werden können. Das Verhältnis zwischen menschlichem Sender und Empfänger ist dabei grundsätzlich asynchron, während die Mensch/Maschine-Kommunikation praktisch synchron erfolgt. Der Systemnutzer befindet sich infolge der Interaktivität des Systems in einer Art „Sender/Empfänger-Situation“, da die Abfragesituation in Bezug auf das System gleichsam eine „menschliche Senderaktivität“ erforderlich macht, auch wenn diese nur in der Auswahl von Prozeduren besteht, die vom eigentlichen Informationssender, dem Informationssystemdesigner, gestaltet wurden.

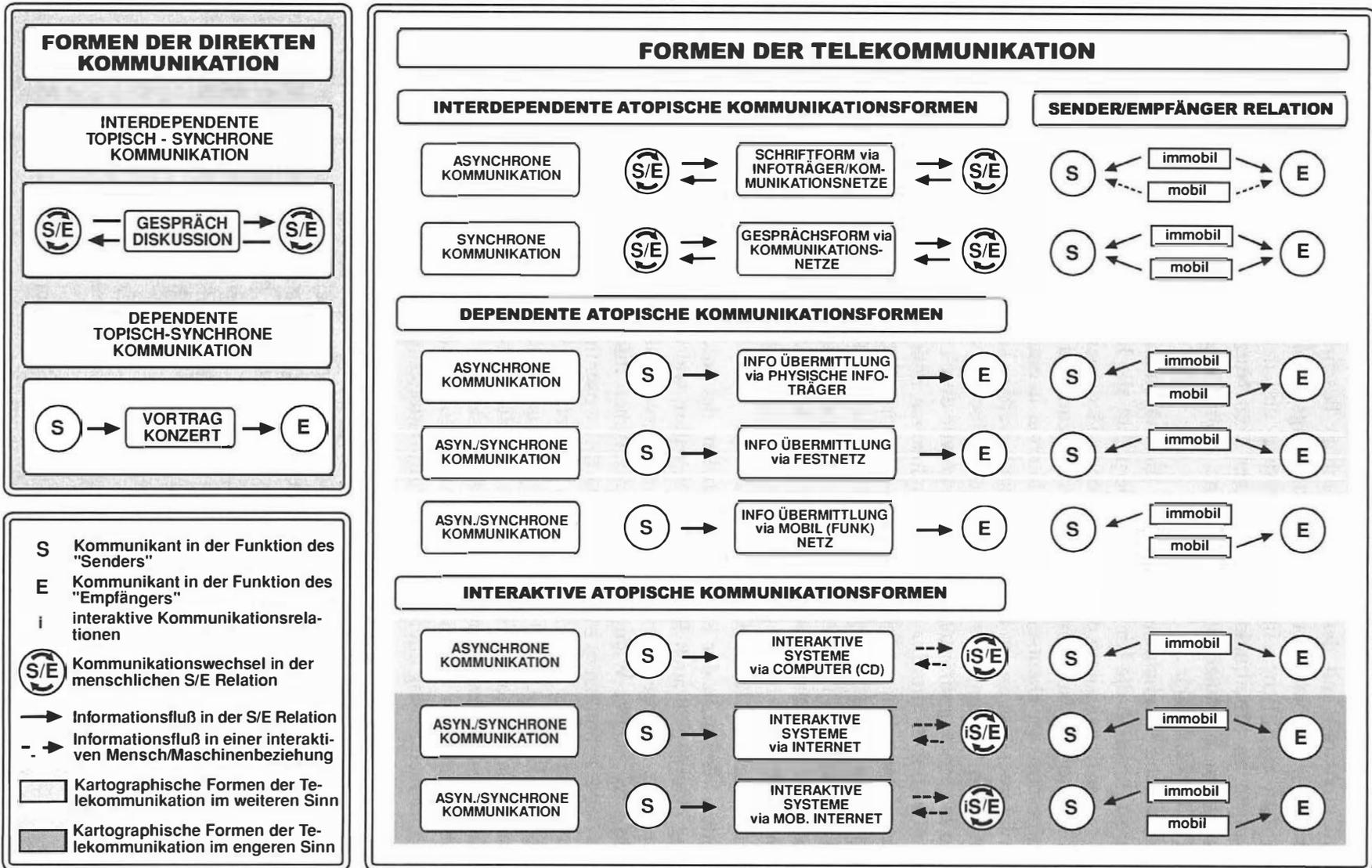


Abb. 1: Direkte und indirekte Kommunikationsformen in Verbindung mit kartographischer Informationsvermittlung

Diese interaktiven Systeme waren zunächst auf eine topisch-synchrone Mensch/Maschine-Kommunikationsform mit dem eigenen Rechner beschränkt, doch durch Verbesserungen der Leitungskapazitäten, Normierung der Übertragungsprotokolle u.ä. ist eine räumliche Trennung zwischen dem eigentlichen interaktiven System und dem Systemnutzer möglich. Technische Entwicklungen im Mobilfunkbereich erlauben dem Nutzer, aus einer durch die Kabelübertragung immobilen Endnutzersituation in eine mobile Nutzersituation zu wechseln (CLARKE 2001; MITCHELL 2001).

Jede technische Möglichkeit, welche für die Präsentation bzw. die Übertragung von Bildern einsetzbar ist, kann für die Kartographie eine potentielle Informationstransportschiene darstellen. Am Beginn der Entwicklung des elektronischen Medieneinsatzes in der Kartographie wurde das interaktive kartographische Informationssystem zunächst auf dem PC, in der Folge auf einem Server aufgesetzt, der clientseitig über das Internet in einem Festnetz, in der Folge mittels eines „mobilen Internets“ in einem Funknetz genutzt werden kann. Sieht man von den beeindruckenden technischen Leistungen in der Informationsübertragung zunächst einmal ab, so erfolgt die räumliche Informationsübermittlung nach wie vor durch eine Kartengraphik, welche die Erfassung der räumlichen Situation eines geographischen Phänomens als solche, wie auch alle dazugehörigen wesentlichen attributativen Aspekte ermöglicht. Dieser ganzheitliche Aspekt in der Präsentation und Erfassung räumlicher Informationen bei gleichzeitiger Wahrung perzeptiver Notwendigkeiten kann als hervorstechende Eigenschaft dieser Form von Informationsübermittlung bezeichnet werden. Weitere unterstützende Informationskomponenten wie Bilder, Texte, Sound, Sprache usw. können diesen Prozess in Richtung einer multimedialen Informationsvermittlung erweitern (PRILL 2000; RÖMER 2000).

Die neuen Medien in der Kartographie haben der Informationsgestaltung und Informationsdarbietung naturgemäß auch Restriktionen beschert, welche dem Nutzer kartographischer Informationssysteme neben einem unter Umständen etwas mühsamen Systemhandling auch einiges an Geduld abverlangen. Während bei den physischen Informationsträgern (z. B. Papier) das Gesichtsfeld des Kartennutzers im Allgemeinen (oft wesentlich) kleiner als das Kartenfeld ist, stellt sich diese Situation bei den elektronischen Medien in genau umgekehrter Form dar (ARLETH 1999; DUNKARS et al. 1999). Für den Systemnutzer wird es dadurch schwierig, großräumige Zusammenhänge zu erfassen, was sich bei handheld devices besonders bemerkbar macht. Sollten Bildschirme irgendeinmal durch e-ink Technologie o.ä. abgelöst werden, dann stellt sich eine bereits bewährte Form der Informationsübermittlung wieder ein, welche durch die interaktive Informationserschließung allerdings neue Informationszugänge ermöglicht.

In ihrer langen historischen Entwicklung hat sich die Kartographie an verschiedenste Technologieentwicklungen anpassen müssen, ohne dass das Basiskonzept des Informationstransfers verändert werden musste (WOOD 2001). Ein ähnlicher Entwicklungsverlauf kann bei der Schrift als Kodierung und Registrierung von Sprache beobachtet werden, wo zum Beispiel weder die Schreibmaschine noch die Textverarbeitung am Konzept des Informationstransfers Änderungen notwendig machten. Offensichtlich ist auch die Art und Weise wie Kartographie räumliche Informationen zu übermitteln vermag von so essentieller Natur, dass sie vom Konzept her – ähnlich wie die Schrift – eine Informationskategorie per se darstellt.

3 Modellkonzepte im Transfer raumbezogener Informationen

Modelle werden in vielen wissenschaftlichen Disziplinen eingesetzt, um komplexe, vernetzte Zusammenhänge auf wesentliche Fakten reduzieren zu können, ohne dass dabei die entscheidenden

den Struktur-Funktions-Verhaltensanalogien zum ursprünglichen Phänomen verloren gehen. Damit wird das Modell eines bestimmten Phänomens nicht nur überschaubarer, sondern in vielen Fällen auch so weit operabel, dass Wirkungszusammenhänge mit mehr oder weniger großer Schärfe nachvollzogen oder prädiiziert werden können, wodurch mit Hilfe des Modells neue Erkenntniszusammenhänge über das jeweilige Phänomen gewonnen werden können.

Der allgemein übliche Ansatz eines wissenschaftlichen Forschungsprozesses (vgl. z.B. WATSON 1990 u. a.), geht zunächst von einem ersten Einblick in vermutete Zusammenhänge aus, welche als Modellkomponenten für eine vorläufige Hypothesenformulierung benutzt werden, die in der Folge durch Fakten (Daten) und deren interpretative Auswertung schrittweise verbessert wird, so dass schlussendlich ein wissenschaftliches Modell entsteht, welches den jeweiligen Erkenntnisstand in Bezug auf eine bestimmte Fragestellung widerzuspiegeln vermag. Diese Vorgehensweise kann auch der Erfassung und Modellierung räumlicher Phänomene supponiert werden.

3.1 Geo-Modelle als disziplinentorientierte Sichten räumlicher Phänomene

Die Vielfalt von räumlichen Erscheinungen in Form von realen Objekten und abstrakten Sachverhalten bedingt, dass unterschiedliche Geo-Disziplinen bzw. systematische Sachwissenschaften mit ausgeprägten georäumlichen Interessensfeldern an der Modellkonzeption und der Erfassung räumlicher Phänomene beteiligt sind. Die Geoinformationserfassung erfolgt in einem direkten oder indirekten Bezug zur realen Welt, d.h. in Form von Geländeaufnahmen/Kartierungen oder durch Bildauswertungen bzw. Sensorregistrierungen (vgl. Abbildung 2). Aus den unterschiedlichen Problemsichten und sachorientierten Ansprüchen ergeben sich naturgemäß auch unterschiedliche Methodenkonzepte bzw. disziplinspezifische Systematiken, die einen „qualitativen“ Vergleich der einzelnen Geo-Modelle schwierig machen (HARVEY 1999). Dementsprechend komplex kann sich auch die Zusammenführung von Geo-Modellen und die Modellrechnung gestalten, so dass die räumlichen Analysen in der Kompetenz der jeweils zuständigen Sachwissenschaftler verbleiben sollten (KELNHOFER 1996).

Zusammenfassend können primäre Geo-Modelle dahingehend charakterisiert werden, dass sie ihrer Anlage nach oft als Forschungsinstrument konzipiert sind und ihre Modellierungsparameter nach sachspezifischen Kriterien gesetzt wurden. Wird diese an sich (karten)unmaßstäbliche Geo-Objekt- bzw. Geo-Sachverhaltsgeometrie ohne jede kartographische Bearbeitung lediglich linear verkleinert und mit Liniendimensionen, Symbolen, Flächenfarben o.ä. graphisch attribuiert, so wird ein für ein größeres Nutzerpublikum völlig untaugliches Informationsprodukt entstehen, welches die Aufgabe der Information über räumliche Phänomene nicht erfüllen kann.

3.2 Kartographische (Visualisierungs-)Modelle zur räumlichen Informationsvermittlung

Da die Kartographie an der Geoinformationserfassung selbst keinen Anteil hat, werden die in den primären Modellen vorgehaltenen Geodaten als Input für einen weiteren, d.h. sekundären Modellierungsprozess benutzt. In diesem Sinne sind kartographische Visualisierungsmodelle stets Modelle bereits bestehender Geo-Modelle, die daher nicht von der realen Welt selbst abgeleitet wurden. Aus dieser grundsätzlichen Überlegung geht aber auch klar hervor, dass kartographische Visualisierungsprodukte nicht als Ersatz für primäre Sachverhaltsmodelle in Geoinformationssystemen genutzt werden können.

Der Modellierungsprozess für die kartographische Visualisierung ist – wie bereits erwähnt – notwendigerweise auf die menschlichen Wahrnehmungsmöglichkeiten abgestellt, wobei diese die eigentlichen Auslöser für die kartographische Generalisierung bilden. Aus dieser Sicht kann die kartographische Generalisierung – unabhängig vom jeweiligen Darstellungsmaßstab – als perzeptiv graphikdeterminiert bezeichnet werden. Wird der Lesbarkeit der Kartographie absoluter Vorrang eingeräumt, so ergibt sich daraus zwangsläufig, dass sich die inhaltliche Informationsgestaltung und deren Kartengeometrie diesem Primat unterzuordnen haben. Durch die kartographische Generalisierung werden graphische Konfliktsituationen bereinigt, welche die Wahrnehmung des Informationskontextes stören. Im Zuge dieser Bereinigung von „Wahrnehmungsproblembereichen“ müssen semantische wie auch geometrische Eingriffe unter Bedachtnahme auf das angestrebte Informationsziel vorgenommen und auch akzeptiert werden. Aus diesem Grund muss das Rahmenregelwerk der kartographischen Generalisierung so elastisch gehalten werden, dass der Kartograph eine in einem bestimmten lokalen Informationskontext auftretende Generalisierungsproblematik in einer für den Kartennutzer verstehbaren Form einer Lösung zuführen kann. Dieser konzeptive Ansatz geht davon aus, dass der informationsbearbeitende Kartograph selbst ein kognitives Modell als teleologische Richtschnur seines Handelns entwickelt, wodurch er Teil des Generalisierungsprozesses wird, was den Nachteil hat, dass bei Vorliegen einer bestimmten Informationsausgangslage keine subjektunabhängigen Lösungsergebnisse erwartet werden können, aber bei professioneller Informationsbearbeitung ein relativ hoher Grad an Übereinstimmung der subjektiven Einzellösungen vorherrscht. Andererseits hat der eben skizzierte konzeptive Ansatz einen entscheidenden Vorteil, nämlich dass der Kartograph die von ihm kreierte Informationssituation selbstreflektierend auf ihre Nutzertauglichkeit überprüfen kann, da er sich selbst in die Situation des Nutzers versetzen kann. Auch wenn sich diese hier nur in groben Zusammenhängen skizzierten Prozesse einer „Automatisierung“ derzeit in vielen Teilbereichen verschließen, bedeutet das keineswegs, dass der kartographische Informationstransfer deshalb nicht nutzeradäquat abläufe. Schließlich werden kartographische Produkte täglich unter unterschiedlichen Nutzeraspekten und im Rahmen verschiedenster Aufgabenstellungen eingesetzt, und dies wäre sicher nicht der Fall, wenn die Kartographie sowie die von ihr zur Verfügung gestellten Produkte dieser Informationsaufgabe nicht gerecht werden würden.

3.3 Nutzerseitige räumliche Kognitionsmodelle auf der Grundlage kartographischer Visualisierungsmodelle

Die Nutzer kartographischer Informationspräsentationen sind für die Kartographie zwar die Adressaten ihres Handelns, doch es bestehen zum Teil nur vage Vorstellungen, wie Kartennutzer kartographische Produkte mental umsetzen bzw. welche Vorstellungsinhalte zu einem dargestellten geographischen Phänomen im Einzelnen entwickelt werden (YUFEN 2001). Der Re-transformierungsprozess kartographisch präsentierter Informationen in ein sachthemenbezogenes kognitives „Reale Welt“-Modell umfasst zumindest zwei Kategorien von Bewusstseinsvorgängen, nämlich die erlern- bzw. trainierbaren Abläufe des Kartenlesens und die auf bereits vorhandenes Sachwissen zurückgreifenden Vorgänge des Karteninterpretierens. Beim Interpretationsvorgang wird auf ein höchst individuelles sachthemenbezogenes Vorverständnis zurückgegriffen, welches im Rahmen eines Bewertens und Einschätzens aufgrund der kartographischen Informationspräsentation bis hin zum Inwertsetzen und Entscheiden reichen kann. Betrachter der gleichen kartographischen Darstellung können dadurch mitunter zu erheblich differierenden mentalen Imaginationen kommen, die von der Kartographie her nicht enger gebündelt werden können, da sie das individuell erworbene Wissen des Nutzers derzeit nicht berücksichtigen kann.

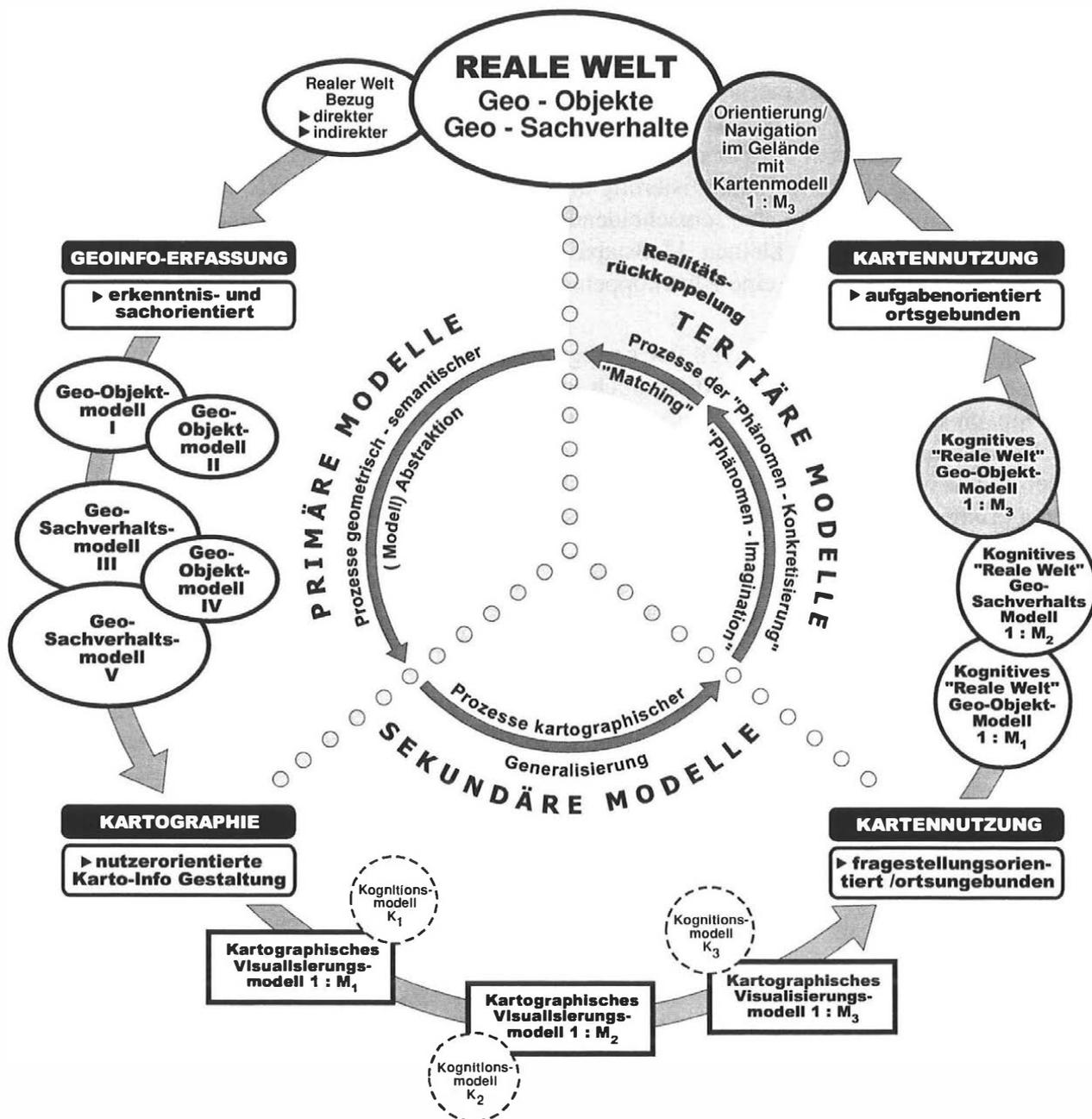


Abb. 2: Modellkonzepte im Transfer räumlicher Informationen

Im Rahmen der Kartennutzung kann man zwischen einer fragestellungsorientierten, jedoch ortsungebundenen, und einer aufgabenorientierten, aber ortsgebundenen Kartennutzung unterscheiden (vgl. Abbildung 2). Für die erstgenannte Form der Kartennutzung dient die kartographische Darstellung dem Kartennutzer zur Generierung eines strukturierten, räumlichen „Verbreitungsbildes“ eines geographischen Phänomens bezogen auf einen bestimmten Erdoberflächenausschnitt. Diese Imagination eines realen, topographisch beschriebenen Erdoberflächenausschnittes oder das Erkennen von räumlichen Verbreitungsmustern einer abstrakten Sachverhaltspräsentation wird von kartographischer Seite wesentlich durch die professionelle Art und Weise der Informationsaufbereitung bestimmt. Zur Erreichung dieses Zieles können alle graphischen, aber auch nicht graphischen Mittel eingesetzt werden, die geeignet sind, die Vorstellungs-

fähigkeit des Kartennutzers zu stimulieren und zu unterstützen. Der Schwerpunkt der Informationsvermittlung liegt eindeutig im räumlichen Kontext der Kartenobjekt- bzw. Kartensachverhaltspräsentation, wobei eine „Rückübertragung“ der maßstabsbezogenen Kartenmodelle in die reale Welt infolge der lokalen Trennung des Kartennutzers vom jeweiligen „Reale Welt-Ausschnitt“ nicht vorgesehen ist. Für die Nutzung der kartographischen Modelle spielt die in diesen enthaltene kartographische Generalisierung inklusive der dadurch verursachten Beschränkungen in der Kartometrie etc. keine entscheidende Rolle, da bei topographisch-kartographischen Modellen infolge des zu kleinen Maßstabes und in den themenbezogenen kartographischen Sachverhaltspräsentationen eine Rückkoppelung zur „Reale Welt-Situation“ aus grundsätzlichen Erwägungen ausscheidet.

Lediglich ein relativ kleiner Teil der kartographischen Visualisierungsmodelle wird außer zur subjektiven kognitiven Modellbildung auch in einer aufgabenorientierten, ortsbezogenen „Nutzer-Umwelt-Relation“ eingesetzt, um damit Orientierungs- bzw. Navigationsaufgaben vor Ort durchzuführen. Diese „Realitätsrückkoppelung“ der kartographischen Darstellung ist im Wesentlichen auf den topographischen Informationsbereich beschränkt und setzt für unterschiedliche Orientierungs- und Navigationsaufgaben bestimmte Kartenmaßstäbe voraus. Nur wenn eine ausreichende Zahl von grundrissähnlichen oder symbolisierten Kartenobjekten in einem entsprechenden räumlichen Kontext in der kartographischen Darstellung zur Verfügung steht, wird eine Übereinstimmung mit realen Geo-Objekten vor Ort möglich werden. Diese Form der topographisch-kartographischen Informationsnutzung findet in den sog. Gebrauchskarten (Stadtpläne, Wanderkarten, Straßenkarten u.ä.) ihren Niederschlag. Bei diesen auf spezielle Aufgabenstellungen zugeschnittenen Kartenmodellen der realen Welt ist natürlich – abgesehen von der Vorortnutzung – auch eine ortsungebundene Nutzung im Sinne der „Reale Welt-Imagination“ möglich.

4 Wandel in den kartographischen Informationstransferkonzepten

Die in der Abfolge der Modelltypen aufgezeigten Wechsel der Informationsziele finden einen entsprechenden Niederschlag in der Transformation räumlicher Informationen (vgl. Abbildung 2). Primäre Modelle der realen Welt werden im Wesentlichen auf der Grundlage von erkenntnis- bzw. sachorientierten Abstraktionsprozessen kreiert. Sekundäre (kartographische) Modelle stellen keine simplen Visualisierungen von primären Modellen dar, sondern sind eine für sich selbständige, nutzerorientierte Form der Informationsbearbeitung, in welche unterschiedliche Daten aus primären Modellen integriert und unter Einbeziehung der auf Wahrnehmung ausgerichteten kartographischen Generalisierung zu einem neuen Informationsprodukt kreiert werden. Unter der Benutzung gleicher primärer Informationsquellen können durch Vorgabe verschiedener Maßstäbe oder unterschiedlicher Nutzungskriterien daher höchst unterschiedliche Informationsprodukte entstehen. Die tertiären Modelle sind individuelle Nutzersichten auf der Basis kartographischer Informationsprodukte und sind im Wesentlichen auf Prozesse der Konkretisierung von Phänomenen ausgerichtet. Handelt es sich um reale Geo-Objekte, die über die primäre und an eine daran anschließende sekundäre (kartographische) Modellbildung die Grundlage für die subjektive Kognitionsmodellbildung darstellen, so kann eine über die „Phänomen-Imagination“ hinausgehende Nutzung im Rahmen einer Realitätsrückkoppelung durch den Nutzer erfolgen. Auf die notwendigen Voraussetzungen bezüglich Maßstab und Objektrepräsentation wurde bereits hingewiesen, da der Nutzer in einer Art „Matching-Prozess“ Karten- und Realobjekte für Orientierungs- und Navigationsaufgaben in Einklang bringen muss. Für den Fall,

dass die kartographischen Visualisierungsmodelle auf der Grundlage von (abstrakten) Geo-Sachverhaltsmodellen entstanden sind, können die vom Kartennutzer aufgrund der kartographischen Sachverhaltspräsentation kreierten kognitiven Modelle als subjektive Sachverhaltssichten im Sinne von Konstrukten gesehen werden, die keine Realitätsrückkoppelung aufweisen, sondern nur „Phänomen-Imaginationen“ darstellen (vgl. Abbildung 2).

4.1 Karten als Basiskonzepte kartographischer Kommunikation

Das Konzept der nicht interaktiven Kartengenerierung sieht eine klare Trennung zwischen dem informationsbearbeitenden Kartographen und dem informationskonsumierenden Kartennutzer vor, was sich aus dem monodirektionalen Informationsfluss zwischen diesen Kommunikanten zwangsläufig ergibt (vgl. Abbildung 3). Dieses kartographische Informationsprodukt wird nach den anerkannten Methoden und Regelwerken der Kartographie unter der bewussten Einbeziehung der individuellen Fachkompetenz des Kartenschaffenden kreiert.

Bei topographischen Karten erfolgt üblicherweise die Erstvisualisierung aus den Primärdaten bzw. -informationen in relativ großen Kartenmaßstäben, von denen – ohne Rückgriff auf das Primärdaten- bzw. -informationsmaterial – allein durch kartographische Generalisierung ein kleinerer Folgekartenmaßstab abgeleitet wird. Die kartographische Generalisierung stellt gewissermaßen eine „physiognomische (Karten-) Bildinformationsverallgemeinerung“ bei gleichzeitiger Abstraktion der wiedergegebenen Objektkategorien dar, was notwendigermaßen „Geometrieunschärfen“ nach sich ziehen muss. Die Ableitung eines nächst kleineren Kartenmaßstabes erfolgt nach dem gleichen Prinzip, wodurch sich die Menge der zu bearbeitenden Informationen und der damit jeweils verbundene Abstraktionsgrad in einem für den Kartographen mental zu bewältigenden Umfang hält. Ein Rückgriff auf Primärdaten bzw. -informationen im Rahmen des Informationsdesigns eines relativ kleinen Kartenmaßstabes wäre weder aus der Sicht der kartographenseitigen Kognitionsmodellbildung zu bewältigen, geschweige denn ökonomisch vertretbar.

Bei thematischen Karten und Kartogrammen findet die eben skizzierte Form der kartographischen Generalisierung lediglich für die topographische Bezugsgrundlage statt, während die sachthematischen Aussagen für kleinere Kartenmaßstäbe nicht in Form einer Folgemaßstabsgeneralisierung abgeleitet werden können, da vor allem bei quantitativen Umsetzungen wertgruppierte Symbole u.ä. so nicht in eine neuerliche Gruppenbildung einfließen können. In diesem Sinne ist es unumgänglich, dass auf das primäre Datenmaterial bei jedem Maßstabswechsel zugegriffen wird, da eine Datenvorbereitung in einem vorkartographischen Prozess vorgenommen werden muss, welche die auf eine maßstabsadäquate Bezugsgeometrie ausgerichtete semantische Abstraktion auch in einer entsprechenden quantitativen Aggregation berücksichtigt.

Solche nicht interaktive Karten werden in vielfacher Weise als Informationsmedium in einer quasi stationären Nutzungssituation eingesetzt und erlauben eine kognitive Modellbildung unabhängig davon, wie groß die Dislozierung des Kartennutzerstandortes vom eigentlichen kartographisch repräsentierten Erdoberflächenausschnitt ist. Allerdings wurden und werden nicht interaktive Karten – unter den bereits genannten Voraussetzungen – auch als Instrument für die unmittelbare Orientierung in einer realen Umweltsituation ebenso wie zur erfolgreichen Bewältigung von Navigationsaufgaben eingesetzt. Die Leistung des Umsetzens von Karteninformationen in die jeweilige „Reale Welt-Situation“ muss vom Nutzer allein bewerkstelligt werden und verlangt von diesem eine gewisse intellektuelle Leistungsbereitschaft, denn nur dadurch wird es möglich, dass die den kartographischen Darstellungen notwendigerweise innewohnenden seman-

tisch-geometrischen Unschärfen in der Kartennutzung sinnvoll kompensiert werden können. Diese erfolgreiche Vorortnutzung sichert dem Kartennutzer jedoch ein hohes Maß an Unabhängigkeit und Freiheit der Entscheidung, wie er sich im Raum bewegen und welche Route er wählen möchte. Die Mobilität des Nutzers ist dabei nicht auf vorgegebene Bewegungslinien - wie dies in einem „location based service“ zwangsläufig der Fall sein muss – beschränkt. Eine nicht interaktive Karte auf einem physischen Trägermaterial (z.B. Papier) bedarf keinerlei an Energiequellen gebundene Nutzungsgeräte. Da die Verortung des Nutzers im Gelände von diesem in Relation zur Karte selbst vorgenommen werden muss, ist auch keine Gefahr einer „systemüberwachten Nutzerverfolgung“ gegeben.

4.2 Kartographische Informationssysteme als interaktives Kommunikationskonzept

Kartographische Informationssysteme stellen eine höchst effiziente Kommunikationsform im Transfer von räumlichen Informationen zwischen informationsgestaltendem Kartographen und informationskonsumierendem Systemnutzer dar, wobei im Allgemeinen professionell gestaltete kartographische Darstellungen als Informationsmedium fungieren. Durch die Interaktivität in der Informationserschließung wird dem Systemnutzer die Möglichkeit des individuellen Zuganges zu räumlichen, aber auch nicht räumlichen Informationen ermöglicht, was auf Seite des Nutzers neben entsprechenden Strategien der Erschließung auch ein gewisses Maß an sachlicher Geo-Kompetenz voraussetzt. Die Aufgabe des Kartographen umfasst neben der Herstellung der maßstabsbezogenen – allerdings nun interaktiv ausgestalteten – kartographischen Darstellungen auch noch die Bereitstellung der notwendigen Erschließungstools. Die Karte hat in einem derartigen Informationssystem eine doppelte Aufgabe zu erfüllen, da sie einerseits infolge der interaktiven Konzeption als User Interface fungiert, andererseits als Verortungshintergrund für nutzerseitige DB-Abfragen eingesetzt wird (vgl. Abbildung 3). Da aber auch interaktive Karten vom Kartographen nach kartographischen Gestaltungsprinzipien bearbeitet werden müssen, wird die notwendige kartographische Generalisierung in den Gestaltungsprozess integriert, so dass die Voraussetzungen für die nutzerseitige Kognitionsmodellbildung zumindest formal gegeben sind. Dieses Konzept eines interaktiven kartographischen Informationssystems bedingt, dass den interaktiv erschließbaren Kartenelementen zunächst nur Sachattribute zugeordnet werden können, die dem jeweiligen Kartenmaßstab angepasst erscheinen. Umgekehrt können diese Attribute auch via nutzerseitige DB-Abfragen unproblematisch und visualisierungsgerecht im jeweils dazugehörigen Topographiehintergrund angezeigt werden. Die interaktive Informationserschließung bietet den Vorteil, dass eine große Vielfalt von raumbezogenen Informationen - allerdings maßstabsmäßig adaptiert – vorgehalten werden können, die nur im jeweiligen Bedarfsfall in einem nutzungsgerechten räumlichen Kontext zur Anzeige bzw. Darstellung gebracht werden. Unter speziellen Voraussetzungen können auch Primärdaten bzw. Primärinformationen vom Systemnutzer aus den interaktiven Karten erschlossen bzw. über DB-Abfrage zur Visualisierung gebracht werden. Dieser Rückgriff auf Primärdaten ist dann unproblematisch möglich, wenn – wie das zum Beispiel in Kartogrammen der Fall ist – eine eindeutige Zuordnung einer Bezugsfläche oder eines Symbols zu einer definierten Erhebungseinheit und damit zu den geokodierten Primärdaten gesichert ist. In ähnlicher Weise können weitere multimediale Informationskomponenten wie zum Beispiel Texte oder Bilder, Sprache, Sound etc., aber auch Videosequenzen und Animationen in ein derartiges Informationssystem eingefügt werden, die sich jedoch dem Grundkonzept kartographischer Informationsübermittlung einordnen sollten (KELNHOFER 2000b).

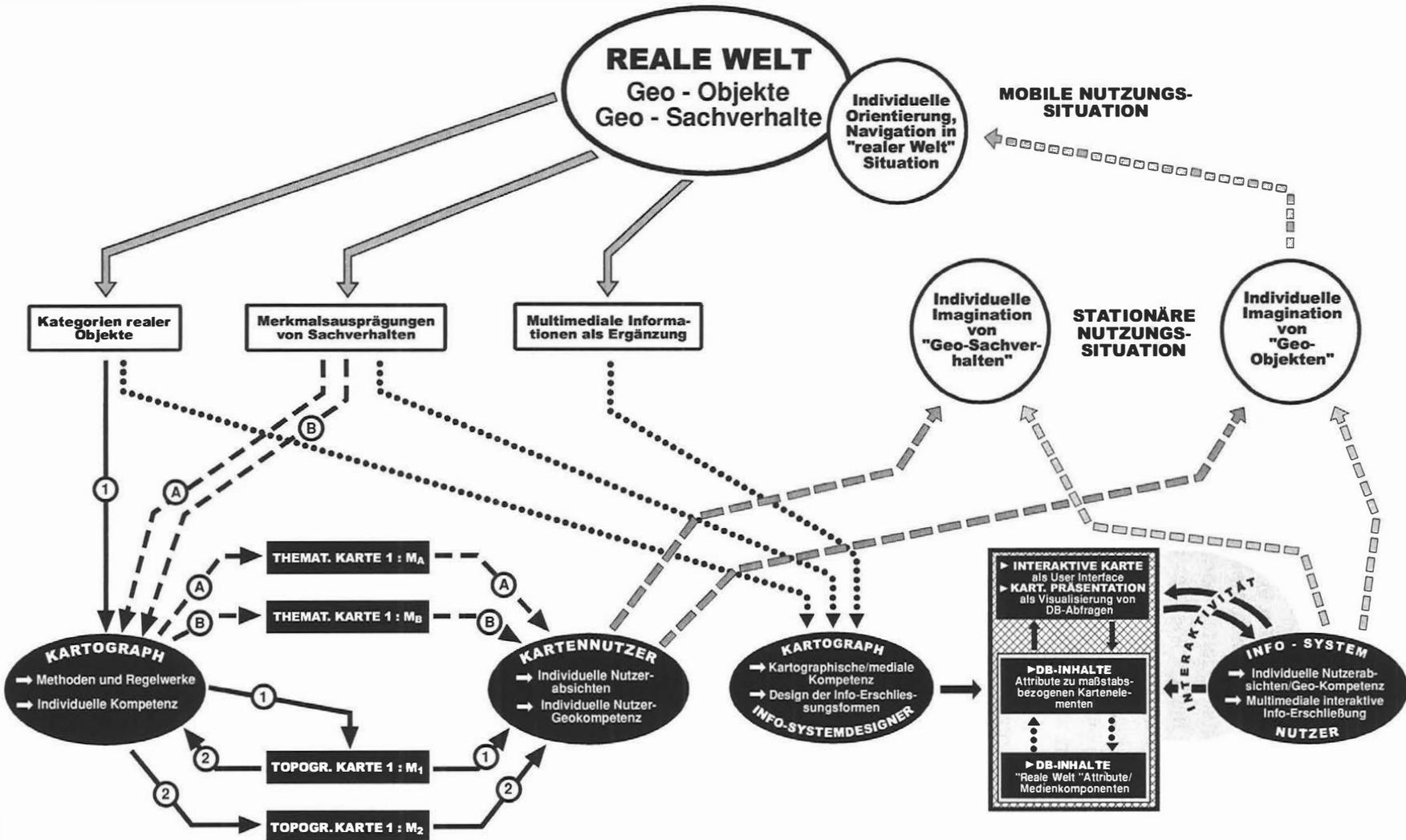


Abb. 3: Karten und kartographische Informationssysteme aus der Sicht der Informationspräsentation und Informationserschließung

Es sei nur der Vollständigkeit halber noch angeführt, dass seitens des systemdesignenden Kartographen natürlich alle notwendigen Bedienungselemente wie Pannen oder Scrollen von Kartenausschnitten, die Einbettung des jeweils aktuellen Kartenfensters in einen übergeordneten Gesamtzusammenhang, klar strukturierte Abfragemasken und übersichtliche Auswahlmenüs u. ä. m. in nutzeradäquater Form bereitzustellen sind. Auch wenn ein derartiges kartographisches Informationssystem ein hochkomplexes Zusammenspiel unterschiedlicher Komponenten darstellt, bildet es in der skizzierten Form ein geschlossenes, in sich a priori stimmiges System, welches seiner Leitidee nach – wie dies bisher bei nicht interaktiven Karten auch der Fall war – ein „Publikumsinformationsmedium“ ist. Geschlossenes System bedeutet in diesem Fall jedoch nicht, dass dieses kartographische Informationssystem nur auf einen Rechner beschränkt sein muss oder nur eine einzige DB benutzt werden darf, sondern dass, wie immer auch ein derartiges System konfiguriert sein mag, Nutzerinteraktivität und daraus resultierende kartographische Präsentationen durch den Kartographen wahrnehmungsmäßig konfliktfrei gestaltet sind. Der Systemnutzer ist trotz aller Explorationsmöglichkeiten und der Vielfalt der ihm offen stehenden Zugriffsformen der Benutzer eines Produktes, dessen Funktionalitätsrahmen er nicht beeinflussen kann.

4.3 Visionäre Konzepte im kartographischen Informationstransfer

Die originäre Leistung der Kartographie kann im nutzergerechten und aufgabenadäquaten Transfer von räumlichen bzw. raumbezogenen Informationen gesehen werden. Die Effizienz dieses Informationstransfers hängt bislang – unabhängig von den jeweiligen eingesetzten (technischen) Informationstransportmedien – im Wesentlichen von den Fähigkeiten des Kartographen ab, welcher die kartographische Informationsgestaltungs- und Generalisierungsarbeit leistet. Es war daher nur eine logische Konsequenz, Algorithmen zu entwickeln, um aus den digital vorgehaltenen Karteninformationen Folgemaßstäbe durch „automatische“ Generalisierung abzuleiten (RUAS 2001). Alle bisherigen Bemühungen haben jedoch zu keinen praktikablen Lösungen geführt, welche den Kartographen in diesem Transferprozess ersetzen hätten können.

Diese Vorbemerkung erscheint deshalb wichtig, weil viele neue visionäre Denkansätze bzw. Postulate zur künftigen Entwicklung der Kartographie die Lösung des Generalisierungsproblems erfordern, um tatsächlich auch realisiert zu werden. Aus den zahlreichen neuen Forschungsperspektiven und Fragestellungen sollen exemplarisch drei herausgegriffen werden, die auf einen Wechsel im Informationstransferkonzept der Kartographie hinauslaufen.

4.3.1 „Karte“ oder „Hyper-Rauminformationsmedium“?

Eine immer wieder monierte Frage in diesem Zusammenhang ist die „Karte der Zukunft“ bzw. die „Zukunft der Karte“ im Lichte von Multimedia-Visualisierung und völlig neuen Formen der Kartennutzereinbindung, die eine Neudefinition des Begriffes Karte erforderlich machen (BIDOSHI et al 1999; RAMIREZ 1999 u. a.).

Die so entwickelten „visionären Kartenkonzepte“ versuchen, unterschiedliche Aspekte aus Grundlagenforschungsbereichen der Wahrnehmung mit erweiterten medialen Gestaltungskomponenten und den technischen Entwicklungen der Telekommunikation zu verbinden, wobei dem Nutzer dieses neu zu schaffenden Informationsmediums eine wesentliche Rolle in der Informationsgenerierung und -gestaltung eingeräumt werden soll (GLUCK 1997). In ein solches Zukunftskonzept für Karten in einem erweiterten Sinn werden räumliche Wahrnehmung und 3D-

Visualisierung, Ausweitung des „visuellen Interfaces“ der Karte um auditive Komponenten, aber auch eine grundsätzlich nutzergesteuerte „dynamische Visualisierung“ (im Sinne eines Einbringens von reale Welt-Phänomenen wie z.B. Wolken, Regen, Sonnenstand etc.) gekoppelt mit einer „intelligenten Visualisierung“ (etwa in Form neuer Nutzerinteraktionen wie „visualization on demand“ bzw. „augmented reality“), integriert, wobei das Internet als Träger der Kartenvisualisierung postuliert wird. Es besteht wohl kaum ein Zweifel, dass ein solches „kartographisches Hyper-Informationsmedium“ nicht mit dem Begriffsinhalt von Karte im herkömmlichen Sinne umschrieben werden kann. Das bedeutet jedoch nicht, dass der Begriff Karte neu zu definieren wäre, sondern, dass für das noch nicht vorhandene, sondern nur angedachte Informationskonstrukt eine neue Bezeichnung zu finden wäre. Fast noch wichtiger als ein neuer Begriff wäre die Beweisführung, dass diese Form des Informationstransferkonzeptes dem bisherigen Kartenkonzept entscheidend überlegen wäre. Das Basiskonzept Karte erlaubt die Visualisierung von topographischen Informationen ebenso wie von hochkomplexen themenbezogenen Sachfragestellungen. Ob das Einbringen von tageszeitlicher Sonnenposition, Regen oder Wind in einen topographischen Informationskontext einen entscheidenden Nutzungsvorteil darstellt, müsste vielleicht noch weiter untersucht werden. Für viele hochkomplexe sachthematische Konstrukte (zentralörtliche Gliederungen, Arbeitsmarktregionalisierungen u.ä.) werden derartige „reale Welt-Komponenten“ möglicherweise keine Effizienzsteigerung in der Informationsvermittlung bewirken.

4.3.2 „Kartennutzer“ wird zum „Kartenmacher“

Ein weiterer Fragenkomplex im möglichen Wandel des kartographischen Informationstransferkonzeptes kann durch die plakative Formel „Kartennutzer ist gleich Kartenmacher“ umschrieben werden (DRANSCH 2001). Mit diesem Leitgedanken sind die Fragestellungen der Individualisierung bzw. Personalisierung der kartographischen Visualisierung sowie „mapping on demand“ verknüpft. Die Betrachtung dieses Fragenkomplexes wird allerdings etwas erschwert, weil gleiche Begriffe von einzelnen Autoren unter Umständen mit abweichenden Begriffsinhalten verwendet werden.

Diese Gleichsetzung von Kartenmacher und Kartennutzer würde auf den ersten Blick den Eindruck einer Kartographie ohne Kartographen vermitteln (vgl. GOODCHILD 2000; KELNHOFER 2001), was in dieser Konsequenz zunächst nicht beabsichtigt ist und lediglich auf unklare begriffliche Zuordnungen zurückzuführen ist. Aufgrund „kartographischer Interaktionen“ entsteht der Eindruck, dass das „Kartenmachen“ und das Kartennutzen“ zu einem einzigen, integrierten Prozess zusammengeführt erscheint, für den der Kartograph das interaktive kartographische Visualisierungssystem bereitstellt. Es wäre eine doch absonderliche Situation, wenn seitens der Kartographie das bislang nicht lösbare Problem der kartographischen Generalisierung dem Kartennutzer (= Kartenmacher) überantwortet wird und – Welch wunderbare Fügung – für diesen überhaupt keine Schwierigkeiten mehr bereitet. In ähnlicher Weise wird im Rahmen der „Exploratory Cartography“ (ELZAKKER 1999) die Stellung des Kartennutzers gesehen, indem festgestellt wird, dass immer mehr Kartennutzer ihre eigenen Karten am Bildschirm machen, indem sie ein ihnen unbekanntes geographisches Datenset mit kartographischer Visualisierungssoftware (z.B. ArcView) erkunden. Diese Form der „Erkundungskartographie“ wird als kognitiver Prozess beschrieben, in welchem das Gehirn über Vermittlung der kartographischen Darstellung Muster und Beziehungen im räumlichen Zusammenhang erfasst. Im Rahmen des Anforderungsprofils für eine derartige – allerdings bislang nicht existierende – Visualisierungssoftware wird als untergeordneter Punkt auch Generalisierung aufgelistet, welche im sachlichen Sinn als Mög-

lichkeit eines Wechsels des Aggregierungslevels, des Maßstabes oder der Methode der Datenklassifikation verstanden wird. Aus diesem Zusammenhang wird erst allmählich klar, dass die nur so benannte Generalisierung mit der kartographischen Generalisierung nichts zu tun hat, da sich die angeführten „Datenoperationen“ auf primäre Daten beziehen. Der so genannte Kartenmacher generiert lediglich unterschiedliche Variationen simpelster Kartogramme, deren Grenznetzwerkgeometrie bereits vom Kartographen vorbereitet wurden (KELNHOFER 2000c). Die Vorstellung einer „on-demand“-Kartenproduktion bewegt sich in einem ähnlichen konzeptiven Ansatz, wobei die primären Modelle als aufgabenneutral und objektiv bezeichnet und solcherart zum Ursprung eines neuen Kartenmachens werden (MENG 2001). Die „on-demand“-Kartenproduktion kann als Zugang zu einer „Individualisierung“ des Kartenmachens gesehen werden, da Nutzererfordernisse die inhaltliche Selektion, den Detaillierungsgrad, den Präsentationsstil, die Produktionsmethoden („on-the-fly“ oder vordefiniert) den Zugriffsmodus (view only oder interaktiv), die Ausgabeform usw. bestimmen (HARDY 2001). Für die Realisierung eines derartigen Anforderungsprofils ohne vollständige Algorithmierung (im Sinne eines Automatisierungsvorganges) wird eine Art „Problemverlagerung“ auf eine pragmatische Handlungsebene vorgeschlagen, indem dem „Kartenmacher“ die Verantwortung für ein korrekt aussehendes Kartenprodukt unter Verwendung interaktiver Bearbeitungsmethoden überantwortet wird.

4.3.3 Ersatz der Karte als Orientierungs- und Navigationsinstrument

Die mobile Nutzungssituation von kartographischen Darstellungen gewinnt im Zusammenhang mit den Möglichkeiten des „mobilen Internets“ eine neue Dimension in der Betrachtung des kartographischen Informationstransfers. Wenngleich viele der neuen Konzeptansätze in Verbindung mit den Möglichkeiten der neuen Medien in der Kartographie gleichsam auf eine „Befreiung“ des Kartennutzers aus der „Abhängigkeit des Kartographen“ angelegt sind, kann man bei der mobilen Nutzungssituation von räumlichen Informationen für Orientierungs- und Navigationsaufgaben auch den Versuch einer „Befreiung“ des Agenten aus der „Abhängigkeit von Karten“ orten. Damit zeichnet sich eine Entwicklung ab, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit den Kfz-Navigationssystemen aufweist, nur, dass die Fortbewegungsart des Menschen viel weniger an vorgegebene Bewegungslinien gebunden ist, wie dies etwa beim Kraftfahrzeug der Fall ist.

Geht man davon aus, dass die räumliche Verortung eines sich bewegenden Menschen mit hinlänglicher Genauigkeit und Sicherheit erfolgen kann, dann kann eine Referenzierung dieser Position gegenüber einem Kartenausschnitt am Bildschirm vor Ort erfolgen, oder diese Position wird für einen Navigationsvorgang entlang einer von einem Informationssystem vorbestimmten Route eingesetzt, ohne dass der Systemnutzer einen Kartenausschnitt visuell antizipieren muss. Die Anweisungen vom System könnten allein über den Audiokanal abgewickelt werden, indem das mobile Endgerät dieser Kommunikationskette in seiner ursprünglichen Form als Mobiltelefon eingesetzt wird und der gesamte interaktive Kommunikationsvorgang über gesprochene Anfragen seitens des Systemnutzers und verbalisierte Anweisungen seitens des Informationssystems abgewickelt wird. Zwischen diesen beiden extremen Realisierungsmöglichkeiten sind natürlich auch verschiedene Kombinationsformen denkbar, die speziell auf bestimmte Nutzererfordernisse abgestimmt sein können.

Betrachtet man die „tele-kartographische“ Lösung, so basiert diese im Wesentlichen auf einer Kartennutzungssituation, in welcher der Nutzer das Instrument Karte für die Orientierung und Navigation einsetzt und auch für Erfolg oder Misserfolg seiner Aktionen verantwortlich ist. Die Visualisierung der jeweiligen eigenen Position in einem nicht interaktiven Kartenbild bietet sicher Vorteile gegenüber der herkömmlichen Kartennutzung, kann wohl aber nicht den hohen

technischen Aufwand für diese Konfiguration rechtfertigen. Tritt an die Stelle der nicht interaktiven Karte ein interaktives, multimediales kartographisches Informationssystem, welches über das mobile Internet abgewickelt wird, dann erweitern sich die Möglichkeiten des Systemnutzers schlagartig, da in diesem Fall die mobile Nutzungssituation praktisch jener einer stationären Nutzungssituation mit allen ihren Möglichkeiten der Informationserschließung entspricht. Einen Schwachpunkt in dieser mobilen Nutzungssituation bilden allerdings die kleinen Displays der mobilen Endgeräte, welche vor allem den räumlichen Überblick und die großen Orientierungszusammenhänge nicht sicherstellen können. Selbst auf den größeren Bildschirmen normaler PC's kann die Überblickssituation nur mit ständigem Maßstabswechsel, dynamischen Kartenausschnittsanzeigen von aktuellen Kartenfenstern usw. eher mühsam aufrecht erhalten werden. Leidet die Kognitionsmodellbildung durch die aufgezeigten Beeinträchtigungen in der normalen stationären Nutzungssituation bereits erheblich, so wird sie in der mobilen Nutzungssituation nochmals deutlich verschlechtert. Dessen ungeachtet kann die Navigationsfunktion, vor allem wenn sie durch eine vorgewählte Routenanzeige entsprechend unterstützt wird, durchaus nutzergerecht erfolgen. Jede kartographische Darstellung – auch auf einem Handheld Device – weist notwendigerweise Generalisierungseingriffe auf, die sich ebenso notwendigerweise in Geometriedeformationen manifestieren müssen. Wird die Nutzerposition sehr genau vor Ort erfasst und „ungeneralisiert“ in die kartographische Darstellung eingefügt, so bleiben diese Geometriedeformationen unberücksichtigt, was zur Folge hat, dass die Verständlichkeit des Informationszusammenhanges zwischen Nutzerposition und Kartenobjekten nicht immer eindeutig gegeben sein wird. Stünden entsprechende Generalisierungsalgorithmen zur Verfügung, die sowohl für die kartographische Darstellung wie auch für die Nutzerposition angewandt werden könnten, würde sich für den Nutzer ein „stimmiges Bild“ und eine unproblematische Orientierungssituation ergeben. Eine Vermengung von maßstabsgezogenen Karteninformationen aus Sekundärmodellen mit maßstabslosen Realobjektinformationen von Primärmodellen wird dann umso augenfälliger werden, je kleiner der Kartenmaßstab bzw. je stärker der Generalisierungsgrad wird. Mit erheblichem Aufwand könnte man die Nutzerposition zunächst im Primärmodell verorten und über Kontrollpunkte (z. B. idente Straßenkreuzungen im Primär- und Sekundärmodell u. ä.) für eine nachträgliche Anpassung im Kartenmodell sorgen. In ähnlicher Weise ließe sich auch die Anpassung der Nutzerposition an vorgegebene Routen etc. realisieren. Wird nur das (maßstabslose) Primärmodell in Verbindung mit der simultanen Nutzerposition zur Nutzerführung benutzt, so entfällt zunächst die Problematik der durch die Kartengeometrie bedingten geometrischen Unschärfe. Allerdings wird aber auch die visuelle Kontrolle durch den Systemnutzer ausgeschaltet, so dass die „Verantwortlichkeit“ der Führung eines Nutzers vollständig vom System übernommen werden muss. Da jede „visuelle Informationskommunikation“ zwischen System und Systemnutzer unterbleibt, ergeben sich nur auditive Möglichkeiten der Interaktion, was noch die Lösung einiger technischer Probleme in der Spracherkennung zur Voraussetzung hat (WANG et al. 2001). Auf den ersten Blick besticht an dieser Lösung, dass vom Nutzer keinerlei intellektuelle Einbindung in den Prozess abverlangt wird, da er nach einer Eigenpositionierung lediglich den Zielpunkt, gegebenenfalls noch bestimmte Spezifikationen bezüglich der Anlegung der Route anzugeben hat. Dieses Konzept kann natürlich auch auf die Kognitionsmodellbildung praktisch verzichten, da sie für die Orientierungs- bzw. Navigationsaufgabe keinerlei Bedeutung hat, wird doch der Nutzer durch relativ einfache Anweisungen bezüglich Richtung, eventuell Entfernung oder klar erkennbare Orientierungsmerkmale („landmarks“) geführt. Wegfindung und Routenführung inklusive aller „Fehlleistungen“ des Nutzers müssen vom System gemanagt werden, da der Nutzer von sich aus keine Eingriffsmöglichkeiten in den Ablauf besitzt.

Ist damit das Ende der Kartographie gekommen? Abgesehen davon, dass solche Orientierungs- und Leitsysteme zunächst auf vorgegebene Bewegungslinien beschränkt bleiben müssen und deshalb zuerst für Kfz-Navigation – zum Teil mit rudimentären Kartenelementen auf einem Bildschirm kombiniert – Verwendung gefunden haben, gestaltet sich der Einsatz für den Fußgänger wesentlich schwieriger, da die für eine räumliche Bewegung zur Verfügung stehenden Bewegungslinien ein Vielfaches betragen und bei weitem nicht so einfach im Realitätsmodell zu erfassen sind, wie dies bei Straßen der Fall ist. Ein Fußgänger hat die Möglichkeit, seine Route – unter Benutzung einer geeigneten Karte – auch querfeldein zu legen, was von einem auf einen Graphen ausgerichteten System nicht berücksichtigt werden kann. Im schwierigen Gelände – wie zum Beispiel im Hochgebirge – wird man die Zweckmäßigkeit derartiger Lösungen auch aus dem Blickwinkel der Sicherheit des Nutzers ventilieren müssen. Bei topographischen Karten ist die Evidenzhaltung nach wie vor ein überaus heikles Thema, welches mit der Schnelligkeit des heute möglichen Informationstransportes über (mobiles) Internet nicht in Einklang zu bringen ist, da die so schnell übermittelte räumliche Information nicht unbedingt auch die vermutete Aktualität besitzen muss. Natürlich trifft diese Problematik auch bei Karten zu; allerdings wird sie durch die aktive Einbeziehung des Nutzers in den Nutzungsprozess bewusst gemacht, so dass dieser auch über Handlungsalternativen verfügt.

Versucht man – mit aller gebotenen Vorsicht – ein Fazit betreffend mobiler Nutzungssituation von räumlichen Informationen zu ziehen, so wird man wohl zunächst feststellen können, dass nicht interaktive Karten des Printmediums sowohl für die nutzerseitige Kognitionsmodellbildung als auch durch ihren direkten Einsatz vor Ort die ihnen zugeordnete Aufgabe erfüllen können. Die Verwendung multimedialer interaktiver kartographischer Informationssysteme schafft die Möglichkeit, dass der Nutzer zusätzliche individuelle Informationen, zum Beispiel auch durch „location based services“ mit der Möglichkeit der Verortung in einer Karte in Anspruch nehmen kann, ohne dass er die Kontrolle über das Handlungsgeschehen verliert. Es besteht allerdings kein Zweifel, dass die Kognitionsmodellbildung infolge der derzeitigen Bildschirmdimensionen von Handheld Devices keine besondere Unterstützung erfährt. Für den Nutzer wichtige Hilfen wie etwa das Ausrichten des wiedergegebenen Kartenausschnittes nach einer vom Nutzer gewünschten Blickrichtung, automatische Nachführung des Kartenausschnittes aufgrund der Positionsänderung des Nutzers u.ä. könnten zur bequemerem Handhabung von Karteninformationen via PDA's beitragen, wobei dem auditiven Kanal (zum Beispiel durch Sprachanweisungen u.ä.) eine wichtige Rolle zukäme. Der auditive Kanal als einzige „Informationsquelle“ könnte nur in einem völlig dirigistischen Leitsystem als Mittel zur Nutzerführung dienen, welches den Nutzer allerdings in die Rolle eines Art „Befehlsempfängers“ versetzen würde.

5 Abschließende Betrachtungen

Die Kartographie hat ihre Aufgabe der Kommunikation von räumlichen Informationen für bestimmte Dokumentations- bzw. Anwendungsbereiche und einem auf die jeweiligen Nutzergruppen zugeschnittenen Informationsdesign stets in Form eines „Telekommunikationskonzeptes“ durchgeführt, da zwischen den Kommunikanten (in der „Sender-Empfänger-Relation“) der dependente Informationsaustausch weder am gleichen Ort noch zur gleichen Zeit erfolgt. Über viele Jahrhunderte waren physische Informationsträger das einzige Informationstransportmedium. Die technologischen Entwicklungen im Telekommunikationsbereich v. a. durch das Internet und die Nutzung multimedialer interaktiver Systeme für neue Formen nutzerseitiger kartographischer Informationserschließung haben die Palette des kartographischen Informations-

angebotes ohne jeden Zweifel vergrößert. Für die Übermittlungen harter Informationsfakten haben die kartographischen Darstellungen ihre Funktion immer noch behalten, was nicht zuletzt auch auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass diese einem breiten Publikum vertraut sind und ihre Bewährung als Informationsmedium bereits bestanden haben.

Die Kartographie von heute ist durch viele Visionen geprägt. Von der Vision zum konkreten Lösungskonzept kann ein unter Umständen sehr dornenreicher Weg zurückzulegen sein. Neue Lösungen in der Kartographie bedürfen aber auch einer zeitaufwendigen und kostenintensiven „flächendeckenden“ Umsetzung, bevor die Nutzer als „Endverbraucher“ von Rauminformationen in den Genuss neuer medialer Angebote kommen. Einerseits wird immer beklagt, dass viele Menschen mit Karten nicht umgehen können und man deshalb nach noch einfacheren Lösungen im Sinne intuitiver bzw. „dirigistischer“ Konzepte suchen müsste, andererseits werden durch die Fülle von Informationen und durch immer komplexere Formen der Informationserschließung diametral entgegengesetzte Konzepte verfolgt. Schnelle Kommunikationsmöglichkeiten erfordern es fast zwingend, dass eine professionelle „Filterung“ und Informationsaufbereitung benötigt wird, um benötigte und verwertbare Informationen endverbrauchergerecht zur Verfügung zu stellen. Die Kartographie sollte vielleicht trotz aller sich bietenden visionären Möglichkeiten ihre angestammte Funktion als „Filter“ für nutzergerecht aufbereitete Rauminformationen nicht ganz aus den Augen verlieren, da sie für diese Aufgabe kompetente und bewährte Lösungsstrategien anzubieten hat.

Literatur

- Arleth, M.: PROBLEMS IN SCREEN MAP DESIGN. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 849 - 857.
- Bidoshi, K., J. R. Ramirez, T. Caelli: MULTIMEDIA VISUALIZATION FOR MAPS OF THE FUTURE. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 591 - 598.
- Clarke, K. C.: CARTOGRAPHY IN A MOBILE INTERNET AGE. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 1481 - 1488.
- Dransch, D.: USER-CENTRED HUMAN COMPUTER INTERACTION IN CARTOGRAPHIC INFORMATION PROCESSING. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 1767 - 1773.
- Dunkars, M., A. Bergmann: MODELLING OBJECTS FOR SCREEN MAP DESIGN. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 1441 - 1447.
- Elzakker, C. P.: THINKING ALOUD ABOUT EXPLORATORY CARTOGRAPHY. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 559 - 569.
- Goodchild, M. F.: CARTOGRAPHIC FUTURES ON A DIGITAL EARTH. Cartographic Perspectives (2000), S. 3 - 11.
- Gluck, M.: REVIEW OF CARTOGRAPHIC COMMUNICATION: INFORMATION THEORY TO POST-MODERN SEMIOTICS. Proceedings 18th ICA Conference, Stockholm (1997), S. 422 - 429.
- Hardy, P. G., K. R. Haire, R. Sheehan, P. A. Woodsford: MOBILE MAPPING ON-DEMAND USING ACTIVE REPRESENTATION AND GENERALIZATION. Proceedings 21th ICA Conference, Peking (2001), S. 3239 - 3247.
- Harvey, F. I.: QUALITY NEEDS MORE THAN STANDARDS. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 203 - 210.
- Kelnhofer, F.: GEOGRAPHISCHE UND/ODER KARTOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME. Beiträge zum Kartographiekongress, Interlaken (1996), S. 9 - 26.
- Kelnhofer, F.: METHODOLOGIE DER THEMATISCHEN KARTOGRAPHIE UND INTERAKTIVE INFORMATIONSSCHLIESSUNG. Klagenfurter Geographische Schriften, Heft 18 (2000a), S. 87 - 103.
- Kelnhofer, F.: INTERAKTIVE KARTOGRAPHIE UND MULTIMEDIA-APPLIKATIONEN IM SPANNUNGSFELD VON KARTOGRAPHEN UND KARTENNUTZERN. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 53 (2000b), S. 1 - 13.

- Kelnhofer, F.:* INTERAKTIVE INFORMATIONERSCHLISSUNG AUS DER SICHT KARTOGRAPHISCHER VISUALISIERUNGSMETHODEN. Theorie 2000, Kartographische Bausteine 19 (2001 a), S. 95 – 113.
- Kelnhofer, F.:* USER-DEFINED MAPS-CARTOGRAPHY WITHOUT CARTOGRAPHERS? Selected Problems of Theoretical Cartography, ICA Commission on Theoretical Cartography (2001 b), S. 5 – 10.
- Kraak, M. N.:* THE CARTOGRAPHIC VISUALIZATION PROCESS – FROM PRESENTATION TO EXPLORATION. Cartographic Journal 35/1 (1998), S. 11 – 15.
- Krygier, J. B.:* SOUND AND GEOGRAPHIC VISUALIZATION. Visualization in Modern Cartography (= Modern Cartography 2) (1994), S. 149 – 166.
- Meng, L.:* TOWARDS INDIVIDUALIZATION OF MAP MAKING AND MOBILITY OF MAP USE. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 60 – 66.
- Mitchell, K.:* WIRELESS MAPPING AND GUIDANCE SERVICES. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 1785 – 1789.
- Prill, D.:* DER ERSTE DRAHTLOSE ROBUSTE HANDHELD PC. Geo-Informationssysteme 2 (2000), S. 45.
- Ramirez, J. R.:* MAPS FOR THE FUTURE – A DISCUSSION. Proceedings 19th ICA Conference, Ottawa (1999), S. 549 – 558.
- Reichenbacher, T.:* THE WORLD IN YOUR POCKET – TOWARDS A MOBILE CARTOGRAPHY. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 2514 – 2521.
- Römer, G.:* NAVIGIEREN AUS DEM HANDGELENK – WAP HANDYS LOTSSEN AN FAST JEDES ZIEL. Geo-Informationssysteme 2 (2000), S. 44.
- Ruas, A.:* AUTOMATING THE GENERALIZATION OF GEOGRAPHICAL DATA: THE AGE OR MATURITY? Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 1943 – 1953.
- Schrenk, M.:* KOMMUNIKATIONSREVOLUTION DURCH ELEKTRONISCHE NETZE. Rapis Newsletter 6-7 (2001), S. 4 – 5.
- Starý, Ch.:* INTERAKTIVE SYSTEME, SOFTWARE-ENTWICKLUNG UND SOFTWARE-ERGONOMETRIE. Göttingen (1996).
- Yfen, Ch.:* MAP SPATIAL COGNITION THEORY – THE INTERFACE OF CARTOGRAPHY AND COGNITIVE SCIENCE. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 3070 – 3076.
- Wood, M.:* THE 21TH CENTURY WORLD – NO FUTURE WITHOUT CARTOGRAPHY. Proceedings 20th ICA Conference, Peking (2001), S. 3 – 13.

SYMPOSIUMSBEITRÄGE

**„MOBILE INTERNET“
UND
NUTZERPOSITIONIERUNG**

„Mobile Internet“ als Voraussetzung für die Telekartographie

Andreas Pammer und Georg Gartner, Wien

Zusammenfassung

Die Verbindung von Computernetzen mit Telekommunikationsinfrastrukturen ermöglicht die Ausdehnung des Internet auf mobile Klienten. Die für „Mobile Internet“ erforderlichen technischen Voraussetzungen wie bestehende und zukünftige Mobilfunksysteme, verwendete Datenübertragungsprotokolle, z. Z. einsetzbare mobile Klienten sowie diverse Adaptionen bzw. Neuentwicklungen von WebMapping-Werkzeugen bei der Applikationsentwicklung (z. B. Graphikformate) werden in weiterer Folge analysiert und in ihrer Eignung für Telekartographie-Applikationen beleuchtet.

Abstract

The merging of computer and telecommunication infrastructures enables the expansion of Internet Domains to mobile clients. The pre-requisites of this development are access network systems with air interfaces, data transmission control protocols, mobile wireless clients and application development interfaces. The main aspects of these components of mobile internet are analyzed in detail and brought into a context to telecartography.

1. Einleitung

Durch den Aufbau von Telekommunikationseinrichtungen sind und werden massenmarktfähige Strukturen zur mobilen Kommunikation und Informationsvermittlung geschaffen. Diese umfassen u. a. Mobilfunksysteme und Datenübertragungsprotokolle und sind zusammen mit der Entwicklung von geeigneten Abfrage- und Ausgabemedien bzw. -geräten (sogenannten mobilen Klienten, auch als mobile devices oder wireless devices bezeichnet) die Grundlage für die Entwicklung der Telekartographie.

Als Telekartographie kann man den Austausch und die Übermittlung von raumbezogenen Informationen durch kartographische Produkte bezeichnen, die mittels mobiler Abfrage- und Ausgabegeräte erschlossen oder angefordert und mittels Nachrichtentechnik übermittelt werden (GARTNER 2000, vgl. Abbildung 1).

Werden Telekommunikationseinrichtungen mit dem Internet insofern verbunden, als dadurch das Prinzip des Internet (Verbund von Computern bzw. Computernetzen, die das TCP/IP-Protokoll für die Kommunikation und Datenübertragung verwenden) über Gateways auf mobile Klienten angewendet wird, kann man von „Mobile Internet“ sprechen.

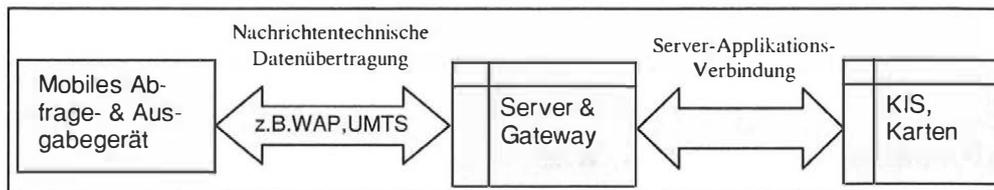


Abb. 1: Prinzip der Telekartographie (GARTNER 2000)

Die grundsätzlichen Erfordernisse und Eingriffe bei der Erstellung und Gestaltung der Karten bzw. eines kartographischen Informationssystems für die Anwendung in einer Telekartographie-Umgebung sind prinzipiell gleich wie bei allen anderen Nutzungsumgebungen. Auch auf einem mobilen Endgerät muß eine Karte eine perzeptiv wahrnehmbare, maßstabsgebundene und mit graphischen Mitteln durchgeführte Präsentation raumbezogener Sachverhalte und Objekte darstellen. Der kartographische Kommunikationsprozess wird lediglich durch die Tatsache beeinträchtigt, dass die Eigenschaften der mobilen Endgeräte den Gestaltungsrahmen zusätzlich einengen.

Vorhandene Karten, seien sie vorbereitet oder „on-the-fly“ von einem kartographischen Informationssystem nach vorgegebenen Kriterien produziert, stellen technisch gesehen eine Applikation dar. Der Zugriff auf eine Applikation über einen Server bzw. ein entsprechendes Gateway entspricht den Strategien der Internet-Kartographie. Der Unterschied zwischen Tele- und Internet-Kartographie besteht darin, dass bei Telekartographie-Applikationen die Datenübertragung vom Server an einen mobilen Klient durchgeführt wird, wobei insbesondere Technologien des Mobilfunks zum Einsatz kommen. Schließlich werden im Falle der Telekartographie mobile, drahtlose und meist „handliche“ Geräte verwendet. Diese als „wireless information devices“ (WID) bezeichneten Geräte müssen als Voraussetzung für den Einsatz bei kartographischen Applikationen neben ihrer Eignung für die nachrichtentechnische Datenübertragung insbesondere Funktionalitäten aufweisen, um nutzerdefinierte Anforderungen und Abfragen durchführen zu können und zum anderen die Ausgabe graphischer Präsentationen zu ermöglichen.

Wie in Abbildung 2 skizziert wird beim „Mobile Internet“ wie auch beim „normalen“ Internet die Übertragung einer Applikation bzw. eines Services mittels zweier Netzwerkbereiche durchgeführt. Neben dem eigentlichen Netzwerk (Core Network Domain) ist ein weiterer Netzwerkzuständigkeitsbereich für die schlussendliche Übertragung zum Endgerät (Terminal) zuständig (Access Network Domain). Je nach Eigenschaft des Endgeräts – mobil oder „fix“ – werden für diese Übermittlung unterschiedliche Technologien verwendet. Im Falle von mobilen Klienten sind Mobilfunksysteme inklusive der unterstützten Datenübertragungsprotokolle für die korrekte Übertragung verantwortlich.

Zusammengefasst sind also folgende technische Voraussetzungen erforderlich, um Telekartographie-Applikationen im Umfeld des mobile Internet zu ermöglichen:

- Mobilfunksysteme
- Datenübertragungsprotokolle
- Mobile Klienten
- Applikationsentwicklungsumgebungen.

2 Mobilfunksysteme

Die technischen Entwicklungen im Bereich der Übertragungstechnik sowie der Mikroelektronik haben in den letzten Jahren einen rasanten Fortschritt in der funkgestützten Mobilkommunikation

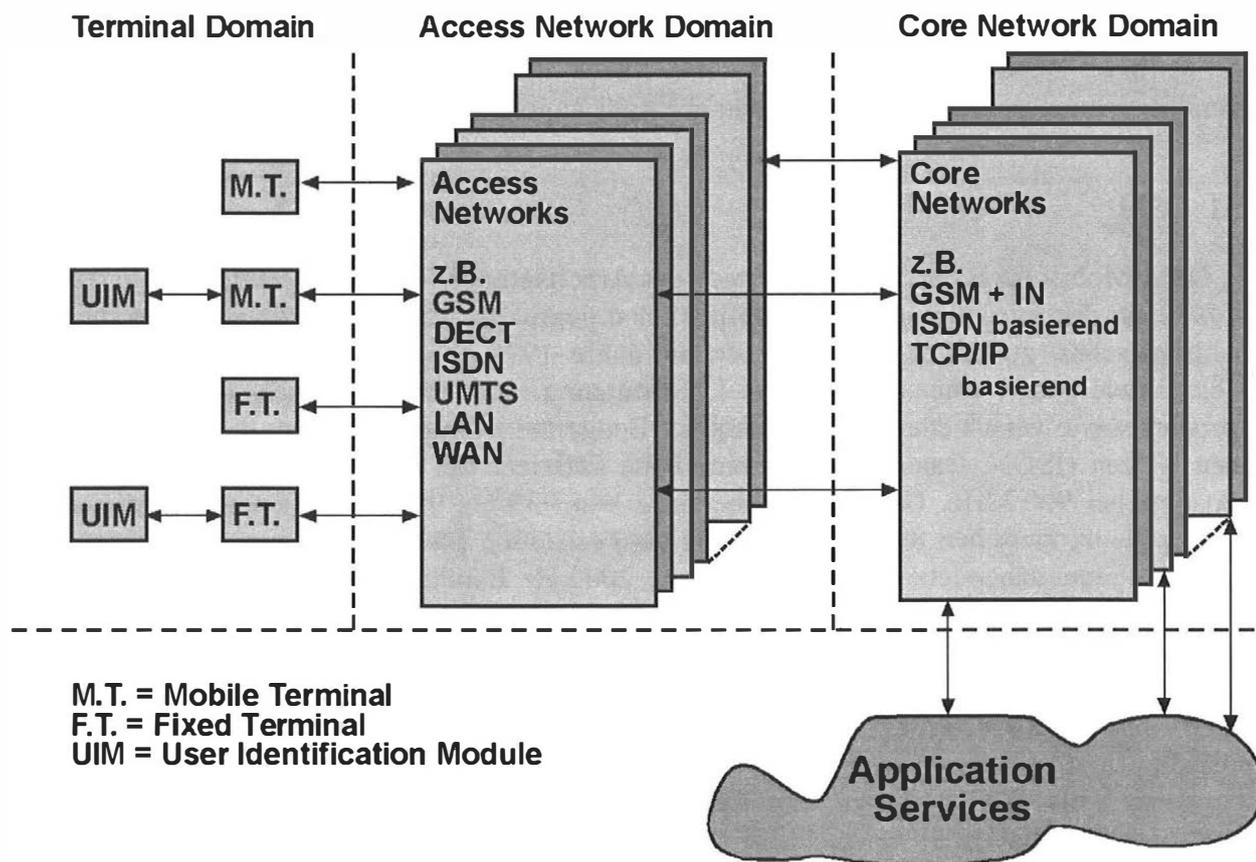


Abb. 2: Aufgabenverteilung im "Mobile Internet" (nach WALKE 2000)

tion bewirkt. So wurden die analogen Funknetze (Mobilfunknetze der sog. 1. Generation) vollständig von digitalen Mobilfunknetzen abgelöst. Hierbei werden moderne Digitaltechniken bei der Modulation, Codierung und Entzerrung eingesetzt, die eine bandbreiteneffiziente Übertragung ermöglichen und ein besseres Störverhalten und geringere Anfälligkeit gegenüber Rauschen als analog modulierte Signale bieten (WALKE 2000). In Europa wurden 1991 die ersten digitalen Mobilfunknetze nach ETSI/GSM Standard eingeführt und waren somit die ersten Vertreter der „2. Generation“. Im Jahr 2002 werden die ersten Mobilfunknetze der „3. Generation“ in Europa in Betrieb gehen, die dem vom *European Telecommunications Specifications Institute* (ETSI) festgelegten Standard UMTS entsprechen.

Da mit den digitalen Mobilfunknetzen der 2. Generation auch die Möglichkeit des mobilen Datentransfers erstmals unterstützt wird und somit die Voraussetzung für „Mobile Internet“ geschaffen ist, sollen im Folgenden diese näher untersucht und ein Ausblick auf die Systeme der 3. Generation (vor allem UMTS) gegeben werden.

2.1 Mobilfunksysteme der 2. Generation

Zu den digitalen Systemen der 2. Generation zählen u. a. GSM, USDC (*US Digital Cellular*; USA Mobilfunkstandard), PDC (*Personal Digital Cellular*; Japanischer Mobilfunkstandard), ERMES (*European Radio Message System*) etc.. Weltweit und insbesondere in Europa haben sich aber die GSM-basierenden Systeme als eindeutige Marktführer etabliert. Aus diesem Grund wird vor allem auf den funktionellen Aufbau eines GSM-Mobilfunksystems näher eingegangen

(weitestgehend auf Grundlage von WALKE 2000). Darauf aufbauende und bezüglich ihrer Verbreitung bzw. Akzeptanz relevante Systeme (meist mit der Intention zur Verbesserung der Datenübertragungsrate entwickelt) werden ebenfalls angeführt.

2.1.1 GSM

Das GSM-Mobilfunksystem – benannt nach der Arbeitsgruppe *Groupe Speciale Mobile* (GSM), die 1982 für die Ausarbeitung der Spezifikationen gegründet wurde – wurde als erstes digitales paneuropäisches, zellulares Mobilfunknetz im Jahre 1991 kommerziell eingeführt. Die angestrebten Ziele waren unter anderem die Unterstützung eines breiten Sprach- und Datendienstangebotes sowie verschiedener Typen mobiler Endgeräte, Kompatibilität zu den leitungsgebundenen Netzen (ISDN, Datennetz) und eine hohe Effizienz bei der Ausnutzung des Frequenzspektrums bei 900 MHz. Die Frequenzbereiche von 935 bis 960 MHz dienen als Feststation-Sendefrequenz, zwischen 890 und 915 MHz als Feststation-Empfangsfrequenz. Insgesamt sind in diesen Frequenzbereichen 124 Kanäle zu je 200 kHz Bandbreite ermöglicht, die nach dem Zeitmultiplex-Prinzip jeweils noch in acht Nutzkanäle unterteilt werden („timeslots“). Seit 1994 existiert zusätzlich eine Variante im Bereich von 1800 MHz („GSM1800“). Diese ist – abgesehen von der Betriebsfrequenz – technisch ident mit GSM900. Die meisten Netze in Europa arbeiten sowohl auf 900 Mhz als auch auf 1800 MHz. Für den Benutzer ist dies vollkommen transparent und unbemerkbar. Mittlerweile haben die meisten Staaten ein oder mehrere (typischerweise 3 bis 4) GSM-Netze eingeführt, und der Anspruch auf weltweiten Standard wird heute durch die Gleichsetzung von GSM mit *Global System for Mobile Communication* betont.

Der funktionelle Aufbau kann, wie in Abbildung 3 dargestellt, mit drei Teilsystemen beschrieben werden: dem Funkteilsystem, dem Vermittlungsteilsystem und dem Betreibersteilsystem.

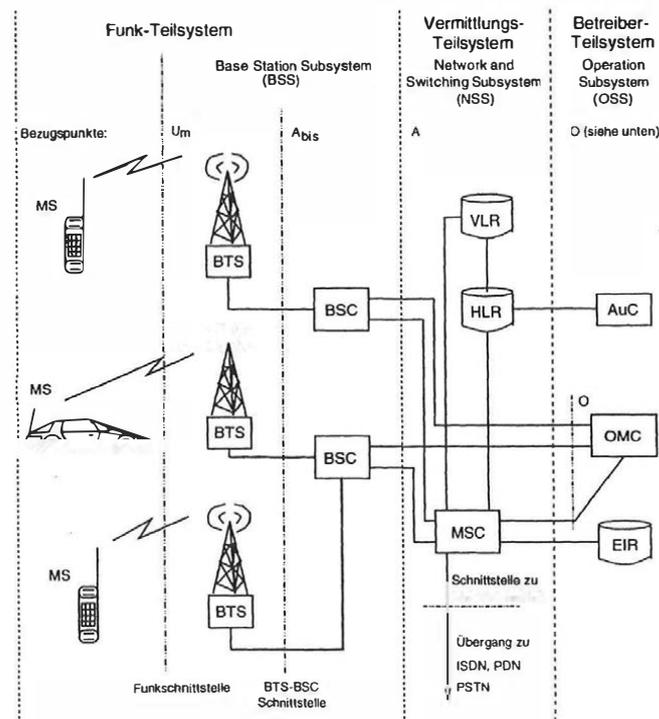


Abb. 3: Funktionale Architektur des GSM-Mobilfunknetzes (WALKE 2000)

Das **Funkteilssystem** bildet sich aus den mobilen Endgeräten (*Mobile Station, MS*) und den Teilsystemen an den Feststationen. Die mobilen Endgeräte, die sowohl in Fahrzeuge eingebaut oder als handportable Geräte ausgeführt sein können, bestehen wiederum aus den Hard- und Softwarekomponenten sowie dem *Subscriber Identity Module (SIM)*. Im SIM sind alle teilnehmerspezifischen Informationen abgespeichert, sodass der Teilnehmer sich über jede beliebige Mobilstation identifizieren kann. Weiters ist durch das SIM eine Personalisierung des Funkgerätes möglich. Die teilnehmerspezifischen Daten bestehen einerseits aus unveränderlichen Elementen (z. B. SIM-Kartentyp, PIN-Code, PUK-Code und zusätzlich abonnierte Dienste) und andererseits aus dynamischen Daten, die während der Kommunikationsverbindung kontinuierlich geändert werden können (z. B. Aufenthaltsinformationen).

Die **Feststationsteilsysteme** (*Base Station Subsystem, BSS*) umfassen folgende Komponenten: die Funkfeststation (*Base Transceiver Station, BTS*) bestehend aus Sende- und Empfangsanlagen einschließlich der Antennen und die Feststationssteuerung (*Base Station Controller, BSC*). Die BTS versorgt auf Grund ihrer begrenzten Sendeleistung nur ein bestimmtes geographisches Gebiet. Die Größe der sich ergebenden Funkzellen hängt von verschiedensten Parametern u. a. der örtlichen Morphologie, der charakteristischen Wellenausbreitung und der regional zu erwartenden Teilnehmerdichte ab (KOLBECK et al. 1994). Die Versorgung von Funkzellen hängt auch vom Typ der Antenne ab. So können z. B. sektorisierte Antennen drei in 120° zueinander angeordnete Zellen bedienen (WALKE 2000). Mehrere BTS (typisch: 50 bis 80) werden von einer BSC verwaltet, deren Aufgaben u. a. in der Reservierung und Freigabe von Funkkanälen, des *Handover Managements* (Übergabe der Funkkommunikation an ein anderes BTS, wenn der Teilnehmer sich in eine andere Funkzelle bewegt) sowie in der Übertragung der Daten zur MSC liegen.

Das **Vermittlungsteilsystem** stellt über die Mobilvermittlungsstelle (*Mobile Services Switching Center, MSC*) die Verbindung zwischen Mobilfunkteilnehmern desselben oder verschiedener Funknetze bzw. anderer Telekommunikationsnetze (z. B. Telefonnetz, ISDN, Datennetz) her. Weiters besteht das Vermittlungsteilsystem aus der Heimatdatei (*Home Location Register, HLR*) und der Besucherdatei (*Visitor Location Register, VLR*). In der HLR werden für jeden Mobilfunkteilnehmer wiederum quasi permanente Informationen wie z. B. Rufnummer, Geräteart und abonnierte Basis- und Zusatzdienste sowie temporäre Daten wie momentaner Aufenthaltsort gespeichert.

Dem **Betreiberteilsystem** des GSM können drei Aufgabengebiete zugeordnet werden: die Teilnehmerverwaltung (z. B. Dienste von Dienst Anbietern zur Verfügung stellen), Netzbetrieb und Wartung sowie die Mobilendgeräteverwaltung (z. B. Suchen von gestohlenen oder defekten Endgeräten).

Das GSM-Mobilfunknetz unterstützt verschiedene Arten der Datenübertragung, wobei GSM als Träger verwendet werden kann und dabei nur reine Transportdienste übernimmt, wie sie über die unteren drei Schichten des OSI Modells (*Open Systems Interconnection*) definiert sind. Die Übertragungsrate für Datendienste liegt hierbei maximal bei 9,6 kbit/s. Neben Trägerdiensten können mittels GSM auch Teledienste angeboten werden, die standardisierte Protokolle aller sieben Schichten des OSI Modells verwenden. Standardisierte Teledienste sind u. a. Telefondienst, Notrufdienst und Kurznachrichtendienste.

2.1.2 HSCSD

Da die maximale Datenübertragungsrate von 9,6 kbit/s im GSM-Mobilfunknetz die Anforderungen vieler Anwendungen insbesondere von Internetdiensten nicht erfüllt, wurden neue Daten-

dienste mit höherer Datenübertragungsrate in GSM realisiert. Ein Ansatz eines Datendienstes mit höherer Bitrate wurde unter dem Namen *High Speed Circuit Switched Data* (HSCSD) standardisiert. Hierbei werden theoretisch bis zu acht Nutzkanäle (timeslots) parallel verwendet, wobei Datenraten bis zu 76,8 kbit/s erreicht werden. Solche Endgeräte sind aber zur Zeit nicht auf dem Markt. In der Praxis unterstützen Endgeräte 2-4 parallele timeslots (Stand Dez. 2001). Damit sind Datenraten in der Größenordnung von 30 bis 35 kbit/s erreichbar.

2.1.3 GPRS

Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung der Datenübertragungsrate in GSM-Mobilfunknetzen ist die Verwendung von paketorientierten Datendiensten mit variablen Bitraten. Im Rahmen der Weiterentwicklung von GSM (GSM Phase 2+) wurde dazu 1997 die Standardisierung des Dienstes *General Packet Radio Service* (GPRS) abgeschlossen. GPRS verwendet nicht nur mehrere parallele Kanäle (timeslots), sondern auch unterschiedlich starke Kanalcodierungsverfahren und kann damit theoretisch Bandbreiten bis zu 171,2 kbit/s zur Verfügung stellen. In der Praxis kann heute mit einer Datenrate von typischerweise 30-40 kbit/s gerechnet werden (3 parallele Kanäle mit 13,05 kbit/s pro Kanal (Kodierungsschema CS-2)) Die Daten einer Kommunikationsbeziehung werden ähnlich dem TCP/IP im Internet in Datenpakete zerlegt, die sich ihren individuellen Weg (Route) durch das Netz suchen. Im Endgerät werden die einzelnen Datenpakete wieder zusammengesetzt.

Wesentlich neu an GPRS gegenüber seinen Vorgängern ist die paket-orientierte Vermittlung sowie die bessere Ausnutzung der Netzkapazitäten. Es können mehr Teilnehmer als bisher mit höheren Übertragungsraten in den jeweiligen Funkzellen kommunizieren. Grund ist, dass der Teilnehmer das Funknetz nur dann in Anspruch nimmt, wenn tatsächlich ein Datentransfer stattfindet. Anders als bei leitungsvermittelten GSM-Datendiensten basiert die Tarifberechnung von GPRS häufig auf dem transferierten Datenvolumen, unabhängig von der Verbindungsdauer (Online-Zeit) und der Entfernung. Details sind vom Tarifschema des einzelnen Netzbetreibers abhängig. Ein Anwendungsschwerpunkt von GPRS wurde daher nach Einführung im Jahr 2000 die Unterstützung von TCP/IP-Anwendungen im Rahmen des „Mobile Internet“.

2.1.4 EDGE

Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE) ist eine weitere Weiterentwicklung von GSM und verwendet im Gegensatz zu GSM/GPRS, bei dem das klassische GMSK-Modulationsverfahren (*Gaußsches Minimum Shift Keying*) eingesetzt wird, das 8-PSK-Modulationsverfahren (*Phase Shift Keying*). Im 8-PSK-Verfahren können mit einem Impuls 3 Bits gleichzeitig übertragen werden. Das bedeutet, dass sich die Datenübertragungsrate gegenüber dem GMSK-Verfahren (nur 1 Bit pro Impuls) um den Faktor 3 vergrößert.

Das EDGE-Prinzip lässt sich in zukünftigen GSM/GPRS-Netzen für zwei Datentransfer-technologien einsetzen, nämlich für HSCSD und für GPRS. Im Falle von HSCSD spricht man dann von einem ECSD-Netz (*Enhanced Circuit Switched Data*), im Falle von GPRS von einem EGPRS-Netz (*Enhanced General Packet Radio Service*). Da fast alle GSM-Netzbetreiber mittlerweile GPRS in ihren Netzen integriert haben, werden vor allem EGPRS-Dienste in Zukunft von Interesse sein. Da eine Datenübertragungsrate von bis zu maximal 470 kbits/s erreicht werden kann, werden sogenannte 3G-Services (Services für die Mobilfunksysteme der 3. Generation) auch via EGPRS-Netzen möglich. Der Einsatz von EDGE – vorgesehen ab dem Jahr

2004 – stellt hiermit für GSM-Netzbetreiber, die keine UMTS-Lizenz erwerben, eine entsprechende Alternative dar, um zukünftig wettbewerbfähig zu bleiben.

2.2 Mobilfunksysteme der 3. Generation

Um einerseits die zur Verfügung stehenden Frequenzen besser auszunutzen und da andererseits von Seiten der Konsumenten immer höhere Datenraten gefordert werden, wurden die Mobilfunkstandards der 3. Generation entwickelt. Die auf diesen Standards basierenden zukünftigen Mobilkommunikationsnetze (UMTS), werden zu einem weltweiten, universellen, öffentlichen Mobilfunknetz führen. Die Hauptcharakteristika von Mobilfunksystemen der dritten Generation sind (BAIER 1993):

- Unterstützung aller Eigenschaften, die heute von den einzelnen Systemen angeboten werden,
- Unterstützung neuer Dienste mit hoher Dienstgüte wie im Festnetz,
- hohe Kapazität, durch die eine hohe Marktdurchdringung unterstützt wird,
- hohe Spektrumseffizienz,
- hohe Sicherheit.

Dabei müssen u. a. viele Dienste (Sprache und Daten, Tele- und Trägerdienste) mit wahlweiser leitungs- bzw. paketerorientierter Übertragung sowie verschiedene Bitraten (niedrige für Sprache bzw. bis zu 2 Mbit/s für Multimediaanwendungen) unterstützt werden.

UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) ist der europäische Standard der dritten Mobilfunkgeneration, das den Frequenzbereich zwischen 1,885–2,2 GHz benutzen wird, und soll in den Jahren 2002 bzw. 2003 im deutschsprachigen Raum eingeführt werden. UMTS baut auf einem komplett neuen Funknetzteil (UTRAN – *UMTS Terrestrial Radio Access Network*) auf, dessen Technologie sich sehr von der GSM-Technik unterscheidet und dadurch zwei Ziele erfüllt, nämlich effizientere Nutzung der Frequenzen und schnellere Datendienste. Die Kerntechnologie für das verwendete Übertragungsverfahren ist das WCDMA-Multiplexverfahren. WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) gestattet, dass mehrere Teilnehmer gleichzeitig über nur einen Frequenzkanal kommunizieren können, ohne dass sie sich gegenseitig stören. Um dies zu ermöglichen, wird jedes Teilnehmersignal mit einem binären Code codiert, so dass der Empfänger das gewünschte Signal aus dem gemeinsam genutzten Frequenzkanal wieder herausfiltern kann, sofern er den verwendeten Binärcode kennt (UMTS-Link 2001).

Das IMT-2000-System (*International Mobile Telecommunication at 2000 Mhz*) ist der von ITU definierte, global ausgerichtete Anforderungskatalog für Technologien der sog. 3. Generation. So sind mehrere Luftschnittstellen definiert, die den unterschiedlichen Anforderungen von dicht besiedelten (z.B. Europa) und dünn besiedelten Gebieten (z.B. Entwicklungsländer) gerecht werden. Neben UMTS ist u. a. auch eine Luftschnittstelle zwischen Satellitenbasisstationen und mobilen Bodenstationen vorgesehen. Demzufolge werden Endgeräte gefordert werden, die wahlweise mehrere Funkschnittstellen unterstützen können, so dass sie überall funktionsfähig sind, unabhängig vom gerade zur Verfügung stehenden Funknetzzugang.

UMTS Applikationen bzw. Services lassen sich aus kommunikationstechnischer Sicht in vier QoS Klassen (*Quality of Service*) einteilen, wobei die Verzögerungstoleranz der Übertragung den dafür bestimmenden Faktor darstellt:

- Konversation (Verzögerung sollte kleiner als 400 ms betragen): Sprachtelefonie, Videotelefonie, Videokonferenz etc.

- Streaming Klasse (der Browser bzw. Client kann mit der Anzeige von Daten bereits beginnen, während gleichzeitig noch der Rest der Datenmenge übertragen wird; nur sehr kurze Verzögerungen können toleriert werden): Videoclip, Musikübertragung etc.
- Interaktive Klasse (Daten werden innerhalb eines gewissen Zeitraumes erwartet; kurze Verzögerungen möglich): Web Browsing, Server Abfragen etc.
- Background (Daten werden zu keinem bestimmten Zeitpunkt erwartet, Verzögerung kann daher bis zu einigen Minuten betragen): Email, SMS, Übertragung von Datenbanken oder von Messungen etc.

Je nach QoS Klasse werden die Daten unterschiedlich übertragen. So wird Konversation und die Streaming Klasse als *real-time* Verbindungen mit dem WCDMA Verfahren transferiert, hingegen die Interaktive Klasse und Background Daten mittels *non real-time* Datenpaketen.

Abschließend sollen anhand Tabelle 1 die Datenübertragungsraten digitaler Mobilfunksysteme der 2. bzw. der 3. Generation einander gegenübergestellt werden, wobei auch die im praktischen Netzbetrieb real zur Verfügung gestellten Übertragungsraten aufgelistet sind. Im Vergleich dazu liegen die Datenübertragungsraten im ISDN-Festnetz bei 64 kbit/s.

Digitale Mobilfunksysteme	Datenübertragungsraten	
	maximal	typisch
GSM	9,6 kbit/s	9,6 kbit/s
HSCSD	76,8 kbit/s	25-30 kbit/s
GPRS	171,2 kbit/s	30-40 kbit/s
EDGE	470 kbit/s	80-100 kbit/s
UMTS	2 Mbit/s	120-140 kbit/s

Tab. 1: Maximale und typische Datenübertragungsraten in digitalen Mobilfunksystemen

3. Protokolle für den mobilen Internetzugang

Grundlage aller Protokolle, die zur Übertragung und Darstellung von Internetdokumenten verwendet werden, sei es im „Fixed Internet“ oder im „Mobile Internet“, ist das Internet Protokoll IP. Im „Fixed Internet“ (Zugang über Ethernet oder Modem) hat sich **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) als Standard-Kommunikationsprotokoll für Web-Seiten durchgesetzt (für Echtzeitdienste, wie z.B. Voice-over-IP, wird UDP verwendet.). TCP/IP besteht aus zwei Protokollen, einerseits dem TCP, welches die Zerlegung einer Nachricht in Datenpakete verwaltet und dem IP, das für die Adressierung der einzelnen Datenpakete verantwortlich ist. Andere Möglichkeiten für die Übertragung einzelner Datenpakete sind UDP/IP (*User Datagram Protocol/Internet Protocol*, ohne Steuerung des Datendurchsatzes, ohne Fehlerkorrektur/Wiederholung) oder WDP (*Wireless Datagram Protocol*). Im „Mobile Internet“ (Zugang über digitalen Mobilfunk) wurde mit GPRS erstmalig die Möglichkeit der Paketvermittlung geboten und TCP/IP direkt unterstützt. Auch GSM kann für TCP/IP Datenverbindungen genutzt werden, allerdings werden dazu einige Protokollumsetzungen benötigt. Diese sind bei GPRS deutlich einfacher bzw. können ganz entfallen. In UMTS wird es die direkte Unterstützung von TCP/IP ebenfalls geben. Die Integration der darüber liegenden gebräuchlichen Applikations-Protokolle (wie z.B. HTTP), die auf TCP/IP aufbauen, wird dabei deutlich einfacher und effizienter als bisher sein.

Für das GSM-Netz wurden zusätzlich einfachere Protokolle wie SMS und WAP entwickelt, welche die eingeschränkten Darstellungsmöglichkeiten der Endgeräte berücksichtigen. Die **WAP-Technologie** (WAP – *Wireless Application Protocol*) vereint demzufolge zwei weitverbreitete Netztechnologien, einerseits das mobile GSM-Netz, andererseits das Internet. Die Spezifikationen wurden hierfür vom WAP-Forum durchgeführt; ein überwiegender Anteil der Handsets unterstützt inzwischen die entsprechenden Standards. Im Gegensatz zu **SMS-Diensten** (SMS – *Short Message Service*) erfolgt die Kommunikation pro Datentransfer nicht immer nur in eine Richtung, sondern wird die Grundidee verfolgt, dass der Informationsaustausch in beide Richtungen, also vom Netz zum User und umgekehrt (bidirektional), möglich sein soll. Außerdem ist beim SMS-Protokoll die Datengröße auf 160 Zeichen begrenzt, während bei WAP größere Datenpakete zugelassen werden. Demnach können spezielle WAP-Seiten von einem entsprechenden WAP-Server in den WAP-Browser des Mobiltelefons geladen und dort der Text entsprechend den zur Verfügung stehenden Funktionen weiterverarbeitet werden (scrollen, einem Link folgen usw.). Die WAP-Architektur basiert auf einem schichtenförmigen Modell, das durch fünf Schichten beschrieben werden kann. Die Schichten reichen von der Transportschicht (WAP verwendet normalerweise WDP, kann aber auch auf TCP/IP bzw. UDP/IP aufgesetzt werden.) bis zur Anwendungsschicht, in der man das WAE (*Wireless Application Environment*) findet, welches insbesondere WML, WML-Script und WTA (*Wireless Telephony Applications*) unterstützt (IMMLER 2000).

In GSM-Handys sind die Möglichkeiten, Internetfunktionen zu implementieren sehr beschränkt. Daher wurde eine neue Sprache entwickelt, mit der WAP-Seiten beschrieben werden können. Da es sich um eine drahtlose Verbindung handelt, wurde diese Sprache **WML** (*Wireless Markup Language*) bezeichnet. WML ist der ursprünglichen Sprache für herkömmliche Internetseiten HTML ähnlich, berücksichtigt aber die geringen Darstellungsmöglichkeiten des „Microbrowsers“ eines WAP-Handys und die bescheidene Datenrate von GSM-Netzen. Als eigentliche Schnittstelle zwischen Mobilfunknetz und Internet fungiert das **WAP-Gateway** (Abbildung 4), dessen Funktion darin besteht, die Übertragungssprache der beiden unterschiedlichen Netzwerke in die andere Sprache zu übersetzen und die Datenraten aufeinander anzupassen. Zur Darstellung von Bildern existiert ein eigenes Grafikformat namens **WBMP** (*Wireless Bitmap*).

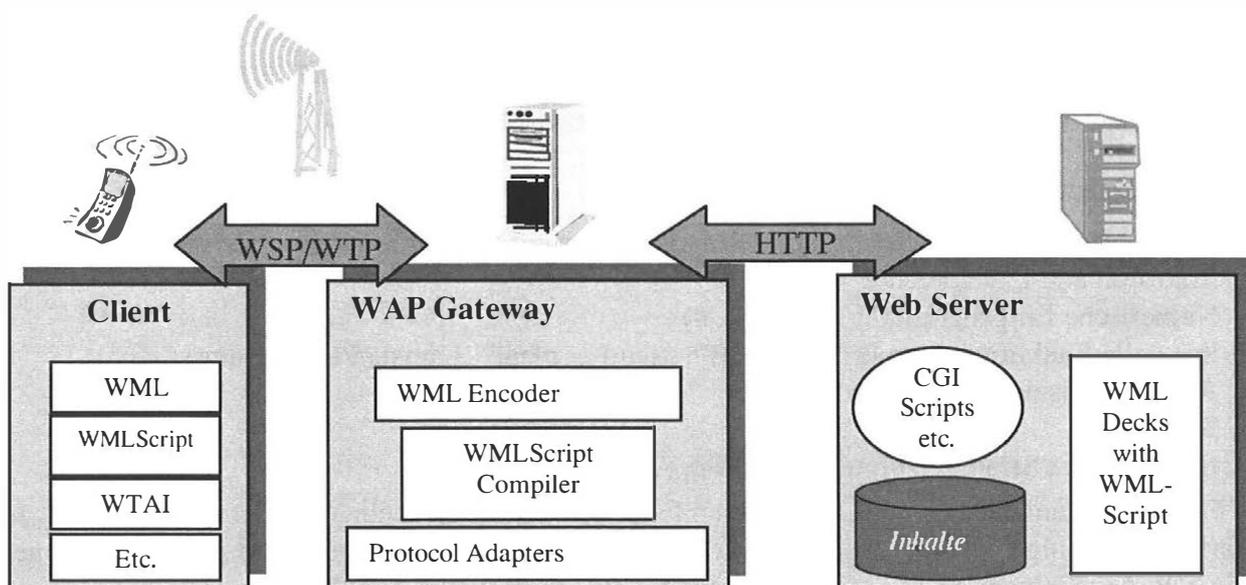


Abb. 4: WAP Architektur (Quelle: WAP FORUM 1999)

WBMP-Grafiken besitzen derzeit 1 Bit Farbtiefe (schwarz oder weiß) und lassen sich mit einem Konverter (Format-Umwandler) von GIF- oder JPEG-Grafikformaten erzeugen.

4. Endgeräte für „Mobile Internet“

Mobile Abfrage- und Ausgabegeräte, die in irgendeiner Form den Grundbedingungen

- Eignung für einen nachrichtentechnischen Datenübertragungsempfang bzw. -versand
- Eignung für die Ausgabe von graphischen Dateiformaten
- Eignung für die Ermöglichung von Nutzerinteraktionen (Abfragen, Anforderungen)

entsprechen, können im Prinzip als mögliche mobile Clients einer Telekartographie-Anwendung angesehen werden. Das z.Z. stattfindende Verschmelzen der Computerindustrie mit der Telekommunikationsindustrie (vgl. z.B. die Kooperation der Firmen Ericsson und Microsoft (SYMBIAN 1999)) erzeugt eine ungeheure Dynamik bei der Entwicklung solcher Endgeräte. Es kann sich dabei um Mobiltelefone handeln, die auch Grafik am Display darstellen können, aber auch um kleine tragbare Computer; letztlich wird die Verschmelzung der Telekommunikation mit der Computerindustrie diese Unterscheidungen überflüssig machen.

Mobile Endgeräte für „Mobile Internet“ lassen sich je nach Schwerpunkt ihrer prinzipiellen Ausrichtung in der Bandbreite zwischen einfachen Mobiltelefonen und kleinen tragbaren Computern ansiedeln.

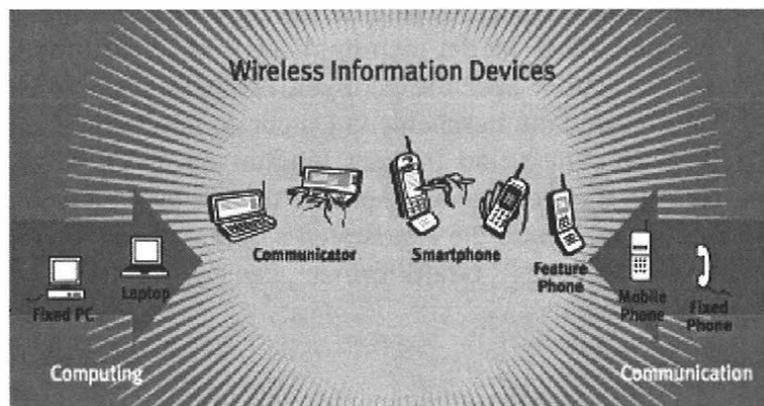


Abb. 5: Prognostizierte Verschmelzung von Computer- und Kommunikationsgeräten (Quelle: SYMBIAN 1999)

Ein typisches **Mobiltelefon** besteht aus:

- Display (i.A. schwarze Schrift auf hellem Hintergrund, Auflösung maximal 128 x 128 Pixel)
- Mikrofon and Lautsprecher
- Numerische Eingabetastatur (1-9, 0, *, #)
- Spezielle Funktionstasten (z. B. „on-off“, „send“, „clear“, Lautstärkenregelung)
- Antenne (ausziehbar oder fix)
- SIM Karte
- Elemente der Stromversorgung (Batterie, Aufladesystem)

Für den Zugang zu Internet-Diensten steht zur Zeit vorwiegend ein WML-Browser (WAP) zur Verfügung. Einige wenige Modelle unterstützen darüber hinaus eigenständige Applikationen, wie z.B. das Siemens SL45i (Abbildung 6), auf welchem kleine JAVA Programme (J2ME) laufen. Die geringe Displaygröße in Kombination mit den eingeschränkten Software-Vorausset-

zungen lassen die Mobiltelefone für Anwendungen der Telekartographie jedoch als wenig geeignet erscheinen.

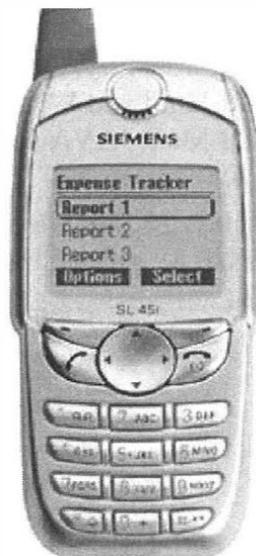


Abb. 6: Siemens SL45i

Mehr Möglichkeiten bieten hingegen Geräte, welche die Funktionen eines mobilen Computers (Laptop bis hin zu kleinen mobilen „handheld devices“, sog. PDAs – *Personal Digital Assistant*) als auch eines Mobiltelefons vereinigen und über GSM/GPRS direkt „Mobile Internet“-fähig sind (PDAs sind zwar ebenfalls Internet-tauglich, müssen jedoch über ein Modem oder ein GSM/GPRS Mobiltelefon mit dem Internet verbunden werden. Diese Verbindung kann wiederum per Kabel oder kabellos mittels Infrarot bzw. Bluetooth hergestellt werden). Dabei wird unterschieden zwischen „kommunikationszentrierten“ Mobiltelefonen, die mit Funktionalitäten für Informationsdienstleistungen angereichert und als „Smart Phones“ bezeichnet werden, und „informationszentrierten“ Geräten, die auch Kommunikationsfunktionen anbieten, sogenannten „Communicators“ (GARTNER 2000). Die Hardware unterscheidet sich bei diesen Geräten gegenüber Mobiltelefonen um folgende Merkmale:

- LCD Farb-Display mit üblicher 320 x 240 Pixel Auflösung: Der Bildschirm kann sensitiv ausgeführt sein und somit Eingaben mittels Stift oder Finger zur Navigation akzeptieren. In einigen Modellen (ohne Tastatur) ist außerdem eine automatische Schrifterkennungssoftware inkludiert.
- Kleine alphanumerische Tastatur (bei Modellen ohne Stift bzw. Schrifterkennung).
- Zum Speichern von Daten bzw. für die Ausführung von Programmen ist ein entsprechendes Memory vorhanden. Je nach Modell sind zwischen 8 und 32 MB RAM zurzeit üblich.
- Die Prozessor-Geschwindigkeit variiert zwischen 16 MHz (Palm-OS) und 200 MHz (Windows-CE)

Als Betriebssystem sind Windows-CE, MS Pocket PC, Palm OS und Symbian EPOC am weitesten verbreitet. Die unterstützte Software ist von Gerät zu Gerät unterschiedlich. Einige Beispiele sollen die Bandbreite verdeutlichen (siehe auch Abbildung 7):

- Nokia Communicator 9210 (NOKIA 2001):
640 x 200 Pixel Farbdisplay, 8 MB Memory (erweiterbar), Betriebssystem EPOC, unterstützt E-Mail (SMTP, POP3, IMAP4), Html 3.2, WML 1.1, Java Script (Opera Browser),

Multimedia (Real Player für Audio/Video und verschiedene File Formate – JPG, GIF, CGM, BMP, TIF, WAV, ZIP, TGZ, Video etc.) weiters C++ und Java (J2ME).

- Trium Mondo (TRIUM 2001):
320x 240 Pixel Grauwertdisplay, 16 MB Memory, Betriebssystem MS Pocket PC 3.0, integrierte Software: MS Pocket Explorer für Html and WML 1.1, Pocket Windows Media Player für MP3 und AVI, MS Pocket Outlook E-Mail, JAVA wird nicht unterstützt.
- Handspring Treo (HANDSPRING 2001):
160x 160 Pixel Grauwert- oder Farbdisplay, 16 MB Memory, Betriebssystem Palm OS 3.5.2H, integrierte Software: E-Mail (SMTP, POP 3), Blazer Internet Explorer für Html, WML und C-Html, JAVA (J2ME) wird unterstützt.



Abb.7: Communicators bzw. Smart Phones: Nokia Communicator 9210, Trium Mondo, Handspring Treo

5. Applikationsentwicklungsumgebungen im Kontext der Telekartographie

Die Verbindung einer Applikation mit einem „Transferserver“, also einem Rechner, der in einem Netzwerk Kommunikations- und Datenübertragungsvorgänge steuert, unterscheidet sich im Rahmen des „Mobile Internet“ im Prinzip nicht von Applikationsverbindungen im „normalen“ Internet-Umfeld (vgl. Abbildung 1 und Abbildung 2). Solche Verbindungen werden auf Serverseite innerhalb diverser Entwicklungsumgebungen realisiert. Solche Entwicklungsumgebungen umfassen beispielsweise Techniken wie CGI oder ASP, die eine Weiterleitung von Client-Requests (in einer protokollkonformen Form) an Applikationen bzw. die Resultatsweiterleitung steuern und kontrollieren. Mobile Internet und „normale“ Internet Anwendungen unterscheiden sich diesbezüglich im Prinzip nicht (vgl. GARTNER und UHLIRZ 2001).

Eine den mobilen Endgeräten gerecht werdende Applikationsentwicklung ist aber neben verfügbaren Dateiformaten (die speziellen Bedingungen eines „kleinen“ Displays stellen insbesondere an die verwendeten Grafikformate besondere Herausforderungen in Hinblick auf Transfer- und Anzeigepotential; speziell für den Einsatz auf kleinen Displays entwickelte Grafikformate stellen das Wireless Bitmap-Rasterformat (wbmp) und das Mobile SVG-Vektorformat dar), Datenübertragungsprotokollen u. a. vor allem auf veränderbare, adaptive Schnittstellen angewiesen (REICHENBACHER 2001) und verlangt nach plattformübergreifenden Lösungen, welche beispielsweise durch Java (Applets und Servlets) oder XML-basierten Applikationsentwicklungen gegeben sein können. Diesen beiden „Entwicklungswerkzeugen“ kommt daher im Kontext der Verbindung und Realisierung von Telekartographie-Applikationen großes Potential zu (vgl. PAMMER 2001; BRINKHOFF und WEITKÄMPER 2001; LEHTO 2001).

6. Ausblick

Das Internet in Verbindung mit mobilen Endgeräten ermöglicht eine neue Art und Weise wie Karten verteilt und genutzt werden können. Dabei unterscheiden sich Internet- und Telekartographie-Applikationen von allen anderen Applikationen dadurch, dass sie besondere Distributions- und Nutzungseigenschaften aufweisen. Diese bestehen insbesondere in der Ermöglichung einer vernetzten, multimedialen Distribution und Nutzung von Informationen in zeit- und ortsunabhängigen Bedingungen des Nutzers. Wie gezeigt wurde, sind die technischen und konzeptionellen Voraussetzungen zwar nicht für die Kartographie gedacht, jedoch für die kartographische Informationsvermittlung nutzbar. Es stehen Werkzeuge zur Verfügung um interaktive kartographische Applikationen zu realisieren und es ist von einer weiteren hoch dynamischen Weiterentwicklung aller Komponenten des „Mobile Internet“ (mobile Endgeräte, Mobilfunksysteme, Datenübertragungsprotokolle und Applikationsentwicklungsumgebungen) auszugehen.

Das Prinzip der kartographischen Informationsvermittlung – die Verwendung perceptiv wahrnehmbarer, maßstabsgebundener graphischer Produkte für die Informationsvermittlung – bleibt auch in diesem Umfeld unverändert. Gerade diese Tatsache gilt es auch in den mit neuen und zusätzlichen Eigenschaften für die Kartennutzung ausgestatteten Technologieumfeldern zu berücksichtigen (beispielsweise die unmittelbare Nutzung permanent aktualisierter Daten oder Präsentationen, orts- und zeitunabhängige Kartennutzung, Erschließung von weltweit verknüpfbaren Daten und Präsentationen), um eine effiziente Nutzung von interaktiven kartographischen Systemen zu gewährleisten.

Literatur

- Baier, A., H. Panzer: MULTI-RATE DS-CMDA RADIO INTERFACE FOR THIRD-GENERATION CELLULAR SYSTEMS. 7th IEE European Conference on Mobile Personal Communications, Brighton (1993), S. 255.
- Brinkhoff, T., J. Weitekämper: EINE ARCHITEKTUR ZUR XML-BASIERTEN REPRÄSENTATION VON BEWEGTEN GEO-OBJEKTEN. Proceedings 9. GI-Fachtagung, Oldenburg. Informatik aktuell, Springer (2001), S.144 – 153.
- Gartner, G.: TELEKARTOGRAPHIE ODER NEUE CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE KARTOGRAPHIE. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 52, Wien (2000), S. 43 – 51.
- Gartner, G., S. Uhlirz: CARTOGRAPHIC CONCEPTS FOR REALIZING A LOCATION BASED UMTS SERVICE. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Beijing (2001), S. 3229 – 3239.
- Handspring: <http://www.handspring.com/> (2001). Webseite besucht Nov. 2001.
- Immler, C., M. Kreinacke, A. Spallek: DAS GROSSE BUCH WAP. DATA Becker, Düsseldorf (2000).
- Kolbeck, R., H. Hajer, C. Bail: MOBILE KOMMUNIKATION FÜR JEDERMANN. Markt&Technik, Buch- und Software-Verlag, Haar bei München (1994).
- Kunczier, H.: MULTIMEDIA SERVICES IN THE UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM. Diplomarbeit, Technische Universität Wien (2000).
- Lehto, L., T. Kilpeläinen: GENERALIZING XML-ENCODED SPATIAL DATA ON THE WEB. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Beijing (2001), S. 2390 – 2396.
- Nokia: <http://www.nokia.com/phones/9210/specifications.html> (2001). Webseite besucht Nov. 2001.
- Pammer, A.: ENTWICKLUNG KARTENBASIERTER ROUTINGAPPLIKATIONEN IM UMTS-BEREICH MIT GEOMEDIA WEB ENTERPRISE. 16. Intergraph Geoforum 2001, Offenbach am Main, VII/2 (2001).
- Reichenbacher, T.: THE WORLD IN YOUR POCKET - TOWARDS A MOBILE CARTOGRAPHY. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Beijing (2001), S. 2514 – 2522.
- Salonen, J., A. Toskala: UMTS SERVICES AND APPLICATIONS. In: Holma, H., A. Toskala (Hrsg.): WCDMA FOR UMTS. John Wiley & Sons Ltd., Chichester (2001), S. 9 – 23.
- Symbian: <http://www.symbian.com>. Webseite besucht Nov. 1999.

Trium: <http://www.trium.net/> (2001). Webseite besucht Nov. 2001.

UMTSlink: <http://www.umtslink.at/> (2001). Webseite besucht Nov. 2001.

Walke, B.: MOBILFUNKNETZE UND IHRE PROTOKOLLE. 2 Bände, B.G.Teubner, Stuttgart (2000).

Diskussion der Leistungsmerkmale von Systemen zur Positionsbestimmung mit Mobiltelefonen als Basis für Location Based Services (LBS)

Günther Retscher, Wien

Zusammenfassung

Unter Location Based Services (LBS) werden Dienste der Mobilfunkbetreiber verstanden, die im Zusammenhang mit einer kontinuierlichen Positionierung von Mobiltelefonen stehen. Dadurch entsteht die Möglichkeit, viele neue Dienste, die eine Positionierung und einen kontinuierlichen Ortbezug erfordern, anzubieten, wie z.B. die Navigation und Zielführung mit mobilen Stadtführern am Mobiltelefon und die Abfrage und Ortsbestimmung von nächstgelegenen Serviceeinrichtungen wie z.B. Geschäfte, Hotels, Restaurants, usw. sowie deren Einsatz im Flottenmanagement und zur Lokalisierung von Objekten und Personen.

In diesem Beitrag werden vorerst die grundlegenden Prinzipien der Positionierung mit Mobiltelefonen vorgestellt, um im Anschluss das Genauigkeitspotential und die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Systeme im Detail analysieren zu können. Im besonderen wird dabei auch auf die Möglichkeit der Kombination der Positionsbestimmung mit Mobiltelefonen und anderen Navigationsverfahren, wie z.B. der Satellitennavigation (GPS oder zukünftige globale Satellitennavigationssysteme GNSS wie z.B. Galileo), eingegangen. Abschließend wird als Beispiel die Integration der LBS in modernen Fahrzeugnavigations- und Verkehrsleitsysteme behandelt, wobei die Positionsbestimmung mit Mobiltelefonen im Hinblick auf deren Einsatz als Ergänzung zu GPS-Positionierung angebracht ist.

Abstract

Location Based Services are new services offered by cellular or mobile phone network providers enabling a wide range of wireless applications that utilise location information. The services deliver information about the geographic location of mobile telecommunications devices (e.g. cellular or mobile phones). Examples for such services include mobile city guides, location dependent enquires in yellow pages or other directories, fleet management and tracking of objects or persons.

Starting from a discussion of the principles of wireless location techniques, the performance and achievable positioning accuracies of wireless location methods are described in this paper. For many applications a combination with satellite positioning (GPS or future GNSS systems) is important. As an example, the integration of wireless location techniques into vehicle navigation systems will be discussed where satellite positioning could be replaced by wireless location techniques in the case of obstruction of satellite signals in urban areas or indoor environments.

1 Anwendungen von Location Based Services (LBS)

Die Entwicklung von Methoden zur Positionsbestimmung von Mobiltelefonen wurde in den letzten Jahren hauptsächlich durch eine amerikanische Verordnung der U.S. FCC (Federal Communication Commission) vorangetrieben, wonach seit Ende 2001 die Verpflichtung besteht, dass bei einem Notrufgespräch (E-911) von einem Mobiltelefon zwingend die Position des Anrufers an die Notrufzentrale mitgeteilt werden muss. Ähnliche Vorschriften werden zur Zeit von der europäischen Telekommunikationsbehörde (ETSI European Telecommunications Standards Institute) diskutiert. Neben dieser Verpflichtung zur Lokalisierung von Notrufgesprächen können Dienste zur Positionierung von Mobiltelefonen für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden (siehe z.B. DRANE et al. 1998; TRUE POSITION 2001), u.a. zur

- Steigerung der Netzwerkleistung,
- ortsabhängigen Abrechnung der Gespräche (Location Sensitive Billing),
- Fahrzeug- und Flottenmanagement,
- Auffindung gestohlener Fahrzeuge,
- Lokalisierung von Personen und Objekten.

Bei diesen verschiedenen Anwendungen werden auch zum Teil sehr unterschiedliche Anforderungen an die erforderliche Positionierungsgenauigkeit gestellt. Zum Beispiel kann im Falle eines Notrufgespräches vorerst eine sehr geringe Genauigkeit im Bereich von 10-35 km ausreichend sein, wenn es darum geht, den Notruf an die entsprechende Einsatzzentrale weiterzuleiten. Andererseits werden zur Führung der Einsatzkräfte an den Unfallort natürlich wesentlich höhere Positionierungsgenauigkeiten gefordert. Diese reichen von Genauigkeiten im Bereich von 25-150 m im Stadtgebiet bis zu 100-500 m im ländlichen Gebiet und auf Autobahnen (CGALIES 2001). Für die Erfüllung dieser verschiedenen Genauigkeitsforderungen stehen heutzutage bereits geeignete Methoden zur Verfügung bzw. befinden sich gerade in Entwicklung. Das Prinzip der wesentlichen Methoden zur Positionsbestimmung mit dem Mobiltelefon wird im nachfolgenden Abschnitt behandelt.

2 Methoden für die Positionsbestimmung mit dem Mobiltelefon

Für die Positionsbestimmung mit dem Mobiltelefon können verschiedene Strategien und Methoden eingesetzt werden. Hierbei muss auch unterschieden werden, ob die Positionierung ausschließlich auf der Nutzung von Signalen des mobilen Telekommunikationsnetzes beruht oder ob externe Messgrößen (wie z.B. GPS) mitverwandt werden. Das Prinzip von einigen Verfahren beruht auf klassischen terrestrischen Navigationsverfahren, wobei im wesentlichen Distanzen und Distanzdifferenzen oder Richtungen (Azimut) und Winkel gemessen werden. Entscheidend ist auch die eingesetzte Architektur bzw. Anordnung der Positionsbestimmung, bei der festgelegt wird, wo die Messung und Berechnung der Positionslösung erfolgen soll.

2.1 Architekturen der Positionsbestimmung

Für die Positionsbestimmung einer Mobilstation stehen grundsätzlich drei mögliche Systemarchitekturen zur Verfügung (siehe z.B. DRANE et al. 1998). Je nachdem, ob die Messung bzw. die Berechnung im Netzwerk oder Mobiltelefon stattfindet, spricht man von

- Network-based Positioning,
- Mobile-based oder Handset-based Positioning und
- Hybrid Positioning.

Die Auswahl der Architektur hängt einerseits von der gewünschten Anwendung der Positionsbestimmung und andererseits von Kriterien ab, die von der Architektur beeinflusst werden. Zu diesen Kriterien zählen die Kosten für den Aufbau der notwendigen Infrastruktur, der Abdeckungsbereich im Mobilfunknetz und die Anzahl der Anwender deren Position gleichzeitig bestimmt werden kann. Abbildung 1 zeigt die ersten beiden Architekturen.

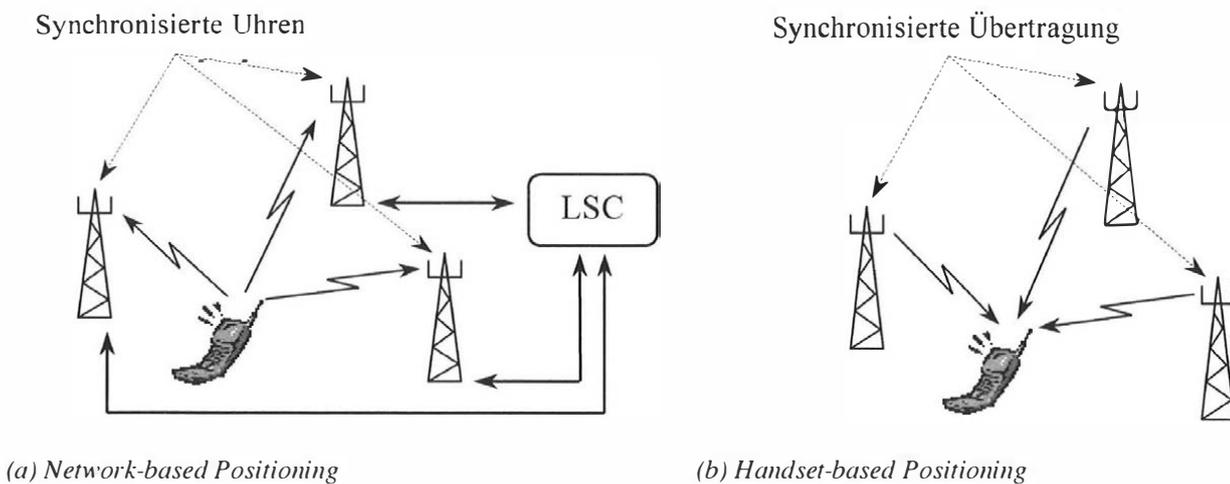


Abb. 1: Architekturen für die Positionsbestimmung

Bei Network-based Positioning wird die Aufgabe der Messung als auch der Berechnung vom Mobilfunknetz übernommen. Man bezeichnet diese Anordnung auch als Remote Positioning, wobei an verschiedenen Empfängern ein Signal des zu positionierenden Objektes empfangen und zur Messung herangezogen wird. In diesem Fall sendet das Mobiltelefon (bzw. Mobilstation MS) einen sog. TCH-Burst (Traffic Channel-Burst) über den Uplink-Kanal (Verbindung Mobilstation – Basisstation) aus. Die Abwicklung des Prozesses der Positionsbestimmung übernimmt das Location Service Center (LSC) im Netzwerk. Für die Messung ist in der Regel eine genaue Zeitsynchronisation der Empfängeruhren in den Basisstationen (Base Transceiving Stations BTS) erforderlich. Die bestimmte Position kann dann z.B. mit Hilfe der Nutzung des SMS (Short Messages Service) an die Mobilstation übertragen werden. Bei dieser Architektur ist keine Modifizierung der Mobilstation notwendig, es müssen jedoch Modifikationen im Netz erfolgen, wie z.B. die Installation der LSC.

Im Unterschied dazu bestimmt beim Mobile-based (oder Handset-based) Positioning ein mobiler Empfänger seine Position aus Messungen von Signalen der Sendeanlagen bzw. Basisstationen. Dies ist eine Form von Self Positioning, wobei nun ein BCCH-Burst (Broadcast Control Channel-Burst) über den Downlink-Kanal (Verbindung Basisstation – Mobilstation) von den Basisstationen zeitsynchron ausgesendet werden muss. Die Messung und Berechnung der Positionslösung erfolgt im Mobiltelefon. Damit bietet diese Architektur den Vorteil, dass für den Nutzer ein bestmöglicher Schutz im Hinblick auf die Geheimhaltung der Positionsdaten der Mobilstation gegeben ist. Es sind hier auch keine wesentlichen Änderungen der Infrastruktur des Mobilfunknetzes notwendig. Erweiterungen im Netzwerk beschränken sich auf Veränderungen, die eine zeitsynchrone Aussendung der Bursts an verschiedenen BTS ermöglichen. Weiters be-

nötigt die Mobilstation die exakte Position aller beteiligten Basis- bzw. Referenzstationen, was mittels SMS erreicht werden kann. Auf der Seite der Mobilstation ist natürlich eine Hard- und Softwaremodifikation erforderlich. Man spricht auch von Handset-based Positioning, wenn anstelle der Nutzung der Signale des Mobilfunknetzes eine Positionierung mittels GPS oder eines anderen zivilen unabhängigen Global Navigation Satellite Systems (GNSS) erfolgt.

Bei der hybriden Positionierung werden die verschiedenen Aspekte der beiden anderen Architekturen kombiniert. Eine mögliche Konfiguration besteht darin, dass die Messung in der Mobilstation und die Berechnung der Positionslösung im LSC erfolgt. Der Datenaustausch erfolgt hier wiederum über SMS. Neben einer Modifikation der Mobilstation sind hier auch Adaptationen der Netzinfrastruktur notwendig.

Der Begriff der hybriden Positionierung wird auch für eine Kombination verschiedener Positionierungsmethoden verwendet, z.B. für die Kombination der Positionierung mit GPS in der Mobilstation und anderen Verfahren in den vorhin beschriebenen Architekturen.

2.2 Methoden der Positionsbestimmung

Ein Mobilfunknetz ist zellular aufgebaut, wobei eine Zelle dem Einflussbereich einer Basisstation entspricht. Die einfachste Form der Positionierung besteht nun darin, den Standort des Mobiltelefons durch seine Lage in der jeweiligen Mobilfunkzelle anzugeben. Höhere Positionierungsgenauigkeiten lassen sich durch Verfeinerungen und Einsatz anderer Methoden erzielen. Im folgenden wird das Prinzip der gebräuchlichsten Methoden kurz dargestellt.

2.2.1 Bestimmung der Position über die Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID)

Jede Mobilfunkzelle (Abbildung 2 (a)) ist durch seine Identifikationsnummer (engl. Cell ID) gekennzeichnet. Diese Kennzahl wird im normalen Betrieb zur Identifikation der Verbindungsstelle zwischen der Mobilstation und dem Netzwerk genutzt. Die Koordinaten der jeweiligen Basisstation werden dann zur Angabe der Position in der zugehörigen Zelle herangezogen. Die geographische Ausdehnung einer Zelle beschreibt jene Fläche, innerhalb welcher die Stärke des Sendesignals einer BTS (Basisstation) nicht unter einen gewissen Wert abfällt. In dichten Netzgebieten ist die Position der Mobilstation somit auf bis zu 100-150 m eingegrenzt. Im ländlichen Gebiet jedoch können die Zellen Radien bis zu 35 km erreichen.

Eine Verfeinerung und Einschränkung der Fläche für die mögliche Lage der Mobilstation wird durch eine zusätzliche Angabe des Zellsektors bzw. Segments erreicht. Durch den Einsatz von sektorisierten Antennen an der Basisstation kann die Lage der Mobilstation auf den Sektor eingegrenzt werden (vgl. Abbildung 2 (b)). Zusätzlich kann die Entfernung der Mobilstation von der BTS mit einer Genauigkeit von ca. 550 m über den sog. Timing Advanced (TA) Effekt bestimmt werden. TA wird im normalen Mobilfunkbetrieb verwendet, um die regelmäßigen Zeitpunkte für die Aussendung der Kennungssignale von der MS an die BTS festzulegen, damit sie in einem bestimmten Zeitfenster an der BTS ankommen. Aufgrund der Signallaufzeit müssen die Signale früher von der MS ausgesendet werden, damit sie beim Öffnen des Zeitfensters auch an der BTS angelangt sind. Diese Zeitdifferenz für die Aussendung hängt vom Abstand zwischen der MS und BTS ab und ist somit ein Maß für die Entfernung (INGENSAND et al. 2001). Als geometrischen Ort für die Lage der Mobilstation ergibt sich nun ein ringförmiges Kreissegment mit einer Breite von ca. 550 m (vgl. Abbildung 2 (c)).

Eine weitere Verbesserung der Positionierungsgenauigkeit in der Zelle kann über die Einbeziehung von zusätzlichen Informationen aus Datenbanken erfolgen, z.B. der Nutzung der Datenbank für die Planung des Mobilfunknetzes oder die Verwendung einer Straßendatenbank bei der Positionierung in einem Fahrzeug (vgl. Abbildung 2 (d)).

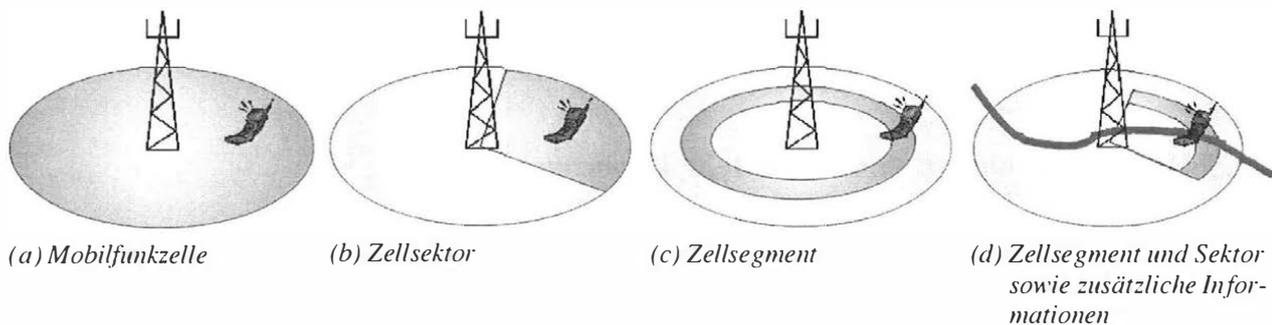


Abb. 2: Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID)

2.2.2 Messung der Signalstärke in der Mobilfunkzelle

Bei dieser Methode wird die Signalstärke des Übertragungssignals verwendet, um die Position der Mobilstation abzuleiten. Bei der Basisstation wird die Signalstärke gemessen und daraus die Entfernung zwischen MS und BTS abgeleitet (siehe ANDERSEN et al. 1995). Zur Bestimmung der Position ist diese Messung auch auf den benachbarten Basisstationen auszuführen. Die Messung wird durch eine Vielzahl von Fehlern beeinflusst. In erster Linie sind das Fehler im Zusammenhang mit der Mehrwegausbreitung der Signale (Multipath, siehe Abschnitt 3.3), da die Feldstärkemessungen nicht zwischen der direkten Welle und reflektierten Signalen unterscheiden können. In Kombination mit der Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID) erzielt man Genauigkeiten im Bereich von 50-550 m im Stadtgebiet. Für dieses Verfahren wird auch die Bezeichnung Enhanced Cell Global Identity (E-CGI) verwendet.

2.2.3 Messung des Einfallswinkels (Angle of Arrival AoA)

Die Position der MS kann durch Schnitt zweier Geraden ermittelt werden, wenn an mindestens zwei Basisstationen A und B die Richtungswinkel θ des Signals von der Mobilstation bestimmt werden (Abbildung 3 (a)). Zur Messung der Winkel werden an jeder Basisstation spezielle Empfangsantennen eingesetzt. Die komplexen Antennenfelder bestehen aus vier bis zwölf Antennen mit einem Abstand kleiner als der verwendeten Signalwellenlänge. Besteht keine direkte Sichtverbindung zwischen der BTS und der MS, kann es dazu kommen, dass der Richtungswinkel der letzten Reflektion des Signals anstelle des direkten Signals gemessen wird. Zu Positionsfehlern kommt es auch, wenn sich reflektierte Signale mit dem direkten Signal überlagern, wie es beim Auftreten von Multipath der Fall ist. Diese Fehler können nur mit hochentwickelten Korrekturmethode eliminiert bzw. reduziert werden.

2.2.4 Laufzeitmessung des Signals (Time of Arrival ToA)

Durch Messung der Signallaufzeiten können die Entfernungen zwischen der Mobilstation und benachbarten Basisstationen abgeleitet werden. Geometrisch betrachtet liegt die MS jeweils auf

einem Kreis mit der BTS im Zentrum und einem Radius gleich der gemessenen Distanz (Abbildung 3 (b)). Um eine eindeutige Bestimmung der 2D-Position der MS durchführen zu können, muss an mindestens drei Basisstationen die Signallaufzeit gemessen werden. Damit ist man in der Lage, auch den Synchronisationsfehler der Uhr in der MS zu bestimmen. Für die Basisstationen muss eine strenge Zeitsynchronisation vorausgesetzt sein. Die ToA-Methode entspricht also dem Grundprinzip der Pseudostreckenmessung bei GPS. Multipatheffekte führen auch bei dieser Methode zu größeren Positionsfehlern.

2.2.5 Hyperbelschnittverfahren (Laufzeitdifferenzmessung)

Beim Hyperbelschnittverfahren werden die Laufzeitdifferenzen eines Signals an mehreren Stationen bestimmt. Dieses Prinzip wird u. a. auch beim terrestrischen Radionavigationsverfahren LORAN-C angewendet. Linien konstanter Laufzeitdifferenz (bzw. Distanzdifferenz) sind geometrisch betrachtet Hyperbeln, wobei die beiden Basisstationen in den Brennpunkten liegen. Der Ort der Mobilstation wird aus dem Schnitt mehrerer Hyperbeln abgeleitet (vgl. Abbildung 3 (c)). Man unterscheidet prinzipiell zwei Verfahren in Abhängigkeit davon, ob das Ausgangssignal (Burst) von der Mobilstation (Uplink-Verfahren) oder von einer Basisstation (Downlink-Verfahren) ausgesendet wird. Die beiden Methoden werden bezeichnet als

- Time Difference of Arrival (TDoA) beim Uplink-Verfahren und
- Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) beim Downlink-Verfahren.

Im Vergleich zur einfachen Distanzmessung (Time of Arrival ToA) liegt der Vorteil der TDoA Methode darin, dass der Uhrenfehler der MS eliminiert und eine Reduktion des Einflusses verschiedener Fehlerquellen, insbesondere der Fehleranteile der Atmosphäre, erfolgt.

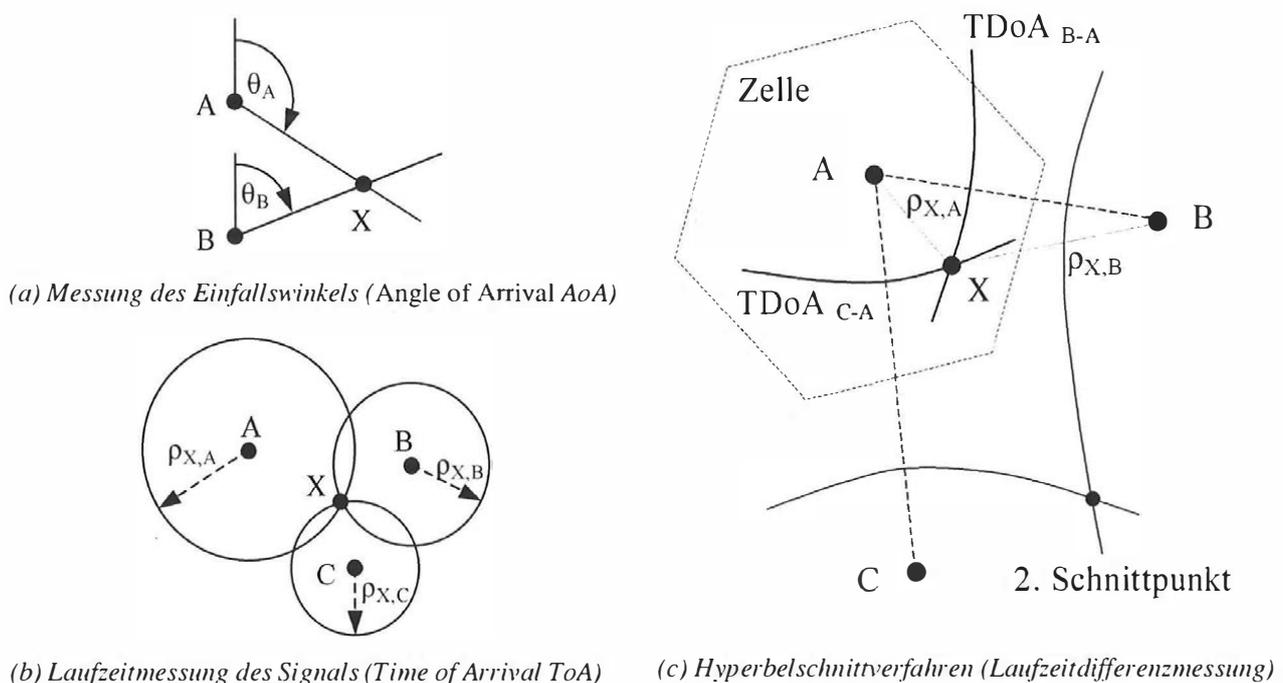


Abb. 3: Geometrisches Prinzip der Positionsbestimmung (Basisstationen A, B, C und Mobilstation X)

Die Methode Enhanced Observed Time Difference ist eine Erweiterung des einfachen Hyperbelverfahrens, bei der die Laufzeitdifferenz eines Signals einer BTS an der MS und einer Referenzstation mit bekannten Koordinaten (sog. Location Measurement Unit LMU) bestimmt wird. Der Uhrenfehler der Mobilstation kann dann durch Messung von drei Zeitdifferenzen von verschiedenen Basisstationen ermittelt werden. Der Vorteil des Verfahrens liegt in der verbesserten Leistungsfähigkeit und höheren Genauigkeiten für die Positionierung (CPS 2001). Es muss jedoch zusätzlich für jeweils 3-5 Zellen eine Referenzstationen (LMU's) im Netzwerk installiert werden. Die Berechnung der Positionslösung kann einerseits im Mobiltelefon (MS Based E-OTD) oder im Netzwerk (MS Assisted E-OTD) erfolgen. Davon hängt auch ab, ob für die Mobilstation nur eine Softwaremodifikation oder auch Änderungen in der Hardware erforderlich sind.

2.2.6 Integration von GPS (Wireless Assisted Global Positioning System A-GPS)

Die Integration von GPS kann im einfachsten Fall durch den Einbau eines GPS Moduls in das Mobiltelefon erfolgen. Die Positionierung erfolgt dann vorerst unabhängig vom Mobilfunknetz. Probleme ergeben sich wie bei jeder GPS Positionierung im dicht verbauten Gebieten, wo es zu häufigen Abschattungen der Satellitensignale kommt. Bei Wireless Assisted GPS können zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Positionierung Zusatzinformationen über das Mobilfunknetz (z.B. Satellitenbahndaten, Hilfsdaten zur schnelleren Satellitenakquisition) bezogen werden. Die Berechnung der Positionen erfolgt dann wahlweise im Mobiltelefon oder im Netzwerk (SNAPTRACK 2001).

2.2.7 Nutzung der Multipath-Signalmuster (Multipath-Fingerprint Verfahren)

Die Mehrwegausbreitung der Funksignale (Multipath) stellt bei allen anderen Methoden eine der Hauptfehlerursachen dar (vgl. Abschnitt 3.3). Im Gegensatz dazu sollen in einem Ansatz der U.S. Wireless Corporation gerade die Multipath-Signalannteile für eine Positionsbestimmung genutzt werden. Dieses Verfahren wird als Multipath-Fingerprint bezeichnet und Abbildung 4 zeigt schematisch seine Arbeitsweise (siehe USWT 2001).

Die Positionsbestimmung der Mobilstation erfolgt mit dem Radio Camera™ System der U.S. Wireless Technology und einem aufwendigen Template-Matching Verfahren (sog. Location

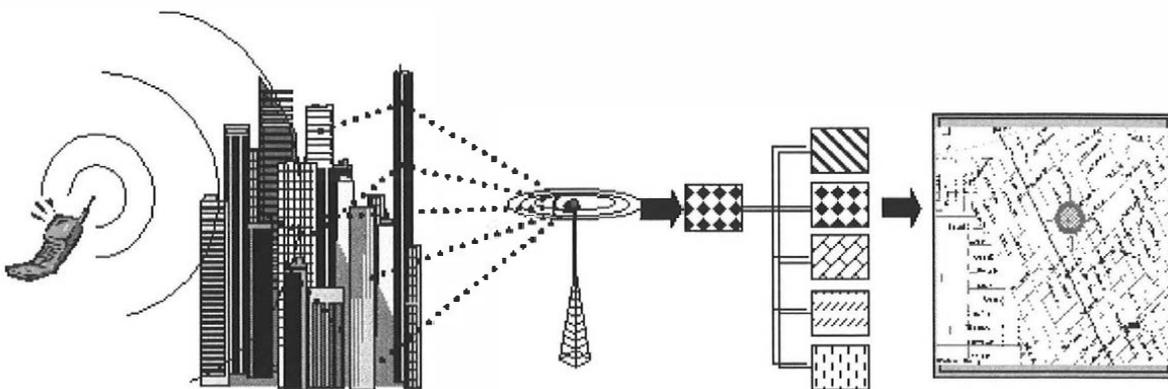


Abb. 4: Multipath-Fingerprint Verfahren (USWT 2001)

Pattern Matching Technologie). Bei einem Anruf durch die Mobilstation wird ein Funksignal ausgesandt. Dieses Signal wird auf seinem Weg an Gebäuden bzw. anderen Objekten gestreut und reflektiert. Bei der Basisstation analysiert das Radio Camera™ System die einzigartigen Phasen- und Amplitudencharakteristiken des empfangenen Multipath-Signals und erstellt ein sogenanntes Signaturmuster. Das Signaturmuster wird anschließend mit Multipath-Mustern, die in einer Datenbank gespeichert sind, verglichen. Ähnlich dem bekannten Map Matching Verfahren (Kartenvergleichstechnik) bei Fahrzeugnavigationssystemen, wird aus der Überlagerung mit bekannten Multipath-Mustern die Position der Mobilstation durch Anwendung der Location Pattern Matching Technologie bestimmt. Das Radio Camera™ System lernt die Signalmuster jeder neuen Positionsbestimmung und speichert sie in einer Datenbank. Diese Lernfähigkeit der Datenbank ist notwendig, um einerseits den Umfang der Positionsbestimmung des Systems zu erweitern, und um andererseits den laufenden Veränderungen der Umwelt (z.B. neue Gebäude) gerecht zu werden.

Für die Positionsbestimmung ist nur eine Basisstation und auch keine direkte Sicht zur Mobilstation erforderlich, was einerseits Vorteile bei größeren Abständen zwischen den BTS (wie z.B. im ländlichen Bereich) bringt und andererseits das Verfahren sehr effektiv speziell im städtischen Bereich macht. Die Systemintegration des Radio Camera™ Systems ist nach Firmenangabe relativ einfach und es bedarf sonst keiner Modifikation der Basisstationen und der Mobilstation. Die erreichbaren Genauigkeiten für die Positionierung sollen denen des Hyperbelschnittverfahrens (E-OTD) entsprechen.

3 Leistungsmerkmale und Genauigkeitspotential

Die Leistung der Methoden zur Positionsbestimmung mit dem Mobiltelefon hängt von verschiedenartigen Faktoren ab und wird u.a. durch die Genauigkeit, Zuverlässigkeit, erforderlichen Zeit für die Positionsbestimmung und Verfügbarkeit des Dienstes charakterisiert.

3.1 Genauigkeitsforderungen für die Positionierung

Für die Lokalisierung von Notrufgesprächen hat die Telecommunication Industry Association (TIA) die in der Tabelle 1 zusammengefassten IS-801 Standards erlassen.

Architektur der Positionierung	Vorgeschriebene Positionierungsgenauigkeit bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von	
	67 %	95 %
Network-based Positioning	100 m	300 m
Handset-based Positioning	50 m	150 m

Tab. 1: Genauigkeitsforderungen für die Positionierung bei Notrufgesprächen (IS-801 Standard der TIA)

Bei den Vorgaben wurden unterschiedliche Werte für die verschiedenen Architekturen der Positionierung (Network-based oder Handset-based Positioning) festgelegt. Demnach muss eine Genauigkeit in der Positionierung von 100 m mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 67 % und 300 m bei 95 % mit den Methoden in der Network-based Positionierungsarchitektur erreicht werden. Bei Handset-based Positioning sind Genauigkeiten von 50 m bei 67 % und 150 m bei

95 % Sicherheitswahrscheinlichkeit vorgeschrieben. Weiters wurde von der U.S. Federal Communication Commission (FCC) vorgeschrieben, dass 25 % aller neu zugelassenen Mobiltelefone seit Dezember 2001 vorerst zumindest Handset-based Positionierungsmethoden unterstützen sollen. Dieser Prozentsatz soll kontinuierlich gesteigert werden bis bereits Ende 2002 ein Wert von 95 % erreicht wird. Für die erforderliche Modifikation der Netzinfrastruktur wird in Abhängigkeit des Verfahrens ein Zeitraum von bis zu vier Jahren (bei E-OTD) veranschlagt (vgl. BALBACH 2000; CGALIES 2001).

3.2 Beschreibung der Qualität der Positionslösung

Genauigkeitsangaben der verschiedenen Positionierungsmethoden sind oft schwer zu vergleichen, weil diesen häufig unterschiedliche Zuverlässigkeiten bzw. Sicherheitswahrscheinlichkeiten zugrunde gelegt sind. Deshalb ist eine exakte und geeignete Definition der Genauigkeitsaussage notwendig, die allgemein zur Beschreibung der Güte der Positionslösung herangezogen werden kann. Diese Information ist im Falle eines Notrufgespräches auch für die Einsatzzentrale von großem Interesse, damit eine gesicherte Führung der Einsatzkräfte und Überprüfung der Positionslösung möglich ist.

Die Qualität eines Mobilkommunikationssystems wird vorerst durch das bei der Mobilstation empfangene Signal-Rausch-Verhältnis quantifiziert. Die Qualität eines Positionierungssystems hingegen kann z.B. durch die Genauigkeit des zu bestimmenden Standortes definiert werden. Die Genauigkeit gibt an, wie weit die gemessene Position von der wahren Position der Mobilstation entfernt ist. Genauigkeitsinformationen erhält man entweder durch entsprechende Daten aus Feldtests oder durch eine Systemmodellierung.

Die Abschätzung der Genauigkeit eines Positionierungssystems kann mittels eines geeigneten Fehlermodells erfolgen. Im zweidimensionalen Fall wird meist der Root Mean Square (RMS) Error zur Charakterisierung der Genauigkeit herangezogen. Nach Meinung von TEKINAY et al. (1998) sind Mittelwert, Standardabweichung und RMS ein schwaches Maß für eine Genauigkeitsangabe, weil wenige Messwerte mit großen Fehlern übermäßigen Einfluss auf das Ergebnis haben können. Ein besseres Maß zur Beschreibung der Positionsgenauigkeit sind Angaben über den Durchschnittswert und/oder den Prozentsatz von Testpunkten innerhalb einer bestimmten Fläche, die als Area of Uncertainty oder Konfidenzregion bezeichnet wird. Wie in der Abbildung 5 dargestellt ist, kann diese Fläche eine beliebige Form annehmen, abhängig von der Umgebung des Messpunktes oder dem Positionierungssystem selbst. Bei geodätischen Verfahren wird meistens die Fehlerellipse verwendet. Bei der Positionierung mit dem Mobiltelefon hat sich die Angabe einer kreisförmigen Konfidenzregion eingebürgert und es erfolgt die Angabe des Radius der Konfidenzregion in Verbindung mit den Positionskoordinaten an die Einsatzzentrale. Die durchschnittlichen Vorgaben der U.S. FCC entsprechen einer Angabe einer kreisförmigen Fläche mit einem Radius von 125 m und dem Mittelpunkt in der tatsächlichen (oder wahren) Position des Mobiltelefons.

3.3 Genauigkeitsbeeinflussende Faktoren

Die geforderte Genauigkeit eines Positionierungssystems auf der Basis von Mobilfunk und die erreichbare Genauigkeit entscheiden, welche Systemarchitektur bzw. Technik zum Einsatz kommt. Ausschlaggebend für die Genauigkeit ist allerdings nicht nur die Systemarchitektur, sondern auch die Charakteristik des Mobilfunks sowie die folgenden Einflussfaktoren (vgl. BALBACH 2000, INGENSAND et al. 2001):

- Signal/Rauschverhältnis,
- Dichte und Verteilung der Basisstationen,
- Größe der Mobilfunkzellen und damit verbunden der Abstand zu den Antennen,
- Antennenhöhe der Basisstationen,
- Multipath Signalcharakteristik,
- Geometrische Lage der Mobilstation im Bezug auf die Basisstationen,
- Mittlere Leistungsverstärkung der Antenne in Richtung des sendenden Telefons,
- Netzauslastung und Anzahl der möglichen Nutzer.

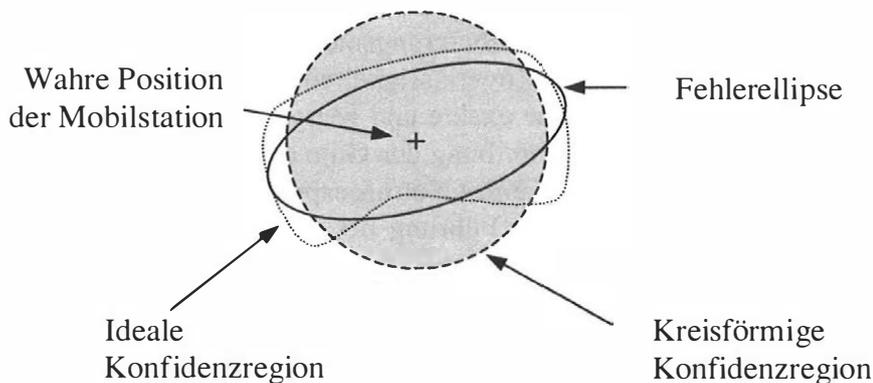


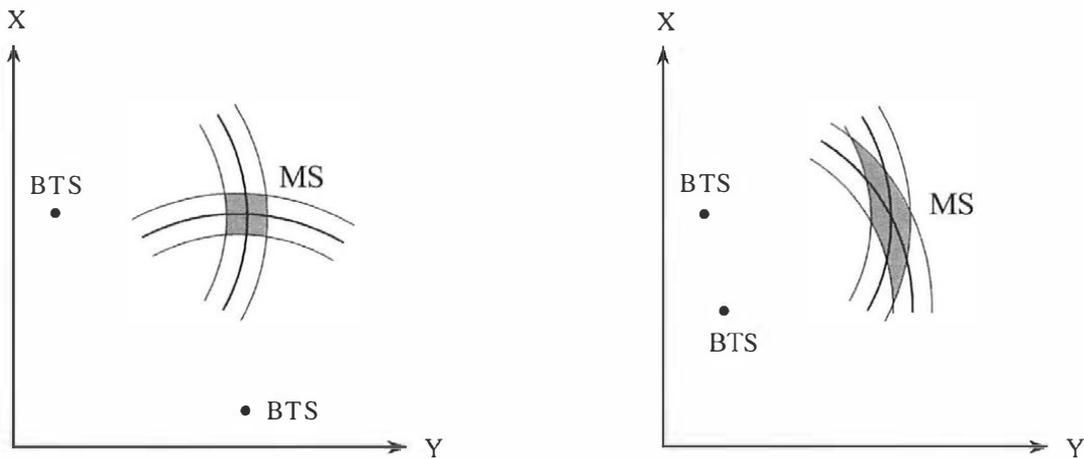
Abb. 5: Verschiedene Arten von Konfidenzregionen (Area of Uncertainties) zur Beschreibung der Qualität der Positionslösung (nach TEKINAY et al. 1998)

Vor allem wird die Positionierungsgenauigkeit durch die geometrische Anordnung und den Multipath beeinflusst. Ähnlich wie bei GPS Messungen kann der Einfluss der geometrischen Anordnung der Sender und Empfänger durch einen Faktor, der Dilution of Precision genannt wird, charakterisiert werden (vgl. RAPPAPORT et al. 1996). Der Gesamtfehler der Positionsbestimmung errechnet sich aus dem Produkt von Messfehler und DOP-Faktor. Eine schlechte Geometrie führt zu einem größeren Positionsfehler und einem hohen DOP-Faktor. Bei 2D-Positionierung muss der sog. HDOP (Horizontal Dilution of Precision) betrachtet werden. Er ergibt sich zu

$$HDOP = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}}{\sigma_R} \quad (1)$$

wobei σ_x und σ_y die Varianzen der Lagekoordinaten (RMS-Lagefehler) sowie σ_R die Varianz der Streckenmessung (RMS-Messfehler) beschreiben. Die Abbildung 6 veranschaulicht den Einfluss der geometrischen Lage von zwei Basisstationen im Vergleich zur Mobilstation auf das Ergebnis der Positionierung. Die schlechte Schnittgüte bei einem schiefen Schnitt (Abbildung 6 (b)) führt zu einem starken Anwachsen des HDOP-Werts.

Beim Hyperbelschnittverfahren sind gleichzeitige Messungen zu mindestens drei Basisstationen auszuführen (vgl. Abschnitt 2.2.5). Abbildung 7 zeigt den Verlauf des HDOP's für 3 BTS, die an den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks (Lagekoordinaten (1;0), (-1;0), (0;1,732)) angeordnet wurden. Die Darstellung verdeutlicht, dass sich der HDOP-Wert innerhalb des angenommenen Dreiecks in Grenzen hält, außerhalb jedoch stark ansteigt und somit eine Positionierung wenig Sinn macht.



(a) Gute Konfiguration (mit kleinem HDOP-Wert)

(b) Schlechte Konfiguration (mit großem HDOP-Wert)

Abb. 6: Einfluss der geometrischen Anordnung der Basisstationen BTS auf die Positionsbestimmung der Mobilstation MS

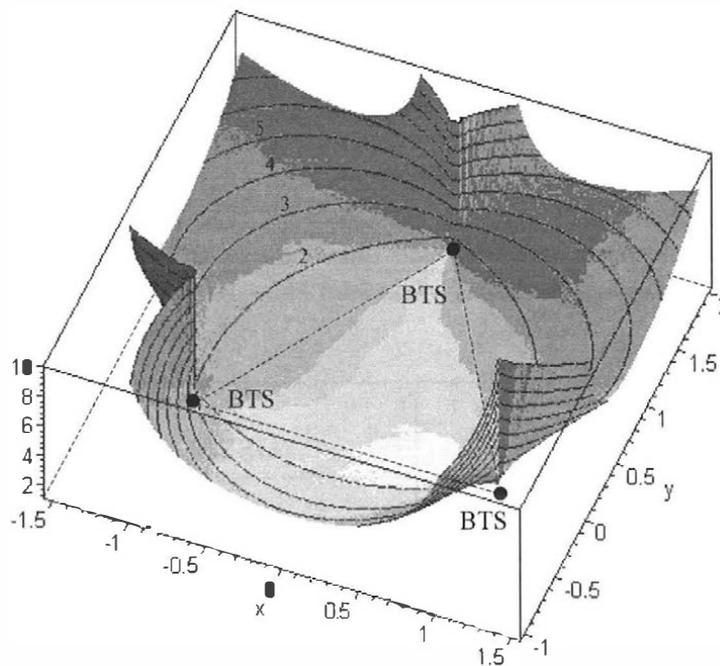


Abb. 7: Verlauf des HDOP-Wertes als Funktion der Lagekoordinaten für drei Basisstationen angeordnet an den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks mit den Koordinaten $(1;0)$, $(-1;0)$ und $(0;1,732)$ (nach HEIN et al. 2000)

Die komplexe Ausbreitung von Funkwellen (elektromagnetischen Wellen) wird hauptsächlich von der Frequenz, den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums und der Bewegung der Mobilstation geprägt. Aufgrund von veränderlichen Wetter- und Umweltbedingungen kommt es zu einer frequenzabhängigen Dämpfung der direkten Strahlung, d.h. die elektromagnetischen Wellen werden entweder absorbiert oder gestreut. Weiters kommt es durch ausbreitungsbedingte Störungen zu Schwankungen der Amplitude des Empfangssignals (Fading und Schwund). Funkwellen werden auf ihrem Weg an natürlichen oder künstlichen Oberflächen (z.B. Topographie, Gebäuden, Brücken, Autos usw.) gestreut und reflektiert. Diese Aufspaltung der direkten

Welle in Teilwellen führt also zu einer Mehrwegausbreitung (Multipath). Der direkte und reflektierte Signalanteil treffen am Empfänger mit einer Phasenverschiebung ein, was zu einer Verstärkung, Verzerrung oder in ungünstigen Fällen zu einer kurzzeitigen Auslöschung (Fading) des Signals führt. Diese Verschiebung kann einige hundert Nanosekunden bis zu mehreren Mikrosekunden (typischerweise 1-5 ms) betragen. Daraus kann ein beträchtlicher Positionsfehler von 300 m bzw. 1500 m resultieren. Die Effekte der Mehrwegausbreitung werden deshalb durch aufwendige Maßnahmen, wie z.B. Entzerrung, Kanalkodierung, Regelung der Sendeleistung und Algorithmen zum Ausgleich von Signalunterbrechungen in Fadinglöchern, bekämpft. Auch der verwendete Antennentyp an der Basisstation spielt eine entscheidende Rolle (vgl. INGENSAND et al. 2001; RAPPAPORT et al. 1996).

Die Größenordnung des Einflusses von Multipath auf die Distanzmessung hängt auch vom eingesetzten Mobilfunknetz ab. Im derzeitigen GSM-Netz (Global System for Mobile Communications) kann der Einfluss bis zu 250 m betragen, hingegen beim neuen Mobilfunkstandard UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) hat dieser Anteil wesentlich geringere Auswirkungen (Fehler von maximal 17 m werden erwartet). Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Signalstruktur von GSM und UMTS. Vorteilhaft beim Einsatz des neuen Mobilfunkstandards für die Positionierung ist, dass die UMTS Signalstruktur sehr ähnlich zu den GPS-Signalen ist. Näher Informationen zu den Signalcharakteristika der beiden Mobilfunknetze entnimmt man z.B. EBERSPÄCHER et al. (1999) bzw. WALKE (1998).

Tabelle 2 fasst die wesentlichen Fehlereinflüsse und ihre Auswirkungen auf die Genauigkeit der Distanzmessung für die beiden Mobilfunkstandards GSM und UMTS zusammen. Der größte Anteil am Gesamtfehler entfällt auf das Messrauschen, welches bei GSM bis zu 270 m und bei UMTS nur rund 18 m ausmacht. Weitere Fehleranteile, die in beiden Positionierungssystemen mit gleichem Ausmaß anfallen, ergeben sich durch Ausbreitungsverzögerungen des Signals in der Troposphäre, Synchronisationsfehler zwischen dem Netzwerk und der Mobilstation sowie Fehler in den Oszillatoren.

Fehlerquellen	Mobilfunknetz	
	GSM	UMTS
Messrauschen	270 m	18 m
Multipath	0 – 250 m	0 – 17 m
Ausbreitungsverzögerung in der Troposphäre	0,3 – 3 m	0,3 – 3 m
Synchronisationsfehler zwischen Netzwerk/Telefon	3 – 6 m	3 – 6 m
Oszillatorfehler	7,5 m	7,5 m
Gesamtfehler (1 σ)	270 – 380 m	20 – 27 m

Tab. 2: Fehlerhaushalt bei GSM und UMTS Positionierung (nach HEIN et al. 2000)

3.4 Genauigkeit der Positionierung in Lage

Von den Herstellern von Positionierungssystemen wurden eine Reihe von Tests zur Abschätzung der erreichbaren Genauigkeit für die Positionslösung ausgeführt (siehe z.B. CPS 2001). Tabelle 3

enthält eine Zusammenstellung der zu erwartenden Genauigkeit für die Lagekoordinaten bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 67% im GSM-Netz für verschiedene Positionierungsmethoden. Dabei ist anzumerken, dass in vielen vorhandenen Netzen eine Positionsbestimmung durch Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID) und eventuell auch mit Nutzung des Timing Advanced Effekts (vgl. Abschnitt 2.2.1) bereits realisiert ist bzw. kurz vor der Realisierung steht. Die Genauigkeiten unterscheiden sich auch in Abhängigkeit von der Umgebung des Mobiltelefons und man erhält in der Regel unterschiedliche Werte im Stadtgebiet bzw. in ländlichen Gebieten sowie für die Positionierung innerhalb von Gebäuden. In Abbildung 8 ist das Genauigkeitspotential der Verfahren im Vergleich zu GPS noch graphisch dargestellt.

Methode	Ländliches Gebiet	Vorstadt-bereich	Stadtgebiet	In Gebäuden	Anmerkungen
Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID)	1 - 35 km	1 - 10 km	150 m - 1 km	Keine Änderung (Ausnahme: bei Picozellen)	Angabe der Koordinaten der BTS der Zelle Häufige Fehlerursache: Angabe falscher Sektor
Cell ID und Timing Advanced TA	550 m - 35 km	550 m - 10 km	150 m - 1 km	Keine Änderung (Ausnahme: bei Picozellen)	Bestimmung der Entfernung zur BTS bei Abständen größer als 550 m Häufige Fehlerursache: Angabe falscher Sektor
Hyperbelverfahren E-OTD	50 - 300 m	50 - 150 m	50 - 150 m	Geringe Verschlechterung bei guter Signalausbreitung	3 BTS notwendig, wenn unmöglich, dann Rückfall auf Cell ID/TA
Wireless Assisted GPS (A-GPS)	10 m	20 m	30 - 100 m	Messung in der Nähe von Fenstern gerade noch möglich	Wenn keine Positionierung möglich, dann Rückfall auf Cell ID/TA

Tab. 3: 2D Positionierungsgenauigkeiten im GSM-Netz (nach CGALIES 2001)

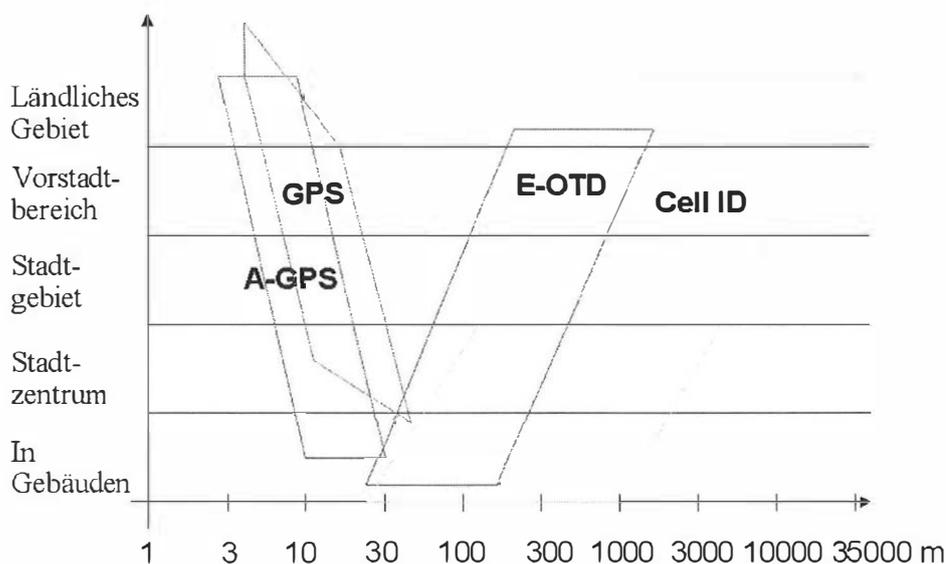


Abb. 8: Genauigkeitspotential der GSM Positionierung im Vergleich zu GPS (nach NOKIA 2000)

Tabelle 4 enthält einen Vergleich der erreichbaren Genauigkeiten in Lage bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 67 % für die verschiedenen Mobilfunknetze GSM und UMTS. Wie schon in Abschnitt 3.3 bei der Diskussion des Fehlerhaushaltes ersichtlich war, erhält man im UMTS wesentlich höhere Genauigkeiten für die Bestimmung der Lage-kordinaten, wobei das Hyperbelschnittverfahren (E-OTD) den anderen Methoden überlegen ist.

Positionierungsmethoden	Mobilfunknetz	
	GSM	UMTS
Hyperbelverfahren TDoA / E-OTD	50 - 160 m	5 - 20 m (Angabe nach System CURSOR)
Einfallswinkel AoA	100 - 200 m	100 - 200 m
Laufzeitmessung ToA	nicht verfügbar	50 - 100 m

Tab. 4: Vergleich der 2D Positionierungsgenauigkeiten im GSM and UMTS Netz (nach BALBACH 2000 und CPS 2001)

3.5 Genauigkeit der Höhenbestimmung

Die bisherigen Betrachtungen haben sich auf eine zweidimensionale Positionsbestimmung in Lage beschränkt. Für eine Lokalisierung in Gebäuden ist jedoch eine 3D-Positionierung von großer Bedeutung. Fast alle Verfahren sind für diese Anwendung nur beschränkt einsetzbar (CGALIES 2001). Bei der Angabe der Mobilfunkzelle (Cell ID) erhält man in der Regel keine brauchbare Höhengenaugigkeit, da nur eine Genauigkeit in der Größenordnung von 1 bis 4 Stockwerken angegeben werden kann, wenn im Gebäude Basisstationen in der Form von Picozellen installiert sind. Eine Höhenbestimmung mit entsprechender Genauigkeit wird theoretisch erst dann möglich, wenn beim Hyperbelschnittverfahren (E-OTD) Messungen zu vier Basisstationen ausgeführt werden können. Hierbei muss noch eine günstige geometrische Anordnung für 3D-Positionierung vorausgesetzt werden. Speziell für die 3D-Positionierung in Gebäuden wurden eigene Verfahren entwickelt. Eine Beschreibung dieser Methoden würde den Rahmen dieser Publikation sprengen und es muss in diesem Zusammenhang auf die Literatur verwiesen werden (vgl. z.B. HIGHTOWER et al. 2001; SYPNIEWSKI 2000; WERB et al. 2000). Eine Integration dieser Verfahren für die Positionierung der Mobilstation ist natürlich möglich.

3.6 Hybrider Einsatz des Hyperbelschnittverfahrens und GPS

Eine Leistungssteigerung in der Positionierung kann durch den hybriden Einsatz des Hyperbelschnittverfahrens (E-OTD) und Wireless Assisted GPS (A-GPS) erzielt werden, da gegebenenfalls die Nachteile des einen Systems durch die Vorteile des anderen behoben werden können. E-OTD führt in der Regel in ländlichen Gebieten zu ungenaueren Lösungen bzw. im schlechtesten Fall zu keiner Positionslösung, da hier der Empfang von mindestens 3 Basisstationen erforderlich ist. Andererseits erreicht die Positionierung mit GPS im Stadtgebiet seine Grenzen aufgrund von Signalabschattungen. Hier erzielt man bei Einsatz von E-OTD die höchsten Genauigkeiten. Abbildung 9 zeigt die mögliche Steigerung der Leistungsfähigkeit für die Positionierung bei einem kombinierten Einsatz der beiden Methoden.

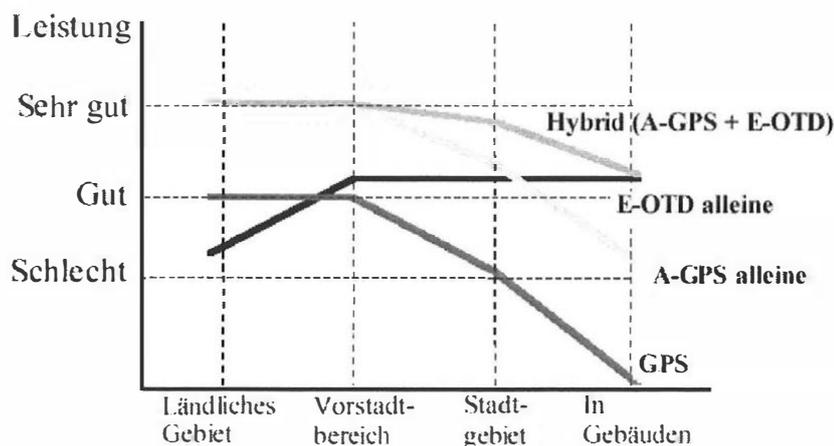


Abb. 9: Leistungsfähigkeit für GPS, E-OTD und bei Hybrider Positionierung (A-GPS und E-OTD) (nach CGALIES 2001)

3.7 Andere leistungsrelevante Faktoren

Im Zusammenhang mit der Lokalisierung von Notrufgesprächen hat man sich natürlich zum Ziel gesetzt, eine Positionierung mit entsprechender Genauigkeit für alle Anrufe zu ermöglichen. Die Zuverlässigkeit des Positionierungsdienstes kann durch Prozentangaben über die Zeit, in denen der Dienst zur Verfügung steht, die Bereiche und Gebiete, wo der Dienst verfügbar ist, und die Anzahl der Notrufgespräche bzw. Mobilstationen, die gleichzeitig positioniert werden können, beschrieben werden. Entscheidend ist auch noch die zeitliche Dauer für die Durchführung einer Positionsbestimmung. Diese sollte geringer als 15 s sein und die Position spätestens nach 30 s zur Verfügung stehen. Die Zeitdauer unterscheidet sich auch in Abhängigkeit von der eingesetzten Positionierungsmethode. Erfahrungsgemäß benötigt die E-OTD Methode durchschnittlich 5 bis 10 s für eine Positionslösung (CGALIES 2001).

4 Kombination und Integration mit anderen Sensoren

Moderne Navigationssysteme sind im Prinzip Multisensorsysteme, bei denen mehrere Sensoren zur Lösung einer Aufgabenstellung kombiniert werden. Bei Fahrzeugnavigationssystemen kommen neben satellitengestützten Positionierungsverfahren zur absoluten Positionierung noch Sensoren für relative Positionierung, wie z.B. Koppelnavigationssensoren (engl. Dead Reckoning DR) zur Messung des zurückgelegten Weges und der Richtung, zum Einsatz. Die resultierende Trajektorie des Fahrzeuges wird dann im Anschluss einer digitalen Straßenkarte überlagert (sog. Map Matching), um eine Zielführung für den Benutzer zu ermöglichen.

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt des Departments of Land-Surveying and Geoinformatics der Hong Kong Polytechnic University und der Abteilung Angewandte Geodäsie und Ingenieurgeodäsie der Technischen Universität Wien mit dem Titel „A satellite based multi-sensor system for intelligent land vehicle navigation and tracking system suitable in a dense high-rise environment“ wird speziell auf die Entwicklung und Untersuchung von intelligenten Fahrzeugnavigations- und Verkehrsleitsystemen für eine Großstadt wie Hong Kong eingegangen. Da in konventionellen Autonavigationssystemen die Positionierung mit GPS, auf Grund der Abschattung des GPS-Signals speziell im städtischen Bereich, nicht die gewünschte Zuverlässigkeit

sigkeit aufweist, kann als Ersatz eine Positionierung mit dem Mobiltelefon erfolgen. Ein Haupt-schwerpunkt der Untersuchungen liegt hier bei der mathematischen Integration aller Messsensoren zur kontinuierlichen Bestimmung der Fahrzeugtrajektorie in Echtzeit. Ein Berechnungsmodell basierend auf der Kalman-Filterung wurde entwickelt (vgl. RETSCHER et al. 2001) und seine primäre Einsetzbarkeit wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Wien durch Simulationsrechnungen untersucht (SIEGELE 2001). Das Prinzip des Berechnungsmodells und die ersten Ergebnisse der Untersuchungen werden im folgenden kurz dargestellt.

Abbildung 10 zeigt den Kalman-Filteransatz zur Integration der Positionierung mit dem Mobiltelefon (Location Based Services LBS) in ein Fahrzeugnavigationssystem. Es handelt sich dabei um ein sog. dezentrales bzw. kaskadenförmiges Kalman-Filter, bei dem die Integration der Messwerte der verschiedenen Sensoren zweistufig erfolgt. In einem ersten Schritt erfolgt eine Vorverarbeitung und erste Filterung der originalen Beobachtungen getrennt für alle Sensoren. Die kombinierte Positionsbestimmung wird im Anschluss in der zweiten Stufe im Haupt-Kalman-Filter ausgeführt. Abschließend erfolgt durch Map Matching eine Überlagerung der resultierenden Fahrzeugtrajektorie auf den entsprechenden Abschnitt der digitalen Strassenkarte.

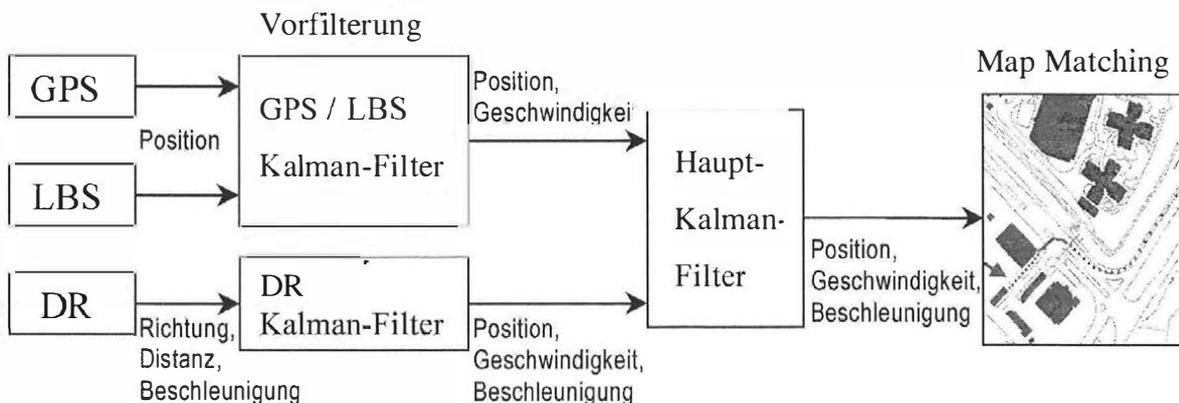


Abb. 10: Berechnungsmodell zur Integration der Messwerte unterschiedlicher Sensoren (GPS, Location Based Services LBS und Koppelnavigation DR)

In Simulationsrechnungen wurde nachgewiesen, dass bei Einsatz dieses Berechnungsmodells die Positionierung mit Mobiltelefonen (LBS) in Kombination mit der Koppelnavigation (DR) bei kurzen Zeiträumen die absolute Positionierung mit GPS ersetzen kann. Bei einem alleinigen Einsatz der Koppelnavigation kann jedoch das Driften der Sensoren schon nach kurzen Zeitintervallen zu einer sehr schlechten Genauigkeit in der absoluten Positionierung führen. Ergebnisse der Berechnung für die Kombination der Messwerte von GPS bzw. LBS mit denen der Koppelnavigation sind in Abbildung 11 für einen einfachen Trassenverlauf bestehend aus einer Bogenfolge Gerade, Klotoide, Kreisbogen, Klotoide, Gerade dargestellt. Bei den Simulationsrechnungen wurde eine Standardabweichung von ± 50 m für die Positionierung mit dem Mobiltelefon angesetzt, was laut Herstellerangaben der Nutzung des Hyperbelschnittverfahrens im GSM-Netz entspricht. Für GPS wurden Werte von ± 5 m und die Koppelnavigation von ± 20 m für die a priori Standardabweichungen angesetzt. Eine ausführlichere Beschreibung der Simulationsrechnungen und weitere Ergebnisse findet man in der Arbeit von SIEGELE (2001).

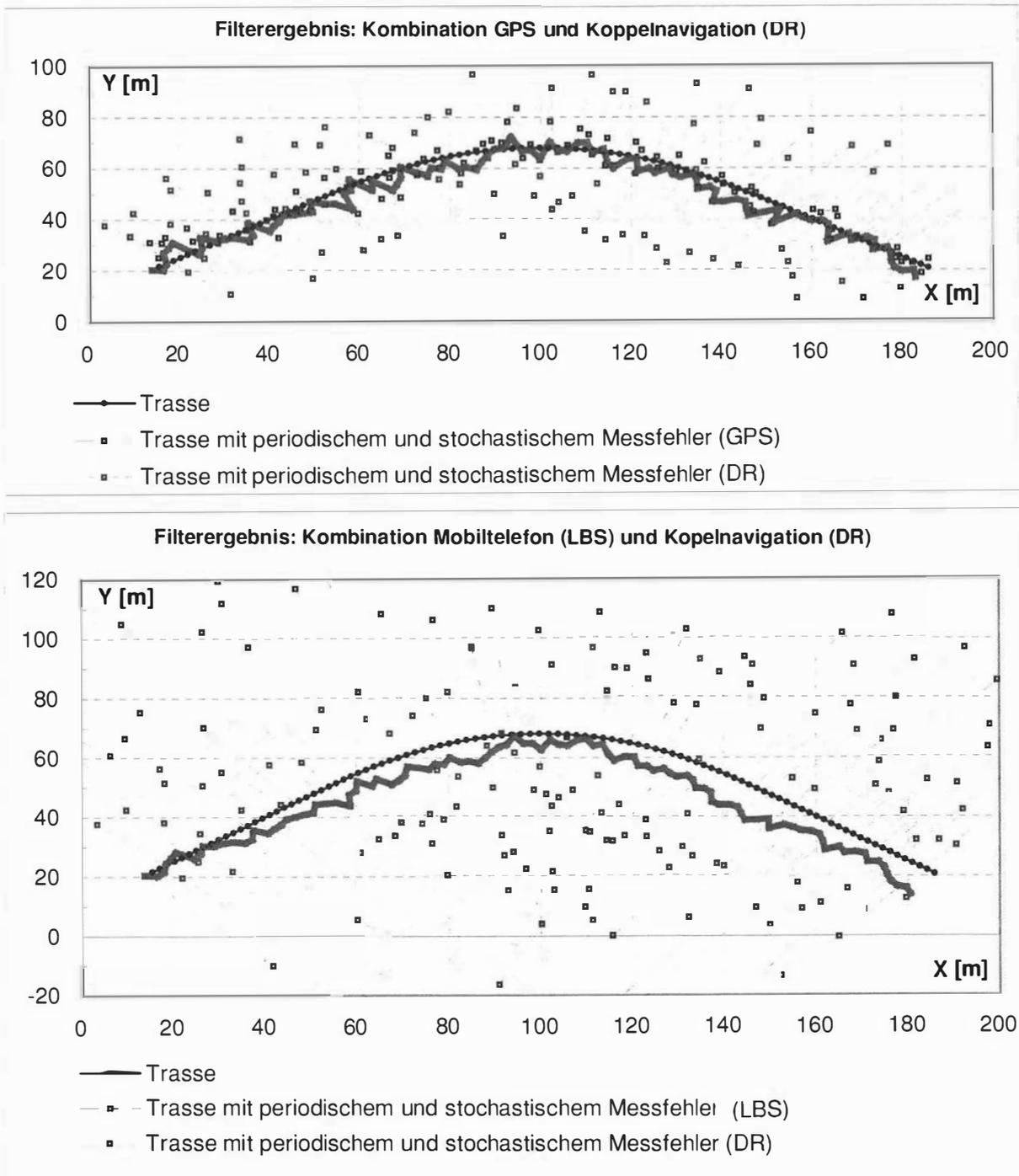


Abb. 11: Ergebnisse der Simulationsrechnungen für die kombinierte Punktbestimmung aus GPS bzw. LBS und Koppelnavigation DR

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden die wesentlichen Leistungsmerkmale von modernen Verfahren zur Lokalisierung von Mobiltelefonen zusammengestellt und diskutiert. Aufgrund des großen Genauigkeitspotentials der verschiedenen Positionierungsmethoden ist zukünftig mit einem vermehrten Einsatz dieser Positionierungsdienste zu rechnen. Das breite Einsatzspektrum reicht von

der Lokalisierung von Notrufgesprächen und ortsbezogenen Abfragen in Datenbanken bis zur Integration der Dienste in mobilen Stadtführern und Navigationssystemen. Für viele Anwendung erscheint ein hybrider Einsatz mehrerer Sensoren bzw. Positionierungsverfahren und deren Integration im Sinne eines hybriden Multisensorsystems sinnvoll. In diesem Fall können die Vorteile des einen Systems gegebenenfalls die Nachteile des anderen beheben.

Literatur

- Balbach, O.:* UMTS – COMPETING NAVIGATION SYSTEM AND SUPPLEMENTAL COMMUNICATION SYSTEM TO GNSS. In: PAPERS PRESENTED AT ION GPS MEETING 2000, Salt Lake City, Utah, U.S.A., September 19-22, 2000.
- CGALIES:* CO-ORDINATION GROUP ON ACCESS TO LOCATION INFORMATION BY EMERGENCY SERVICES. Work Package 1 Report (2001), <http://www.telematica.de/cgalies/> (Last visited: November 2001).
- CPS (Cambridge Positioning Services Ltd.):* CURSOR™ MOBILE LOCATION SYSTEM. Product Information at <http://www.cursor-system.com/> (Last visited: Nov. 2001).
- Drane, Ch., M. Macnaughtan, C. Scott:* POSITIONING GSM TELEPHONES. IEEE Communications Magazine, April (1998), S. 46 – 59.
- Eberspächer, J., H.-J. Vögel:* GSM GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION. B.G. Teubner, Stuttgart, 2.Auflage (1999).
- Hein, G., B. Eissfeller, V. Öhler, J. O. Winkel:* SYNERGIES BETWEEN SATELLITE NAVIGATION AND LOCATION SERVICES OF TERRESTRIAL MOBILE COMMUNICATION. In: PAPERS PRESENTED AT ION GPS MEETING 2000, Salt Lake City, Utah, U.S.A., September 19-22, 2000.
- Hein, G., B. Eissfeller, V. Öhler, J. O. Winkel:* DETERMINING LOCATION USING WIRELESS NETWORKS. GPS World, März (2001), S. 26 – 37.
- Hightower, J., G. Borriello:* LOCATION SYSTEMS FOR UBIQUITOUS COMPUTING. Computer, Vol. 34, No. 8 (2001), S. 57 – 66.
- Ingensand, H., P. Bizi:* TECHNOLOGIEN DER GSM-POSITIONIERUNGSVERFAHREN. Allgemeine Vermessungsnachrichten, Heft 8-9 (2001), S. 286 – 294.
- Mobile Lifestream:* MOBILE POSITIONING – LOCATION BASED MOBILE SERVICES. Webforum 1999-2001, <http://www.mobilepositioning.com/> (2001). (Last visited: Nov. 2001).
- Nokia:* NOKIAS VISION OF LOCATION IMPLEMENTATION. Presentation at the 1st CGALIES Workshop, Brussels, December 5-6, 2000, <http://www.telematica.de/cgalies/wp1.html> (2001). (Last visited: Nov. 2001).
- Rappaport, T. S., J. H. Reed, B. D. Wörner:* POSITIONING LOCATION USING WIRELESS COMMUNICATIONS ON HIGHWAYS OF THE FUTURE. IEEE Communications Magazine, Oktober (1996), S. 33 – 41.
- Retscher, G., E. Mok:* INTEGRATION OF MOBILE PHONE LOCATION SERVICES INTO INTELLIGENT GPS VEHICLE NAVIGATION SYSTEMS. In: PAPERS PRESENTED AT THE 3RD WORKSHOP ON MOBILE MAPPING TECHNOLOGY, January 3-5, 2001, Cairo, Egypt.
- Siegele, E.:* INTEGRATION VON MOBILKOMMUNIKATIONSTECHNOLGIEN ZUR POSITIONS-BESTIMMUNG IN AUTONAVIGATIONSSYSTEMEN. Diplomarbeit, Abteilung Angewandte Geodäsie und Ingenieur-geodäsie, TU Wien (2001).
- SnapTrack:* WIRELESS ASSISTED GPS: PERFORMANCE IN GSM WIRELESS NETWORKS, 2000. Product Information at <http://www.snaptrack.com/> (2001). (Last visited: Nov. 2001).
- Sypniewski, J.:* THE DSP ALGORITHM FOR LOCALLY DEPLOYABLE RF TRACKING SYSTEM. In: PAPERS PRESENTED AT INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL PROCESSING WITH APPLICATIONS, Orlando, October 2000, <http://www.syptech.com/publications/publications.html> (2000). (Last visited: Nov. 2001).
- Tekinay, S., E. Chao, R. Richton:* PERFORMANCE BENCHMARKING FOR WIRELESS LOCATION SYSTEMS. IEEE Communications Magazine, April (1998), S. 72 – 76.
- True Position:* TRUE POSITION: LOCATING THE NEW WIRELESS WORLD. Product Information at <http://www.trueposition.com/> (2001). (Last visited: Nov. 2001).
- USWT (U.S. Wireless Technology):* LOCATION PATTERN MATCHING AND THE RADIO CAMERA™ NETWORK. Product Information at <http://www.uswcorp.com/> (2001). (Last visited: Nov. 2001).
- Walke, B.:* MOBILFUNKNETZE UND IHRE PROTOKOLLE, Band 1. B.G. Teubner, Stuttgart (1998).
- Werb, J., C. Lanz:* DESIGNING A POSITIONING SYSTEM FOR FINDING THINGS AND PEOPLE INDOORS. http://www.pinpointco.com/_private/whitepaper/rfid.html (2000). (Last visited: Sept. 2000).

**WAHRNEHMUNG
UND
KARTENGRAPHIK
AUF
KLEINBILDSCHIRMEN**

Geoinformationen im mobilen Internet – Aspekte der Kommunikation und Wahrnehmung

Gerd Buziek, München

Zusammenfassung

Mobile Geoinformationsdienste, die sog. Location Based Services (LBS), basieren auf der Positionsbestimmung mobiler Nutzer und auf der Verfügbarkeit von Informationen über raumbezogene Objekte und Phänomene. In Abhängigkeit von der Nutzerposition und individuellen Zielsetzungen werden bedarfsgerecht Informationen dem Nutzer für die Lösung seiner Aufgabenstellung angeboten. Da sich bisher für die Vermittlung von Geoinformationen Karten und kartographische Darstellungs- bzw. Ausdrucksformen als besonders effizient erwiesen haben, liegt es nahe, auch für Location Based Services kartographische Methoden anzuwenden. Jedoch schränken die z. Z. üblichen Bildschirmauflösungen von 280 x 320 Bildpunkten die Möglichkeiten der kartographischen Gestaltung erheblich ein, so dass Karten für LBS nur bedingt als Kommunikationsmittel geeignet sind. Diesem Nachteil stehen jedoch einige Vorteile gegenüber. Sie resultieren aus der Interaktivität mobiler Ausdrucksformen und ihrer Multimedialität. Vor diesem Hintergrund wird für die zweckmässige Kommunikation von Geoinformationen mit Location Based Services ein erweiterter kartographischer Gestaltungsrahmen benötigt. Er wird in diesem Beitrag aufgezeigt und diskutiert.

Abstract

Location Based Services (LBS) are based on the positioning of mobile users and the availability of information about spatial objects and phenomena. Dependant on the users position and individual intentions geoinformation is especially provided to solve users tasks efficiently. Until now, maps and map like forms of expression are well known as efficient solutions for the communication of geoinformation. It is a logical consequence, to use cartographic methods within LBS, too. But, the current screen resolutions of 280 by 320 pixels limit the cartographic depiction of geoinformation. This disadvantage is balanced by some advantages of LBS, namely the interactivity of mobile displays and their multimedia functionality. Based on this, an enhanced framework of geoinformation design is required for LBS. It is described and discussed in this paper.

1 Die mobile Kommunikation von Geoinformationen

1.1 Sachverhalt und Randbedingungen

Mobiltelefone, Personal Digital Assistents (PDA) und Smartphones sind Endgeräte des mobilen Internets (TELETALK 2001), die besonders gekennzeichnet sind durch Kompaktheit sowie multimediale und interaktive Informationsvermittlung.

Aus Sicht der Informationsdarstellung bestehen ihre großen Vorteile in der mobilen Verwendbarkeit in Verbindung mit Zugang zu Telekommunikations- und Internetdiensten und der simultanen audiovisuellen Informationsvermittlung. Die Vermittlung von Geoinformationen mit Diensten des mobilen Internets ist daher eng verknüpft mit einem multimedialen Gestaltungsproblem.

Aus Sicht der Kommunikation zeigt sich eine weitere Stärke in der Kommunikationsart: Sie ist vor allem durch den Dialog geprägt. Information wird daher konkreter und unmittelbarer kommuniziert; Benutzer können zu konkreten Handlungen aufgefordert werden (z.B. bei der Navigation und der Wegfindung). Die diagnostische Kommunikation, wie sie z.B. bei der Betrachtung von Graphiken, Bildern und Karten auftritt, kann auf ein Mindestmaß reduziert werden, da der oftmals erhebliche Zeitaufwand der Informationsinterpretation minimiert wird. Vor diesem Hintergrund muss auch die Bedeutung von Karten im Zusammenhang mit mobilen Endgeräten neu bewertet werden, zumal die Displays für die kartographische Informationsvermittlung erhebliche Einschränkungen aufweisen. BRUNNER (2001) weist daraufhin, dass neben der geringen Bildauflösung von maximal 180 x 96 Bildpunkten auch die Bildpunktgröße von durchschnittlich 0,35 mm neuartige Kartendarstellungen erfordert.

Die erheblich reduzierte Darstellungsfläche wirkt sich auch nachteilig auf die Gestaltung von Benutzungsoberflächen aus. BRUNNER-FRIEDRICH u. a. (2001) behandeln dieses Problem und schlagen eine Symbolik für Schaltflächen vor, die einerseits die Navigation in mobilen Kartendarstellungen unterstützen und andererseits Sachdatenauskünfte zu lokalen geographischen Objekten, neuerdings „Points of Interest“ (POI) genannt, ermöglichen. Allerdings wird die ohnehin schon zu geringe Displayfläche durch die zusätzlichen Schaltflächen weiter verkleinert, so dass die Kartengraphik weiter eingeschränkt wird.

Vor diesem Hintergrund lassen sich für die mobile Kommunikation von Geoinformationen folgende Randbedingungen erkennen:

1. Die graphische Darstellung ist durch kleine Displays mit mäßiger Auflösung erheblich eingeschränkt.
2. Die Gestaltung graphischer Benutzungsoberflächen konkurriert mit der Darstellung von Kartengraphik.
3. Aufgrund der graphischen Einschränkungen und der mobilen Benutzung gewinnt die Akustik für Bedienung und Darstellung gleichermaßen an Bedeutung.
4. Die sich ständig ändernde geographische Position ist mit der zu kommunizierenden Geoinformation hoch korreliert. Eine hohe Informationsaktualisierungsrate ist die Folge.
5. Einhergehend mit 4. ändert sich ständig das Nutzerwissen. Neue Fragen entstehen, die durch effiziente Benutzerschnittstellen dem System zugeführt werden müssen.

1.2 Zusammenhänge und ihre Systematik

1.2.1 Der Regelkreis als Grundprinzip mobiler Geoinformationssysteme

Die Betrachtungen in Abschnitt 1.1 lassen einen systematischen Zusammenhang mit Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten erkennen. Es ergibt sich daraus das Konzept eines allgemeinen mobilen Geoinformationssystems (MGIS), das geprägt ist durch „Multimedialität“, „Interaktivität“, „Position“ und „Nutzerwissen“. Es existiert damit ein dynamisches System, wie es auch aus der Kybernetik bekannt ist (FLECHTNER 1969). In diesem Falle ist Ziel des Systems, möglichst effizient raumbezogene Fragestellungen eines Nutzers in Abhängigkeit von seiner sich ständig ändernden Raumposition durch Interaktion und Exploration zu beantworten

(vgl. BUZIEK 2002). Die Dynamik resultiert dabei einerseits aus der Nutzerintention und andererseits aus der veränderlichen Raumposition des Nutzers.

Der Vergleich mit einem kybernetischen System geregelter relationaler Funktionsabläufe (Regelkreissystem) ergibt sich aus diesen Betrachtungen als logische Konsequenz. In diesem Regelkreissystem werden Geodaten zu Geoinformationen verarbeitet. Als Folge davon wird Nutzerwissen generiert. Abbildung 1 zeigt die Zusammenhänge auf.

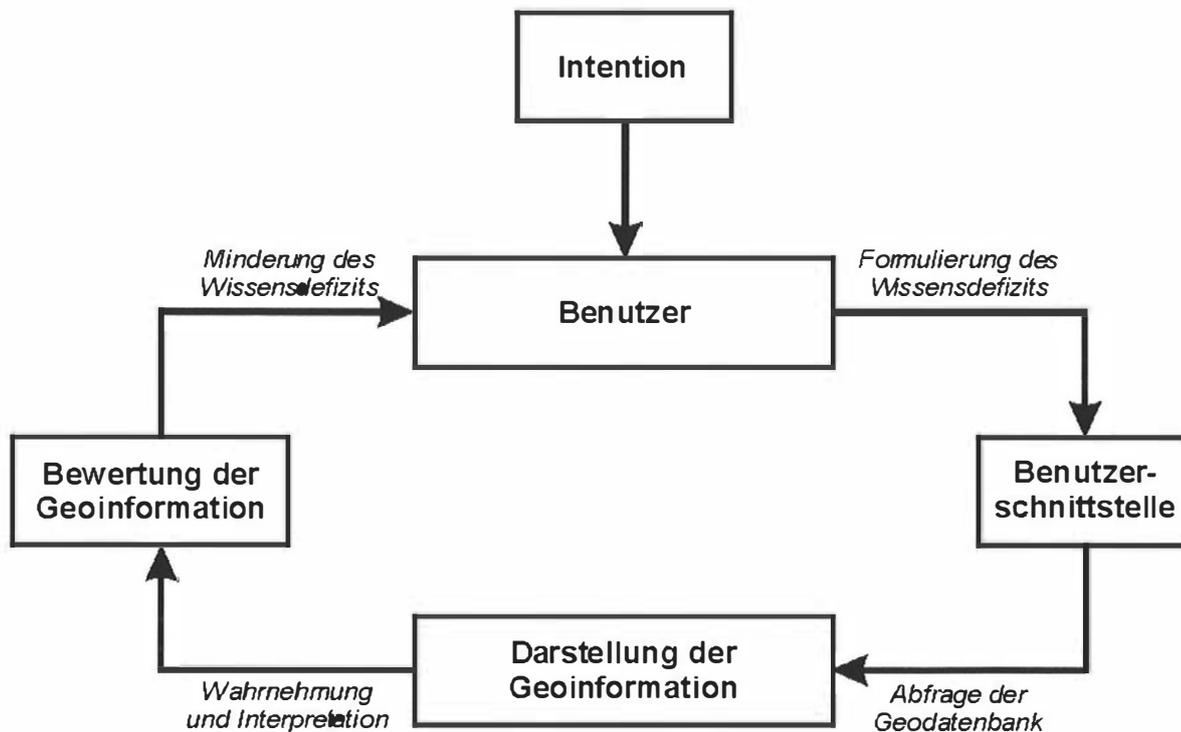


Abb. 1: Das Regelkreisprinzip der Kommunikation von Geoinformation

1.2.2 Die Steuerung des Regelkreises durch Push- und Pull-Dienste

Ziel eines nach dem Regelkreisprinzip funktionierenden Systems ist die Angleichung von Istwerten an Soll-Werte (SEIFFERT und RADNITZKY 1994). In diesem Falle werden die Soll-Werte durch die Wissensdefizite des Nutzers gebildet. Sie sollen durch die Zufuhr von Geoinformationen behoben werden. Die adäquaten Geoinformationen sind damit die einzuregelnden Ist-Werte, bzw. die Stellgrößen der kybernetischen Regelstrecke.

Diese Stellgrößen sind gleichzusetzen mit Informationen über das zu behebbende Wissensdefizit, z. B. mittels raumbezogenen Abfragen, Selektion und Darstellung bestimmter Thematiken oder andere systemmodifizierende Interaktionen. Im Zuge dieser Kommunikation sind Störungen möglich, die vielfältige Ursachen haben können (z. B. unzureichende Stellgrößen, syntaktisch-semantische Probleme bei der Geoinformationsdarstellung, Probleme bei der MGIS-Bedienung) und zu Regelabweichungen führen. Sie treten sowohl nutzerseitig (intern), als auch auf Seiten des mobilen Geoinformationssystems (extern) auf und haben iterative Systemdurchläufe zur Folge.

Im Zuge der Regelabweichungsminimierung wird die Messgröße (Nachricht) vom Nutzer bewertet (Geoinformation) und – falls das Wissensdefizit nicht behoben wurde – eine neue Stellgröße in Form einer weiteren Anfrage dem mobilen Geoinformationssystem zugeführt. Verbleiben nach ein- oder mehrfacher Iteration Wissensrestdefizite beim Nutzer, so ist das Regelungsziel erreicht und, falls notwendig, wird mit einer anderen Regelstrecke ein neuer Regelkreis gebildet. Im Vergleich mit anderen theoretischen Ansätzen, z.B. der Informations- und Kommunikationstheorie, wird durch die kybernetische Betrachtung der kartographischen Visualisierung besonders die Interaktion und dialogische Kommunikation zwischen Nutzer und dem mobilen GIS herausgestellt. Die zuvor definierten Randbedingungen werden damit besonders berücksichtigt.

Durch diesen Ansatz wird deutlich, dass der Erwerb von Geowissen nach der Regelkreistheorie in hohem Maße von den Aktionen des Nutzers (z.B. der Änderung der Raumposition) und damit von seinen individuellen Leistungen abhängt. Hierbei kommt es nicht nur darauf an, dass die kodierten und dargestellten Geodaten syntaktisch einwandfrei und semantisch plausibel sind, sondern es gewinnt ein Kommunikationsaspekt an Bedeutung, der bislang in der Kartographie wenig beachtet wurde: Die Übertragung von Informationen über das zu behebende Wissensdefizit vom Benutzer zum Informationssystem und zurück durch Interaktion. Daraus ergibt sich ein weiterer Hinweis auf die Einflüsse der Kommunikationseffizienz: Sie hängt aus kybernetischer Sicht im Wesentlichen von dem Regelverhalten des Regelkreises ab und damit von der dialogischen Kommunikation zwischen Nutzer und dem mobilen Geoinformationssystem (vgl. Abbildung 1).

1.2.2.1 Pull-Dienste

Im Falle von Location Based Services werden die Stellgrößen des Regelkreises über die sog. „Pull-Dienste“ angesprochen, die ein Nutzer zur Lösung seiner Aufgabe abrufen, z. B. einen Navigationsdienst für die Routensuche und Wegführung, einen Positionsbestimmungsdienst für die Ortung oder einen „Gelbe-Seiten“-Service für das Auffinden von Gewerbebetrieben.

1.2.2.2 Push-Dienste

Im Gegensatz zu den Pull-Diensten stehen die sog. „Push-“ oder „Trigger-Dienste“, die unaufgefordert oder eingeschränkt aufgefordert einen mobilen Nutzer mit Informationen versorgen. Dies können z. B. Sonderangebote von in der Nähe liegenden Geschäften sein oder der Weg zur nächsten Haltestelle des ÖPNV. Sie wecken zunächst eine Intention und geben zugleich eine Hilfestellung. Folgendes Beispiel ist denkbar: Ein Reisender hält sich in einer fremden Stadt auf und ist am Kauf von Souvenirs interessiert. Er teilt sein Kaufinteresse einem LBS mit (eingeschränkt aufgefordert). Dieser versorgt den Reisenden in Abhängigkeit von seinem Aufenthaltsort mit der Position der nächstgelegenen Souvenirläden und einer Wegbeschreibung dorthin. Der Nutzer hat seine Suche nach Souvenirläden (seine Intention) mit Hilfe von LBS optimiert.

2 Grundlagen der Wahrnehmung in mobilen GIS

2.1 Wahrnehmung und Interaktion nach dem Wahrnehmungszyklus

Für die Gestaltung und Optimierung der Regelstrecke des mobilen Geoinformationssystems sind Kenntnisse über das menschliche Wahrnehmungsverhalten notwendig. Es wurde von NEISSER

(1967/96) umfassend untersucht. Er hat seine Betrachtungen erstmals auf den Menschen als aktive und handelnde Komponente fokussiert und damit die sog. „kognitive Wende“ in der Wahrnehmungspsychologie eingeleitet (ZIMBARDO 1995; KEBECK 1991; GUSKI 1989).

Neisser betrachtet Wahrnehmung als kognitiven Prozess der Informationsverarbeitung. Dieser Prozess wird durch Erwartungen gesteuert, die zuvor durch Umwelterfahrungen entstanden sind und kontinuierlich aktualisiert werden. Daraus ergibt sich ein Regelkreis im kybernetischen Sinne mit Rückkopplungseffekten (Abbildung 2). NEISSER (1996) hat mit dem Wahrnehmungszyklus eine übergeordnete Wahrnehmungstheorie vorgestellt, die als „Meta-Theorie“ interpretiert werden kann (GUSKI 1989).

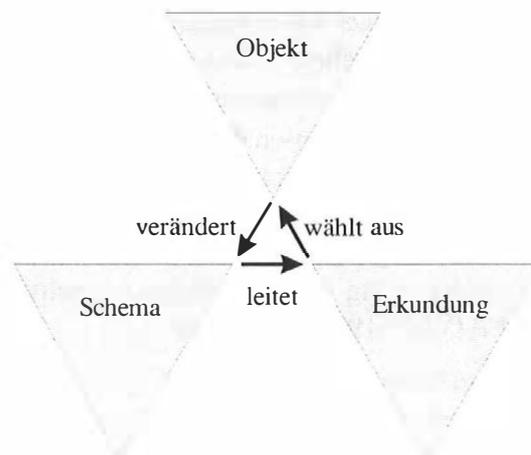


Abb. 2: Der Wahrnehmungszyklus (NEISSER 1996)

Demnach wird die Informationsverarbeitung in eine vorbewusste (prä-attentive) und eine bewusste (attentive) Stufe differenziert. Während der vorbewussten Wahrnehmungsphase wird vor allem datengesteuert (reizgesteuert) wahrgenommen. Dies entspricht dem Bottom-Up-Prozess nach ZIMBARDO (1995). 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 die bewusste Wahrnehmung oftmals erst bewirken. Darüber hinaus wird die bewusste Wahrnehmung (Top-Down-Prozess) von individuellen Erwartungen gesteuert. Letztere werden antizipierende Schemata genannt. Dies sind Gedächtnisprozesse, die den Wahrnehmenden mit seiner Umgebung in Beziehung bringen (NEISSER 1996; MIETZEL 1996).

Diese Prozesse bereiten das Individuum auf Wahrnehmungsereignisse vor und veranlassen es zur aktiven Erkundung des wahrgenommenen Objekts. Es werden sozusagen Hypothesen gebildet, die durch selektive Wahrnehmung getestet werden (KEBECK 1991). Zugleich ergibt sich eine natürliche Filterfunktion; das Individuum sucht nach Bekanntem und nutzt die sehr effizienten Prozesse der Wiedererkennung zur Identifikation.

2.2 Wissensbildung als Ergebnis der integrativen und handlungsorientierten Verarbeitung von Geoinformation

2.2.1 Vorbemerkungen

In Abschnitt 2.1 wurden die kognitiven Verarbeitungsmechanismen beschrieben, die im ständigen Wechsel mit der Reizperzeption und dem Rückgriff auf verfügbares Wissen ablaufen. Bei

den bisherigen Betrachtungen ist noch nicht diskutiert worden, wie die mentalen Modelle der Umwelt als Wissen im Gedächtnis strukturiert und gespeichert werden. Letztendlich sind sie auch im Zeitalter des mobilen Internets die Grundlage für menschliches Handeln, die darüber hinaus audio-visuelle Gestaltungsanforderungen definieren und zur Optimierung des unter 1. beschriebenen Regelkreises beitragen.

2.2.2 Die integrative und handlungsorientierte Verarbeitung von Geoinformationen

Die Notwendigkeit der Verwendung von audio-visuellen Informationsdarstellungen in mobilen GIS führt zur Frage nach der *gedanklichen Verarbeitung* und den damit verbundenen Vor- und Nachteilen im Vergleich mit herkömmlichen Karten. Eine Antwort darauf kann mittels des Wahrnehmungsmodells der integrativen Informationsverarbeitung hergeleitet werden.

Von BALLSTEDT (1990) stammt der Entwurf des theoretischen Modells der integrativen Informationsverarbeitung (Abbildung 3), der sich in ähnlicher Form auch in den Ansätzen von SNODGRASS (1984) und HASEBROOK (1995) wiederfindet (vgl. MÜLLER 1987). Das Modell basiert auf der dualen Kodierungstheorie von PAIVIO (1986), der von einer sinnesspezifischen Reizverarbeitung und -speicherung ausgeht. Aufgrund seiner Untersuchungen zur audio-visuellen Wahrnehmung stellt PAIVIO (1986) fest, dass

- Sprache Vorstellungen auslösen kann,
- Bilder verbalisiert werden können,
- die Verbalisierung von Bildern leichter ist als die Erzeugung von Vorstellungen mittels Sprache,
- verbale Abstrakta nicht verbildlicht werden können und
- die Nutzung beider Sinneskanäle eine Verbesserung des Lernens bewirkt.

Für die Interaktion zwischen dem auditiven und dem visuellen Bewusstseinssystem nutzt BALLSTEDT (1990) die Theorie eines einheitlichen mentalen Wissensspeichers von PYLYSHYN (1981). In diesem Wissensspeicher werden die Informationen unabhängig von ihrer Modalität (amodal) abgelegt. Es entsteht ein Netzwerk aus Schemata, Konzepten und Relationen. Es wird als Proposition bezeichnet und ist eine komplexe Einheit, die alle Wissensarten einschließt.

Zur Bildung der Propositionen ist die Transformation von modalen Informationen in amodale Gedächtnisrepräsentationen notwendig, so dass zwischen allen perzipierten Reizen eine Konkurrenzsituation eintritt, die durch Informationsselektion gelöst wird. Es ergibt sich aus diesem Teilmodell die Annahme eines ganzheitlichen Bewusstseins, das Informationen zusammenhängend und integrativ verarbeitet.

Neuere Untersuchungen haben zu einer Erweiterung dieses Modells um Modalitäten wie z. B. Bewegung, Musik usw. geführt. Dieser Ansatz wird als multimodale Gedächtnistheorie bezeichnet (ENGELKAMP 1991/1997). ENGELKAMP (1991/1997) weist zudem nach, dass eigenes Handeln die Behaltensleistung positiv beeinflusst. Daraus ergibt sich, dass eine Verbesserung der Wissensbildung durch Interaktion und unter Nutzung von mobilen GIS zu erwarten ist.

Kernbausteine der Theorie sind die konzeptbildenden Prozesse und die Konzepte selbst. Konzepte sind semantische Repräsentationen, die auf der Basis von sensorischen Repräsentationen (sog. Marken) im konzeptuellen Speicher des episodischen Langzeitgedächtnisses gebildet und als Propositionen gespeichert werden. Mit ihnen ist die Behaltensleistung verknüpft. Bilder und motorische Handlungen bewirken die Konzeptbildung und sind daher sehr bedeutsam für das

Behalten. Sie können über verbale Gedächtnisrepräsentationen aktiviert werden, z. B. durch Begriffe. Konzepte dienen zudem als Auslöser von Programmen. Sie kontrollieren Handlungsabläufe. Dazu zählen z. B. das motorische Handeln, das Sprechen, das Schreiben, das Beobachten usw.. In Folge dessen werden neue Reize und Informationen dem Gedächtnis zugeführt, so dass der von NEISSER (1967) begründete Wahrnehmungszyklus auch in dieser Theorie erkennbar ist und mit dem unter 1. postulierten Regelkreis in Einklang steht.

In kartographischer Hinsicht ist die multimodale Gedächtnistheorie insofern von Bedeutung, als dass sie die Gedächtniseffekte, die aus eigenem Handeln resultieren, berücksichtigt. Auswirkungen auf die Behaltensleistung, hervorgerufen durch den praktischen Gebrauch von Karten, kartographischen oder mobilen Geoinformationssystemen, können damit beschrieben werden.

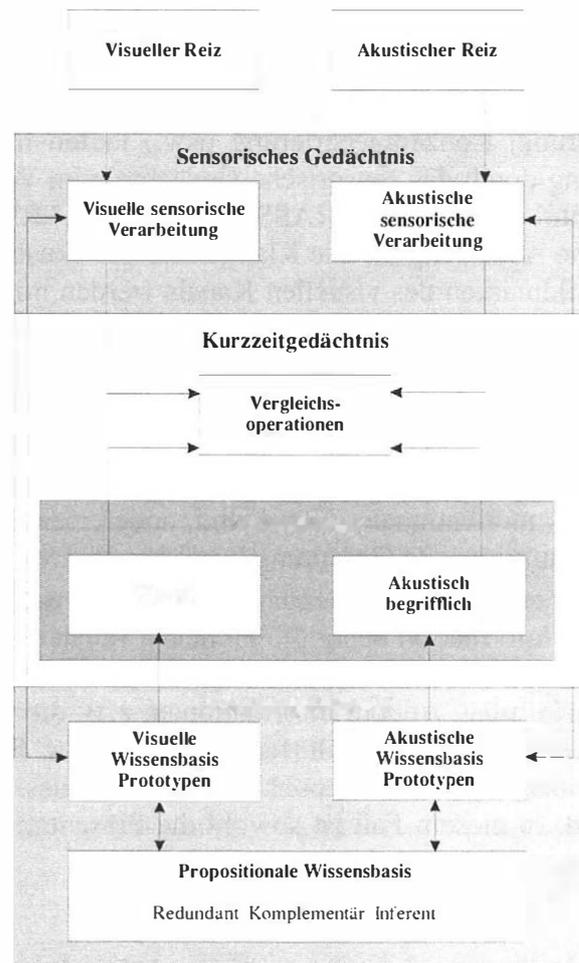


Abb. 3: Modell der integrativen Informationsverarbeitung (nach BALLSTEDT 1990, SNODGRASS 1984, MÜLLER 1989)

2.2.3 Organisation und Prinzipien der Bildung von Geowissen

Ungeklärt blieb bislang, welche Informationen für die Informationsverarbeitung selektiert werden, warum eine Informationsselektion erfolgt und welcher Zeitbedarf dafür benötigt wird. Um diese Fragestellungen zu beantworten, ist eine nähere Betrachtung der Gedächtnisorganisation und der Gedächtnisprozesse notwendig.

Der Speicher menschlichen Wissens ist das Gedächtnis. Es ist ein aktiv wahrnehmendes kognitives System, das Information aufnimmt, enkodiert, modifiziert und wieder abrufen (ZIMBARDO 1995). Mit Hilfe des Gedächtnisses wird der Mensch in die Lage versetzt, aktiv Informationsverarbeitung zu betreiben. Geoinformationen werden hier mit anderen mentalen Modellen – z. B. Erinnerungen an die Örtlichkeit – verglichen und bewertet.

Weitere konstruktive Gedächtnisprozesse schließen sich an, z. B. gedankliche Überlegungen zur Wahl eines bestimmten Weges usw.. Letztendlich kommen Entscheidungen hinzu, die zur weiteren Informationsbeschaffung (z. B. per Interaktion mit Location Based Services) oder zum gezielten Handeln führen können.

2.2.3.1 Gedächtnisprozesse

Die dafür notwendigen Gedächtnisprozesse (Wiedererkennung, Wiederholung, Klassifizierung, Bewertung, Schemaaktivierung, Konzeptgenerierung usw.) laufen nach der modalitätsspezifischen Informationszuführung durch das sensorische Gedächtnis im Wechselspiel zwischen dem Kurz- und Langzeitgedächtnis ab (SNODGRASS 1984; ZIMBARDO 1995; HASEBROOK 1995; MIETZEL 1996; siehe Abbildung 3). Die Klangbilder des akustischen Kanals und die Piktogramme (Ikonen) bzw. Bildmarken des visuellen Kanals werden mit bereits vorhandenen Prototypen (Konzepten, Schemata) verglichen und zugeordnet oder als neuer Prototyp abgelegt. Auf dieser Ebene ist das „innerliche Sprechen“ und die Generierung „visueller Vorstellungen“ möglich. Auditives und visuelles System sind miteinander verknüpft, so dass Verbindungen zwischen verbalen und visuellen Imaginationen hergestellt und propositional gespeichert werden können.

Welche Information in welchem Gedächtnissystem gespeichert wird, bestimmen unterschiedliche Faktoren, die einerseits motivationaler Natur sind, andererseits aber auch durch eine entsprechende kartographisch-multimediale Gestaltung hervorgerufen werden können.

Für eine zweckgerechte Gestaltung von Geodaten ist es nun wichtig zu wissen, wofür der Rezipient die entsprechende Information benötigt. Vielleicht reicht es aus, für die Beantwortung einer Fragestellung kurzfristig eine bestimmte Information anzubieten, die nach gelöster Aufgabe bereits ihren Zweck erfüllt hat. Andere Informationen, z. B. die Grenzlinien eines von Planungsmaßnahmen betroffenen Gebietes, bedürfen vielleicht der Speicherung im Langzeitgedächtnis, damit sie zu einem späteren Zeitpunkt zwecks Diskussion oder Entscheidungsfindung wieder verfügbar sind. In diesem Fall ist sowohl die Präsentationsdauer als auch die Präsentationsart entsprechend zu gestalten.

2.2.3.2 Gedächtnisorganisation, -speicherkapazität und sich daraus ergebende Prinzipien der Informationsgestaltung

Im sensorischen Gedächtnis (SG) wird die rezeptorenbezogene Informationsverarbeitung modal durchgeführt. Es speichert nur ultrakurzzeitig (ca. 1 bis 2 Sekunden) die Reizimpressionen unterschiedlicher Kanäle und Modalitäten. Sie werden auch als sensorische Register bezeichnet (ATKINSON und SHIFFRIN 1968; MIETZEL 1996). Anhand von Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sensorische Impressionen über verschiedene Zeiträume erinnert werden. Die als Ikonen (Bildmarken) bezeichneten bildhaften Reizimpressionen werden ca. 0,5 Sekunden lang erinnert und zerfallen dann (NEISSER 1967). Echos, die akustischen Reizimpressionen, sind hingegen mehrere Sekunden der Erinnerung zugänglich (SCHERMER 1991).

Untersuchungen zur Behaltensleistung des sensorischen Gedächtnisses wurden von SPERLING (1960) durchgeführt. Buchstabenfolgen wurden kurzzeitig (50 msec) Versuchspersonen gezeigt. Sie konnten 4,5 Buchstaben durchschnittlich frei erinnern (SCHERMER 1991). Buchstabenfolgen, die um typische Einzeltöne ergänzt und als Teilfolge abgerufen wurden, konnten jedoch nahezu fehlerfrei als Teilfolge wiedergegeben werden. Eine Abrufverzögerung um 1,0 sec führte zu Ergebnissen, die mit dem freien Erinnern identisch waren. Die Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass in einer Zeitspanne bis maximal 500 msec sensorisch wahrgenommene Informationseinheiten der bewussten Erinnerung zur Verfügung stehen (SCHERMER 1991; MIETZEL 1996).

Die Klassifikation von Informationen, z. B. durch ein zusätzliches Merkmal in der Reizvorlage, scheint zur kurzzeitigen Kapazitätssteigerung zu führen. Nach der sensorischen Wahrnehmung zerfallen die Informationen durch Nicht-Erinnern nach dem Übergang in das Kurzzeitgedächtnis oder durch Überschreiben mit neuen und ähnlichen Informationen. Eine bewusste begriffliche Zuordnung oder Klassifizierung erfolgt im sensorischen Gedächtnis nicht. Es arbeitet präkategorial (ZIMBARDO 1995).

Das Kurzzeitgedächtnis (KZG) übernimmt Informationen aus dem sensorischen oder dem Langzeitgedächtnis in sequentieller Folge. Eine alternative Modellvorstellung zum Kurzzeitgedächtnis ist das Arbeitsgedächtnis (HASEBROOK 1995). Es ist als bewusst kontrolliertes Kurzzeitgedächtnis zu verstehen, dessen Aufgabe die temporale Bereitstellung von Informationseinheiten ist.

Eine zentrale Aufmerksamkeitskontrolle verwaltet die Informationen kanalgetrennt im visuell-räumlichen und sprachlich-akustischen Gedächtnis. Die Informationen werden über einen Zeitraum von ca. 10–30 Sekunden gespeichert (MIETZEL 1996; HASEBROOK 1995; SCHERMER 1991). Sie können durch bewusste Kontrolle und ständiges Wiederholen (sog. erhaltende Wiederholung) auch länger im KZG aktiviert werden. Tritt während der Wiederholungsphase Ablenkung ein, so reduziert sich die Wiedergabe (SCHERMER 1991).

Die Speicherkapazität des KZG beträgt bei unkonzentrierter Informationsverarbeitung 4 ± 2 Informationseinheiten (CARD u. a. 1983) und bei konzentrierter Informationsverarbeitung 7 ± 2 (MILLER 1956; vgl. SCHERMER 1991). Die Informationseinheiten können einzelne Reize sein, aber auch nach Bedeutung gruppierte Elemente, die sog. Chunks (vgl. Abschnitt 4.3.7.4).

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die zu diesen Zahlenangaben führenden Untersuchungen vorwiegend mit der Erinnerung von Zahlen-, Buchstaben- oder Wortangaben durch Versuchspersonen ermittelt wurden. Untersuchungen mit graphischer oder kartographischer Motivation, die sich auf die Wahrnehmung der Informationseinheiten visueller oder audio-visueller Reizvorlagen beziehen, sind nicht bekannt. Kartographisch interessant ist daher die Beantwortung der Frage, welche Informationseinheiten bei welchen kartographischen Aufgabenstellungen, in welchen Situationen und nach welchen Kriterien gebildet werden.

Das Langzeitgedächtnis (LZG) umfasst das Weltwissen. Seine Funktion ist die dauerhafte Abbildung, sowie die störresistente und zeitstabile Einlagerung von Informationen (nach KLIX zitiert von SCHERMER (1991)). Hier wird konzeptuell bzw. propositional verarbeitet. Dies führt zur Speicherung von modalitätsspezifischen Informationen in einem einheitlichen Format und unabhängig von ihrer Herkunft (amodal). Dadurch ist eine Verstärkung der erhaltenen Informationen und ihre gegenseitige Assoziation möglich (PALM 1990).

Für die Speicherung im Langzeitgedächtnis existieren nach BALLSTEDT (1990), drei Möglichkeiten der amodalen Verarbeitung, die auch kartographisch bedeutsam sind:

- die *redundante* Verarbeitung,
- die *komplementäre* Verarbeitung und
- die *inferente* Verarbeitung.

Die amodale Informationsverarbeitung nach dem Redundanzkonzept erfolgt, wenn visuell und verbal identische Informationen verarbeitet werden. Als kartographisches Beispiel mögen hier kartographische Symbole dienen, die zugleich textuell bzw. verbal benannt werden.

Wenn sich unterschiedliche modale Informationen gegenseitig ergänzen, erfolgt die amodale Informationsverarbeitung nach dem Komplementaritätskonzept. Grundlage dafür ist ein Schema, das die durch die Wahrnehmung aktivierten Konzepte miteinander verknüpft. Vorwissen ist erforderlich.

Den höchsten mentalen Verarbeitungsaufwand erfordert das Inferenzkonzept. Es setzt Vorwissen bei den Rezipienten voraus und zusätzlich die Fähigkeit zum Schlussfolgern. Dadurch ergibt sich eine Information aus der anderen und eine Relation zwischen beiden wird gebildet, die zu diskursivem Wissen führt. Dies bedingt eine bewusste mentale Informationsverarbeitung und erfordert zugleich einen gewissen Zeitaufwand. Dieser ist insbesondere bei kartographischen Animationen zu berücksichtigen, da sie zeitlich besonders gebunden sind. Als Extremergebnis dieses Verarbeitungsprozesses ergibt sich entweder ein besonders nachhaltiger Wissenserwerb oder ein Nicht-Verstehen der Information.

Für kartographische Arbeiten ergeben sich aus den drei Konzepten der amodalen Informationsverarbeitung die folgenden Gestaltungsprinzipien:

1. Das *Redundanzprinzip* sollte für reine Lernzwecke verwendet werden. Ziel ist die Schaffung von Vorwissen und themenspezifischen Wissensbasen.
2. Das *Komplementaritätsprinzip* setzt bei der Zielgruppe Vorwissen voraus. Es ermöglicht abwechslungsreiche Informationsdarbietung und fördert mentale Aktivitäten während der Informationsverarbeitung.
3. Das *Inferenzprinzip* basiert auf der Fähigkeit des Schlussfolgerns. Es setzt genaue Kenntnis über den Wissensstand der Zielgruppe voraus und ermöglicht die Informationsentlastung der Darstellungsform um diejenigen Informationen, die durch individuelle Logik und Vorwissen in den Prozess der Informationsverarbeitung eingebracht werden.

3 Faktoren und Einflüsse auf mentale Prozesse der Wissensbildung

3.1 Aufmerksamkeit

Bei der Verarbeitung von visuellen und auditiven Informationen werden mentale Gedächtnisprozesse ausgeführt. Sie umfassen Aufmerksamkeits-, motorische Reproduktions- und Motivationsprozesse. Das Individuum lernt und bildet Wissen. Dieser Prozess wird in der Lerntheorie von Bandura beschrieben (vgl. MÜLLER 1987; BUZIEK 1998, 2000). Der Wissensbildungsprozess umfasst drei maßgebliche Stufen. Es sind:

- die **Enkodierung** von Reizen,
- die **Speicherung** von bearbeiteten Reizinformationen und
- der **Wissensabruf**.

Voraussetzung für die Verarbeitung von Sinnesreizen ist die selektive Aufmerksamkeit. Es ist ein Prozess des Kurzzeitgedächtnisses, der zur Übergabe von präkategorialen Reizinformationen

aus dem sensorischen Gedächtnis in das KZG führt. Er bestimmt, welche Informationen der weiteren Verarbeitung zugeführt werden (MIETZEL 1996). Nur Informationen, die diesen Zugang finden, werden bewusst einer Verarbeitung unterzogen und später dem LZG übergeben.

Eine maßgebliche Gestaltungsaufgabe der audio-visuellen Kartographie ist daher, wichtige Informationen derart darzustellen, dass mit hoher Sicherheitswahrscheinlichkeit die Übertragung in das KZG gewährleistet ist. Die selektive Aufmerksamkeit muss zu diesem Zweck auf die wesentlichen Informationen gelenkt werden. Dies kann z.B. durch die Variation der graphischen Variablen geschehen und die deutliche Differenzierung von Kartenobjekten zu ihrer Umgebung (siehe BUZIEK 2002).

Für die kartographische Gestaltung ist daher wichtig zu wissen, welche Faktoren die Aufmerksamkeitssteuerung beeinflussen. ZIMBARDO (1995) unterscheidet zwischen äußeren und inneren Faktoren. Zu den **äußeren Faktoren** der Aufmerksamkeit zählen:

- die **Reizintensität**, z.B. die Lautstärke eines Tones oder die Helligkeit einer Farbe,
- die **Reizveränderlichkeit**, z.B. die Frequenz einer blinkenden Signatur,
- die **Reizauffälligkeit**, z.B. die Unterschiedlichkeit zu weiteren Reizen und
- die Erwartungstreue eines Reizes. Sie steht in einem reziproken Verhältnis zur Aufmerksamkeit.

Die **inneren Faktoren** der Aufmerksamkeit sind individueller Natur. Es sind:

- das individuelle **Wissen**, es sensibilisiert das Individuum für Reize und Zusammenhänge,
- die individuellen **Aktivitäten** und
- individuelle **psychologische und physiologische Zustände**, z.B. Freude, Interesse oder Desinteresse.

Generell wird Aufmerksamkeit heute als gradueller Prozess beschrieben, in dem sich zurückliegende Lernerfahrungen auswirken. Es kann davon ausgegangen werden, dass mindestens ein Kommunikationskanal bewusst wahrgenommen wird. Von den Reizen anderer Kanäle wurde zunächst angenommen, dass sie abgeblockt wurden. Untersuchungen zeigten jedoch, dass Bedeutungen aus angeblich abgeblockten Informationen erkannt wurden, so dass eine unbewusste (prä-attentive) Verarbeitung von Informationen, die nicht im Schwerpunkt der Aufmerksamkeit liegen, unterstellt werden kann (SPDW 1986, 1990). Es kann daher die Hypothese aufgestellt werden, dass Sinnesreize trotz „unbewusster Wahrnehmung“ generell Zugang zum Bewusstsein finden. Sie werden zusätzlich in der gebildeten Gedächtnisstruktur verankert und verbessern die Nachhaltigkeit des Wissens und den Zugriff darauf. Aus dem Alltagsleben ist bekannt, dass Vergessenes oftmals durch die Wiederholung von Tätigkeiten (die zum Zeitpunkt des bewussten Denkens an das später Vergessene ausgeführt wurden) zu einem Erinnern führen kann. Ebenso können zusätzliche Informationen einer multimedialen Informationsdarstellung, z.B. Musik, Unterhaltungselemente usw., diesen Effekt herbeiführen und den Wissensabruf und das Erinnern verbessern.

Aus kartographischer Sicht sind diese Kenntnisse wichtig, damit eine gezielte Informationsübertragung bei Bedarf initiiert werden kann, obwohl sich der Nutzer auf eine andere Aufgabe konzentriert. Die äußeren Aufmerksamkeitsfaktoren stehen daher ständig in Konkurrenz mit inneren Aufmerksamkeitsfaktoren, die durch das individuelle Wissen bestimmt werden.

Der Erfolg äußerer Aufmerksamkeitsreize wird vermutlich durch ihre Andersartigkeit gegenüber den im Schwerpunkt der inneren Aufmerksamkeit liegenden Informationen bestimmt. Konzentriert der Nutzer seine Aufmerksamkeit auf Graphik, dürften akustische Aufmerksamkeitsreize erfolgversprechend sein und umgekehrt. Voraussetzung dafür ist eine ausreichende Reizdifferenzierbarkeit, die z.B. durch Extremreize erzielt werden kann (vgl. BUZIEK 2002).

3.2 Informationsgruppierung (Chunking)

Der Wissensbildungsprozess wird durch die semantische Gruppierung der zu verarbeitenden Informationen zusätzlich optimiert. Informationsgruppen (Chunks) sind bedeutungstragende Informationseinheiten des Kurzzeitgedächtnisses. Mit Chunking wird der mentale Prozess bezeichnet, der zu ihrer Bildung führt. Er basiert auf individuellen Organisationsprinzipien. Dies können Gesetze der Gestalttheorie sein, aber auch logische oder assoziative Zusammenhänge (Konzepte, Schemata, Propositionen). Darüber hinaus beeinflussen die Aufgabenstellung und die Zielsetzung der bewussten Wahrnehmung die Informationsgruppierung (vgl. PALM 1990; ZIMBARDO 1995).

Die Informationsgruppierung geht auf MILLER (1956) zurück. Miller bestimmte anhand der freien Erinnerung von Buchstaben und Zahlenfolgen die durchschnittliche Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses (mit Unterstützung durch das LZG) auf 7 ± 2 Informationseinheiten. Bei oberflächlicher Wahrnehmung sinkt die Anzahl auf durchschnittlich 4 ± 2 Informationseinheiten (CARD u. a. 1983). Die Informationsgruppierung kann erfolgen nach:

- **Ähnlichkeitskriterien**, z.B. Ähnlichkeit, Gleichartigkeit, gemeinsames Schicksal, glatter Verlauf, Geschlossenheit usw.,
- **Bedeutungen**, z.B. bedeutsam für die Lösung einer Aufgabe oder nicht, oder
- **anderen Ordnungs- und Organisationsprinzipien** wie z.B. der räumlichen Anordnung, der Form, Farbe, Füllung, Lautheit, Klangfarbe usw..

Gruppierung, Ordnung und Organisation von Informationen sind folglich wichtig für eine effiziente Informationsvermittlung. Dieser Sachverhalt sollte gestalterisch berücksichtigt werden, damit eine optimale Nutzung der Kurzzeitgedächtniskapazität bewirkt wird. Dies ist eine bedeutende Forderung für die Optimierung des mobilen Geoinformationssystems, das maßgeblich auf der sequentiellen Nutzung mehrerer kurzzeitiger multimedialer Darstellungsformen beruht, die durch Interaktionen entstehen. Für Analysezwecke wird ihr Inhalt mental zu einer kognitiven Karte bzw. einer Modellvorstellung der Umwelt.

3.3 Wiedererkennung und Wiederholen

Ein weiterer wichtiger mentaler Prozess der Wissensbildung ist die Wiedererkennung. Wiedererkennung ist ein bewusster Vorgang, dessen Aufgabe der Vergleich von aktuellen Reizinformationen des KZG mit verfügbarem individuellem Wissen des LZG ist (ZIMBARDO 1995). Der Wiedererkennungsmechanismus bewirkt die Reduktion von kognitiven Operationen. Er optimiert den Wahrnehmungsvorgang und den Wissenserwerb. Wiedererkennung ist stark individuell geprägt und basiert auf dem verfügbaren Weltwissen. Die Wiedererkennung dient zusätzlich auch dem Wissensabruf aus dem LZG. Auslöser dafür sind externe Reizinformationen, die gleichzeitig Hinweisreize auf die gesuchte Information sind. Sie helfen dem Individuum, Wissen des LZG zu erschließen, dem Bewusstsein zuzuführen und im KZG verfügbar zu machen. Die Wiedererkennung hängt ferner ab von den verfügbaren Propositionen.

In der kartographischen Gestaltungslehre wird das Prinzip der Wiedererkennung seit langem unterstützt. Gestaltungsprinzipien wie Gleiches gleich abbilden (HAKE und GRÜNREICH 1994) sind ein Beispiel dafür. Eine Missachtung dieses Prinzips führt nicht nur zu einer Steigerung der kognitiven Verarbeitungszeit, sondern auch zu Verunsicherung und Zweifel und damit verbundenen Störungen. Die verfügbaren Reizinformationen reichen in diesen Fällen nicht aus, die für eine Wiedererkennung maßgeblichen Objektmerkmale zu vermitteln.

Eine weitere mentale Operation der Wissensbildung ist das Wiederholen. Sie wird mit dem Ziel ausgeführt, Informationen über längere Zeit im KZG zu halten, damit sie für die Lösung von Aufgaben zur Verfügung stehen. Im einfachsten Fall wird eine Information gedanklich wiederholt. Dies kann sowohl verbal/textuell und/oder visuell geschehen und wird als erhaltendes Wiederholen bezeichnet. Besonders nachhaltig wird die Information gespeichert, wenn Assoziationen mit ihr verknüpft werden können (PALM 1990). Das Wiederholen in den hier aufgezeigten Varianten kann sowohl individuell im Zuge der selektiven Wahrnehmung ausgeführt werden, als auch autorenkontrolliert durch eine entsprechende Gestaltung von Darstellungsmitteln.

4 Fazit

Die Kommunikation von Geoinformationen unterliegt hohen Anforderungen, wenn mobile Medien verwendet werden. Ein besonderes Problem sind die kleinen Displays mobiler Endgeräte, die nur stark generalisierte Überblicksdarstellungen oder kleinräumige Detailansichten ermöglichen. Um diesen Nachteil auszugleichen, muss neben dem visuellen Informationskanal der akustische Informationskanal verstärkt genutzt werden. Damit liegt ein multimediales Gestaltungsproblem vor, das in mobilen Geoinformationssystemen durch Veränderungen der Nutzerposition und des Nutzerwissens zusätzlich einer Dynamik unterliegt. Für die modellhafte Beschreibung dieses Sachverhalts wurde das Prinzip eines kybernetischen Regelkreises erstmals eingeführt. In diesem System hat die Informationsgestaltung die bedeutsame Aufgabe, das Regelverhalten zu optimieren, so dass ein Benutzer seine Aufgabenstellung möglichst effizient erfüllen kann. Die Stellgrößen dafür lassen sich aus der Analyse der menschlichen Wahrnehmung und Wissensverarbeitung herleiten, die zugleich Hinweise für die multimediale Informationsgestaltung liefern (BUZIEK 2002).



Abb. 4: Gebäudeansichten als Fußgängernavigationshilfe

In mobilen Informationssystemen rückt aufgrund der visuellen Einschränkungen insbesondere die akustische Informationsvermittlung in den Vordergrund, die in sinnvoller Kombination mit Minimalgraphiken verwendet werden sollte. Ein gutes Beispiel dafür ist bei Kfz-Navigationssystemen die graphische Anzeige, bei der die komplexe Kartengraphik auf einen Entfernungsbalken und einen Richtungspfeil reduziert wurde. Ähnliches ist auch für Fußgängernavigationshilfen sinnvoll, da die Betrachtungszeit reduziert und mit „einem Blick“ die notwendige Information erfasst werden kann. So können z.B. digitale Photographien von Gebäuden, Plätzen, Straßenzügen und markanten Objekten auf dem Display mobiler Endgeräte eine äusserst effiziente Orientierungshilfe sein, die von dem Wiedererkennungsmechanismus unseres Gedächtnisses wirkungsvoll unterstützt wird (Abbildung 4).

Ergänzend dazu lassen sich akustische Hilfen einsetzen, die von akustischen Zeichen (z.B. Einzeltönen, Tonfolgen) bis zur sprachlichen Semantik reichen. Sogar konkrete Handlungsanweisungen sind möglich („An der nächsten Kreuzung links abbiegen“), welche die aus der Zeichentheorie bekannte pragmatische Dimension erschliessen helfen. Zudem wird aufgrund sprachlicher Konventionen die Zeicheninterpretation weitgehend reduziert, so dass eine weitere Effizienzsteigerung des Regelkreises der Kommunikation von Geoinformation bewirkt werden kann.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, zukünftige Entwicklungs- und Forschungsarbeiten in der Telekartographie u. a. auf den Entwurf und die Implementierung multimedialer Informationsinfrastrukturen, die multimediale Gestaltung von Geoinformationen und die sprachlich-interaktive Steuerung mobiler Informationsdienste zu legen. Ausgewählte theoretische Grundlagen sind dafür aus Sicht der Wissensverarbeitung in diesem Aufsatz beschrieben worden.

Literatur

- Atkinson, R. C., R. M. Shiffrin: HUMAN MEMORY: A PROPOSED SYSTEM AND ITS CONTROL PROCESSES. In: *Spence und Spence* (1968). Zitiert von *Engelkamp* (1991/97), *Zimbardo* (1995).
- Ballstedt, St.-P.: INTEGRATIVE VERARBEITUNG BEI AUDIOVISUELLEN MEDIEN. In: *Böhme-Dürr, K. (Hrsg.): WISSENSVERÄNDERUNG DURCH MEDIEN: THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND EMPIRISCHE ANALYSEN*. Saur-Verlag, München (1990), S. 185 – 196.
- Böhme-Dürr, K. (Hrsg.): WISSENSVERÄNDERUNG DURCH MEDIEN: THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND EMPIRISCHE ANALYSEN. Saur-Verlag, München (1990), 310 S.
- Brunner, K.: KARTENGRAPHIK AM BILDSCHIRM – EINSCHRÄNKUNGEN UND PROBLEME. Kartographische Nachrichten, Heft 5 (2001), S. 233 – 239.
- Brunner-Friedrich, B., R. Kopetzky, M. Lechthaler, A. Pammer: VISUALISIERUNGSKONZEPTE FÜR DIE ENTWICKLUNG KARTENBASIERTER ROUTING-APPLIKATIONEN IM UMTS-BEREICH. (2001).
- Buziek, G.: EINE KONZEPTION DER KARTOGRAPHISCHEN VISUALISIERUNG. Habilitationsschrift (2002), in Druck.
- Card, St. K., T. P. Moran, A. Newell: THE PSYCHOLOGY OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION. Lawrence Erlbaum Associates, London (1983), 469 S.
- Engelkamp, J.: DAS MENSCHLICHE GEDÄCHTNIS. 2. Auflage, Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen (1991), 555 S.
- Engelkamp, J.: DAS ERINNERN EIGENER HANDLUNGEN. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen (1997), 255 S.
- Flehtner, H.-J.: GRUNDBEGRIFFE DER KYBERNETIK. EINE EINFÜHRUNG. 4. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (1969), 423 S.
- Guski, R.: WAHRNEHMUNG. Grundriß der Psychologie, Band 7. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart (1989).
- Hake, G., D. Grünreich: KARTOGRAPHIE. 7. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin (1994), 599 S.

- Hasebrook, J.: MULTIMEDIA-PSYCHOLOGIE. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (1995), 330 S.
- Kebeck, G.: WAHRNEHMUNGSPSYCHOLOGIE. Kurseinheit 1 bis 3. Fernuniversität Hagen (1991).
- Mietzel, G.: WEGE IN DIE PSYCHOLOGIE. Klett-Cotta, Stuttgart (1996), 474 S.
- Miller, G. A.: THE MAGICAL NUMBER SEVEN, PLUS OR MINUS TWO: SOME LIMITS OF OUR CAPACITY FOR PROCESSING INFORMATION. *Psychological Review*, No. 6 (1956).
- Müller, H. M.: EVOLUTION, KOGNITION UND SPRACHE. Verlag Paul Parey, Berlin (1987), 157 S.
- Neisser, U.: KOGNITION UND WIRKLICHKEIT. 2. Auflage, Klett Cotta Verlag, Stuttgart (1996), 176 S.
- Neisser, U.: COGNITIVE PSYCHOLOGY. Appleton-Century-Crofts, New York (1967), 351 S.
- Palm, G.: ASSOZIATIVES GEDÄCHTNIS UND GEHIRNTHEORIE. In: *Spektrum der Wissenschaft (SpdW): GEHIRN UND KOGNITION*. Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg (1990).
- Paivio, A.: MENTAL REPRESENTATIONS. A DUAL CODING APPROACH. University Press, Oxford (1986), 322 S.
- Pyllyshyn, Z. W.: THE IMAGERY DEBATE: ANALOGUE MEDIA VERSUS TACIT KNOWLEDGE. *Psychological Review*, 88 (1981), S. 16 – 45.
- Schermer, F. J.: LERNEN UND GEDÄCHTNIS. Grundriß der Psychologie, Band 10, Urban Taschenbücher. Verlag W. Kohlhammer, Berlin (1991), 191 S.
- Seiffert, H.; G. Radnitzky: HANDLEXIKON ZUR WISSENSCHAFTSTHEORIE. 2. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag (DTV), München (1994), S. 502.
- Snodgrass, J. G.: CONCEPTS AND THEIR SURFACE REPRESENTATIONS. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*. 23 (1984), S. 3 – 23.
- Spektrum der Wissenschaft (SpdW)*: WAHRNEHMUNG UND VISUELLES SYSTEM. Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg (1986), 220 S.
- Spektrum der Wissenschaft (SpdW)*: GEHIRN UND KOGNITION. Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg (1990), 207 S.
- Sperling, G.: THE INFORMATION AVAILABLE IN BRIEF VISUAL PRESENTATIONS. *Psychological Monographs* 74, No. 498. Zitiert von Schermer (1991).
- TeleTalk: MOBILE SOLUTIONS – LÖSUNGEN FÜR DEN PROFESSIONELLEN MOBILFUNK & MOBILE INTERNET. Sonderausgabe 02 (2001), 106 S.
- Zimbardo, P. G.: PSYCHOLOGIE. 6. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg (1995), 851 S.

Graphische und kartographische Aspekte der Bildanzeige

Kurt Brunner und Stefan Neudeck, Neubiberg

Zusammenfassung

Bildschirme verschiedener Bildformate finden verbreitet zur Darstellung von Graphik und kartographischen Darstellungen Anwendung. Jede Graphik am Bildschirm unterliegt Bildstörungen, die exemplarisch gezeigt werden. Die Lesbarkeit kann jedoch durch bestimmte Maßnahmen verbessert werden. Geräte mit kleinen Monitoren lassen die Wiedergabe gewöhnlicher Darstellungen dennoch meist nicht zu. Für solche Geräte, die auch für den mobilen Einsatz vorgesehen sind, muss die Vereinfachung der Graphik angestrebt werden.

Abstract

Screens of various sizes will be used for presentation of graphics and maps. Each image on screen is presented with jagged graphic elements, which will be shown exemplarily. The readability can be upgraded with specific means. Regardless, the presentation of normal (map) graphics, similar to printed products, is not possible on devices with small displays. Graphics for such devices has to be simplified.

1 Einleitung

Gegenwärtig finden sich umfangreich Bildanzeigen von Daten, Texten, Bildern und Graphiken an Monitoren. Ausgiebig wird so auch mit insgesamt leistungsfähiger Hardware Geoinformation vorgehalten und an Bildschirmen in üblichen Größen visualisiert. Allerdings zeigen sich bei der Schlüsselkomponente Monitor nicht unerhebliche Restriktionen für die Bildanzeige.

Die zu erwartenden ortsbezogenen Dienstleistungen an mobilen Endgeräten benötigen im allgemeinen auch Bildanzeigen. Hierbei sind nur sehr kleinformatige Displays möglich, die bei der Bildanzeige von Geoinformation diese Restriktionen noch erheblich steigern.

2 Ausgewählte Bildschirmtechniken

Die Bildschirmtechnik ist, abgesehen von der Entwicklung von Kathodenstrahlröhren, ein verhältnismäßig junges Gebiet der Physik und Elektrotechnik. Sicher ist dies einer der Gründe, dass bis heute in großem Umfang sowohl an der weiteren Entwicklung etablierter Techniken, als auch an der Forschung nach neuen Bildschirmtechniken gearbeitet wird, und hier offenbar noch genügend Spielraum vorhanden ist. Das Ziel dieser Aktivitäten ist neben der Verminderung der Produktionskosten die Verbesserung der ergonomischen Eigenschaften von Bildschirmen, z.B. die Reduzierung der Bildpunktgröße und die Vergrößerung der Leuchtdichte. Im Folgenden werden

die Flüssigkristalltechnik als eine heute dominierende Bildschirmtechnik und einige neue, viel versprechende Entwicklungen charakterisiert, die zukünftig verstärkt in mobilen Geräten zum Einsatz kommen können.

2.1 Flüssigkristallbildschirme

Die Flüssigkristalltechnik basiert auf den Eigenschaften von Flüssigkristallen, die sich in einem trägen Zustand zwischen dem festen und dem flüssigen Aggregatzustand befinden und deren Moleküle ähnlich Kristallen eine Orientierungsrichtung aufweisen. Zwei Polarisatoren, zwischen denen die Flüssigkristallsubstanz eingeschlossen ist, bewirken, dass Lichtwellen nur einer Schwingungsebene passieren können. Als Lichtquellen dienen leistungsstarke Leuchtstofflampen. Beim heute weit verbreiteten Aktivmatrixverfahren wird die Helligkeit jedes Bildpunktes durch einen Transistor gesteuert (TFT – *Thin Film Transistor*). Beim Anlegen einer Spannung erscheinen die Bildpunkte dunkel, da sich die Flüssigkristallmoleküle zu den Polarisatoren senkrecht anordnen und den Lichtdurchlass verhindern. Der Grad des Lichtdurchlasses wird durch verschiedene Höhen elektrischer Spannungen festgelegt und so die Helligkeit der Bildpunkte gesteuert. Da die Lichtquelle weißes Licht aussendet, wird es durch Farbfilter für jede Grundfarbe gefiltert. Aktivmatrix-Flüssigkristallbildschirme werden heute nahezu ausschließlich für tragbare Computer produziert. Sie haben wegen ihrer guten ergonomischen Eigenschaften (geringe Bautiefe und geringes Gewicht) auch für Arbeitsplatzrechner große Bedeutung, die in Zukunft weiter zunehmen wird. Einen umfassenden Überblick über die Flüssigkristalltechnik gibt bereits JACKÈL (1992). Neue Entwicklungen werden vor allem auf den jährlich stattfindenden SID-Konferenzen (SID – *Society for Information Display*) vorgestellt. Die Forschung konzentriert sich vor allem auf die Untersuchung der Eignung von Substanzen, mit denen Farbdarstellung und Leuchtdichte verbessert bzw. erhöht werden können.

2.2 Weitere Bildschirmtechniken

Bisher werden überwiegend für die großformatige Präsentation Plasmabildschirme hergestellt. Ihre Technik macht sich die Eigenschaften ionisierender Gase (Plasma) und die Lichtaussendung von Phosphoren zum Nutzen. Plasma ist elektrisch leitfähig, wobei ab einer bestimmten Stromstärke Leuchterscheinungen auftreten (sog. Plasmaeffekt). Ein Bildelement des Plasmabildschirms besteht aus zwei Elektroden, die parallel zueinander angeordnet sind. Die hintere der Elektroden (Anzeigeelektrode) verfügt an ihrer Oberfläche über eine Magnesiumoxidschicht. An der vorderen Elektrode (Adresselektrode) sind meist streifenförmig angeordnete Phosphorschichten aufgetragen. Zwischen beiden Elektroden befindet sich ein Hohlraum, der mit Plasma (z. B. Neon-Xenon-Gemisch) gefüllt ist. Ein Stromfluss zwischen beiden Elektroden veranlasst die Entladung der Gasionen und die Freisetzung ultravioletter Strahlung. Die Strahlung emittiert sichtbares Licht durch Aktivierung der Phosphorpunkte (BLANKENBACH 1999).

Die auf der Verwendung organischer Substanzen als Emittiermaterial basierende Bildschirmtechnik Licht emittierender Dioden (OLED – *Organic Light Emitting Diode*) ist eine junge Technik. SCHEUERER (2000) bezeichnet diese Monitore als die derzeit vielversprechendste neue Bildschirmtechnik. OLED-Bildschirme können preiswerter als die oben beschriebenen Monitore und transparent hergestellt werden, woraus sich ein breites Anwendungsspektrum ergibt. Von einer transparenten Anode aus werden der ersten organischen Schicht Hohlräume (*hole injection layer*) zugeführt. An der Kathode werden Elektronen injiziert. Bei Überschreitung einer Schwel-

lensspannung treffen Hohlräume und Elektronen zusammen. Die Elektronen emittieren Licht durch den Elektrolumineszenzeffekt. OLED-Bildschirme können wie Flüssigkristall-Monitore im Passiv- oder Aktivmatrixverfahren betrieben werden.

Im Hinblick auf die Entwicklung kleinerer Bildpunkte erscheint die LEP-Technologie besonders interessant (LEP – *Light Emitting Polymers*). LEP-Bildschirme werden wesentlich preiswerter zu produzieren sein, als dies heute bei Flüssigkristallbildschirmen der Fall ist. Die Kunststoffe, aus denen sie bestehen, geben ihnen eine elastische Gestalt. Sie sind nur wenige Millimeter dick. Zwischen zwei Elektroden werden Polymerschichten, deren Eigenschaften denen von Halbleitern ähneln, eingeschlossen. Das Anlegen einer Spannung veranlasst das Auftreten von Leuchterscheinungen an der lichterzeugenden (oberen) Polymerschicht. Hauptvorteil der Technik ist, dass die Bildschirme Selbstleuchter sind, eine Hintergrundbeleuchtung entfällt, wodurch der Betrachtungswinkel 180° beträgt und die Produktion sehr flacher Bildschirme möglich ist.

2.3 Bildpunktgrößen

Die Anwendungsspektren der beschriebenen Bildschirmtechniken sind teilweise verschieden. Zum Beispiel wird die Plasmatechnik ausschließlich für die Produktion großformatiger Bildschirme verwendet. Solche Bildschirme eignen sich nur für verhältnismäßig große Betrachtungsabstände und kommen deshalb mit größeren Bildpunkten als andere Techniken aus. Aber auch die unterschiedlichen Entwicklungsstände (z.B. zwischen der ausgereiften Flüssigkristalltechnik und den in der Entwicklung befindlichen OLED-Bildschirmen) lassen einen unmittelbaren Vergleich technischer Parameter nicht in jedem Fall zu.

Zu den Vorteilen von Aktivmatrix-Flüssigkristallbildschirmen zählt, dass sie in verschiedensten Größen und Auflösungen hergestellt werden können. Ihre Leuchtdichten sind ähnlich verschieden und erreichen bis 350 cd/m^2 . Bei der Bildpunktgröße lässt sich ein Trend zur Verkleinerung feststellen. Bei noch vor wenigen Jahren produzierten Geräten besaßen die Pixel Ausdehnungen von $0,30 \times 0,30 \text{ mm}^2$ bis $0,35 \times 0,35 \text{ mm}^2$. Heute werden bereits portable PCs mit Bildpunktgrößen um $0,20 \times 0,20 \text{ mm}^2$ hergestellt.

OLED-Bildschirme erreichen heute bereits die Bildqualität von Kathodenstrahlröhren und unterliegen einer rasanten Entwicklung. Mit dem Aktivmatrixverfahren sind zumindest bei kleinen Monitoren hohe Farbtiefen und Auflösungen möglich. FUKUDA et al. (1999) beschreiben einen vollfarbig arbeitenden 5,2“-OLED-Bildschirm mit 320×240 Bildpunkten (Bildpunktgröße ca. $0,5 \times 0,5 \text{ mm}^2$). In RAJESWARAN et al. (2000) wird die Entwicklung eines kleinen OLED-Bildschirms mit dichter Bildpunktmatrix und kleiner Bildpunktgröße (vertikal $0,16 \text{ mm}$, horizontal $0,06 \text{ mm}$) beschrieben. Bei neuesten Entwicklungen, die auf der SID-Konferenz 2001 vorgestellt wurden, sind die Bildpunkte noch kleiner (Kantenlänge: $0,015 \text{ mm}$). Eine neue Qualität bei der Produktion größerer OLED-Bildschirme wurde im Jahre 2001 erreicht, in dem die Firma Sony einen vollfarbigen Monitor mit 33 cm Bilddiagonale ($13''$), einer Auflösung von 800×600 Bildpunkten und einem Kontrastverhältnis von $300:1$ präsentierte (MAISER und EHRFELD 2001).

Das Kontrastverhältnis von LEP-Bildschirmen erreicht heute noch nicht Werte von etablierter Bildschirmtechnik. Hohe Farbtiefe kann aber realisiert werden. Ein kleinformatiger LEP-Bildschirm mit einer Bilddiagonale von 7 cm und einer Auflösung von 250×150 Bildpunkten (Pixelgröße: $0,24 \times 0,24 \text{ mm}^2$) wurde auf der letztjährigen SID-Konferenz vorgestellt. Im Allgemeinen entspricht die Bildpunktgröße bei diesen Monitoren etwa der von heute üblicher Bild-

schirmtechnik, wird aber zukünftig verkleinert werden können. SHIMODA et al. (1999a und b) stellen einen LEP-Bildschirm mit 5 cm Bilddiagonale und 800 x 236 Bildpunkten vor. Die Pixelgröße beträgt hier nur 0,05 x 0,13 mm² (Sub-Pixel 0,01 x 0,086 mm²).

2.4 Bildschirme für den mobilen Einsatz

Die Bildschirme der beschriebenen Techniken zeichnen sich durch flache Bauweise, höhere Auflösung und brillante Farbdarstellung aus. Bis auf die Plasmatechnik eignen sie sich alle für die Verwendung in mobilen Geräten. Bis heute sind teilweise jedoch nur sehr kleine Bildschirme herstellbar. Die Entwicklung der Techniken wird aber mit Sicherheit fortschreiten und neue Einsatzmöglichkeiten eröffnen. Ein Trend ist die Entwicklung von Geräten mit aufrollbarem Display.

Die erheblichen Ersparnisse an Platz und Gewicht machen Bildschirme einiger Techniken für mobile Geräte besonders geeignet. Solche sind z. B.:

- Übliche Notebooks, die inzwischen nicht mehr nur die mobile Variante des herkömmlichen PCs sind und die als kleinere und leistungsfähigere Geräte vielseitig einsetzbar sind,
- Portable Mini-PCs (Handheld PC, Palm Top),
- Elektronische Feldbücher,
- Navigationsgeräte mit großformatigen Displays auf der Schiffsbrücke, mit mittelgroßen im Flugzeugcockpit, kleineren in Fahrzeugnavigationsanlagen und sehr kleinformatigen in GPS-Handys

Neben der Bauweise bestimmen noch andere Parameter den Grad der Eignung für den ortsunabhängigen Einsatz. Diese Parameter sind geringer Stromverbrauch bzw. niedrige Leistungsaufnahme, Tageslichttauglichkeit bzw. hohe Leuchtdichte, großes Kontrastverhältnis und geringes Gewicht. Außer der Plasmatechnik haben die in diesem Aufsatz beschriebenen Techniken bei diesen Parametern überwiegend gute Eigenschaften. Heute findet man in mobilen Geräten mit mehrfarbigem Monitor meistens Flüssigkristallbildschirme, die, wie bereits erwähnt, auch in den verschiedensten Größen hergestellt werden können. Von den jüngeren Techniken werden zukünftig vor allem OLED- und LEP-Bildschirme an Bedeutung gewinnen. Sie sind zum einen preiswerter herstellbar, können zum anderen, im Gegensatz zu Flüssigkristall-Monitoren, über eine elastische Gestalt verfügen, das heißt gerollt oder gefaltet in mobile Geräte platzsparend integriert werden. Ein Produktbeispiel für solche Geräte stellen MAISER et al. (2000) vor.

3 Bildstörung

Die Bildpunktgrößen heutiger Bildschirmtechniken wurden soeben aufgezeigt. Die Ausdehnung und die rechteckige Gestalt der Pixel führen zu einer sichtbaren Bildstörung. Eine ausführliche Darstellung dieser Bildstörungen und ihre Konsequenzen für die kartographische Darstellung befindet sich z. B. in NEUDECK (2001). Zusammenfassend ist festzustellen, dass

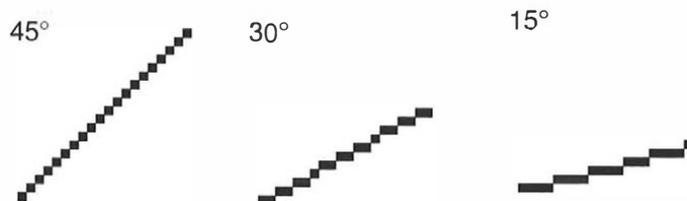
- rechteckige Graphikbestandteile als solche bei paralleler Lage zur Bildpunktmatrix gut erkennbar sind, bei anderer Lage ebenso wie dreieckige Formen aber zu unleserlichen Gebilden zerfallen können,
- Linien in den Mindestmaßen konventioneller Graphik zum Teil als Folge lose zusammenhängender Bildpunkte erscheinen,

- kleine Flächen mit Kontur schlecht erkennbar sind, da der Umriss in die Breite von mindestens einem Bildpunkt überführt wird,
- zusammengesetzte Zeichen konventioneller Karten in der Bildpunktmatrix schlecht erkennbar sind, da ihre Bestandteile ineinander verschmelzen,
- zu geringe Abstände zwischen Zeichen deren Verschmelzung bewirken,
- insbesondere kleine Schriften kaum lesbar sind, da bei ihnen viele Bildstörungen wirken.

In NEUDECK (2001) wird für kartographische Darstellungen außerdem gezeigt, dass die Bildstörungen auch bei Vergrößerung der Graphik deutlich werden und dass das Erscheinungsbild der gesamten Graphik von ihrer Lage (Richtung) in der Bildpunktmatrix abhängig ist. Diese Aussagen sind jedoch nicht nur für komplexe Graphik gültig, sondern lassen sich auf graphische Darstellungen im Allgemeinen übertragen, solange deren Bestandteile nicht in die Bildpunktmatrix eingepasst werden, d.h. nicht ausschließlich waagrecht oder senkrecht verlaufen. Abbildung 1 zeigt Beispiele für Bildstörungen bei der Visualisierung am Bildschirm für Graphik und kartographische Darstellungen.

Grafikdetails

Treppeneffekt und richtungsabhängige Störung



Deformation der Gestalt bei verschiedener Lage in der Bildpunktmatrix



Deformation von Kreisen bei verschiedenen Lagen in der Bildpunktmatrix

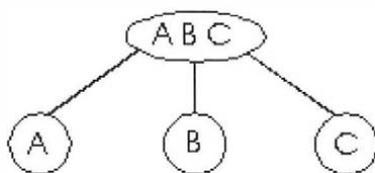


Variierende Linienintensität bei Kreisbögen



Einfache Grafikbeispiele

schlecht lesbar



gut lesbar

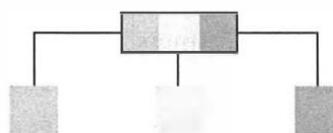


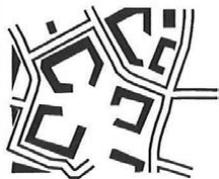
Abb 1: Bildstörung bei der Anzeige von Graphik am Bildschirm

4 Kartographische Aspekte

Um mobile Endgeräte für ortsbezogene Dienste einsetzen zu können, müssen räumliche Zusammenhänge auf den Displays so dargestellt werden, dass der Nutzer sie sofort erkennen und darauf reagieren kann. Dies wird jedoch durch die Darstellungsbeschränkungen kleiner Displays erschwert. Die zur Verfügung stehende Fläche, die Größe der Bildpunkte, die geringe Anzahl von Graustufen bzw. von Farben lassen keine der konventionellen Karte ähnliche Darstellung zu (Abbildung 2).

Kartendetail

konventionell

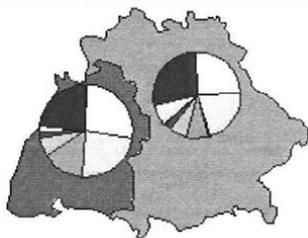


am Bildschirm

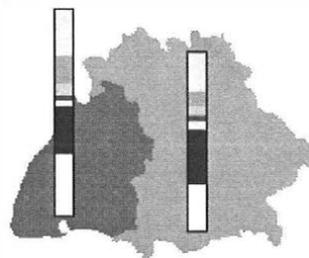


Detail thematischer Karte

für die Bildschirmvisualisierung
schlecht gestaltet



für die Bildschirmvisualisierung
gut gestaltet



Erscheinungsbild bei konventionellen Karten zum Vergleich

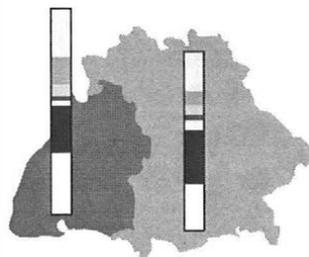
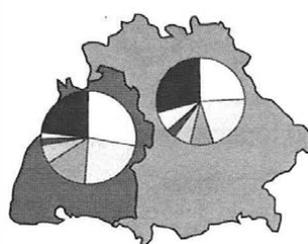


Abb 2: Konventionelle Kartendetails versus elektronische Bildanzeige

5 Topogramme

Kleinformatige Displays an mobilen Endgeräten von geringer Größe lassen im Allgemeinen wegen des geringen Bildformats und der schlechten Auflösung kaum vertraute Kartengrafik zu, auch wenn Hersteller solcher Geräte in Prospekten dies glaubhaft machen wollen.

Die Kartographie kennt aber seit langem stark schematische Darstellungen ausgewählter Geoinformation, die nur geringen Platzbedarf benötigen: Topogramme. Ein Topogramm (auch: Kartenschema, schematische Karte; Linienkartogramm, Linienübersicht) ist eine stark schematisierte

kartographische Darstellungsform, die weitgehend unmaßstäblich ist, jedoch topologisch richtige Lagebeziehungen aufzeigt. Hilfreich kann die zusätzliche Nutzung von Piktogrammen sein.

Topogramme werden im Printmedium umfangreich für die Darstellung von Streckennetzen, angefangen vom öffentlichen Nahverkehr bis hin zu internationalen Flugverbindungen genutzt und genießen im ersten Fall eine weit größere Akzeptanz als reine kartographische Darstellungen.

Für die kleinformative Bildanzeige von „Location based Services“ und die hier gewünschte Geoinformation bieten sich diese platzsparenden Topogramme mit einfach strukturierter Graphik geradezu an. Die Kartographie ist damit aufgefordert, für kleinformative Displays geeignete Lösungen auch in Hinblick auf die geringe Auflösung und die störende Bildpunktmatrix mit erkennbaren zumeist quadratischen Bildpunkten zu entwickeln. Nehmen die Kartographen diese Aufgabe nicht wahr, so wird es auch hier unprofessionelle Lösungen von Geräteherstellern und Softwareentwicklern geben, wie bisher auch schon bei kartographischen Bildanzeigen an großformatigen Monitoren.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel eines Topogramms für einen kleinformativen Bildschirm der Größe 60 x 80 mm. Dabei werden die üblichen Auflösungen 150 x 200 (links) und 240 x 320 Bildpunkte (rechts) solcher Geräte simuliert. Die Nebeneinanderstellung zeigt, dass bei kleinen Anzeigeflächen hohe Auflösungen angestrebt werden sollten. Die Bildstörungen werden ansonsten auch durch den im Vergleich zum Arbeitsplatzmonitor geringeren Betrachtungsabstand deutlicher sichtbar.

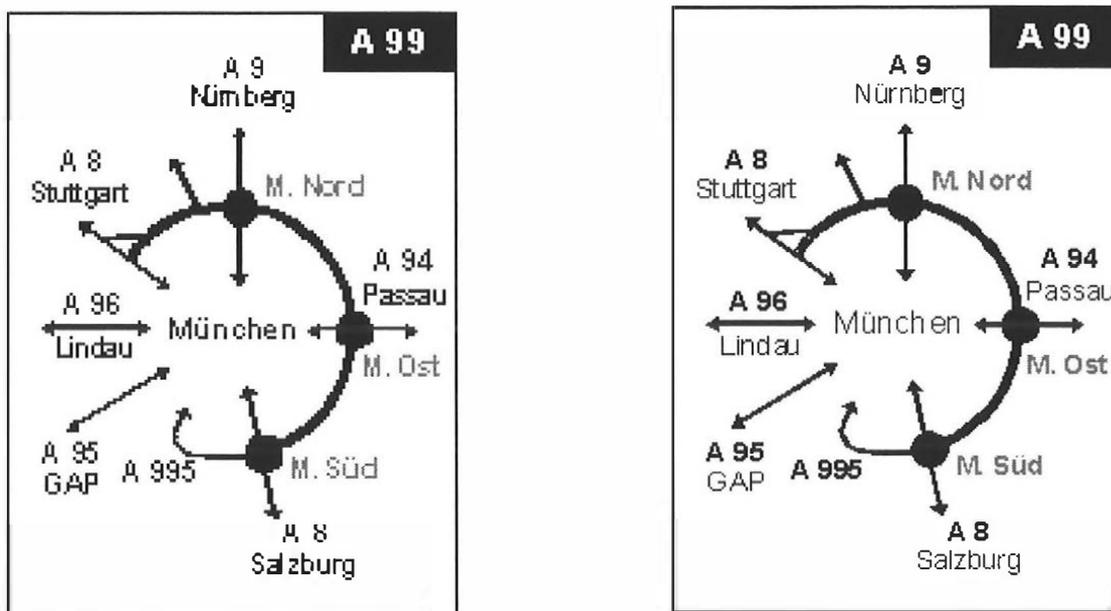


Abb. 3: Beispiel für ein Topogramm

Literatur

Blankenbach, K.: MULTIMEDIA-DISPLAYS – VON DER PHYSIK ZUR TECHNIK. Physikalische Blätter 5/55 (1999), S. 33 – 38.

Brunner, K.: KARTENGRAPHIK AM BILDSCHIRM – EINSCHRÄNKUNGEN UND PROBLEME. Kartographische Nachrichten, Heft 5 (2001), S. 233 – 239.

- Brunner, K.:* KARTENGESTALTUNG FÜR ELEKTRONISCHE BILDANZEIGEN. Kartographische Bausteine, Bd. 19. TU Dresden (2001), S. 76 – 88.
- Fukuda, Y., S. Miyaguchi, S. Ishizuka et al.:* ORGANIC LED FULL COLOR PASSIVE-MATRIX DISPLAY. SID 1999 Proceedings, Publikation auf CD-ROM (1999).
- Jackèl, D.:* GRAFIK-COMPUTER. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1992).
- Maiser, E., W. Ehrfeld, K. Hecker und M. Weber:* PERSPEKTIVEN FÜR EINE FLACHDISPLAY-PRODUKTION IN DEUTSCHLAND – DAS DEUTSCHE FLACHDISPLAY-FORUM (DFF). Konferenzband zur 15. Electronic Displays, Berlin (2000), S. 16 – 22.
- Maiser, E. und W. Ehrfeld:* DISPLAY-NEWS VON SID UND DFF. Konferenzband zur 16. Electronic Displays, Wiesbaden (2001), S. 10 – 16.
- Neudeck, S.:* GESTALTUNG TOPOGRAFISCHER KARTEN FÜR DIE BILDSCHIRMVISUALISIERUNG. Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformation der Universität der Bundeswehr München, H. 74, Neubiberg (2001).
- Rajeswaran, G., M. Itoh, M. Boroson et al.:* ACTIVE MATRIX LOW TEMPERATURE POLY-SI TFT / OLED FULL COLOR DISPLAYS: DEVELOPMENT STATUS. SID 2000 Proceedings, 40-1, Publikation auf CD-ROM (2000).
- Scheuerer, A.:* SID-2000 – NEUES VON DER DISPLAYFRONT. In: *Network GmbH (Hrsg.): KONFERENZBAND ZUR 15. ELECTRONIC DISPLAYS.* Berlin (2000), S. 10 – 15.
- Shimoda, T., S. Kanbe, H. Kobayashi et al.:* MULTICOLOR PIXEL PATTERNING OF LIGHT-EMITTING POLYMERS BY INK-JET PRINTING. SID 1999 Proceedings, Publikation auf CD-ROM (1999).
- Shimoda, T., M. Kimura, S. Miyashita et al.:* CURRENT STATUS AND FUTURE OF LIGHT EMITTING POLYMER DISPLAY DRIVEN BY POLY-SI TFT. SID 1999 Proceedings, Publikation auf CD-ROM (1999).

**MULTIMEDIA KONZEPTE
IN DER MOBILEN
INFORMATIONERSCHLIESSUNG**

Multimediale thematische Karten auf Handheld PCs: Potentiale und Grenzen

Holger Scharlach und Jean-Claude Müller, Bochum

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung digitaler mobiler Geräte, sog. „handheld devices“ in Verbindung mit leistungsfähigen Mobilfunknetzen wird es in Zukunft möglich sein, multimediale Karten ortsunabhängig zu verwenden. Damit wird ein entscheidender Nachteil von PC- und Laptop-Computern, nämlich deren eingeschränkte Mobilität, überwunden. Dieser Aufsatz versucht Potentiale und Grenzen dieser noch in den Anfängen stehenden Entwicklung aufzuzeigen. Zunächst wird die Bedeutung der Mobilität für kartographische Produkte vor dem Hintergrund der historischen Entwicklung betrachtet und zur aktuellen Situation in Beziehung gestellt. Die Verwendung mobiler Geräte stellt besondere Anforderungen an die Gestaltung multimedialer Karten, die sich aus den spezifischen Nutzungsbedingungen ergeben. Einige Überlegungen zum Medieneinsatz sollen dazu dienen, diese Problematik zu verdeutlichen. Obwohl die zukünftige Entwicklung mobiler Anzeigegeräte noch nicht endgültig absehbar ist, wird abschließend auf zu zeigen versucht, wie mobile multimediale thematische Karten möglicherweise zu einem besseren Verständnis der Umwelt beitragen können.

Abstract

In the near future the development of handheld devices in connection with wireless networks will allow a location independent use of multimedia map applications. Handheld devices allow a degree of mobility that PCs and Laptop-computers never had. In this paper we try to show potentials and limitations of a development that is still in its infancy. First of all we take a look at the mobility of cartographic products in a historical context and relate this to the current situation. The development of multimedia maps for handheld devices requires a specific design that is adapted to the situation in which these applications are used. A few thoughts on the use of different media will point out some problems. Although the future development of handheld devices cannot be predicted at this time we will finally try to show how mobile multimedia thematic maps may contribute to a better understanding of our environment.

1 Einleitung

Seit dem Beginn der computergestützten Kartographie in den 1960er Jahren ist deren Entwicklung rasant verlaufen. Dominierte zunächst der Einsatz des Computers als Werkzeug zur effekti-

verer Herstellung von Papierkarten und für die Analyse räumlicher Daten (GIS), ist sein Potential zur Nutzung neuer Konzepte (nicht lineare Informationsverknüpfung) und Techniken (Multimedia) erst Anfang der 90er Jahre erkannt und im letzten Jahrzehnt weiterentwickelt worden. Zur Zeit können sich die Anwendungen der multimedialen Kartographie jedoch noch nicht auf ein theoretisches Fundament stützen (RIEDL 2000). Außerdem kann ein latent vorhandenes „Papierdenken“ (PETERSON 1995) konstatiert werden, das die Entwicklung neuer kartographischer Produkte in ein Korsett zwingt und möglicherweise erst in den nächsten Jahren überwunden werden wird.

In diese für die Kartographie instabile Phase (RHIND 1993) fällt ein neuer Entwicklungsschritt, nämlich die Loslösung digitaler Daten vom traditionell ortsgebundenen PC oder dem nur eingeschränkt beweglichen Laptop-Rechner. Bereits seit der Marktreife von „Handheld PCs“ - im folgenden auch „handheld devices“¹ Ende der 1990er Jahre gehört die kartengestützte Routenplanung zu den bevorzugten Anwendungsgebieten, womit sich der Kartographie ein zukunftsorientiertes Betätigungsfeld ergeben hat. Als Erweiterung dieser ursprünglichen „stand alone“-Geräte können heute mit dem Gerät verbundene mobile GPS-Empfänger eingesetzt werden und zukünftig wird durch die Anbindung an das „mobile Internet“ und durch größere Bandbreiten in der Datenübertragung auch die Präsentation multimedialer Inhalte möglich sein. An einzelnen Anwendungen wie dem Wiener Stadtführer Lol@ (GARTNER und UHLIRZ 2001; LECHTHALER und UHLIRZ 2002, in diesem Band) wird bereits gearbeitet.

In diesem noch in den Kinderschuhen steckenden und sich ständig weiter entwickelnden Gebiet den Überblick zu behalten fällt nicht leicht, gerade da theoretische Überlegungen zur sog. *Telekartographie* oder umfassender bezeichnet: *mobilen Kartographie* bisher nur vereinzelt publiziert worden sind (siehe z.B. REICHENBACHER 2001; KELNHOFER 2002, in diesem Band). Dennoch ist es wichtig, eine neue Technologie auch aus der Distanz losgelöst von einer konkreten Anwendung zu betrachten und in einen historischen Kontext zu stellen. Auf diese Weise kann wirklich Neues von Althergebrachtem unterschieden und somit das Potential und die Grenzen zukünftiger Anwendungsfelder abgeschätzt werden.

Im folgenden sollen auf der Grundlage dieses Gedankens zunächst einige Überlegungen zur Mobilität kartographischer Produkte dazu dienen, diesen zentralen Begriff aus kartographischer Sicht besser fassen zu können. Die Multimediale Kartographie mit einem kurzen Blick auf die Technik bildet den Schwerpunkt des folgenden Kapitels. Im Anschluss daran werden einige Anforderungen an mobile multimediale thematische Karten abgeleitet. Letztendlich wird jede neue Entwicklung durch Überlegungen vorangetrieben, die sich vom heutigen Kenntnisstand lösen und zukünftige Nutzungsmöglichkeiten aufzeigen wollen. Diesen visionären Gedanken ist das letzte Kapitel gewidmet, bevor abschließend aus den vorhergehenden Ausführungen Potentiale und Grenzen der mobilen kartographischen Informationserschließung abgeleitet werden.

2 Mobilität kartographischer Produkte

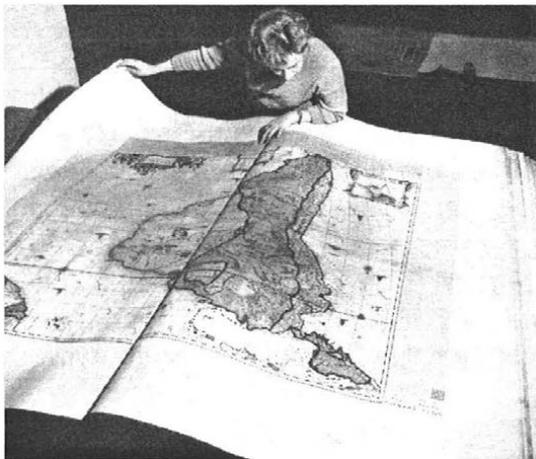
Die Dimensionen „Zeit“ und „Raum“ sind grundlegend für die menschliche Existenz, was zur Entwicklung formeller und informeller Ordnungssysteme für diese beiden Kontinua geführt hat.

¹ **Anmerkung:** Zur Bezeichnung von mobilen Geräten existieren verschiedenste Begriffe wie „Pocket PC“, „Handheld PC“ etc., die z.Zt. nicht einheitlich verwendet werden. Umfassender sind die Begriffe „handheld device“ oder „mobile device“, da sie auch andere technische Lösungen wie „e-paper“ mit einschließen. Zum Zeitpunkt der Festlegung des Vortragstitels haben wir die Entscheidung getroffen, den Begriff „Handheld PC“ zu verwenden, obwohl aus heutiger Sicht die Verwendung von „handheld device“ oder „mobile device“ angebrachter erscheint, da es in diesem Aufsatz größtenteils um geräteunabhängige konzeptionelle Überlegungen geht.

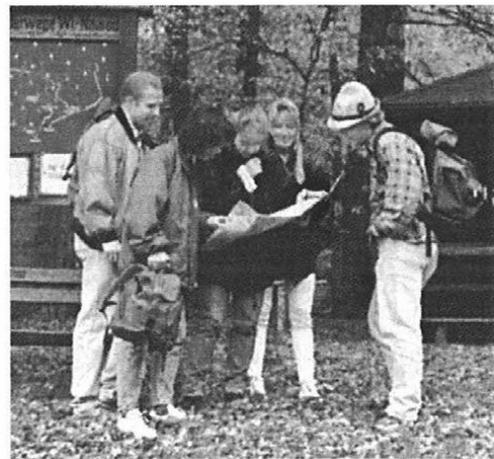
Auf der einen Seite gibt es Uhren und Kalender, auf deren Grundlage jeder Zeitpunkt definiert ist. Dagegen dienen Karten dazu, unsere räumliche Position zu bestimmen (ABLER, ADAMS und GOULD 1971, S. 10). Während aber die ersten tragbaren, also mobilen Uhren, erst im 16. Jh. gefertigt wurden, ist die Bedeutung der Mobilität von Karten schon wesentlich früher erkannt worden. Ein erster Schritt in diese Richtung stellt die Anwendung von Zeichnungsträgern dar, „die man leicht transportieren, aufbewahren und anderen Menschen übergeben konnte“ (OGRISSEK 1987, S. 224), denn vor dieser Zeit gingen die im Gedächtnis gespeicherten Karten, sog. mental maps, mit dem Tod eines Menschen für immer verloren.

Obwohl Karten schon früher mitgeführt werden konnten, ist die Entstehung der Portolankarten im 13. Jh. als wichtiger Meilenstein im Hinblick auf die Mobilität von Karten anzusehen. Diese Seekarten enthielten eine Beschreibung der Küsten des ganzen Mittelmeerraumes und gaben zusätzlich Navigationshinweise (GOSS 1994). Obwohl einige reich geschmückte Exemplare sicher immer an Land in den Händen der Schiffseigner verblieben sind, wurden weniger verzierte Exemplare auch vor Ort, also an Bord der Schiffe, verwendet, waren in dieser Hinsicht also mobil und sind auch mit diesem Hintergedanken gefertigt worden. Auch in der Folgezeit wurden Karten immer wieder mit der Intention hergestellt, diese im draußen zu verwenden, wie beispielsweise die ersten zu militärischen Zwecken herausgegebenen Topographischen Karten.

Unterscheiden lässt sich zwischen immobilen Karten, die primär dem Wissenserwerb dienen oder eher als Kunstgegenstand angesehen wurden (Abbildung 1), und mobilen Karten, die zum Zweck der Orientierung im Gelände hergestellt wurden (Abbildung 2). Allen diesen Karten ist gemeinsam, dass sie auf Papier/Pergament gezeichnet bzw. gedruckt worden sind und somit als analog bezeichnet werden können.



*Abb. 1: Beispiel für eine immobile Karte
(Quelle: BECKER, 1967)*



*Abb. 2: Beispiel für eine mobile Karte
(Quelle: LVA HESSEN, 1996)*

Im Unterschied hierzu ist die Geschichte der digitalen Karten noch sehr jung. Nachdem erste Überlegungen zur Herstellung digitaler Karten auf die Mitte des 20. Jhs. zurückgehen, hat die weite Verbreitung von PCs dazu geführt, dass digitale Karten am Bildschirm heute in einem Großteil der Haushalte verwendet werden können. Doch der PC ist immobil oder präziser gesagt, ein Standortwechsel ist zwar möglich, aber mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Eine deutliche Verbesserung stellt in dieser Hinsicht der Laptop-Rechner dar. Er kann beispielsweise auf Reisen mitgenommen und im Zug oder im Hotelzimmer verwendet werden. Allerdings ist der Einsatz im Gelände aufgrund seiner Empfindlichkeit gegenüber Witterungsbedingungen und fehlenden Abstellmöglichkeiten nur äußerst eingeschränkt möglich.

Eine große Einschränkung der digitalen Anzeigegeräte ist somit deren Immobilität, wodurch sie zum Zweck der Orientierung im Gelände unbrauchbar werden, einzig der Ausdruck einer Karte auf ein mobiles Blatt Papier kann hier Abhilfe schaffen. Die Situation stellt sich also Ende des 20. Jhs. wie folgt dar: Obwohl die digitale Kartographie zunehmend an Bedeutung gewinnt, steigt auch der Bedarf an Papierkarten ständig an und dies ist u.a. auf die Ortsgebundenheit digitaler kartographischer Produkte zurückzuführen. In Tabelle 1 ist die Mobilität ausgewählter Kartentypen dargestellt.

Typ	Medium	Inhalt/Zweck	Mobilität
Mittelalterliche Weltkarten	analog	Information, Religion	–
Portolankarten	analog	Orientierung	+
Karten der Renaissance, Karten des Barock	analog	Information, Orientierung, Kunst	–+
Topographische Karten	analog	Militär, Orientierung	+
Atlanten	analog	Information	–
Wandkarten	analog	Information	–
Stadtpläne	analog	Orientierung	+
Thematische Karten	analog	Information	–
CD-ROM Atlanten, Topographische Karten	digital	Information	– (Desktop) +– (Laptop)

Tab. 1: Mobilität ausgewählter Kartentypen

Mit der Entwicklung von „handheld devices“ wie PDAs oder dem „e-paper“ wird nun wieder möglich, wie man böswillig behaupten könnte, was mit dem Medium Papier schon seit Jahrhunderten möglich ist, nämlich Karten an jeden Ort mitnehmen zu können. Mobile Karten existieren also schon sehr lange, ja die Mobilität ist geradezu ein Kennzeichen vieler kartographischer Produkte. Doch was unterscheidet eine Karte auf herkömmlichem Papier von einer Karte auf „e-paper“? Zunächst einmal nur das Medium. Daher wäre es irreführend, die mit der heutigen technologischen Entwicklung in Zusammenhang stehenden neuen Forschungs- und Arbeitsfelder für die Kartographie übergreifend als „mobile Kartographie“ zu bezeichnen. Das eigentlich Neue ist nicht die Mobilität von Karten, sondern die *Mobilität digitaler Karten*, die multimediale Elemente enthalten können und einen nicht linearen standortunabhängigen Informationszugriff erlauben. Mobil wird nicht die Karte, sondern die Multimediale Kartographie! Somit wird die be-

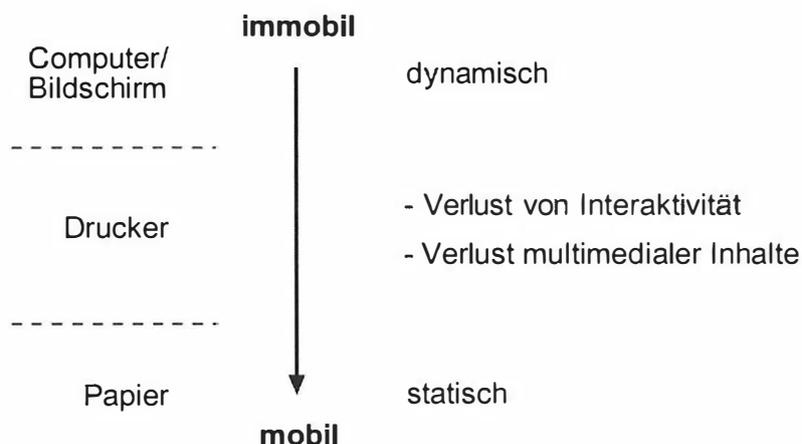


Abb. 3: Eingeschränkte Mobilität von multimedialen Karten vor der Entwicklung mobiler digitaler Anzeigegeräte

grenzte Mobilität des PC und der Informationsverlust bei der Ableitung einer mobilen Papierkarte von einer für den PC konzipierten multimedialen Anwendung überwunden (Abbildung 3).

Letztendlich eröffnen sich damit für die auf den immobilen Computer ausgerichtete Multimediale Kartographie völlig neue Anwendungsfelder. Denn viele Fragen, zu deren Beantwortung eine Karte herangezogen wird, entstehen an Orten, an denen kein PC zur Verfügung steht (siehe hierzu weiter unten).

Dies ist ein neuer Ast in der baumartigen Entwicklung der digitalen Kartographie, der zwar alte Wege der Informationsvermittlung nicht ersetzt, aber einen neuen Kartentyp repräsentiert (Abbildung 4) (vgl. ROBINSON et al. 1995).

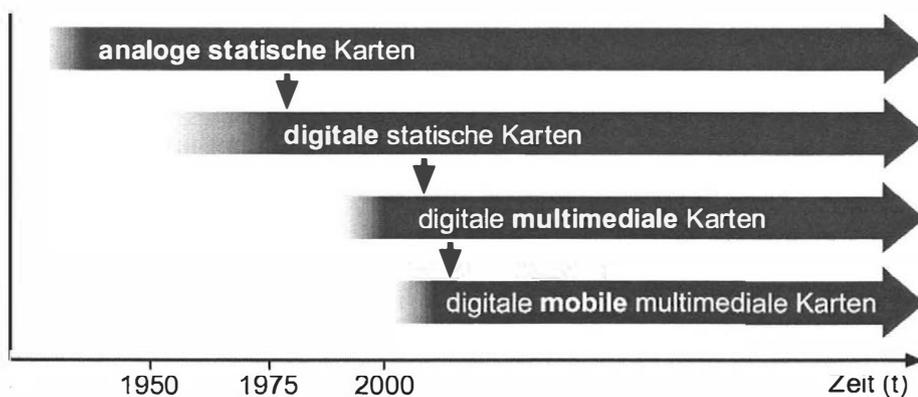


Abb. 4: Entwicklungsphasen der Kartentechnologie

3 Multimedia auf Handheld PCs

Multimedia als *computerbasierte, interaktive und medienintegrierte Kommunikationsform* (vgl. RIEDL 2000) hat bereits in den 1990er Jahren Einzug in die Kartographie gehalten (CARTWRIGHT, PETERSON und GARTNER 1999). Auch wenn bisher nur einzelne Ansätze zur Schaffung eines theoretischen Fundamentes existieren (z.B. DRANSCH 1997), gibt es eine Vielzahl von kartographischen Anwendungen dieser Sekundärtechnologie, die auf große Zukunftschancen schließen lassen (BUZIEK 1997). Die Forschung konzentriert sich heute auf den Bildschirm als Darstellungsmedium, die Funktionen der verschiedenen Medien und die nutzergesteuerte Kartenherstellung, z.B. über Datenbankabfrage.

Allerdings, und dies muss zunächst angemerkt werden, befindet sich die Entwicklung der „handheld devices“ noch in den Anfängen und auch die Übertragungsraten sind für den problemlosen Empfang multimedialer Daten über sog. „air interfaces“ noch bei weitem nicht ausreichend. Somit sind z.Zt. selbst „einfache“ Anwendungen, wie z.B. die Routenplanung mit der WAP-Technologie, nur bedingt einsatzfähig (BRACHT und WEIDEMANN 2001). Mit dem Aufbau von UMTS- oder Wireless-LAN-Netzen wird sich die Situation aber in absehbarer Zeit ändern. Bereits heute gibt es daher Studien zu multimedialen kartographischen Anwendungen, wie den multimedialen Stadtführer Wien namens LOL@ (LECHTHALER und UHLIRZ 2002, in diesem Band), der an der TU Wien entwickelt wird (GARTNER und UHLIRZ 2001).

In gleicher Weise wie die Übertragungstechnologie werden sich auch die Darstellungsgeräte ändern. Das sog. „e-paper“, also die Verwendung elektronischer Tinte auf einem flexiblen, durchaus mit Papier vergleichbaren Zeichenträger, befindet sich z.Zt. im Versuchsstadium und wird z.B. für die Angebotsbeschilderung in Kaufhäusern eingesetzt (Abbildung 5). Auch auf diesem Gebiet gibt es also Entwicklungen, die der Kartographie entgegenkommen.



Abb. 5: Nutzung von E-Paper für Angebotsschilder (Quelle: www.eink.com)

Sieht man von den zur Zeit noch existierenden Beschränkungen durch die zur Verfügung stehende Technik sowohl der Endgeräte als auch der Datenübertragung ab, lassen sich die gewonnenen Erkenntnisse in der Multimedialen Kartographie leicht modifiziert auch auf „handheld devices“ übertragen.

Einem Einflussfaktor ist bisher in diesem kartographischen Zusammenhang jedoch nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden: der Benutzungssituation. Für analoge Karten wurde ihr Einfluss etwa im Rahmen der Bürgerbeteiligung in der räumlichen Planung von HERZOG (1986) herausgearbeitet. Nach BUZIEK (1997) kann jeder Kommunikationsprozeß (...) durch Störungen beeinträchtigt werden, die die korrekte Übermittlung und das richtige Verstehen der Information stark beeinflussen können.“

Zurückzuführen ist die Vernachlässigung dieses Aspektes insbesondere auf die Immobilität des PCs und der eingeschränkten Beweglichkeit von Laptop-Rechnern (s.o.). Dass äußere Umwelteinflüsse durchaus beträchtliche Auswirkungen auf die Nutzung des Bildschirms als Darstellungsmedium haben, zeigt z.B. dessen Ausrichtung an einer Lichtquelle (z.B. Fenster). Befindet sich die Lichtquelle vor oder hinter dem Bildschirm, sind die dargestellten Informationen nur schlecht zu erkennen, weswegen eine Drehung um 90° zur Lichtquelle aus ergonomischen Gründen empfohlen wird. Da PCs überwiegend in geschlossenen Räumen betrieben werden, können andere Umwelteinflüsse wie etwa Regen oder Kälte, weitestgehend ausgeschlossen werden.

Einen ganz anderen Stellenwert erhält die Benutzungssituation oder der „Kontext“ (REICHENBACHER 2001) jedoch für „handheld devices“, die gerade für den Einsatz an jedem Ort, also innerhalb und außerhalb geschlossener Räume, konzipiert worden sind. So lassen sich die Umweltbedingungen kaum noch beeinflussen, z.B. durch das Schließen von Rollläden, um die Sonneneinstrahlung zu minimieren. Regen und Kälte können nicht durch Knopfdruck abgestellt werden. Befindet sich der Nutzer zufällig in einer Innenstadt, kann er zwar ein Café aufsuchen, verliert damit aber das Objekt, zu dem Informationen angeboten werden (z.B. historisches Gebäude) aus den Augen. Abgesehen von diesem Ausnahmefall bietet sich dem Nutzer in der freien Natur diese Möglichkeit sowieso nicht. Zwischen dem Nutzer, dem Gerät/der Anwendung und der Umwelt bestehen also ausgeprägte wechselseitige Beziehungen, die in Abbildung 6 dargestellt sind.

Differenziert werden muss hierbei zwischen den zwei grundlegenden Medientypen *visuell* und *auditiv*. Während visuelle Medien auf dem Bildschirm eines „handheld device“ zwar von Umwelteinwirkungen beeinflusst werden können, sich aber selber nicht auf die Umwelt auswirken, ist die Beziehung bei auditiven Medien wechselseitig. Umgebungsgeräusche wirken sich auf die

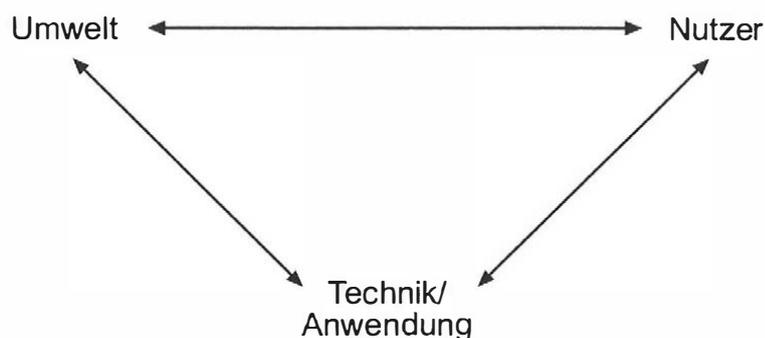


Abb. 6: Wechselbeziehungen bei der Anwendung mobiler Geräte

Wahrnehmung des Tons der Anwendung aus, wie auch der Ton der Anwendung seinen Beitrag zur Geräuschumgebung leistet. Beachtung gefunden hat die zuletzt genannte Wirkung durch die explosionsartig gestiegene Verbreitung von Mobiltelefonen und deren außerhäusliche Anwendung. In den meisten Veranstaltungen wird zwar mittlerweile darauf hingewiesen, Mobiltelefone abzustellen, aber Bruce Ward (zitiert nach HODGSON 1999), Präsident der Continental Divide Trail Alliance, stellt im Hinblick auf die Wirkung von Ton in freier Natur trefflich fest: "You could make the analogy that being outdoors and hearing a cell phone is a bit like being in a church and having the cell phone ring in the middle of the service – it is inappropriate." In diesem Punkt muss an die Verantwortung des Nutzers appelliert werden, möglicherweise durch entsprechende Hinweise in der Anwendung, denn nicht ohne Grund heißt es sprichwörtlich: „Sound is what I make, noise is what you make“ (HARNAPP und NOBLE 1987).

Zu achten ist bei der Verwendung von Ton insbesondere darauf, dass durch geschickte Wahl der Frequenzbereiche eine Interferenz mit Umgebungsgeräuschen vermieden wird. Eine weitere Lösung ist die Verwendung von Kopfhörern, was den Nutzer aber u. U. in seiner Bewegungsfreiheit einschränken oder zu gefährlichen Situationen führen kann, weil er die Umgebungsgeräusche nicht mehr beachtet. Bedacht werden muss daher bei der Integration von Ton, in welcher Geräuschumgebung (z.B. Innenstadt, Wald) die Anwendung später genutzt werden wird.

Ein weiterer Faktor, der die Anwendung verschiedener Medien für „handheld devices“ beeinflusst, ist der Nutzer selber, und zwar besonders dessen *Zeitbudget*. Dieses ist untrennbar mit der oben angesprochenen Benutzungssituation verknüpft. Hält der Nutzer ein gutes Buch zu Hause auch einmal für zwei oder mehr Stunden in der Hand, steht dieser Zeitrahmen draußen meist nicht zur Verfügung, denn zum Zweck der Raumüberwindung ist die Bewegung pro Zeiteinheit entscheidend und die Raumüberwindung steht bei einem außerhäuslichen Aufenthalt meistens an erster Stelle.

Multimediale Karten sind bisher für die Anwendung am PC entwickelt worden und enthalten neben funktionalen auch eine ganze Reihe spielerischer Elemente. Die Bedeutung dieses der Motivationsfunktion (DRANSCH 1997) dienenden Medieneinsatzes soll hier nicht in Frage gestellt werden; ganz im Gegenteil sollte die Bedeutung des „Edutainments“ für die Multimediale Kartographie (TAYLOR 1999) nicht unterschätzt werden. Allerdings stellt sich die Frage, ob der Nutzer/die Nutzerin gewillt ist, sich eine Schriftdanimation anzusehen, die nicht der Informationsvermittlung dient, wenn er bei Wind, Nieselregen und 5° C auf einem freien Feld steht und nicht am heimischen PC sitzt. Die Toleranzgrenze für den Einsatz multimedialer Elemente muss für die Anwendung mobiler multimedialer Karten sicher neu definiert werden.

Sinnvoll ist möglicherweise der Einsatz von Medien wie Bildern oder Videos, die in direktem Zusammenhang mit der zum Zeitpunkt der Anwendung wahrnehmbaren Realität stehen. Ein

(analoges) Beispiel ist in diesem Zusammenhang z.B. eine Aktion der Stadt Bochum, in deren Rahmen mehrere hundert historische Fotos in Plakatgröße an den entsprechenden Stellen in der Innenstadt aufgestellt wurden, um dem Passanten einen Vergleich zwischen heutiger und früherer Situation zu ermöglichen. Vorstellbar ist auch die Verwendung von Videos, um den Besucher eines historischen Gebäudes über bereits abgeschlossene Renovierungsarbeiten zu informieren.

Festzuhalten ist, dass dem gezielten Einsatz von Medien im Sinne einer Effektivitätssteigerung bei der Vermittlung räumlicher Informationen, also der „Intrinsic Value of Multimedia“ (PETERSON 1999), gerade im Hinblick auf „handheld devices“ eine große Bedeutung beigemessen werden muss.

4 Visionen für die Nutzung multimedialer thematischer Karten auf „handheld devices“

Visionen als Zukunftsentwurf erlauben es, losgelöst von aktuellen, in diesem Fall vor allem technischen Restriktionen einen Ausblick auf die Zukunft zu wagen. Die Vergangenheit sollte dabei allerdings nicht aus den Augen verloren werden, da sie eine unabänderliche Grundlage auch für alle zukünftigen Entwicklungen darstellt. Eine thematische Karte wird verwendet „to emphasize the spatial distribution of one or more geographic attributes or variables“ (SLOCUM, 1999). Damit unterscheidet sich die thematische von der topographischen Karte, deren Schwerpunkt auf der Wiedergabe der geographischen Lage von Objekten liegt.

Die Herstellung und Verwendung thematischer Karten liegt, wenn man die gesamte Geschichte der Kartographie als Maßstab nimmt, noch nicht sehr lange zurück. Frühe Beispiele thematischer Karten sind die Isogonenkarte von E. Halley (1701) und die Isothermenkarte von Alexander von Humboldt (1817) (WILHELMY 1990). Als erster thematischer Atlas gilt der auf Anregung Alexander von Humboldts von Heinrich Berghaus geschaffene *Physikalische Atlas* (1838–1848).

Besonders im 20. Jh. hat die Verbreitung thematischer Karten stark zugenommen. Dies ist einerseits auf die technisch bedingte gestiegene räumliche Mobilität und damit verbunden die genauere Erforschung räumlicher Sachverhalte, aber auch auf ein größeres Wissensbedürfnis der Gesellschaft zurückzuführen. Thematische Karten können sowohl der Information (Niederschlagskarte, Arbeitslosenquoten nach Stadtbezirken) als auch der Orientierung (Wanderkarte, Straßenkarte) dienen. An diesen Funktionen orientiert sich auch deren Gestaltung und damit deren Mobilität. Ein Stadtplan muss auf einem Stadtrundgang mitgeführt werden können, ansonsten ist er annähernd zwecklos. Dagegen hat die Mobilität bei einem thematischen Atlas keine so große Priorität, da er zumeist in einem geschlossenen Raum verwahrt und genutzt wird.

Dies hat dazu geführt, dass das Medium Papier im Laufe der Zeit an die verschiedensten Nutzungsbedingungen angepasst worden ist (z.B. Patentfaltung des Falk-Stadtplans). Probleme bei der Nutzung im Gelände ergeben sich aus dem Format, nachdem die Karte auseinandergefaltet worden ist. Daher werden Straßenatlanten zur Verwendung in einem Fahrzeug häufig in einem Ringbuchformat hergestellt, was allerdings bedeutet, dass pro Seite nur ein kleiner Geländeausschnitt dargestellt werden kann. Ein weiterer bedeutender Nachteil der Verwendung von Papier als Medium liegt darin, dass die einmal gedruckte Karte statisch ist, d.h. nachträglich bis auf Ergänzungen nicht mehr verändert werden kann. Überlegt sich der Nutzer beispielsweise, eine Wanderkarte mit auf eine Reise zu nehmen, kann diese Karte ihm zwar als Orientierungshilfe dienen, aber keine speziellen Fragen zur Vegetation oder Geologie beantworten. Zu den letztgenannten Bereichen gibt es zwar auch thematische Karten, die der Nutzer aber bereits vor der Wanderung zu erwerben hat, d.h. er muss bereits im Vorfeld der Reise überlegen, welche Infor-

mationen er möglicherweise benötigt. Gerade dies ist aber oftmals nicht möglich, da viele Fragen aus einer bestimmten Situation heraus entstehen und nicht vorausgesehen werden können.

ABLER, ADAMS und GOULD (1971, S. 9) folgend nimmt die Intensität und die Vielfalt der Erfahrungen gerade mit der Entfernung von einem Fixpunkt (z.B. Wohnort) zu (Abbildung 7): „The further we are from home, the more unusual and stimulating the events we encounter. Because new places are so exciting, we can often observe new landscapes with a keener eye than we can direct to our usual habitats, whose contents become so familiar over time that we almost stop seeing them.“ Diese neuen Eindrücke müssen wir zunächst verarbeiten, also einordnen, denn „order (...) is a fundamental requirement of human welfare“ (ABLER, ADAMS und GOULD 1971, S. 7). Zu diesem Zweck verwenden wir neben textlichen Informationen, wie z.B. Naturführer zu verschiedenen Themen, auch Karten.

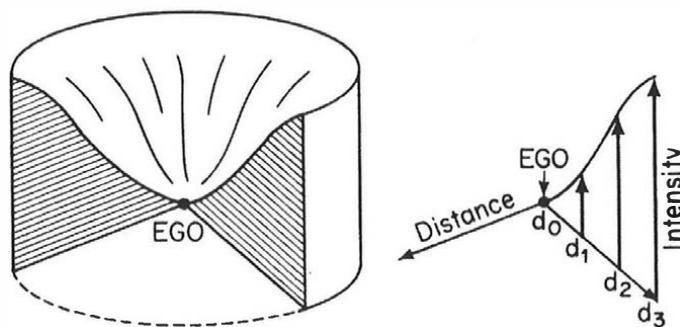


Abb. 7: Intensität und Vielfalt von Erfahrungen im räumlichen Kontext
(Quelle: ABLER, ADAMS und GOULD 1971, S. 9)

Auch heute gibt es bereits analoge thematische Karten, die den Besucher/Touristen vor Ort - außerhalb geschlossener Räume – über räumliche Sachverhalte informieren, wie z.B. Schautafeln zur Geologischen Situation eines Gebietes an einem Bergbaulehrpfad oder Karten an Zoogehegen über die Verbreitung von Tierarten. Allerdings sind diese Karten ortsgebunden und stellen nur einen ausgewählten inhaltlichen Aspekt dar, d.h. sie geben Auskunft über eingegrenzte Inhalte, die von den Verantwortlichen als wichtig erachtet worden sind. Der Besucher könnte sich aber beim Anblick der Geologischen Karte auch nähere Informationen zur Vegetation oder zur geomorphologischen Situation wünschen, die er aus der vorhandenen Karte nicht entnehmen kann.

Gerade beim Reisen geht es darum, sich eine Landschaft oder eine Stadt zu erschließen, d.h. Zusammenhänge zu erkennen und vernetzt zu denken, wie dies Alexander von Humboldt bereits im 19. Jh. getan und damit eine grundlegende Denkweise für die Geographie geschaffen hat. SCHNABEL (1959, S. 19) fasst diese Leistung wie folgt zusammen: „Die Früheren hatten nur Bilder von Landschaften – Steppen, Urwälder, Wasserfälle – zu erwecken gewußt; Humboldt aber hat auch das Spiel der in den Erscheinungen waltenden Naturkräfte zur Anschauung gebracht und so gezeigt, wie das Wahrgenommene verkettet ist mit dem Ganzen: sein größtes Vermögen entfaltet er dort, wo er den Zusammenhang aller physischen Begebenheiten unter sich und mit dem Schauplatz darstellt.“ Alexander von Humboldt selbst schreibt im ersten Band des Kosmos: „In der Lehre vom Kosmos wird das Einzelne nur in seinem Verhältnis zum Ganzen als Teil der Welterscheinungen betrachtet, und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigentümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig“ (Alexander von HUMBOLDT 1845, S. 42).

Aus diesen Zitaten wird die Bedeutung des vernetzten Denkens für Alexander von Humboldt deutlich, das auch grundlegend für das von Vannevar Bush 1945 in seinem Aufsatz „As we may think“ entwickelte Hypertext-Konzept ist. Zum linearen Denken stellt er fest: „The human mind does not work that way. It operates by association. With one item in its grasp, it snaps instantly to the next that is suggested by the association of thoughts, in accordance with some intricate web of trails carried by the cells of the brain (...)“ (BUSH 1945, S. 9).

Auf neue mobile Geräte zur Informationsvermittlung übertragen bietet sich hiermit eine große Chance, nämlich Informationen räumlicher und sachlicher Art dort zur Verfügung zu stellen, wo sie gebraucht werden. Wer eine Frage hat, bekommt schnell und einfach eine Antwort, ganz gleich wo er/sie sich befindet, und kann auf diese Weise Zusammenhänge aufdecken, die ihm/ihr ansonsten verborgen geblieben wären. An dieser Stelle könnte eingewendet werden: Das ist weit hergeholt, welcher Laie stellt sich beispielsweise auf einer Wanderung schon solche Fragen? Eine Gegenfrage scheint hier als Antwort angebracht: Warum sollte er sich heute diese Fragen stellen, wenn er sie aufgrund der fehlenden technischen Möglichkeiten sowieso nicht beantworten kann?

Steht jedoch ein „handheld device“ zur Verfügung, mit Hilfe dessen Fragen beantwortet werden können, resultiert daraus möglicherweise eine intensivere Beschäftigung mit der Umwelt, was zu einem besseren Verständnis derselben führt. Dies hat PETERSON (1999, S. 38) trefflich formuliert, auch wenn er sicher nicht primär an „handheld devices“ gedacht hat: „We have in Multimedia a new medium. A medium that can lead to a new relationship between maps and people, and ultimately people and the world. But, we have a lot of work ahead of us to make the new medium work for cartography.“

5 Folgerungen

Bereits seit Jahrhunderten gibt es Karten, die speziell für die Verwendung im Gelände optimiert worden sind. Diese Mobilität kartographischer Produkte konnte der PC als Darstellungsmedium für Multimediale Karten nicht ermöglichen. Erst mit der Entwicklung nicht ortsgebundener Geräte wie dem Laptop oder den „handheld devices“ werden auch multimediale Karten transportabel und können losgelöst von einem Standort angewendet werden. Vorteile ergeben sich aus der Verwendung *eines* mobilen Gerätes für die Anzeige *unterschiedlicher* Informationen und der *nicht ortsgebundene* Zugriff auf verschiedene Inhalte über „Air Interfaces“.

Um eine optimale Informationsvermittlung zu erreichen, können die bisherigen Forschungsergebnisse der Multimedialen Kartographie nicht unverändert auf mobile Anzeigegeräte übertragen werden, da hier andere Benutzungsbedingungen vorliegen. So stehen Anzeigegerät und Nutzer in einer direkten Beziehung zur Umwelt, was z.B. eine an die Benutzungssituation angepasste Verwendung von Ton erfordert, um Interferenzen zu minimieren bzw. auszuschließen. Außerdem ist das Zeitbudget des Nutzers limitiert, so dass die Effektivität der Informationsübermittlung gegenüber dem PC noch an Bedeutung gewinnt.

Grenzen der multimedialen Kartographie auf mobilen Geräten werden heute insbesondere von der Technik gesetzt. Inakzeptable Display-Größen und niedrige Übertragungsraten kennzeichnen die heutige Situation.

Darüber hinaus lässt sich die Verbreitung von „Handheld PCs“ zum jetzigen Zeitpunkt bei weitem nicht mit der von PCs vergleichen. Eine Lösung für räumlich und sachlich begrenzte Anwendungen im Tourismus-Bereich könnte das Ausleihen solcher Geräte gegen eine Gebühr sein, wie dies in einigen Museen schon für Audioguides (z.B. Hamburger Kunsthalle) umgesetzt

worden ist. Alternativ könnte Nutzern, die einen „Handheld PC“ besitzen, angeboten werden, sich die Informationen an einem Terminal herunterzuladen. Weitere Einschränkungen ergeben sich aus dem begrenzten Zeitbudget bei einer Nutzung außerhalb geschlossener Räume. Die Komplexität von Karten muss so weit reduziert und die Medien müssen so gezielt eingesetzt werden, dass der Nutzer Informationen situationsangepasst entnehmen kann. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass selbst die Entwicklung multimedialer Karten für den PC noch nicht weit fortgeschritten ist und auch hierfür noch keine ausreichende theoretische Basis existiert. Somit besteht die Gefahr, dass neue Probleme in Bereichen entstehen, in denen alte noch nicht gelöst sind.

Abgesehen von den genannten Beschränkungen, die allerdings teilweise zeitlich befristet sind, gibt es auch eine ganze Reihe von Vorteilen multimedialer thematischer Karten auf mobilen Geräten. Diese sind übergreifend für die Multimedia-Technologie von BUZIEK (1997) vorgestellt worden und gelten auch für dieses Einsatzgebiet. Dabei handelt es sich u.a. um:

- „hohe Effektivität bei der Informationsübertragung durch Kombination von visuellen und akustischen Darstellungsmitteln
- Interaktion und Hypermediafunktionalität ermöglichen die Erfüllung von Bedürfnissen unterschiedlicher Nutzergruppen
- hohes didaktisches Potential bei entsprechender Gestaltung
- Zugriffsmöglichkeit auf verteilte Datenbestände“ (BUZIEK 1997, S. 24).

Ergänzt werden müssen diese Vorteile im Hinblick auf die Verwendung mobiler Geräte um einen ortsunabhängigen Informationszugriff, der es dem Nutzer ermöglicht, zu jeder Zeit und an jedem Ort beliebige Informationen zu erhalten.

Obwohl in diesem Aufsatz der Versuch unternommen worden ist, verschiedene Aspekte zur Verwendung von „handheld devices“ für die Kartographie anzusprechen, darf nicht vergessen werden, dass die Entwicklung noch ganz am Anfang steht. Viele zukünftige Anwendungen können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vorhergesehen werden. Dass hier sicherlich ein noch nicht absehbares Entwicklungspotential existiert, soll ein abschließendes Zitat von Joseph Weizenbaum, über viele Jahre Informatikprofessor am Massachusetts Institute of Technology, verdeutlichen, der in seinem Buch „Computer Power and Human Reason“ schreibt: „To say that the computer was initially used to do things pretty much as they had always been done, except to do them more rapidly or, by some criteria, more efficiently, is not to distinguish it from other tools. Only rarely, if indeed ever, are a tool and an altogether original job it is to do, invented together“ (WEIZENBAUM 1984, S. 32).

Literatur

- Abler, R.: *J. S. Adams und P. Gould: SPATIAL ORGANIZATION. THE GEOGRAPHER'S VIEW OF THE WORLD.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1971).
- Becker, W.: *VOM ALTEN BILD DER WELT. ALTE LANDKARTEN UND STADTANSICHTEN.* Koehler und Amelang, Leipzig (1967).
- Bracht, A. und S. Weidemann: *INTERMODALE ROUTENPLANUNG IM BMBF-FORSCHUNGSPROJEKT MOBILIST.* Dokumentation zum Symposium Web.Mapping.2001, 15. und 16. November 2001, XVI. 1 – XVI. 14.
- Bush, V.: *AS WE MAY THINK.* The Atlantik Monthly, Heft 7 (1945). Mit Genehmigung veröffentlicht unter URL: <http://www.isg.sfu.ca/~duchier/misc/vbush/vbush-all.shtml> (Stand: 28.11.2001).
- Buziek, G.: *DAS POTENTIAL MODERNER INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN AUS SICHT DER KARTOGRAPHIE.* In: *AK GIS und Kartographie, D. Grünreich (Hrsg.): GIS UND KARTO-*

- GRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. GRUNDLAGEN, ANWENDUNGEN UND ENTWICKLUNGSTENDENZEN. Kartographische Schriften, Bd. 2, Kirschbaum Verlag, Bonn. (1997), 17 – 25.
- Cartwright, W., M. P. Peterson, und G. Gartner (Hrsg.):* MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1999).
- Dransch, D.:* MEDIENPSYCHOLOGISCHE ASPEKTE BEIM EINSATZ VON MULTIMEDIA IN GIS. In: *AK GIS und Kartographie, D. Grünreich (Hrsg.):* GIS UND KARTOGRAPHIE IM MULTIMEDIALEN UMFELD. GRUNDLAGEN, ANWENDUNGEN UND ENTWICKLUNGSTENDENZEN. Kartographische Schriften, Bd. 2, Kirschbaum Verlag, Bonn (1997), 26 – 30.
- Gartner, G. und S. Uhlirz:* CARTOGRAPHIC CONCEPTS FOR REALIZING A LOCATION BASED UMTS SERVICE: VIENNA CITY GUIDE LOL@. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, 6.-10. August 2001, Beijing, China (2001), CD-ROM.
- Goss, J.:* KARTENKUNST. DIE GESCHICHTE DER KARTOGRAPHIE. Westermann, Braunschweig (1994).
- Harnapp, V. R. und A. G. Noble:* NOISE POLLUTION. GeoJournal, 14, Heft 2, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London (1987), 217 – 226.
- Herzog, W.:* KARTOGRAPHIE UND BÜRGERBETEILIGUNG IM RAHMEN DER VORBEREITENDEN BAULEITPLANUNG. In: *Hottes, K, H.-J. Klink, H, H. Liedke et al. (Hrsg.):* BOCHUMER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN, Heft 46, Schöningh, Paderborn (1986).
- Hodgson, M.:* CALL OF THE WILD. Fly Fishing Retailer, Ausg. Juni/Juli (1999). URL: http://www.fly-fishing-retailer.com/pages2/mag_pages/6retail_ops/ro2_6_99.htm (Stand: 28.11.2001).
- Humboldt, A. von:* KOSMOS. ENTWURF EINER PHYSISCHEN WELTBESCHREIBUNG, Bd. 1. In: *Beck, H. (Hrsg.):* ALEXANDER VON HUMBOLDT – STUDIENAUSGABE, Bd. VII, Teilband 1. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt (1845/1993).
- LVA Hessen - Hessisches Landesvermessungsamt (Hrsg.):* TOPOGRAPHISCHE KARTEN. KENNENLERNEN, VERSTEHEN, NUTZEN. 2. Auflage, Wiesbaden (1996).
- Ogrissek, R.:* THEORETISCHE KARTOGRAPHIE. VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt, Gotha (1987).
- Peterson, M. P.:* INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY. Prentice Hall, New Jersey (1995).
- Peterson, M. P.:* ELEMENTS OF MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. In: *Cartwright, W., M. P. Peterson und G. Gartner (Hrsg.):* MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1999), 31 – 40.
- Reichenbacher, T.:* THE WORLD IN YOUR POCKET – TOWARDS A MOBILE CARTOGRAPHY. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, 6.–10. August 2001, Beijing, China (2001), CD-ROM.
- Rhind, D.:* MAPPING FOR THE NEW MILLENIUM. Proceedings of the 16th International Cartographic Conference, 3.–9. Mai 1993, Köln (1993), Bd. 1, 3 – 14.
- Riedl, A.:* VIRTUELLE GLOBEN IN DER GEOVISUALISIERUNG. In: *Kretschmer, I. und K. Kriz (Hrsg.):* WIE-NER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, Bd. 13 (2000).
- Robinson, A. H., J. L. Morrison, P. C. Muehrcke et al.:* ELEMENTS OF CARTOGRAPHY. 6. Auflage, John Wiley & Sons, New York (1995).
- Schnabel, F.:* ALEXANDER VON HUMBOLDT. Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte. 27. Jahrgang, Heft 2, Verlag R. Oldenbourg, München u. VDI-Verlag, Düsseldorf (1995).
- Slocum, T. A.:* THEMATIC CARTOGRAPHY AND VISUALIZATION. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey (1999).
- Taylor, D. R. F.:* FUTURE DIRECTIONS FOR MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. In: *Cartwright, W., M. P. Peterson und G. Gartner (Hrsg.):* MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1999), 315 – 326.
- Weizenbaum, J.:* COMPUTER POWER AND HUMAN REASON. Penguin Books, London (1984).
- Wilhelmy, H.:* KARTOGRAPHIE IN STICHWORTEN. 5. überarbeitete Auflage von A. Hüttermann und F. Schröder. Verlag Ferdinand Hirt, Unterägeri (1990).

Zur selbsterklärenden multimedialen Präsentation für mobile Benutzer

Liqiu Meng, München

Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die öffentlichen und persönlichen interaktiven Informationssysteme für mobile Benutzer. Anhand einer Untersuchung der generischen Eigenschaften bei der mobilen Informationsgewinnung wird die Notwendigkeit zur selbsterklärenden Präsentation begründet. Die Gestaltung eines selbsterklärenden Informationssystems bezieht sich auf die Hardware, die Bedienungsfunktionen sowie die eigentliche Informationsdarstellung. Mit Rücksicht auf zwei wesentliche Kriterien – die sofortige Nutzbarkeit und Benutzeranpassung – werden Richtlinien zur selbsterklärenden Systemgestaltung für die mobile Mensch-Maschine-Interaktion erläutert. Diese Gestaltungsrichtlinien helfen jedoch lediglich dazu, schlechte Gestaltungen zu vermeiden. Ein großer Forschungsbedarf besteht noch in der musterbasierten Gestaltung mit dem Ziel, die vorhandenen Gestaltungslösungen für sich wiederholende Interaktionsaufgaben als Muster formal zu beschreiben und sukzessive zu optimieren.

Abstract

The paper gives an overview of the public and personal interactive information systems for mobile users. Based on an investigation of the generic features of mobile information acquisition, the author explains the necessity of self-explaining presentation. The design of an self-explaining information system has to balance various forces concerning the hardware, the user interface and the information presentation. A number of guidelines for the self-explaining system design for the mobile human-machine interaction are outlined with regard to two essential criteria – the immediate usability and the user adaptation. However, the guidelines are helpful only so far as to exclude bad designs. Future research should also address the pattern approach with the purpose of formalizing the existing design solutions to those frequently reoccurring interaction tasks in a pattern language and optimising them successively.

1 Mobile Informationsgewinnung

In der Informationsgesellschaft nehmen wir täglich eine Unmenge von Informationen passiv wahr, ganz gleich, ob wir zu Hause, unterwegs oder bei der Arbeit sind. Die durch senso-motorische Organe eingetroffenen Informationen zerfallen jedoch größtenteils innerhalb weniger Sekunden. Nur der Teil, der uns neu, wichtig bzw. relevant erscheint, erweckt unsere Aufmerksamkeit und landet in unserem Kurzzeit- oder Langzeitgedächtnis. Besteht dagegen ein Bedarf an aktuellen Informationen für einen bestimmten Zweck, so wird eine aktive Informationsgewinnung erfolgen. In der heutigen Informationsgesellschaft hat man auch während der Bewegung leicht Zugang zu unterschiedlichen interaktiven Informationssystemen.

Bei der mobilen Informationsgewinnung sind typischerweise zwei Fälle zu unterscheiden:

- (1) Interaktion mit einem stationären Informationssystem in der Öffentlichkeit; und
- (2) Interaktion mit einem persönlichen Informationssystem, das entweder auf einem Transportmittel fest montiert ist oder als Taschengerät vom Benutzer persönlich getragen wird.

Für beide Fälle ist eine Bedienungsfläche notwendig. Die Interaktionsart unterscheidet sich jedoch erheblich voneinander.

1.1 Öffentliche interaktive Informationssysteme und deren mobile Benutzer

Öffentliche interaktive Informationssysteme sind meistens für die erst- und einmaligen Benutzer gedacht. Man bedient ein solches System oft stehend. Während ein Benutzer mit dem System kommuniziert, können ein oder mehrere Interessenten den interaktiven Prozess miterleben. Der Bildschirm ist entsprechend groß genug für mehrere Betrachter. Jede Interaktionssession dauert typischerweise nur einige Minuten. Wenn ein Benutzer das System an einer beliebigen Stelle verlässt, so kann sein Nachfolger an dieser Stelle die Interaktion fortsetzen. Zu solchen Systemen gehören (RASKIN 2000):

- interaktive Ausstellungen (z.B. Messe, Museum), die Botschaften über verschiedene Exponate vermitteln,
- Info- und Dienstkioske, die Informationen über ein spezielles Fachfeld und die dafür notwendigen Kundendienste anbieten (z.B. Fahrplan eines Bahnhofs, Hotelreservierung),
- Werbungskioske, die Produktpaletten beispielsweise eines Unternehmens und deren Anwendungsbereiche dem Publikum präsentieren, und
- Unterhaltungskioske, die durch ihre attraktiven und spannenden Informationsprogramme (z.B. virtuelle Stadt, Bildnachrichten) mobilen Zuschauern dabei helfen, sich ihre Zeit zu vertreiben.

Öffentliche interaktive Informationssysteme haben ein sehr breites Publikum. Damit jeder Interessent mit minimalem Zeitaufwand maximale Informationsinhalte für seinen persönlichen Zweck aus dem System erwerben kann, sollen die interaktiven Funktionen auf die gemeinsamen Benutzerfähigkeiten G_o zugeschnitten werden. Bei G_o geht es um ein Bool'sches UND der Fähigkeiten jedes einzelnen Benutzers G_i , $i = 1, \dots, m$. Zu den gemeinsamen Fähigkeiten zählt z.B. die Sprache, die theoretisch von allen Benutzern verstanden werden soll.

Mobile Benutzer eines öffentlichen interaktiven Informationssystems stehen oft unter Zeitdruck, und zwar aus zwei Gründen. Einerseits wollen sie möglichst schnell die relevanten Informationsinhalte finden, die ihre Mobilität unterstützen oder ihren spontanen Bedarf befriedigen sollen. Andererseits wollen sie das System möglichst schnell verlassen, damit die in der Schlange stehenden Benutzer auch die Gelegenheit bekommen, ans System heranzukommen.

1.2 Persönliche interaktive Informationssysteme und deren mobile Benutzer

Im Gegensatz zu öffentlichen interaktiven Informationssystemen wird ein persönliches interaktives Informationssystem üblicherweise von ein und demselben Benutzer mehrmalig verwendet. Der Informationsbedarf des Benutzers existiert bereits bevor die Interaktion stattfindet (z.B. Suche nach einer günstigen Route für seine geplante Reise). Dieser Bedarf lässt sich jedoch innerhalb der Interaktionssession dynamisch modifizieren, z.B. wenn man andere Subziele

spontan identifiziert hat. Die während der Bewegung erworbenen Informationen kommen unmittelbar und fast ausschließlich zum Zweck der Orientierung und Navigation zum Einsatz.

Ist das Informationssystem am Transportmittel montiert, so bedient der Benutzer primär das Transportmittel und sekundär das Informationssystem. Ein Autofahrer kann nämlich nur ab und zu flüchtige Blicke auf den Bildschirm werfen und sehr einfache Bedienungsfunktionen aktivieren. Die Interaktionssession dauert solange, bis das Transportmittel ein Ziel erreicht hat. Um die Ablenkungsgefahr zu reduzieren, kann der Fahrer die akustische Modalität wählen. Hält der Benutzer (z. B. ein Fußgänger) ein tragbares Informationssystem in der Hand, so kann er beliebig oft anhalten, um eine Interaktion zu starten und die Darstellung auf dem kleinen Bildschirm intensiv zu betrachten, bis er sein Ziel entdeckt hat. Neben den ortsbezogenen Diensten, die die Mobilität des bewegenden Benutzers unterstützen, bietet ein Handheld-Gerät auch zusätzlich andere persönliche Dienste an.

Mobile Benutzer, die Zugang zu persönlichen Informationssystemen haben, weisen ein ähnlich breites Profil wie die der öffentlichen Systeme auf. Die intensive persönliche Interaktion erfordert jedoch eine Systemgestaltung, die diverse individuelle Benutzerfähigkeiten G_p berücksichtigen soll. Bei G_p handelt es sich um ein Bool'sches ODER der Fähigkeiten jedes einzelnen Benutzers G_i , $i = 1, \dots, m$. Ein mehrmaliger Benutzer eines persönlichen Informationssystems ist oft bereit, am Anfang einen gewissen Lernaufwand für die Bedienungsfläche zu investieren und die seinem Profil am besten entsprechenden Benutzerfähigkeiten zu identifizieren. Nach der Lernphase möchte er dann seine Aufgabe möglichst schnell und fehlerfrei erledigen.

2 Gestaltung interaktiver Informationssysteme für mobile Benutzer

Die Gestaltung interaktiver Informationssysteme für mobile Benutzer bezieht sich auf die Hardware, die interaktiven Bedienungsfunktionen sowie die eigentliche Informationsdarstellung. Die Systemakzeptanz wird durch zwei wesentliche Kriterien bestimmt: sofortige Nutzbarkeit und Benutzeranpassung.

2.1 Öffentliche Informationssysteme für mobile Benutzer

Die sofortige Nutzbarkeit des öffentlichen Systems ist besonders wichtig für die erst- und einmaligen Benutzer, die üblicherweise keine starke Motivation zur Verwendung des Systems haben. Eine sofortige Nutzbarkeit ist nur dann möglich, wenn die Hardware besonders sichtbar und attraktiv, die Benutzeroberfläche leicht zugänglich und die dargestellte Information schnell interpretierbar ist. Kurz gesagt, das gesamte System soll möglichst selbsterklärend gestaltet werden.

2.1.1 Die selbsterklärende Hardware

In der Öffentlichkeit, wo oft mehrere Informationssysteme gleichzeitig um die Aufmerksamkeit des Benutzers kämpfen, ist die Sichtbarkeit eines bestimmten Systems grundsätzlich schlecht und die Motivation des Benutzers, gerade dieses System zu bedienen, grundsätzlich schwach. Ist ein System nicht sofort zu sehen, so würde der Benutzer nie erfahren, was das System anzubieten hat. Im Prinzip lässt sich das Vorhandensein eines Systems durch multisensorische Kanäle signalisieren. Das System kann sich auch durch eine innovative Gestaltung der Hardwarekonfigu-

ration in seiner Umgebung hervorheben. Visuelle Signale sind gerichtet und können vom Benutzer nur aus bestimmten Blickwinkeln entdeckt werden. Dagegen sind akustische Signale ungerichtet und in der Regel von jedem Besucher wahrnehmbar, der sich in der unmittelbaren Nähe befindet. Der ungerichtete Effekt lässt sich u. U. auch durch starke visuelle Reize wie z. B. intensive Animationen auf einer großen Darstellungsfläche generieren. Allerdings haben akustische Signale oder eindringliche Bildschirmdarstellungen eine störende Auswirkung in der Öffentlichkeit. Eine bessere Lösung zur Sichtbarkeitserhöhung besteht daher in der Gestaltung eines innovativen Aussehens, das in Kombination mit der ruhigen Bildschirmdarstellung den Benutzer einlädt und ihn zugleich auf das Anwendungsgebiet des Systems hinweist. Eine Konfiguration, die von der Standardhardware (Monitor-Tastatur-Maus) abweicht und ein physikalisches Objekt aus dem Anwendungsbereich typisiert, könnte zu einer effizienten und erfolgreichen Interaktion wesentlich beitragen. Eine einfache Gestaltung des Aussehens ist ebenfalls wichtig. Die Minimierung der Interaktionsgeräte auf ein einziges Eingabegerät führt einerseits zur Reduzierung des Lernaufwandes, andererseits wird die Aufmerksamkeit des Benutzers leicht auf die wesentliche Darstellung am Bildschirm gelenkt. Immersive Peripherieausrüstungen wie z. B. Datenhelm oder Datenhandschuh sind dagegen aufgrund der langen Vorbereitungszeit nicht besonders geeignet für die allgemeine Informationsgewinnung.

2.1.2 Die selbsterklärende Interaktion

Bei der Aufgabe, den Benutzer zu unterhalten, geht es um mehr, als seinen Blick zu fangen. Der Benutzer könnte sich enttäuscht fühlen, wenn das System seinen Informationsreichtum nicht rechtzeitig durch Interaktion verdeutlichen kann. Auf einer relativ großen Darstellungsfläche können zwar viele interaktive Funktionen gleichzeitig ihren Platz finden; mit Rücksicht auf die großen Variationen der Benutzerprofile und die fehlende Lernzeit soll ein öffentliches Informationssystem jedoch nur die wesentlichen und allgemeinsten interaktiven Funktionen anbieten.

Unter den verfügbaren Funktionen lassen sich zwei Kategorien unterscheiden:

- (1) externe Funktionen, die in die Hardware eingebaut und durchgehend aktivierbar sind, z. B. Ein- und Ausschalten, Rückstellen (Reset) und Abbrechen, und
- (2) interne Funktionen, die in die jeweilige Software integriert und während der Interaktion abrufbar sind, z. B. Navigationshinweise, Sprachschalter, Auswahlmeneü (Abbildung 1).

Externe Funktionstasten sollen in der bequemen Reichweite und im Peripherieblickfeld eines allgemeinen Benutzers platziert werden. Die Handlungsaufforderung bzw. die Tauglichkeit (Affordanz) der jeweiligen Funktion soll für die meisten erstmaligen Benutzer offensichtlich sein (PETERMANN in SACHS-HOMBACK und REHKÄMPER 2000). Ob ein Knopf zum Drehen, zum Drücken oder zum Ziehen auffordert, soll z. B. durch dessen Gestaltung eindeutig gemacht werden. Für eine selbsterklärende Gestaltung der externen Funktionstasten spielen die Kultur- und Sprachneutralität, die international anerkannte Konvention und die Benutzergewohnheit eine wichtige Rolle. Zwei grundlegende Strategien sind die Gestaltung durch Metapher, die auf Ähnlichkeit oder Assoziation beruht, und die durch Metonymie, die auf kausalen Zusammenhängen beruht. Bei der Gestaltung der internen interaktiven Funktionstasten ist zusätzlich auf das Anwendungsgebiet des Systems Rücksicht zu nehmen und die sofortige Erkennbarkeit der Funktionen am Bildschirm zu gewährleisten. Damit ein beliebiger Benutzer ohne Schwierigkeit die verbale Erklärung in seiner vertrauten Sprache abrufen kann, soll z. B. ein Sprachschalter jederzeit sichtbar sein. Die Konfiguration der interaktiven Funktionen soll für alle Benutzer konsistent bleiben.



Abb. 1: Interne Funktionen eines Infokiosks

Ein öffentliches Informationssystem soll den Benutzer möglichst so lange unterhalten bis er die gewünschte Botschaft erworben hat. Aber sobald der Benutzer sein Ziel erreicht hat, soll er die Freiheit haben, die Interaktionssession zu beenden oder zur Startseite zurückzukehren. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass der nachfolgende Besucher an einer beliebigen Stelle, die der vorherige Besucher verlassen hat, die Interaktion ohne Vorkenntnisse problemlos fortsetzen kann. Dabei soll die Navigationshilfe nach dem Prinzip „sehen und auswählen statt auswendig lernen und eintippen“ gestaltet werden.

2.1.3 Die selbsterklärende Informationsdarstellung

Die Datenbank eines öffentlichen Informationssystems hat oft einen großen Umfang, der sich nicht durch eine einzige Bildschirmseite komplett veranschaulichen lässt. Eine unstrukturierte Datenbank mit beliebigen Verbindungen zwischen unterschiedlichen Dateneinträgen führt leicht zur Verwirrung. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, zunächst einen vereinfachten Überblick über die Inhalte zu präsentieren. Sobald der Benutzer sein Interesse für einen bestimmten Teil des Inhalts gezeigt hat, wird eine sukzessive Darstellung der ausführlichen Informationen zu diesem Teil erfolgen.

Die hierarchisch strukturierte Datenbank mit einem festen Startpunkt ist allerdings nicht unproblematisch. Ausgehend von einem allgemeinem festem Startkonzept, nach einem spezifischem Dateneintrag zu suchen, ist zeitaufwendig und uneffizient. Je breiter die Baumstruktur, d.h. je mehr Zweige von einem Knoten ausgehen, desto mehr Wahlmöglichkeiten muss der Besucher miteinander vergleichen, um eine Entscheidung zu treffen. Je tiefer die Baumstruktur auf der anderen Seite, desto mehr Interaktionsschritte muss der Benutzer durchgehen, um den für seinen Zweck relevanten Knoten zu finden. Unter dem Zeitdruck tendiert kein Besucher, ein Informationssystem vollständig zu explorieren. Die meisten Benutzer suchen gezielt nach Informationen über bestimmte Fakten. Daher soll das System seine Datenbankinformationen in benutzerangepassten Einheiten bündeln (generalisieren) und durch eine schmale und flache Baumstruktur präsentieren. Außerdem soll der Benutzer durch sog. „Re-rooting“ der Baumstruktur die Möglichkeit haben, seine Suche von einem beliebigen Ausgangsknoten aus zu starten. Wie in Abbildung 2 veranschaulicht, ist das Re-rooting auch eine wesentliche Orientierungshilfe.

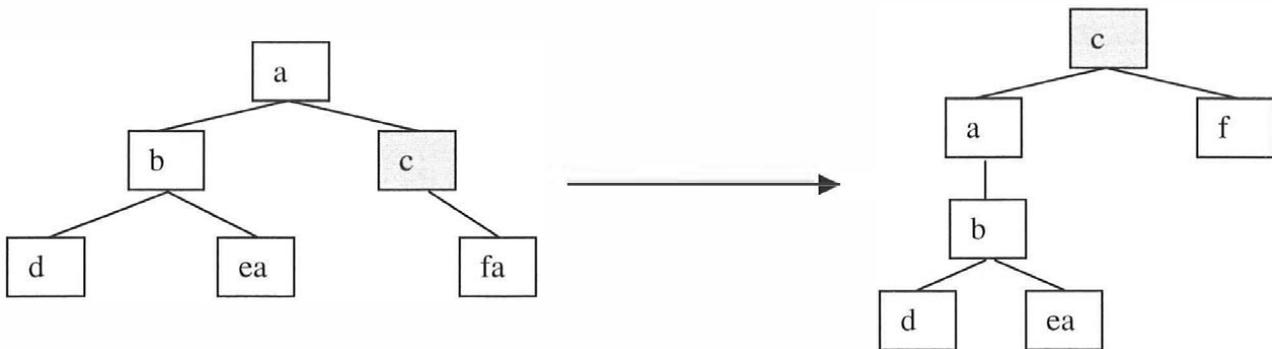


Abb. 2: Re-rooting des Knotens *c*

Die ortsbezogenen Informationen und Dienste werden heutzutage zunehmend mittels multi-medialer Technologien dargestellt. Unter Verzicht auf die „Virtual Reality“-Ausrüstungen lassen sich die charakteristischen Aspekte der Realität durch die Kombination der Grundrissdarstellung mit perspektivischen Bildern, 3D-Zeichen, Animationen und akustischen Signalen ebenfalls eindrucksvoll präsentieren. Aufgrund ihrer besonderen Kompaktheit, Attraktion und Sprachneutralität werden im virtuellen Raum bevorzugt die bildhaften Zeichen (z.B. Piktogramme, Ikonen) als Schaltfläche der wichtigen Anhaltspunkte, virtuellen Hyperlinks oder konkreten Gegenstände eingesetzt. Bildhafte Zeichen sind jedoch nicht immer selbsterklärend (BENEDIKT 1999, DORMANN 1999). Je nach Gestaltung können sie ihre Bedeutungen nämlich zu wenig, zu viel, gar nicht oder falsch erklären. Die Schwäche bildhafter Zeichen soll daher durch sprachabhängige Textbeschreibungen kompensiert werden. Ein gesamtes Informationspaket über jedes Zeichen sichtbar zu machen, könnte jedoch die Darstellungsfläche überfüllen. Auf der anderen Seite ist es für den mobilen Benutzer umständlich, die Interaktion mit dem Zeichen abzubrechen, um einen räumlich getrennten Zeichenschlüssel hervorzurufen. Eine bessere Lösung besteht in der Gestaltung der sensitiven Infographik (vgl. WEIDENMANN in SACHS-HOMBACK und REHKÄMPER 2000), die eine kurze Textbeschreibung akustisch ansagt oder in einem neben dem Zeichen platzierten, ballonförmigen Fenster anzeigt, wenn der Benutzer auf das Zeichen fokussiert. Die kurze Textbeschreibung soll nicht nur eine verbale äquivalente Version des Zeichens, sondern auch die Informationen, die sich durch das Zeichen nicht offenbaren lassen, enthalten.

2.2 Gestaltung persönlicher Informationssysteme für mobile Benutzer

Die sofortige Nutzbarkeit eines persönlichen Informationssystems ist wichtig für mehrmalige und intensive Benutzer. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- (1) Die mobilen Benutzer haben zeitkritische Aufgaben.
- (2) Die Netzverbindungen sind teuer.
- (3) Die Energieversorgung ist limitiert bei tragbaren Geräten.

Zu den Voraussetzungen der sofortigen Nutzbarkeit zählen u. a. die Stabilität der Hardware in der mobilen Umgebung, das schnelle Hochfahren des Systems mit einer einfachen Handlung, die intuitiv und fehlerfrei bedienbaren Interaktionen und die Echt-Zeit-Bildschirmdarstellung.

2.2.1 Die selbsterklärende Hardware

Bei der Gestaltung eines mobilen Gerätes ist u. a. auf die ergonomischen Eigenschaften der Benutzer, die Konfiguration der Transportmittel und die typischen Merkmale einer mobilen

Umgebung Rücksicht zu nehmen. Das Gewicht eines tragbaren Gerätes ist möglichst minimal zu halten und seine Größe soll so festgelegt werden, dass es einerseits leicht in die Tasche einzustecken ist und andererseits noch ausreichende Darstellungsfläche verfügbar hat. Die Wahl der Farbe und des Aussehens des Gerätes hängt vor allem vom Geschmack des Benutzers und des Gestalters ab. Das heißt, abgesehen von der erforderlichen Funktionalität soll ein mobiles Gerät den persönlichen Zuneigungen des Benutzers entsprechen und gleichzeitig die Identität des Gestalters implizit oder explizit zum Ausdruck bringen. Die Mobilität der persönlichen Geräte erfordert außerdem die Integration des Eingabegerätes in die Mainframehardware.

2.2.2 Die selbsterklärende Interaktion

Ein persönliches System ist aufgrund seines kleinen Formates nicht in der Lage, viele interaktive Funktionen gleichzeitig sichtbar zu machen. Trotzdem sollen die interaktiven Funktionen vielfältig sein, um möglichst viele individuelle Benutzeranforderungen gleichzeitig zu befriedigen. Eine Operation soll z. B. durch mehrere alternative äquivalente Handlungen (z. B. Eingabe durch Tastatur, Touch-Pen oder Tonsignal) aktivierbar sein. Diese multimodale Bedienungsmöglichkeit spielt nicht nur eine Rolle für die Robustheit des mobilen Systems (z. B. beim Ausfallen einer Modalität stehen noch anderen Modalitäten zur Verfügung). Sie bietet dem Benutzer auch die Flexibilität, durch die intensive Kommunikation mit dem System eine für ihn am besten geeignete Modalität zu finden und daran festzuhalten. Hält der Benutzer an ein und derselben Modalität lange fest, so kann durch die monomodale Bedienung eine Gewohnheit gebildet werden. Die Gewohnheit erlaubt dem Benutzer, ohne kognitiven Aufwand eine Operation zu aktivieren oder mehrere Operationen gleichzeitig durchzuführen. Dadurch steigt die Interaktionseffizienz erheblich und außerdem tendiert der Benutzer, ein treuer Kunde des Systems zu bleiben (RASKIN 2000). Für ihn ist die Interaktion nämlich eine Routineaufgabe geworden. Dabei wirken die interaktiven Funktionen nicht nur selbsterklärend, sondern auch selbstverständlich. In diesem Sinne existiert die Bedienungsoberfläche zwar physisch, im Bewusstsein des Benutzers ist sie jedoch kaum noch spürbar.

Ähnlich wie bei öffentlichen Informationssystemen verfügt ein mobiles System ebenfalls über externe und interne interaktive Funktionen (Abbildung 3). Die externen Funktionen sind beispielsweise Modalitätsschalter und die durch Pfeilzeichen markierten Tasten, die es dem Benutzer erlauben, u. a. die fundamentalen Operationen zu aktivieren. Alle externen Funktionen müssen am Gerät deutlich sichtbar sein. Mit Rücksicht auf die stark variierenden Beleuchtungsver-

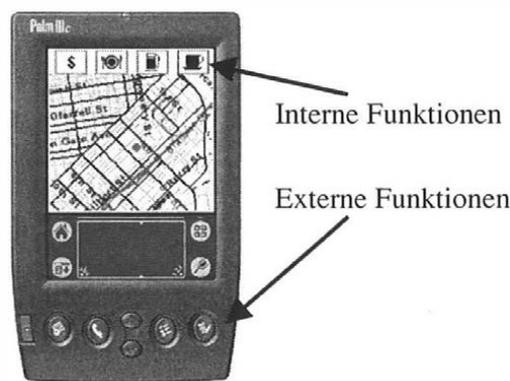


Abb. 3: Interaktive Funktionen eines mobilen Gerätes



Abb. 4: a) Eine Taste für Ein-/Ausschalten und Lautstärkeeinstellen,
b) Tasten, die jeweils für die Eingabe mehrerer Buchstaben zuständig sind

hältnisse in einer mobilen Umgebung sollen die externen Funktionstasten möglichst einfarbig gestaltet werden. Außerdem sollen sie nach deren Wirkungen strukturiert und logisch platziert werden. Bei Modalitätsschaltern (z.B. Ein-/Ausschalter, Sprachschalter, Tastatur/Tonschalter) handelt es sich um eine Kompromisslösung für die Gestaltung kleinformatiger Geräte. In einem Modalitätsschalter lassen sich mehrere Wirkungen einbauen. Mit der in Abbildung 4a dargestellten Taste kann man z.B. ein Gerät ein- oder ausschalten und zusätzlich auch die Lautstärke einstellen. Die Tasten in Abbildung 4b sind jeweils für die Eingabe mehrerer Buchstaben zuständig. Ein Modalitätsschalter kann auch dafür sorgen, die Wirkungen von mehreren anderen Funktionstasten auf einem Schlag zu ändern, z.B. ändert die Shift-Taste die Eingabe sämtlicher alphanumerischen Tasten von Klein- zu Großbuchstaben (bzw. von Ziffer zu Symbol) oder umgekehrt. Insgesamt werden durch Modalitätsschalter die verfügbaren interaktiven Funktionen von einer festen Zahl der Funktionstasten vervielfacht (RASKIN 2000). Damit der Benutzer möglichst effizient und fehlerfrei unterschiedliche Modalitätsschalter bedienen kann, soll die Affordanz der einzelnen Modalitätsschalter eindeutig erkennbar sein. Ferner ist es notwendig, durch eine Hilfefunktion (z.B. Lagemarkierung, blinkendes Signal usw.) den Benutzer auf die Differenzierung unterschiedlicher Modalitäten aufmerksam zu machen.

Die Gestaltung der internen Funktionen hängt vom Anwendungsgebiet der jeweiligen Software ab. Aus Mangel an Darstellungsplatz sollen die internen Funktionen am besten durch kompakte und bildhafte Zeichen sichtbar gemacht und nach Bedarf in die eigentliche Informationsdarstellung integriert werden. Die Bedeutung bzw. die primäre Bedeutung jedes bildhaften Zeichens soll im jeweiligen Anwendungskontext möglichst selbsterklärend sein. Die Möglichkeit, verfügbare interne Funktionen nach der Abrufhäufigkeit oder nach dem persönlichen Bedarf des Benutzers zu strukturieren, bewegen und verstecken, soll vorhanden sein. Schließlich soll der Benutzer die Freiheit haben, seine Interaktion jederzeit abzubrechen und beim Einschalten des Gerätes zu der Startseite oder der Stelle, die er bei der vorherigen Interaktion verlassen hat, ohne Zeitverzögerung zurückzukehren.

2.2.3 Die selbsterklärende Informationsdarstellung

Mobile Benutzer, die eine zeitkritische Orientierungsaufgabe zu erledigen haben, möchten ausnahmslos eine schnelle Informationsgewinnung aus ihrem persönlichen System. Bei der Darstellung der ortsbezogenen Informationen rückt daher die Funktionalität in den Vordergrund. Im Vergleich zur großflächigen Darstellung des öffentlichen Informationssystems ist die zugunsten der Mobilität minimierte Bildschirmgröße des persönlichen Gerätes jedoch ein beträchtlicher Rückschritt (CATO 2001). Zusätzlich wird die Visualisierung durch die generell kurze Betrachtungszeit und langsame Datenübertragung erschwert. Mit Rücksicht auf alle zwangsläufigen

Randbedingungen kann man feststellen, dass eine ausgiebige graphische Darstellung wegen der großen Datenmenge ausgeschlossen ist. Die abstrakte Standardkartengraphik ist auch keine gute Wahl, denn das Kartenlesen ist ein kognitiv aufwendiger Prozess und das menschliche Denken wird im zeitkritischen Moment teilweise blockiert. Bei einer idealen Gestaltung sollen daher die ortsbezogenen Informationen rationell und gleichzeitig realitätsnah dargestellt werden.

Neben den im Abschnitt 2.1.3 beschriebenen Darstellungsstrategien sind bei der Gestaltung selbsterklärender Informationsdarstellung des persönlichen Systems noch folgende Anforderungen zu beachten:

- Die Informationsdichte am mobilen Bildschirm soll auf das Wesentliche reduziert werden, z. B. durch Einsatz eines Topogramms zur Veranschaulichung der Verkehrsverbindung.
- Die akustische Begleitung soll grundsätzlich als eine äquivalente Modalität zur Textdarstellung verfügbar sein.
- Die Darstellung der geographischen Umgebung soll immer an die Bewegungsrichtung angepasst werden; dies betrifft sowohl die Beschriftung, als auch die punktförmigen Zeichen.
- Kartenverwandte Darstellungen (z.B. perspektivische Ansichten, ortsbezogene Anamorphose) sollen bevorzugt verwendet werden.
- Orientierungsmerkmale sollen besonders prägnant sein. Statt Objekte durch Generalisierung zu typisieren, soll die Singularität distinktiver Merkmale graphisch betont werden.

3 Schlussbemerkungen

Die selbsterklärende multimediale Gestaltung hat das Fernziel, dem Benutzer eine angenehme Interaktionsumgebung zur Verfügung zu stellen und die für ihn notwendigen Botschaften ohne kognitiven Aufwand anzubieten. Die Gestaltungsrichtlinien für die mobile Mensch-Maschine-Interaktion helfen uns jedoch nur, schlechte Gestaltungen zu vermeiden. Sie führen nicht automatisch zu einer optimalen Lösung, denn jede Systemgestaltung ist im Endeffekt ein Kompromiss zwischen vielen Zwängen, die teilweise widersprechend sind. Ein großer Forschungsbedarf besteht daher noch in der näheren Untersuchung des musterbasierten Ansatzes (BORCHERS 2001). Dabei sollen die bereits vorhandenen Gestaltungslösungen bzw. -teillösungen für sich wiederholende Interaktionsaufgaben als Muster formal beschrieben und sukzessive optimiert werden.

Literatur

- Benedikt, M.-R.:* PIKTOGRAMME UND IHRE BEDEUTUNG IN DER KARTOGRAPHIE. Dissertation. Geographisches Institut der Ruhr-Universität Bochum (1999).
- Borchers, J.:* A PATTERN APPROACH TO INTERACTION DESIGN. John Wiley & Sons Ltd. (2001).
- Cato, J.:* USER-CENTERED WEB DESIGN. Addison-Wesley (2001).
- Dormann, C.:* SELF-EXPLAINING ICONS. University of Brighton, Brighton, UK (1999).
<http://www.intellectbooks.com/iconic/self/self.htm>
- Raskin, J.:* THE HUMANE INTERFACE. Addison-Wesley (2000).
- Sachs-Hombach, K. und K. Rehkämper (Hrsg.):* BILD – BILDWAHRNEHMUNG – BILDVERARBEITUNG. Deutscher Universitäts-Verlag, 1. Auflage, Nachdruck November (2000).

„LOCATION BASED SERVICES“:

BASISKONZEPTE

Ontologisches Modellieren von Routen für mobile Navigationsdienste

Stephan Winter, Wien

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird ein Ansatz präsentiert, um Navigationsdienste auf einem ontologischen Modell der Welt aufzubauen, wie es potentielle Nutzer im Kopf haben. In dem ontologischen Modell werden die menschlichen Konzeptualisierungen der Routenauswahl und Routenkommunikation explizit formuliert. Das Modell wird in einer ausführbaren Spezifikationsprache verfasst, um direkt prüfen zu können, ob die gewählten Konzepte ein gewünschtes Verhalten zeigen, nämlich zu Routeninstruktionen führen, die der Kommunikation von Menschen über Wege entsprechen. Auf diese Weise sollen Navigationsdienste nutzerfreundlicher werden. Dieser Artikel berichtet von fortlaufender Arbeit; daher sind Ergebnisse noch nicht enthalten. Das Fernziel ist eine allgemeine, formale Theorie menschlicher Navigation im geographischen Raum.

Abstract

We present an approach for ontological modelling of location-based services in the context of human navigation. The ontological model will explicitly show the human conceptualizations in route selection and route communication. These concepts will be formalized in an executable specification language. Hence, the model allows direct testing of its behavior; its route instructions shall be based on concepts used in human communication of routes, and shall be accepted therefore easily. This article presents work in progress; we show the approach, but we are still poor in results. The overall goal is a general formal theory of human navigation in geographic space.

1 Einführung

Mobile Navigationsdienste sind *eine* Kategorie von standortbasierten Diensten (*LBS*). Das Verfolgen oder das Finden von mobilen Agenten wären Beispiele für andere Kategorien. Navigationsdienste sollen mobile Agenten in unbekannter Umgebung mit Informationen zur Wegesuche unterstützen: Navigation ist das koordinierte und zielgerichtete Verfolgen eines Weges durch den Raum. Navigation besteht aus zwei Komponenten, der Fortbewegung (*locomotion*) und der Wegesuche (*wayfinding*). *Fortbewegung* beschreibt die kontrollierte Bewegung als solche, als Antwort auf unmittelbare sensimotorische Informationen wie dem Ausweichen von Hindernissen etc.. *Wegesuche* beschreibt die Planung und Entscheidung auf nicht-unmittelbare Informationen hin: die Wahl eines Weges, die Orientierung zu nicht direkt wahrnehmbaren Landmarken, oder das Verfolgen von übergeordneten Richtungen.

Ein Navigationsdienst unterstützt die Wegesuche durch Wegeinformation. Dabei wird erwartet, dass der Service über hinreichend vollständige und aktuelle Kenntnis der realen Welt verfügt. Im Idealfall liefert ein Navigationsdienst ausreichende, autonome Entscheidungen erübrigende Information zur Wegefindung. Tatsächlich ist aber die Kenntnis des Dienstes finit, daher unvollständig, und je nach Datenquelle von unterschiedlicher Aktualität. Zusätzlich muss der mobile Agent die angebotene Information immer der real wahrgenommenen Welt zuordnen, um die empfohlenen Aktionen zu setzen. Dieser Prozess ist grundsätzlich unvollkommen, daher wird ein Agent einen Navigationsdienst als zusätzliches Element zu seiner autonomen Navigation heranziehen. Ein Navigationsdienst muss aus diesen Gründen die Ausführung der empfohlenen Aktivitäten kontrollieren und gegebenenfalls die Information anpassen.

Ein Navigationsdienst liefert Information zur Orientierung eines Agenten entlang einer Route. Der Dienst verfügt also über ein Konzept von Route, das mindestens zwei Variablen hat: den Startpunkt (meist die aktuelle Position des Agenten zum Zeitpunkt des Einloggens) und den Zielpunkt. Eine *Route* besteht dann aus einer Sequenz von Knoten und gerichteten Kanten einer der realen Welt aufgeprägten Netzwerkstruktur, wobei die Sequenz Start- und Zielpunkt verbindet. Die Graphentheorie kennt verschiedene Spezifikationen von Knoten-/Kantensequenzen; eine festgelegte ist die des *Weges* (BARON und KIRSCHENHOFER 1989), weshalb hier strikt zwischen der Route (im Kontext der Navigation) und dem Weg (im Kontext der Graphentheorie) unterschieden wird. Zur Routensuche erscheinen bestimmte Varianten von Knoten-/Kantensequenzen sinnvoll. So soll eine Route nicht dieselbe Kante zweimal enthalten, wohingegen unter bestimmten Bedingungen durchaus Knoten zweimal besucht werden können sollen (z.B. zur Umgehung bei Abbiegeverboten). Rundrouten (Startpunkt = Zielpunkt) sind in manchen Kontexten zugelassen, in anderen nicht. Solche Eigenschaften der Route sind formal spezifizierbar und bestimmen die Auswahl einer Knoten-/Kantensequenz aus dem gegebenen Netzwerk. Populär sind die geometrisch kürzeste Route oder die schnellste Route; mitunter sind aber auch Routen bestimmter Länge (z.B. bei Wanderungen), besonders reizvolle Routen, sichere Routen, leichte Routen oder andere Qualitäten gefragt. Auch Kombinationen davon sind vorstellbar.

In dieser allgemeinen Definition eines Navigationsdienstes ist das Fortbewegungsmittel des mobilen Agenten nicht festgelegt. Navigationsdienste können Autofahrer durch den Straßenverkehr leiten, Bus- und Bahnbenutzer durch das Netz des öffentlich-privaten Nahverkehrs führen, Fußgänger durch komplexe Gebäude, durch städtische Umgebung oder bei Wanderungen in der Natur unterstützen oder Roboter in ihrer Fortbewegung steuern (in diesem letzten Fall ist der Dienst meist intern im Roboter implementiert). Die verschiedenen Aktivitäten des Agenten erfordern angepasste Information. Eine Autofahrerin bewegt sich in dem linearen Netzwerk eines Multigraphen (Fahrspuren verknüpfen zwei Kreuzungspunkte mehrfach) nach durch die Straßenverkehrsordnung vorgegebenen Regeln (die allerdings je nach Land differieren). Sie nimmt, bedingt durch die vergleichsweise hohe Fortbewegungsgeschwindigkeit und das eingeschränkte Gesichtsfeld nach vorn, nur grobe Charakteristika der Welt wahr. Ein Fußgänger im städtischen Raum benutzt weitere Verkehrsflächen und hat größere Bewegungsfreiheiten; der Straßenverkehrsordnung unterliegt er nur auf gemeinsam mit Fahrzeugen benutzten Flächen. Er nimmt durch die Muße seiner Fortbewegung mehr Details der Welt wahr.

Aus der Breite der Informationsbedürfnisse von Agenten folgt, dass Navigationsdienste auf verschiedene und durchaus nicht nur räumliche Daten zugreifen, um diese Bedürfnisse zu befriedigen. Räumliche Daten werden in einem ganzen Spektrum von Auflösung und Struktur benötigt; weitere Daten betreffen Adressfindung und -zuordnung, Daten zur aktuellen Verkehrssituation, zur Infrastruktur, zu Öffnungszeiten usw.. Diensteanbieter halten aus Gründen der

Vielfalt und der Aktualität diese Daten nicht selbst vor, sondern beziehen sie im Online-Zugriff von spezialisierten Datenanbietern. Man spricht in diesem Zusammenhang von 3-Schichten-Architekturen (Abbildung 1, siehe auch OGC 2001).

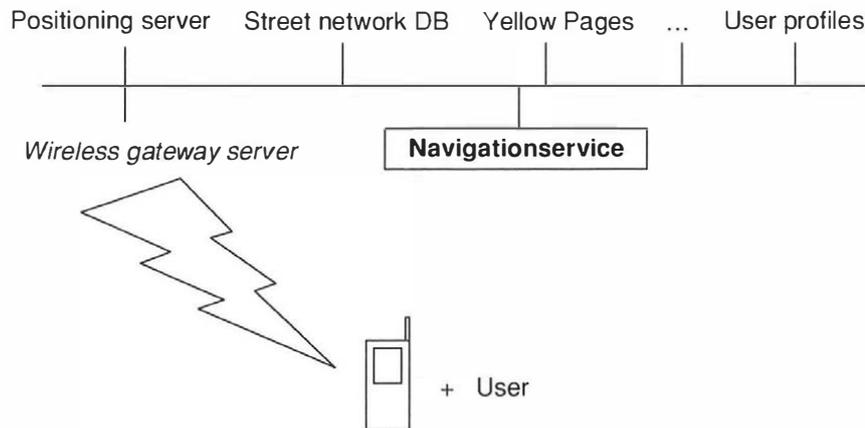


Abb. 1: Die 3-Schichten-Architektur eines Navigationsdienstes: Datenanbieter, Serviceschicht, Nutzer.

In diesem Szenario sind eine Reihe von Problemen verborgen, die in dieser Arbeit genauer betrachtet werden. Eine 3-Schichten-Architektur benötigt mindestens zwei Kommunikationsvorgänge, einen zwischen Agent und Navigationsdienst und einen zwischen Navigationsdienst und (jedem einzelnen) Datenanbieter (Abb. 2). Jede dieser Kommunikationen benötigt eine gemeinsame Semantik, um Fehlinterpretationen von Information zu vermeiden. Die Semantik wird durch den Kontext der Aufgabe definiert:

- Der Agent sucht Navigationsunterstützung, daher stellt der Navigationsdienst Information für diese Aufgabe zur Verfügung, und zwar, in der Sprache der Informationstheorie, im Code des Agenten. Dieser Code ist festgelegt durch mobile, kognitive, soziale oder kulturell geprägte Fähigkeiten und Präferenzen des Agenten. Mobile Fähigkeiten und Präferenzen betreffen das Verkehrsmittel. Kognitive Fähigkeiten und Präferenzen betreffen Präsentationsformen. Soziale Fähigkeiten und Präferenzen betreffen das Sicherheitsbedürfnis, sei es durch redundante, affirmierende Information oder durch eine Beschränkung auf sichere (belebte, beleuchtete) Wege. Kulturell geprägte Fähigkeiten und Präferenzen betreffen die Wahl der Sprache oder das Angebot an Zusatzinformation. Ein Navigationsdienst muss diese Parameter erfassen und in die Modellierung einführen, damit seine gelieferte Information verstanden und akzeptiert wird.
- Der Datenanbieter hält Daten vor, die unabhängig von bestimmten Anwendungen sein sollen (tatsächlich sind sie immer in einem bestimmten Kontext erhoben worden). Sie lassen sich, technisch gesehen, beliebigen Anwendungen zuführen, was den Missbrauch einschließt. Über die Semantik der Daten muss also auch Konsens zwischen Anbieter und nutzendem Dienst herrschen. Eine Ontologie als explizite Konzeptualisierung des Datensatzes (GRUBER 1993) kann als semantische Referenz angesehen werden, die die Bedeutung der gelieferten Daten auf formale Weise beschreibt. Solche Ontologien liegen in der Regel nicht vor; Metadaten beschreiben Teile davon, sind aber nicht formal. Ein Navigationsdienst muss die Semantik der herangezogenen Daten jedenfalls kennen und bei der Interpretation berücksichtigen. Werden verschiedene Datenquellen benutzt, und das ist die Regel, müssen Datensätze in ihrer Semantik zugeordnet werden.

- Das Szenario beinhaltet mehrere Aufgaben, die nach TIMPF et al. (1992) in einer Hierarchie stehen. Auf der Ebene der Planung wird eine optimale Route für vorgegebene Parameter gesucht. Auf der darunterliegenden Ebene der Instruierung wird die gefundene Route in eine geeignete Sequenz zerlegt, mit hinreichenden Details angereichert und sequentiell kommuniziert. Die dritte, unterste Ebene der praktischen Ausführung verlangt neben der Integration der Instruktionen in die Wahrnehmungen über die unmittelbare Umgebung ein autonomes Umsetzen, das wiederum einen höheren Detailierungsgrad aufweist. Für den Navigationsdienst sind insbesondere die beiden oberen Ebenen relevant; ihre Semantik ist nicht notwendigerweise dieselbe.

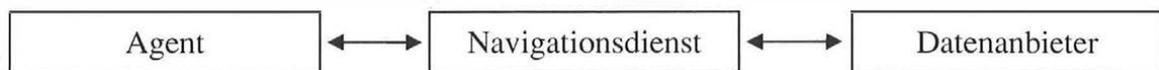


Abb. 2: Jede Kommunikation (Pfeil) benötigt eine gemeinsame Semantik.

Eine Ontologie stellt eine explizite Konzeptualisierung der Welt dar (GRUBER 1993; für eine Diskussion des Begriffs siehe auch WINTER 2001). In Anlehnung an die philosophischen Wurzeln des Begriffes soll diese Konzeptualisierung als Referenz für viele dienen können, also breiten Konsens finden und als gemeinsame Sprache verwandt werden können (SMITH 1999). Unter ontologischem Modellieren verstehen wir daher ein explizites und überprüfbares Modell einer Domäne (*domain ontology*) oder einer Aufgabe (*task ontology*). Hier interessiert uns die Aufgabe des Navigierens, bzw. die Unterstützung des Menschen bei dessen Navigation. Konkrete Beispiele werden insbesondere im Bereich der Fußgängernavigation gebracht. Durch ein ontologisches Modell als Zwischenschritt zum Entwurf eines Navigationsdienstes sollen die angesprochenen Kommunikationsprobleme explizit behandelt werden können. Ziel ist die Einbringung von menschlichen Vorstellungen und Konzepten zur Routenauswahl und -kommunikation. Die Hypothese dieses Beitrages lautet also: Ein Navigationsdienst, der auf einem ontologischen Modell der Welt im Kontext menschlicher Navigation beruht, liefert Informationen zur Navigationsunterstützung, die nahe den Konzepten seiner Nutzer sind. Durch den Ansatz, das ontologische Modell in einer ausführbaren Sprache zu formulieren, wird diese Hypothese direkt prüfbar.

Dieser Beitrag ist ein Bericht aus laufender Forschung. Es werden also keine Ergebnisse präsentiert, sondern Ansätze und Methoden. Zunächst wird der gegenwärtige Stand der Technik und der Forschung referiert (Kapitel 2). Mit diesem Material an der Hand kann dann im Kapitel 3 der Weg zu einem ontologischen Modell von Routen beschrieben werden. Im Kapitel 4 wird auf die gewählte Methode der Formalisierung als ausführbare, algebraische Spezifikation eingegangen, und das Kapitel 5 zeigt, wie diese Spezifikation in verschiedenen Kontexten getestet werden kann, um die aufgestellte Hypothese zu belegen. In Kapitel 6 folgen eine Diskussion und ein Ausblick.

2 Material und Methoden

Ein Überblick zeigt Arbeiten, deren Techniken zum Design von Ontologien wir heranziehen werden. Andere Arbeiten berichten von Untersuchungen über menschliche räumliche Orientierung und Wegekommunikation, auf die wir uns in der Extraktion von Kategorien und Tätigkeiten stützen werden. Außerdem werden heutige Navigationsdienste mit den konzipierten Ideen verglichen.

In einem aktuellen Artikel motiviert FRANK (2001) seinen algebraischen Ansatz zur Modellierung von Autofahrerinstruktionen mit einer Reihe von Beispielrouten aus online Routenplanern. Verschiedene Routenplaner, befragt um dieselbe Route (Start und Ziel), liefern nicht nur unterschiedliche Routenverläufe – was hier nicht weiter interessiert –, sondern bereiten diese Routen auf unterschiedliche Weise auf: ein Routenplaner liefert Instruktionen gegliedert nach {*Straßenname, Fahrzeit, Wegbeschreibung, Länge, Entfernung vom Start*}, ein anderer gliedert nach {*Knoten, Richtung, Straße, Länge, Gesamtlänge, Zeit*}, ein dritter nach {*Zeit, Gesamtlänge, Beschreibung, Abbiegen, Strecke, Richtung*}. Frank zeigt dann, wie den Instruktionen verschiedene Algebren zugrunde liegen, z.B. *turn_and_move_till* versus *turn_and_move_distance*. Instruktionen liefern Information, indem sie eine Entscheidung unterstützen. Der Kontext der Entscheidung – hier: Richtungswahl beim Autofahren – verlangt eine Umsetzung der Instruktion in eine Aktion. Verschieden strukturierte Instruktionen können zur selben Entscheidung führen (dann sind sie inhaltlich äquivalent), aber sie aktivieren verschiedene Konzepte beim Autofahrer. Aus der Sicht der Autofahrerin entscheidet sich hier die Nützlichkeit, eigentlich die Zufriedenheit mit dem Informationsprodukt. Stimmen die Konzepte mit denen der Autofahrerin überein, wird ihr Gebrauch leicht fallen, sonst nicht. Im zweiten Fall ist es nicht nur anstrengender, die Instruktion zu interpretieren, sondern es steigt auch die Wahrscheinlichkeit, die Information falsch zu interpretieren. Ähnliche Erfahrungen sind bekannt von der Benutzung analoger Touren-Ratgeber, Wanderführer oder Städteführer für Fußgänger. Erste mobile Dienste lehnen sich an ihre analogen Vorgänger an (z.B. KOPPERS und SCHÄFER 1999; DAVIES et al. 2001), ohne sich auf kognitive Fähigkeiten der Nutzer zu stützen. Webbasierte Routenplaner und ihre bekannten Schwächen geben davon Zeugnis. In dieser Arbeit wird wegen ihrer formalen Strenge eine algebraische Modellierung (und Spezifikation) der Ontologie von Routen vorgeschlagen.

Eine ganze Reihe kognitiver, psychologischer und linguistischer Aufsätze liegen vor, die menschliche Wegekommunikation untersuchen. DENIS et al. (1999) sammelten Wegebeschreibungen von Menschen, die mit der Testumgebung vertraut waren, und verglichen diese Beschreibungen. Sie leiteten daraus ein Gerüst (*skeleton*) einer Wegebeschreibung ab, das sich aus vielfach gebrauchten und als minimal empfundenen Elementen der individuellen Beschreibungen zusammensetzte. Damit wurde eine weitere Testgruppe auf den Weg geschickt. Das Gerüst hat sich dabei als robust herausgestellt, d.h. die Testgruppe fand ihren Weg. Letztlich interessieren wir uns für den Bauplan solch eines Gerüsts. Neben einer geeigneten Beschreibungsform für die Topologie einer Route dürfte sich die Auswahl von Landmarken als kritisch herausstellen. Eine Untersuchung von Wegebeschreibungen durch HABEL (1988) zeigte, dass Landmarken das häufigste Merkmal für die Lokalisierung von Entscheidungspunkten sind. MOULIN und KETTANI (1999) kategorisieren Aktivitäten in Wegebeschreibungen. LOVELACE, HEGARTY und MONTELLO (1999) untersuchen die Qualität von Wegebeschreibungen in Abhängigkeit von der Vertrautheit mit der Umgebung. GOLLEDGE (1995) untersucht Kriterien von Menschen bei der Routenwahl. FONTAINE und DENIS (1999) untersuchen verschiedene Leitprinzipien durch U-Bahn-Bahnhöfe auf ihre Eignung (s. a. FONTAINE 2001). Hilfreich sind auch linguistische Untersuchungen zu Routenbeschreibungen (FREUNDSCHUH et al. 1990; COUCLELIS 1996). In der KI tauchen Formalisierungen von Routenbeschreibungen auf, wenn es um die Planung und Steuerung von Roboterbewegungen geht (KUIPERS 1978; WERNER et al. 1997; WERNER, KRIEG-BRÜCKNER und HERRMANN 2000). Solche Beiträge können herangezogen werden, um ein ontologisches Modell aufzustellen (Kapitel 3).

Mit dem Rohmaterial für eine Ontologie an der Hand ist nun eine Designmethode für eine Ontologie gesucht. Kuhn schlägt eine solche Designmethode für eine Aktivitätsontologie vor

(KUHN 2001). Sein Ziel sind Spezifikationen von Diensten, die Nutzervorstellungen und -bedürfnisse einbinden. Er stützt sein Design auf Textanalyse natürlichsprachlicher Texte, auf Affordanz von Objekten und auf formale Theorien über menschliches Verhalten. Als Affordanz bezeichnet man den auffordernden Charakter von Dingen oder von Umgebungen, etwas mit ihnen zu tun (GIBSON 1979). – Solche Quellen liefern die Evidenz (*grounding*) für spezifizierte Konzepte. Im Kapitel 3 wird dieser Ansatz aufgenommen.

Die bisherigen Ansätze wandten sich allein der Kommunikation zwischen Navigationsdienst und Agent zu (Abb. 2). Interoperabilität zwischen den verschiedenen Diensten braucht ebenso eine gemeinsame Semantik. Auch dazu sind Ontologien (jetzt im Sinn der Datenbankforschung: explizite Konzepte der Datenbankanhalte) hilfreich (RODRIGUEZ, EGENHOFER und RUGG 1999; FONSECA et al. 2000; FENSEL 2001; FONSECA 2001; UITERMARK 2001). Ein klassisches Beispiel ist das Konzept *Strasse*, das für verschiedene Zwecke, z.B. in Navigationsdaten und in topographischen Daten, unterschiedlich modelliert wird. Eine Integration dieser Datensätze für eine gemeinsame Auswertung muss von dem konkreten Zweck abstrahieren (SESTER, ANDERS und WALTER 1998). Ein hierarchischer Aufbau der Ontologie liefert dann gemeinsame Superklassen, die zur semantischen Integration benutzt werden können. Eine mathematische Fundierung liefert die formale Konzeptanalyse von GANTER und WILLE (1999), die jüngst zur Fusion von Geoinformationsontologien vorgeschlagen worden ist (KOKLA und KAVOURAS 2001).

3 Ontologisches Modellieren von Routen

In diesem Kapitel beschreiben wir Ansätze zum ontologischen Modellieren von Routen und Routeninstruktionen. Die Quellen sind überwiegend die oben vorgestellten Arbeiten, die einerseits die Methodik des Designs von Ontologien liefern, andererseits Ressourcen für textanalytische Methoden darstellen. Die Modellierung bleibt vorerst informell.

Räumliches Wissen eines Individuums läßt sich in der Reihenfolge des Erwerbs gliedern in *Landmarkenwissen*, *Wegewissen* und *Übersichtswissen* (SIEGEL und WHITE 1975). Landmarkenwissen deckt den Stand des räumlichen Wissens ab, zu dem einzelne Plätze bekannt sind, aber nicht die Verbindungen zwischen ihnen. Ein Tourist wird zu Beginn seines Wien-Aufenthaltes wissen, dass an zentralem Platz der Stephansdom steht, und er wird auf seiner Besuchsliste auch die Hofburg führen, ohne jedoch bereits zu wissen, wie er zum Stephansdom oder vom Stephansdom zur Hofburg finden wird. Wegewissen wird dann erworben, wenn diese Landmarken mit Erlernen geeigneter Wege verbunden werden. Wegewissen ist linear. Unser Tourist, der mit Hilfe von Passanten den Weg vom Stephansdom über Graben und Kohlmarkt zur Hofburg findet (und lernt), kann nachher diesen Weg beschreiben, aber keine Alternativen nennen. Übersichtswissen erwirbt er erst, wenn er als fleißiger Stadterkunder angesammeltes Wegewissen zum Netzwerk verknüpfen kann und in diesem Netzwerk selbständig neue Routen planen kann.

Kartographische Abbildungen repräsentieren Übersichtswissen, so dass routensuchenden Kartenlesern zunächst eine unnötig hohe Stufe von räumlichem Wissen vermittelt wird. Sie bauen mit dem Lesen der Karte mental Übersichtswissen auf oder sie haben bereits Übersichtswissen, das hier aktiviert wird. Dieses Übersichtswissen dient nicht dem Folgen der Route, sondern ist dann hilfreich, wenn der Kartenleser einmal von der Route abkommt. Es steigert also bei geübten Kartenlesern das subjektive Gefühl der Sicherheit, nicht aber die Qualität der Routenkommunikation. Soll ein Weg mittels einer Karte kommuniziert werden, erscheint vieles in der Darstellung als überflüssig und daher auch ungeübte Benutzer verwirrend. Menschen, gefragt nach

einer grafischen Darstellung einer Route, liefern sequentiell zu lesende Skizzen, nicht netzwerkartige (GILLNER und MALLOT 1998; SCHLAISICH 1998). Die Kommunikation von Routen sollte also ganz auf das räumliche Wissen und räumliche Vorstellungen (TVERSKY 1993) des Empfängers abgestimmt sein.

Die klassische, allgemein akzeptierte Einteilung des städtischen Raumes in Komponenten der menschlichen Wahrnehmung stammt von LYNCH (1960). Er unterscheidet Routen (*paths*), Landmarken, Knoten, Kanten und Gebiete (*districts*). Diese Kategorisierung lässt sich in Aggregations- (*part_of*) und in Generalisierungshierarchien (*is_a*) spezialisieren, was im Detail einer genaueren Untersuchung bedarf. Beispiele für eine Aggregationshierarchie wären Knoten und Kanten, die in einer Folge eine Route beschreiben. Eine Generalisierungshierarchie lässt sich für die aktuelle Position des Agenten oder sein Ziel bilden, die beide Knoten darstellen. Der Aufbau der Hierarchien kann an existierende Ontologien angelehnt werden. WordNet (FELLBAUM 1998) stellt eine solche für die englische Sprache dar; sie liefert Synonyme, Hyper- und Hyponyme von Nomen. Ein Weg (*path*) ist demnach (in der uns interessierenden Wortbedeutung als einer *line of travel*) eine Spezialisierung von Linie (*line*), die wiederum eine Spezialisierung von Stelle (*location*) ist; das Superkonzept dieses Astes ist Entität (*entity, something*). Einige Hyponyme sind Luftverkehrsweg (*airway*) oder Busroute (*bus route*). Synonyme von Weg wären demnach Route (*route*) oder Spur (*track*). Synonyme treten durch den unterschiedlichen Sprachgebrauch in den verschiedenen Textquellen auf. Sie werden mithilfe von WordNet eliminiert. Ontologien sind sprachunabhängig (vgl. aber MARK, SMITH und TVERSKY 1999).

Spezialisierungen können dann auch für verschiedene Kontexte bereitgestellt werden, nach denen dann z.B. eine Route eines Autofahrers von einer Route eines Fußgängers unterschieden werden können. Als Quellen für Spezialisierungen in verschiedene Kontexte bieten sich Texte oder Befragungen an. KUHN (2000) stützt sich auf legislative Texte, die das (legale) menschliche Verhalten in einem Kontext beschreiben. Er benützt als Beispiel die deutsche Straßenverkehrsordnung. Die textanalytische Methode, die er einsetzt, ist dem objektorientierten Modellieren entlehnt (z.B. in BOOCH, RUMBAUGH und JACOBSON 1999). Verschiedene Gruppen, die sich der kognitiven und psychologischen Forschung der menschlichen räumlichen Orientierung und Wegekommunikation widmen, erheben empirische Ergebnisse aus Verhaltensbeobachtungen oder Befragungen (siehe Kapitel 2). Man kann nun diese Arbeiten heranziehen und mit einem textanalytischen Ansatz über die Befragungsergebnisse zu Ontologien finden (CORONA und WINTER 2001).

Die in Kapitel 2 zitierten Arbeiten weisen immer wieder auf die fundamentale Bedeutung von Landmarken in der Orientierung und Kommunikation von Routen hin. Als Landmarken bezeichnet LYNCH (1960) Objekte oder Umgebungen, die etwas einzigartiges darstellen, in ihrer Art hervorstechen, von vielen Seiten zugänglich sind oder für ihre Umgebung prototypisch stehen können. SORROWS und HIRTLE (1999) charakterisieren Landmarken in ihrer Theorie der Landmarken in visuelle, kognitive und strukturelle Landmarken, wobei sie sich auf die primäre Eigenschaft der Landmarken beziehen. In einer anderen Klassifizierung steht die Rolle der Landmarken in Wegebeschreibungen im Vordergrund (LOVELACE, HEGARTY und MONTELLO 1999); dort wird unterschieden zwischen Entscheidungspunkten, potentiellen Entscheidungspunkten, Routenmarken ohne Entscheidung und Landmarken abseits der Route. Diese Klassifizierung ist weniger für eine Ontologie der Routenwahl als der zur Routenkommunikation geeignet, da sie von einer konkreten Route abhängt. Aufgrund solcher Vorarbeiten kann versucht werden, Landmarken zu formalisieren und Ontologien zu integrieren. Als Landmarken werden sowohl Objektkategorien in Frage kommen (z.B. Richtungsschilder), als auch einzelne Objekte,

die aufgrund von prominenter Lage oder anderen auffälligen Eigenschaften (Form, Größe) als solche angesehen werden können. Auch nicht-räumliche Eigenschaften, wie die Nutzung eines Gebäudes, können Indizien liefern.

Ein weiterer relevanter Ansatz zum ontologischen Modellieren besteht darin, die Eigenschaften von bzw. Beziehungen zwischen Objekten einer Ontologie zu beschreiben. Das geht zurück auf die Arbeiten von ARTHUR und PASSINI (1992), die das Design des (städtischen) Raumes untersucht haben. Sie stellen Typologien von Netzwerken auf. Ihr Ziel ist jedoch räumliches Planen, so dass die Architektur einer Umgebung ihre Gestalt kommuniziert, nicht das Leiten von Verkehrsteilnehmern durch einen gegebenen Raum. Trotzdem ist ihr Ansatz hilfreich, weil auf diese Weise der Zusammenhang von Ontologie und Heuristik in die Modellierung einfließt. Wird das Design einer Umgebung von einem Navigationsdienst mitmodelliert, können auf Erfahrung beruhende Wegesuchstrategien der autonomen Agenten (z.B. HOCHMAIR 2000) unterstützt oder explizit unterbrochen werden. Zum Beispiel kann in einem rechteckig angelegten Netzwerk (wie in Manhattan) eine Algebra aufbauend auf *turn_left/turn_right* zielführend sein; in einem sternförmigen Netz könnte eine Algebra basierend auf radialen/tangentialen Richtungsangaben erfolgreicher sein. Einige grob kategorisierte Eigenschaften des Verkehrsraums in verschiedenen Umgebungen (die noch zu beweisen wären) sind:

- Im städtischen Umfeld: rechteckiges, sternförmiges oder zufälliges Wegenetz; Straßen mit Namen auf Straßenschildern; dichtes Straßennetz; hohe Dichte künstlicher Landmarken; Richtungsschilder; Hausnummerierungsregeln.
- Im ländlichen Umfeld: dem Gelände angepasstes Wegenetz; Strassen und Wege teilweise ohne Namen; mitunter natürliche Landmarken.
- In Gebäuden: rechtwinklige, baumartige Erschließung; keine standardisierten Leitsysteme; Etagenzählung; Türen, Flurecken und -kreuzungen als Landmarken.

Es stellt sich die Frage, ob eine einzelne Algebra zur Beschreibung einer Route diesen ontologischen Differenzen gerecht werden kann. Tatsächlich braucht (nur) die Routen*planung* eine übergeordnete Algebra, um auch Planungsaufgaben zwischen diesen Räumen zu lösen. Auf der Ebene der Instruktionen können Algebren mit dem Übergang zwischen den Räumen wechseln, wie dies Timpf für multi-modalen Verkehr vorschlägt (TIMPF 2001). Im Gegensatz zu multi-modalem Verkehr ist hier mit unscharfen Grenzübergängen umzugehen.

Ontologien von Objektklassen stehen gegenüber die Aufgaben oder Aktivitäten (*tasks*) im geographischen Raum. Diese sind gebunden an Verben. Unter Berufung auf die Affordanz von Objekten (GIBSON 1979) sind Tätigkeiten mit Objektklassen korreliert (KUHN 2001; RAUBAL 2001). Manche Autoren stellen auch für Aufgaben Ontologien auf (FELLBAUM 1998; KUHN 2001; TIMPF 2001), die wiederum Hierarchisierung erlauben (*entailment*). Kuhn zeigt als Beispiel die Aktionshierarchie des Autofahrens (KUHN 2001). Zur Aufgabenontologie eines Fußgängers könnten etwa gehören (CORONA und WINTER 2001):

- Orientierung: zuwenden, zukehren, abbiegen
- Am Start: beginnen, verlassen
- Fortbewegung: gehen (in Richtung, nach, über, entlang, geradeaus, bis, ...), kreuzen, fortsetzen
- Unterwegs: wo sein, in der Nähe sein
- Am Ziel: ankommen, finden, erreichen

Das Ergebnis des ontologischen Modellierens ist schließlich ein semantisches, hierarchisch strukturiertes Modell der Objektkategorien und Tätigkeitskategorien von Menschen, die im

Raum navigieren. Tätigkeiten und Klassen sind miteinander gekoppelt, so dass sie im folgenden Kapitel in Algebren formalisiert werden können. Auf hoher Ebene geschieht die Routenplanung, beruhend auf einem Graphen und gegebenen Kriterien. Das Ergebnis ist der Ansatz eines minimal spannenden Baums auf dem Netzwerk (Abb. 3).

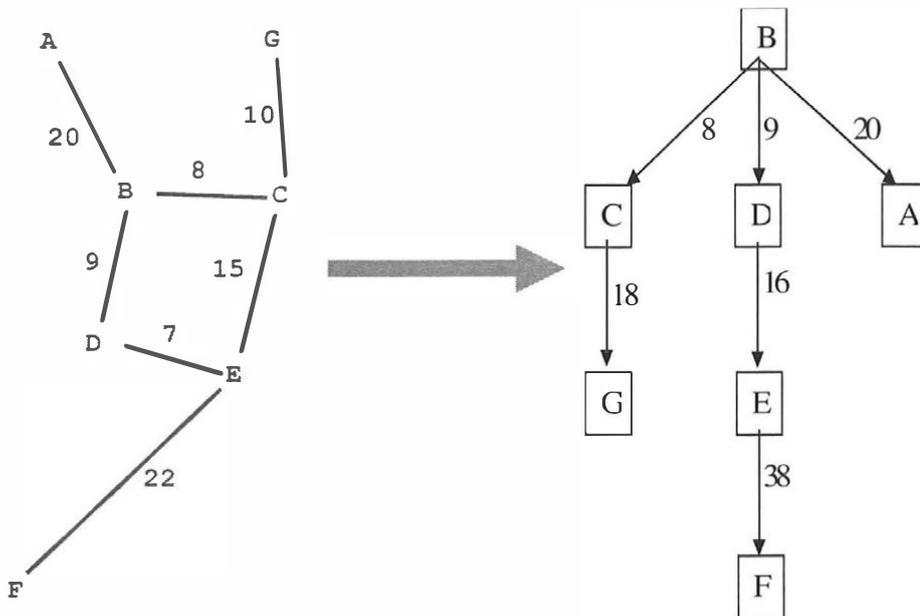


Abb. 3: Der erste Schritt der Routenplanung ist die Routenauswahl, z.B. von B nach E: eine zu optimierende Kostenfunktion auf einem Graphen (links) hilft zu einem minimal spannenden Baum (rechts).

Der Zweig, der den Zielknoten enthält, wird bis zum Zielknoten auf der nächstniedrigeren Ebene in Segmente zerlegt, wobei ein Segment jeweils einer Instruktion entspricht. Anfang und Ende eines Segments sind dann jeweils Entscheidungspunkte (Abb. 4). Zu diesen Segmenten werden weitere räumliche Elemente gesucht, z.B. Landmarken entlang der Segmente und insbesondere, nach oben zitierten Erkenntnissen (LOVELACE, HEGARTY und MONTELLO 1999), an den Entscheidungspunkten. Schließlich werden nach den Regeln der Ontologie aus den gesammelten Daten Instruktionen generiert, bestehend aus Aktionen und Referenzobjekten. Die unterste Ebene, die der Umsetzung der Instruktionen in der realen Umwelt, ist außerhalb des Routenplanungsdienstes, wird von diesem aber überwacht.

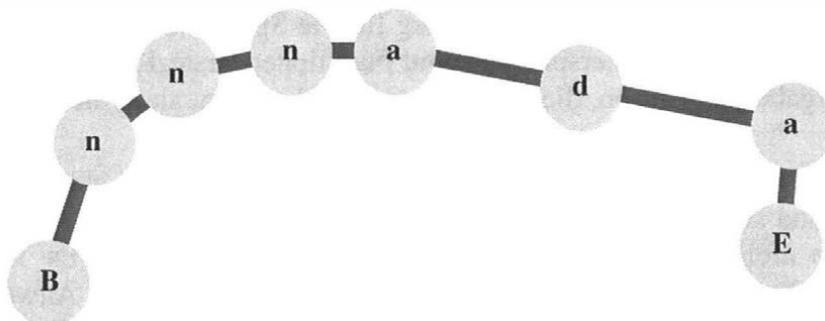


Abb. 4: Eine hierarchische Zerlegung der Route von B nach E in Segmente mit Knickpunkten n, potentiellen Entscheidungspunkten d und Entscheidungspunkten a.

Kognitive Untersuchungen belegen, dass die Routenauswahl von mehreren Faktoren bestimmt wird, von denen für Fußgänger die (geometrisch) kürzeste Route nur die dominante ist (GOLLEDGE 1995). Wir untersuchen daher die Kriterien, nach denen Menschen Wanderrouten planen (CZIFERSKY in Vorbereitung). In einer dafür durchgeführten Umfrage galt das Interesse der Gewichtung dieser Kriterien und ihren Toleranzen. Der Fragebogen wurde von 75 befragten Personen ausgefüllt, die im Jahr durchschnittlich sieben Wanderungen unternahmen. Nach den drei wichtigsten Kriterien befragt, bekamen wir wiederum drei mit deutlichem Abstand häufigst genannte Kriterien heraus: die Gegend, die Dauer und die Schwierigkeit. Danach folgten, in abnehmender Reihenfolge, das Wetter, die Ruhe, die Aussichten, die Schönheit des Weges und die zu überwindenden Steigungen. Unter diesen Kriterien sind einige, die sich kaum aus topographischen Daten modellieren lassen. Wegen ihrer von Wanderern als wichtig eingestuften Qualität dürfen sie in einer Planung aber nicht unberücksichtigt bleiben. Wenn die Dauer eines Routenvorschlages 15% von der gewünschten Dauer abweicht, sind Wanderer noch zufrieden mit dem Vorschlag. Ebenso wird es als ausreichend zutreffend erachtet, wenn ein Routenvorschlag um 150 m im Höhenunterschied vom Wunsch abweicht. Mit solchen Zahlen lässt sich eine multi-kriterielle Routensuche durchführen. Da nicht alle Kriterien linear sind, eine Optimierung (EHRGOTT 2000) also ausfällt, empfiehlt sich eine sequentielle Auswertung der Kriterien. Die Reihenfolge kann sich auf die Gewichtung der Kriterien stützen, so dass Ergebnisse auch in der Qualität beurteilbar bleiben.

4 Formalisierung der Modelle

In diesem Kapitel wird die anvisierte Methode zur Formalisierung von Ontologien vorgestellt. Da wir aus fortlaufender Arbeit berichten, können wir hier noch keine Ergebnisse präsentieren.

Dem Vorschlag von FRANK (1999, 2001) folgend soll eine algebraische Spezifikation (GUTTAG und HORNING 1978; HOREBEEK und LEWI 1989) der gefundenen Ontologien aufgestellt werden. Algebraische Spezifikationen haben vorteilhafte Eigenschaften:

- Sie sind mathematisch sauber, indem sie auf Algebren beruhen;
- Sie sind hinreichend abstrakt;
- Sie sind konstruktiv, d.h. sie sind ausführbar und können getestet werden (*rapid prototyping*);
- Sie können komponentenweise aufgebaut und zusammengesetzt werden (FRANK 1999).

Unter einer Algebra versteht man eine Sorte (oder einen Typ), dafür vereinbarte Axiome, und darauf angewandte Operationen. Eine funktionale Programmiersprache wie Haskell (PEYTON JONES et al. 1999) ist ein geeignetes Werkzeug für die Spezifikation von (mehrsortigen) Algebren. In funktionalen Programmiersprachen sind Funktionen Erste-Klasse-Bürger. Für die Spezifikation von Aufgabenontologien, die auch auf Verben beruhen, sieht diese Eigenschaft vielversprechend aus.

Eine Spezifikation hat zu zeigen, dass sie die Ontologien geeignet abbildet; sie muss in sich konsistent sein, und sie muss vollständig sein. Da algebraische Spezifikationen konstruktiv sind, lassen sich diese drei Punkte zeigen (KUHN 1994; FRANK und KUHN 1999; NITTEL und WINTER 2000). Die zutreffende Abbildung der Ontologien zeigt sich in Anwendungsbeispielen. Konsistenz ist garantiert, da Haskell eine getypte Sprache ist. Der letzte Punkt, Vollständigkeit, zeigt sich in intensiven Tests von kritischen Anwendungsfällen. Für die Tests verweisen wir auf Kapitel 5.

5 Praktische Anwendungen in mobilen Navigationdiensten

Ausgehend von Testszenarios für die formale Spezifikation wird der praktische Nutzen einer Ontologie im Software-Entwicklungsprozess gezeigt. Beispiele dafür sind verschiedene Navigationdienste.

Nach der Modellierung (Kapitel 4) liegt die Ontologie in einer konstruktiven (ausführbaren) Spezifikation vor. Spezifikationen dienen der Kommunikation zwischen Domänenexperten (hier: Navigationsexperten) und Programmentwicklern. Navigationsexperten werden kaum den funktionalen Code der Spezifikation nachvollziehen können. Sie können aber durchaus Fälle benennen, die relevant sind und von einer Ontologie abgedeckt sein sollten. Kommuniziert wird also über das gewünschte und das tatsächliche *Verhalten* der Spezifikation, die hier als Prototyp fungiert.

Im Test ist daher das Domänenwissen der Navigationsexperten aus konkreten oder fiktiven Anwendungssituationen gefragt. Regelfall-Beispiele werden der Spezifikation zugefügt, um sich zu überzeugen, dass die Spezifikation grundsätzlich zu vernünftigen Ergebnissen führt. Ein zweiter Teil der Testphase besteht darin, *kritische* Fälle zu definieren und einem Testlauf zu unterziehen. Getestet wird dabei die Vollständigkeit einer Spezifikation.

Sorgfältiges Testen erlaubt die positive Schlussfolgerung, dass in den dokumentierten Testfällen das gewünschte Verhalten eintritt. Es erlaubt nicht, wie es ein Beweis täte, zu folgern, dass in allen Fällen die Spezifikation fehlerfrei oder vollständig ist. Durch den gewählten Ansatz kann allerdings bei beobachteten Fehlern die Spezifikation in einem direkten Rückkopplungsschritt korrigiert und erneut getestet werden. Sonst übliche Zwischenschritte – Implementation der Änderungen – entfallen. Mit anderen Worten: im Zentrum des Entwurfs steht hier nicht ein Programm, sondern das Modell, die Ontologie.

Als einen Test implementieren wir gerade einen Navigationdienst für Besucher der Technischen Universität Wien¹. Dieser Dienst soll auf einer spezifizierten Ontologie beruhen, das heißt, die Routensuche, die Routenzerlegung und die Kommunikation durch Instruktionen soll auf den spezifizierten Konzepten von Klassen und Aktivitäten beruhen. Wir benutzen dazu das Fußgänger-Verkehrsnetz in der Umgebung der Universität, schrittweise dazu dann auch Passagen, U-Bahn-Stationen und Netze innerhalb der Gebäude der Universität. Diese geometrischen Daten werden ergänzt durch weitere Daten, die die Nicht-Graph-Elemente der Ontologie füllen, insbesondere Landmarken und temporale Attribute von Elementen. Dieser Test deckt die Regelfälle ab, da wir zunächst keine besondere Spezialisierung des mobilen Agenten annehmen und ihn in typischer städtischer Umgebung leiten.

Nach einem erfolgreichen Test der allgemeinen Ontologie könnten Variationen des Szenarios getestet werden. Spezialisierungen können für bestimmte Nutzergruppen oder für bestimmte Räume untersucht werden. Die Erwartung einer Touristin an Navigationsunterstützung ist in Details anders als die eines Besuchers der Universität. Angedacht ist auch eine Übertragung der Ontologie auf den ländlichen Raum, um Wanderer zu leiten (BEER in Vorbereitung; CZIFERSKY in Vorbereitung).

Mit dem verfolgten Ansatz untersuchen wir generelle Modellierungsprinzipien an konkreten Beispielen. Der hierarchische Aufbau der Ontologie soll die Einbettung weiterer Spezialisierungen auf einfache Weise erlauben; andernfalls wäre die Ontologie bis zur Konvergenz zu korrigieren. Daher sind die Anwendungen der Ontologie im Bereich menschlicher Navigationsunterstützung im Prinzip nicht eingeschränkt.

¹ <http://gi13.geoinfo.tuwien.ac.at/users/winter/ws01/>

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dieser Arbeit werden die Problemstellung und konkrete Ansätze gezeigt, um für die Navigationsunterstützung von Menschen deren Konzeptualisierung der Welt und ihrer Aktivitäten darin zu modellieren. Ziel ist der Aufbau einer formalen, algebraischen Ontologie, die einem Routenplanungsdienst ermöglichen soll, für die Kommunikation einer gefundenen Route geeignete Objekte und Aktionen zu wählen. Wir beschäftigen uns nicht mit der Art der Präsentation dieser Objekte und Aktionen (*user interface*).

Auf einer (Aufgaben-)Ontologie beruhende Navigationsdienste sind den Vorstellungen ihrer menschlichen Nutzer näher, weil sie diese explizit modellieren. Sie dürften daher leichter verständlich sein, weniger Fehlinterpretationen beim Nutzer hervorrufen und daher Akzeptanz am Markt finden.

Die vorgestellten Ansätze bedürfen der Ausarbeitung, um manche Versprechen zu belegen und so die aufgestellte Hypothese zu akzeptieren. Im nächsten Schritt arbeiten wir zunächst an der Ontologie eines Besucherleitdienstes im städtischen Raum, wobei wir frühzeitig neben dem städtischen Umfeld auch Navigation in Gebäuden einbeziehen werden. Durch die Betrachtung zweier Räume erhoffen wir, von Beginn an generelle Konzepte einer Navigationsontologie von den spezifischeren individuellen unterscheiden zu können.

Literatur

- Arthur, P., R. Passini: WAYFINDING: PEOPLE, SIGNS, AND ARCHITECTURE. McGraw-Hill Ryerson, Toronto (1992).
- Baron, G., P. Kirschenhofer: EINFÜHRUNG IN DIE MATHEMATIK FÜR INFORMATIKER, Bd. 3. Springer, Wien (1989).
- Beer, S.: STRUKTURIERTE ROUTENBESCHREIBUNGEN ANHAND VON WANDERWEGEN. Diplomarbeit, Technische Universität Wien (2001, in Vorbereitung).
- Booch, G., J. Rumbaugh, I. Jacobson: THE UNIFIED MODELING LANGUAGE USER GUIDE. Addison-Wesley, Reading (1999).
- Corona, B., S. Winter: APPROACHES TO AN ONTOLOGY FOR PEDESTRIAN NAVIGATION SERVICES. Technischer Bericht, Institut für Geoinformation, Technische Universität Wien (2001).
- Couclelis, H.: VERBAL DIRECTIONS FOR WAY-FINDING: SPACE, COGNITION, AND LANGUAGE. In: Portugali, J. (Hrsg.): THE CONSTRUCTION OF COGNITIVE MAPS. Kluwer, Dordrecht (1996), 133 – 153.
- Czifersky, A.: ROUTENPLANUNG ANSPRUCHSVOLLER WANDERUNGEN. Diplomarbeit, Technische Universität Wien (2001, in Vorbereitung).
- Davies, N., K. Cheverst, K. Mitchell, A. Efrat: USING AND DETERMINING LOCATION IN A CONTEXT SENSITIVE TOUR GUIDE. IEEE Computer Journal, 34 (2001), 8, 35 – 41.
- Denis, M., F. Pazzaglia, C. Cornoldi, L. Bertolo: SPATIAL DISCOURSE AND NAVIGATION: AN ANALYSIS OF ROUTE DIRECTIONS IN THE CITY OF VENICE. Applied Cognitive Psychology, 13 (1999), 145 – 174.
- Ehrgott, M.: MULTICRITERIA OPTIMIZATION. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Bd. 491, Springer, Berlin (2000).
- Fellbaum, C. (Hrsg.): WORDNET: AN ELECTRONIC LEXICAL DATABASE. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1998).
- Fensel, D.: ONTOLOGIES: A SILVER BULLET FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ELECTRONIC COMMERCE. Springer, Berlin (2001).
- Fonseca, F. T.: ONTOLOGY-DRIVEN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. Ph.D. thesis, University of Maine, Orono (2001).
- Fonseca, F. T., M. J. Egenhofer, C. A. Davis, K. A. V. Borges: ONTOLOGIES AND KNOWLEDGE SHARING IN URBAN GIS. Computer, Environment and Urban Systems, 24 (2000), 3, 232 – 251.

- Fontaine, S.: SPATIAL COGNITION AND THE PROCESSING OF VERTICALITY IN UNDERGROUND ENVIRONMENTS. In: *Montello, D. R. (Hrsg.): SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 2205. Springer, Berlin (2001), 387 – 399.*
- Fontaine, S., M. Denis: THE PRODUCTION OF ROUTE INSTRUCTIONS IN UNDERGROUND AN URBAN ENVIRONMENTS. In: *Freksa, C., D. M. Mark (Hrsg.): SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1661. Springer, Berlin (1999), 83 – 94.*
- Frank, A. U.: ONE STEP UP THE ABSTRACTION LADDER: COMBINING ALGEBRAS – FROM FUNCTIONAL PIECES TO A WHOLE. In: *Freksa, C., D. M. Mark (Hrsg.): SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1661. Springer, Berlin (1999), 95 – 107.*
- Frank, A. U.: PRAGMATIC INFORMATION CONTENT - HOW TO MEASURE THE INFORMATION IN A ROUTE DESCRIPTION. *GeoInformatica (2001, im Druck).*
- Frank, A. U., W. Kuhn: A SPECIFICATION LANGUAGE FOR INTEROPERABLE GIS. In: *Goodchild, M. F. et al. (Hrsg.): INTEROPERATING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. Kluwer, Norwell, MA (1999), 123 – 132.*
- Freundschuh, S. M., D. M. Mark, S. Gopal, M. D. Gould, H. Couclelis: VERBAL DIRECTIONS FOR WAY-FINDING: IMPLICATIONS FOR NAVIGATION AND GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS SYSTEMS. In: *Brassel, K., H. Kishimoto (Hrsg.): 4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING. Department of Geography, University of Zurich (1990), 478 – 487.*
- Ganter, B., R. Wile: FORMAL CONCEPT ANALYSIS. Springer, Berlin (1999).
- Gibson, J.: THE ECOLOGICAL APPROACH TO VISUAL PERCEPTION. Erlbaum, Hillsdale, NJ (1979).
- Gillner, S., H. A. Mallot: NAVIGATION AND ACQUISITION OF SPATIAL KNOWLEDGE IN A VIRTUAL MAZE. *Journal of Cognitive Neuroscience, 10 (1998), 4, 445 – 463.*
- Golledge, R. G.: PATH SELECTION AND ROUTE PREFERENCE IN HUMAN NAVIGATION: A PROGRESS REPORT. In: *Frank, A. U., W. Kuhn (Hrsg.): SPATIAL INFORMATION THEORY – A THEORETICAL BASIS FOR GIS. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 988. Springer, Berlin (1995), 207 – 222.*
- Gruber, T. R.: TOWARD PRINCIPLES FOR THE DESIGN OF ONTOLOGIES USED FOR KNOWLEDGE SHARING, KNOWLEDGE SYSTEMS LABORATORY. Stanford University (1993).
- Gutttag, J. V., J. J. Horning: THE ALGEBRAIC SPECIFICATION OF ABSTRACT DATA TYPES. *Acta Informatica, 10 (1978), 27– 52.*
- Habel, C.: PROZEDURALE ASPEKTE DER WEGPLANUNG UND WEGBESCHREIBUNG. In: *Schnelle, H., G. Rickheit (Hrsg.): SPRACHE IN MENSCH UND COMPUTER. Westdeutscher Verlag, Opladen (1988), 107 – 133.*
- Hochmair, H.: LEAST ANGLE HEURISTIC: CONSEQUENCES OF ERRORS DURING NAVIGATION. In: *Caschetta, A. R. (Hrsg.): GISCIENCE 2000. University of California Regents, Savannah, GA, (2000), 282 – 285.*
- Horebeek, I. V., J. Lewi: ALGEBRAIC SPECIFICATIONS IN SOFTWARE ENGINEERING. Springer, Berlin (1989).
- Kokla, M., M. Kavouras: FUSION OF TOP-LEVEL AND GEOGRAPHIC DOMAIN ONTOLOGIES BASED ON CONTEXT FORMATION AND COMPLEMENTARITY. *International Journal of Geographical Information Science, 15 (2001), 7, 679 – 687.*
- Koppers, L., S. Schäfer: TOUREN-ROUTING MIT GIS – EIN NEUER ANSATZ: DAS SEILANPASSUNGSVERFAHREN. *GIS, 12 (1999), 4, 19 – 23.*
- Kuhn, W.: DEFINING SEMANTICS FOR SPATIAL DATA TRANSFERS. In: *Waugh, T. C., R. G. Healey (Hrsg.): ADVANCES IN GIS RESEARCH. Proceedings 6th International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh (1994), 973 – 987.*
- Kuhn, W.: HOW TO PRODUCE ONTOLOGIES: AN APPROACH GROUNDED IN TEXTS. In: *Winter, S. (Hrsg.): GEOGRAPHICAL DOMAIN AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS. GeoInfo Serie Bd. 19. Institut für Geoinformation, Technische Universität Wien (2000), 63 – 71.*
- Kuhn, W.: ONTOLOGIES IN SUPPORT OF ACTIVITIES IN GEOGRAPHICAL SPACE. *International Journal of Geographical Information Science, 15 (2001), 7, 613 – 632.*
- Kuipers, B. J.: MODELING SPATIAL KNOWLEDGE. *Cognitive Science, 2 (1978), 129 – 153.*
- Lovelace, K. L., M. Hegarty, D. R. Montello: ELEMENTS OF GOOD ROUTE DIRECTIONS IN FAMILIAR AND UNFAMILIAR ENVIRONMENTS. In: *Freksa, C., D. M. Mark (Hrsg.): SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1661. Springer, Berlin (1999), 65 – 82.*

- Lynch, K.*: THE IMAGE OF THE CITY. MIT Press, Cambridge (1960).
- Mark, D. M., B. Smith, B. Tversky*: ONTOLOGY AND GEOGRAPHIC OBJECTS: AN EMPIRICAL STUDY OF COGNITIVE CATEGORIZATION. In: *Freksa, C.; D. M. Mark (Hrsg.)*: SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1661. Springer, Berlin (1999), 283 – 298.
- Moulin, B., D. Kettani*: ROUTE GENERATION AND DESCRIPTION USING THE NOTIONS OF OBJECT'S INFLUENCE AREA AND SPATIAL CONCEPTUAL MAP. *Spatial Cognition and Computation*, 1 (1999), 3, 227 – 259.
- Nittel, S., S. Winter*: FORMALISATION OF SPATIAL STANDARDS. In: *Caschetta, A. R. (Hrsg.)*: GISCIENCE 2000. University of California Regents, Savannah, GA, (2000), 93 – 98.
- OGC: CALL FOR PARTICIPATION IN THE OPEN LOCATION SERVICES TESTBED PHASE 1 (OPENLS-1). Open GIS Consortium, Bloomington, Indiana (2001).
- Peyton Jones, S., J. Hughes, L. Augustsson, D. Barton, B. Boutel, W. Burton, J. Fasel, K. Hammond, R. Hinze, P. Hudak, T. Johnsson, M. Jones, J. Launchbury, E. Meijer, J. Peterson, A. Reid, C. Runciman, P. Wadler*: HASKELL 98: A NON-STRICT, PURELY FUNCTIONAL LANGUAGE. (1999). <http://haskell.org/online-report/>
- Raubal, M.*: ONTOLOGY AND EPISTEMOLOGY FOR AGENT-BASED WAYFINDING SIMULATION. *International Journal of Geographical Information Science*, 15 (2001), 7, 653 – 665.
- Rodriguez, M. A., M. J. Egenhofer, R. D. Rugg*: ASSESSING SEMANTIC SIMILARITIES AMONG GEOSPATIAL FEATURE CLASS DEFINITIONS. In: *Vckovski, A., K. E. Brassel, H.-J. Schek, (Hrsg.)*: INTEROPERATING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1580. Springer, Berlin (1999), 190 – 202.
- Schlaisich, I.*: SKETCH MAPS AND GIS OUTPUT. Diplomarbeit, Technische Universität Wien (1998).
- Sester, M., K.-H. Anders, V. Walter*: LINKING OBJECTS OF DIFFERENT SPATIAL DATA SETS BY INTEGRATION AND AGGREGATION. *GeoInformatica*, 2 (1998), 4, 335 – 358.
- Siegel, A. W., S. H. White*: THE DEVELOPMENT OF SPATIAL REPRESENTATIONS OF LARGE-SCALE ENVIRONMENTS. In: *Reese, H. W. (Hrsg.)*: ADVANCES IN CHILD DEVELOPMENT AND BEHAVIOR, Bd. 10. Academic Press, New York (1975), 9 – 55.
- Smith, B.*: AN INTRODUCTION TO ONTOLOGY. In: *Peuquet, D., B. Smith, B. Brogaard (Hrsg.)*: THE ONTOLOGY OF FIELDS. Report of a Specialist Meeting held under the auspices of the Varenus Project, NCGIA, Bar Harbour, Maine (1999).
- Sorrows, M. E., S. C. Hirtle*: THE NATURE OF LANDMARKS FOR REAL AND ELECTRONIC SPACES. In: *Freksa, C., D. M. Mark (Hrsg.)*: SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 1661. Springer, Berlin (1999), 37 – 50.
- Timpf, S.*: ONTOLOGIES OF WAYFINDING: A TRAVELER'S PERSPECTIVE. *Networks and Spatial Economics*, (2001, im Druck).
- Timpf, S., G. S. Volta, D. W. Pollock, A. U. Frank, M. J. Egenhofer*: A CONCEPTUAL MODEL OF WAYFINDING USING MULTIPLE LEVELS OF ABSTRACTION. In: *Frank, A. U., I. Campari, U. Formentini (Hrsg.)*: THEORIES AND METHODS OF SPATIO-TEMPORAL REASONING IN GEOGRAPHIC SPACE. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 639. Springer, Berlin (1992), 348 – 367.
- Tversky, B.*: COGNITIVE MAPS, COGNITIVE COLLAGES, AND SPATIAL MENTAL MODELS. In: *Frank, A. U., I. Campari (Hrsg.)*: SPATIAL INFORMATION THEORY. Lecture Notes in Computer Science, Bd. 716. Springer, Heidelberg (1993), 14 – 24.
- Uitermark, H.*: ONTOLOGY-BASED GEOGRAPHIC DATA SET INTEGRATION. Ph.D. thesis, University of Twente, Twente (2001).
- Werner, S., B. Krieg-Brückner, T. Herrmann*: MODELLING NAVIGATIONAL KNOWLEDGE BY ROUTE GRAPHS. In: *Freksa, C. et al. (Hrsg.)*: SPATIAL COGNITION II. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Bd. 1849. Springer, Berlin (2000), 295 – 316.
- Werner, S., B. Krieg-Brückner, H. A. Mallot, K. Schweizer, C. Freksa*: SPATIAL COGNITION: THE ROLE OF LANDMARK, ROUTE, AND SURVEY KNOWLEDGE IN HUMAN AND ROBOT NAVIGATION. In: *Jarke, M., K. Pasedach, K. Pohl (Hrsg.)*: INFORMATIK '97. Springer, Berlin (1997), 41 – 50.
- Winter, S.*: ONTOLOGY: BUZZWORD OR PARADIGM SHIFT IN GI SCIENCE? *International Journal of Geographical Information Science*, 7 (2001), 5, 587 – 590.

Adaptive Visualisierung von Geodaten für Location Based Services – ein konzeptionelles Framework

Tumasch Reichenbacher, München

Zusammenfassung

Die Visualisierung von Geoinformation in *Location Based Services* weist erhebliche methodische Defizite und Qualitätsmängel auf, was eine effektive mobile Kartographie verhindert. Der hier aufgezeigte Ansatz versucht, den Benutzer und die Besonderheiten der Mobilität mit zu berücksichtigen. Die sinnvolle mobile Nutzung von Geoinformation erfordert ein großes Maß an Adaption. Zu Beginn dieses Beitrags wird auf die Gründe für eine solche Adaption eingegangen. Anschließend wird die Adaption und ihre Form näher besprochen. Das heißt, insbesondere wie der Kontext und die Benutzerinteressen die adaptive und dynamische Generierung von Visualisierungen für mobile Benutzer steuern können. Anhand einiger Beispiele werden adaptive Methoden zur Visualisierung von Geodaten illustriert. Zum Abschluss werden die Voraussetzungen der Adaption sowie die mögliche technische Umsetzung mittels *Scalable Vector Graphics* diskutiert.

Abstract

Existing approaches to mobile visualisation of geoinformation in *Location Based Services* show significant methodological problems and a lack of quality. This leads to an inefficient mobile cartography. Hence, the approach proposed in this paper will sketch a general conceptual framework focusing on the special characteristics of the mobile environment and the user having special tasks as well as own characteristics. The adaptation and its prerequisites needed for sensible mobile use of geoinformation are discussed. Adaptive methods for mobile visualisation purposes are illustrated by means of some examples. Finally a possible technical implementation using *Scalable Vector Graphics* is described.

1 Einführung

Unsere Gesellschaft wird immer mehr zu einer Informationsgesellschaft. Aktuelle und relevante Informationen und ihre Verarbeitung gewinnen in der Geschäftswelt aber auch im privaten Bereich an Bedeutung. Gerade die rasante Entwicklung und Durchdringung des Internets haben diesen Trend verstärkt.

Ziel einer neuen Kartographie sollte es sein, möglichst vielen Menschen in unserer Gesellschaft bei der mobilen Nutzung von Geodaten Unterstützung zu bieten. Nur durch diese mobile

Assistenz kann auch weiterhin eine effiziente Kommunikation räumlicher Information sichergestellt werden und können die Möglichkeiten neuer mobiler Technologien auch nutzbringend sein. Dazu ist allerdings ein hohes Maß an Adaption erforderlich. Diese ist aus verschiedenen Gründen notwendig. Erstens zwingt die zunehmende Fülle an Informationen und die Gefahr eines Verlierens darin zu einer geeigneten Kanalisierung der Informationsflut. Zweitens ermöglicht die Adaption eine größere Akzeptanz neuer und teilweise auch noch unausgereifter Techniken. Drittens bedingen gewisse neue Dienste, die für den Nutzer kostenpflichtig sind und daher auch einen Mehrwert bringen sollen, eine Adaption.

Dies erlaubt eine Adaption in Form einer kontextbasierten Informationsaufbereitung, wobei die Filterung nicht nur in einer verringerten Informationsmenge besteht, sondern auch relevantere, detailliertere, genauere und daher angemessenere Information liefert und so eher den Benutzerbedürfnissen entspricht. Diese Anpassungsfähigkeit ist ein Hauptbestandteil der mobilen Kartographie und *Location Based Services* (LBS).

2 Visualisierung von Geodaten in Location Based Services

LBS vermitteln Informationen, die eine Relevanz zum aktuellen Aufenthaltsort des Benutzers haben. Die Information kann oft auch in Textform dargestellt werden, doch da der Raumbezug vorhanden ist, wird dennoch oft auf eine graphische Präsentation als sehr effizientes Mittel zurückgegriffen. Gerade Standorte und Routen werden meist in Kartenform dargestellt. Allerdings bringen die kleinen Bildschirme der mobilen Geräte dabei erhebliche Probleme mit sich. Auch die Rastertechnologie der Bildschirme führt in vielen Fällen zu unerwünschten Effekten bei kartographischen Symbolen und Schriften (BRUNNER 2001). Zudem wird das Hauptaugenmerk bei den technologiegetriebenen LBS nicht auf die Visualisierung der Geoinformation gelegt. Die Konsequenz sind meist nicht sehr geeignete Kartendarstellungen, deren Qualität in der Regel sehr zu wünschen übrig lässt (siehe Abbildung 1). Häufig ist das Kartenbild viel zu dicht, der Generalisierungsgrad deutlich zu gering. Die Karte ganz rechts ist zwar nicht überladen, jedoch laufen hier die Schriften ineinander und das Symbol, das hier die wichtigste Information vermitteln soll, ist trotz ausreichendem Platz viel zu klein.

Es gibt zwar mittlerweile auch positive Beispiele, die allerdings meist aus dem akademischen Bereich stammen. Ein solches Beispiel ist das Projekt *Local Location Assistant* (LoL@), in dessen Rahmen eine Prototypanwendung für die Visualisierung von Geoinformation auf UMTS-Geräten entwickelt wurde (UHLIRZ 2001). Dabei wurden einige, speziell die Kartographie be-



Abb. 1: Beispiele von Kartendarstellungen in LBS (© Webraksa; Mapflow; Whereonearth; Maptuit)

treffende Schwierigkeiten identifiziert, wie z.B. mangelnde Auflösung, fehlende Übersicht aufgrund kleiner Displays, schwer leserliche Kartenschrift und Maßstabswahl. Anhand von Beispielen werden erste Lösungsansätze für eine Adaptierung der Karten und z.B. auch ein Routing mit Sprachhinweisen demonstriert.

Die Probleme bei der Visualisierung von Geoinformation in LBS lassen sich folgendermaßen beschreiben:

- Visualisierung oft den Aufgaben, Zielen, Bedürfnissen und dem Kontext nicht angemessen.
- Oft nur Verwendung von vorgefertigten Rasterkarten (meist Scans bestehender Papierkarten).
- Unflexibel, nicht dynamisch, zu große Datenmengen.
- Vektorkarten meist unsymbolisiert.

Die obige Liste zeigt einige Defizite auf und macht klar, dass im Bereich einer sinnvollen Kartengraphik für mobile Geräte mit sehr kleinen Displays noch ein erheblicher Forschungsbedarf besteht. Ebenso fehlen genauere Untersuchungen, wie eine Benutzerschnittstelle für mobile Anwendungen am effizientesten gestaltet werden kann. Konzepte, wie eine Personalisierung und Adaptierung in der Kartographie funktionieren könnte, wurden erst angedacht.

Die Funktionalitäten von mobilen Karten haben einige gemeinsame Grundfunktionen mit Webkarten, wie etwa das Zoomen, Verschieben des Ausschnittes und Selektieren. Was jedoch im mobilen Kontext benötigt würde, aber noch fehlt sind z.B. die dynamische Standortsanzeige, die automatische Kartenausrichtung, die Kartierung der zurückgelegten Strecke, der automatische Maßstabswechsel bei Änderung des Transportmittels, die Anzeige der Positionsgenauigkeit.

3 Eine Vision der mobilen Visualisierung von Geoinformation

Wie REICHENBACHER (2001) aufzeigt, ist die adaptive Visualisierung von Geodaten das zentrale Element der mobilen Kartographie. Die Vision einer mobilen Kartographie ist der einfache Zugriff auf Geoinformation für alle, zu jeder Zeit, an jedem Ort. Dem Benutzer soll immer die adäquate Information zur rechten Zeit am rechten Ort präsentiert werden, also auf seinen Aufenthaltsort, seinen Kontext, seine Interessen, sein Vorwissen usw. abgestimmt. Zugleich soll die Nutzung eines solchen Systems oder Geräts so einfach sein, dass alle Benutzer und nicht nur die technisch versierten, damit umgehen können. Das bedeutet, dass die notwendige komplexe Technik vor dem Benutzer weitgehend verborgen wird, ganz im Sinne des von NORMAN (1999) postulierten „invisible computer“. Möglichst viele Aufgaben werden von solch einem System automatisch im Hintergrund – beispielsweise von autonomen Agenten – erledigt. Dabei muss aber stets eine Transparenz vorhanden bleiben, will heißen, der Benutzer muss jederzeit die Möglichkeit haben, auch selbst interaktiv eingreifen zu können. Dieser nutzer-zentrierte Ansatz, den DRANSCH (2000) auch für die Kartographie reklamiert, setzt stark auf den Begriff der Brauchbarkeit. Nach der ISO 9241 Norm ist die Brauchbarkeit „... the effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users can achieve specified goals in particular environments.“

Für den Teil dieser Vision, der sich mit der Visualisierung von Geoinformation auseinandersetzt, hat REICHENBACHER (2001) einen konzeptuellen Rahmen entwickelt. Um einer Realisierung der erwähnten Vision bzw. einer Umsetzung des Konzepts näher zu kommen, sind wie schon angedeutet, in vielen Bereichen Adaptionen notwendig.

4 Adaptive Visualisierung

Unter **Adaption** wird in der Biologie allgemein die Anpassung an die Umweltbedingungen verstanden. Allgemein ist es die Anpassung an die Gegebenheiten, Umstände, Umwelt. Übertragen auf mobile Informationssysteme bedeutet es eine Anpassung an die Technik, den Benutzer und den Kontext. Die Anpassung an einen bestimmten Benutzer wird meist als **Personalisierung** bezeichnet.

Ist ein System **adaptiv**, bedeutet dies, dass die Adaption zumindest teilweise automatisch geschieht; das System ist hingegen **adaptierbar**, wenn z.B. durch Interaktionen Anpassungen vorgenommen werden können. Diese Qualität der Adaption, also die Anpassungsfähigkeit, wird auch als **Adaptivität** bezeichnet. Nicht alles ist adaptierbar oder zumindest nicht im gleichen Umfang adaptierbar. Das übergeordnete Ziel der Adaption für mobile Informationssysteme ist die **Adäquanz**. Um adäquatere Antworten liefern zu können, sind adaptive Ansätze sinnvoll. So meint auch BRUSILOVSKY (2001): „*Adaptive hypermedia is an alternative to the traditional 'one-size-fits-all' approach in the development of hypermedia systems.*“ Die **adaptive Visualisierung** kann eine Komponente eines mobilen Informationssystems oder eines LBS sein. Ziel ist, die Visualisierung von Geoinformation in bezug auf den Benutzer zu personalisieren und an das verwendete Gerät sowie den aktuellen Kontext anzupassen und zwar möglichst so, dass es keiner weiteren Anpassung durch den Benutzer mehr bedarf, weil die Visualisierung schon optimiert ist. Geschieht dies automatisch und ohne Benutzerinteraktion spricht man von **selbst-adaptiven** Systemen. Ein solcher Ansatz ist sicherlich zu extrem, schließlich sollte der Benutzer immer die Gelegenheit haben, interaktiv einzugreifen, selbst wenn dies eigentlich gar nicht notwendig wäre. Es ist zum Beispiel denkbar, dass ein Benutzer Informationen zu einem anderen Standort als demjenigen betrachten möchte, an dem er sich gerade aufhält. Ohne Interaktionsmöglichkeit wäre ein derartiges Unterfangen nicht möglich. Auch gibt es bestimmte Nutzergruppen, die aufgrund ihrer Professionalität mehr Interaktivität erwünschen. Interaktionen könnten auch als Input für eine Lernkomponente des Benutzermodells dienen (*machine learning*). Ganz wesentlich ist die Feststellung, dass sich diese Formen der Adaption nicht gegenseitig ausschließen. Ein selbst-adaptives System kann auch adaptierbar sein, sofern ein Benutzer interaktiv eingreifen will oder muss.

Es lohnt sich, die Adaption im Umfeld von LBS und mobilen Informationssystemen systematisch zu analysieren. Abbildung 2 gibt Auskunft darüber, warum, was und wofür dabei eigentlich adaptiert wird.

Die im mittleren Kasten der Abbildung 2 aufgeführten Punkte hängen allerdings wiederum sehr stark von der Art und Verfügbarkeit der Information ab. Im Prinzip macht die Adaption nur Sinn, wenn wir Geoinformation mit GOODCHILD (2000) verstehen als: „... *one could define geographic information as well-defined locations on the Earth's surface; in other words information associated with a geographic footprint. But that definition fits guidebooks, photographs of landscapes, even pieces of music with geographic associations. Possession of a footprint is the minimal requirement for place-based retrieval.*“ Das *Open GIS Consortium* hat in seiner *Web Map Server Interfaces Implementation Specification* zwei Fälle von Geoinformation unterschieden: den *picture* und den *data case*. Diesen ließe sich aber auch noch weitere Fälle hinzufügen, so dass wir zu folgender Aufstellung möglicher Fälle gelangen:

1. Geodatenserver: objektstrukturierte Geoinformation (in Vektorform): „*data case*“
2. Mapserver: Karten als Rasterbild: „*picture case*“
3. Information mit implizitem Raumbezug
4. Keine Information

Warum wird adaptiert? aufgrund einer Änderung von:	Was wird adaptiert?	Wofür wird adaptiert?
Position	Inhalt	Benutzer
Zeit	Übertragungsformate	Kontext
Benutzer, z.B. - Präferenzen - Rolle	Datenmenge	Aufgabe
Kontext, z.B. - Fortbewegungsgeschwindigkeit	Modalität - visuell - akustisch - haptisch	
Aufgabe	Visualisierung	
Übertragungsbandbreite	Benutzerschnittstelle	
Geräteigenschaften - CPU, Speicher - Display (Größe, Auflösung)		

Abb. 2: Adaption: warum, was und wofür?

5. Geodatenserver: objektstrukturierte Geoinformation (in Vektorform): „*data case*“
6. Mapserver: Karten als Rasterbild: „*picture case*“
7. Information mit implizitem Raumbezug
8. Keine Information

Fall 1 bietet das höchste Potential an Adaption. Für den *Fall 2* kann im Prinzip nur Ausschnitt, Farbtiefe, Auflösung und Kompression angepasst werden. Im *Fall 3* kann eine Adaption in Form einer Transformation erfolgen. Im *Fall 4* schließlich ist keine Adaption möglich. Für die Benutzerschnittstelle hat die Unterscheidung dieser Fälle weitreichende Konsequenzen. Wie kann dem Benutzer in *Fall 4* das Fehlen von Informationen vermittelt werden? Wie lassen sich Unterschiede in der Qualität der Daten kommunizieren? Sollen dem Benutzer im *Fall 4* Alternativen angeboten werden mit der Gefahr inadäquater Informationsvermittlung?

Aus obiger Fallaufstellung und Goodchilds umfassenderem Verständnis geographischer Information wird schnell klar, dass die visuelle Schiene als einzige ein weites Feld an Information und vor allem auch andere Formen der Informationsvermittlung, die in einer mobilen Situation vielleicht manchmal sogar sinnvoller sind, ausklammert. Daher erscheint es dem Autor als nutzbringend für die Kartographie, sich vermehrt mit der multimodalen Informationsvermittlung auseinander zu setzen. Unter Modalität wollen wir nach BUZIEK (2001) „... die Kodierung und informationsartspezifische Aufbereitung von Geodaten mittels Zeichen und modellhaften Darstellungen zur Ansprache unterschiedlicher Sinneskanäle unter Verwendung von wissensbildenden Grundprinzipien wie Redundanz, Komplementarität und Inferenz“ verstehen. Multimodal bedeutet dementsprechend die Nutzung mehr als einer Modalität bzw. mehr als eines Informationskanals. Abbildung 3 zeigt das Prinzip der Multimodalität auf. Die Information – im Sinne Goodchilds mit einem *geographic footprint* versehen – kann in verschiedene Medien aufgesplittet sein. Das bedeutet, dass ein und dieselbe Informationseinheit quasi redundant, aber in unterschiedlicher Form vorliegen kann. Der Begriff Medium wird dabei für das physikalische Medium zur Speicherung der Information oder aber auch für die Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten eines Computersystems verwendet (VAN MULKEN 1999). Für die mobile Kartographie können neben Kartendarstellungen auch andere Medien wie Bilder (z.B. Gebäudeansichten), Video (Wetterkamera, Animationen) und Ton (Geräusche, Sprache) zur Informationsvermittlung verwendet werden. In diesem Sinne ist die mobile Kartographie auch multimedial. Das Medium bestimmt nun die Modalität der Informationsübermittlung bzw. den Informationskanal, mit dem die Information vom Benutzer wahrgenommen wird. Diese Aufsplittung erlaubt die

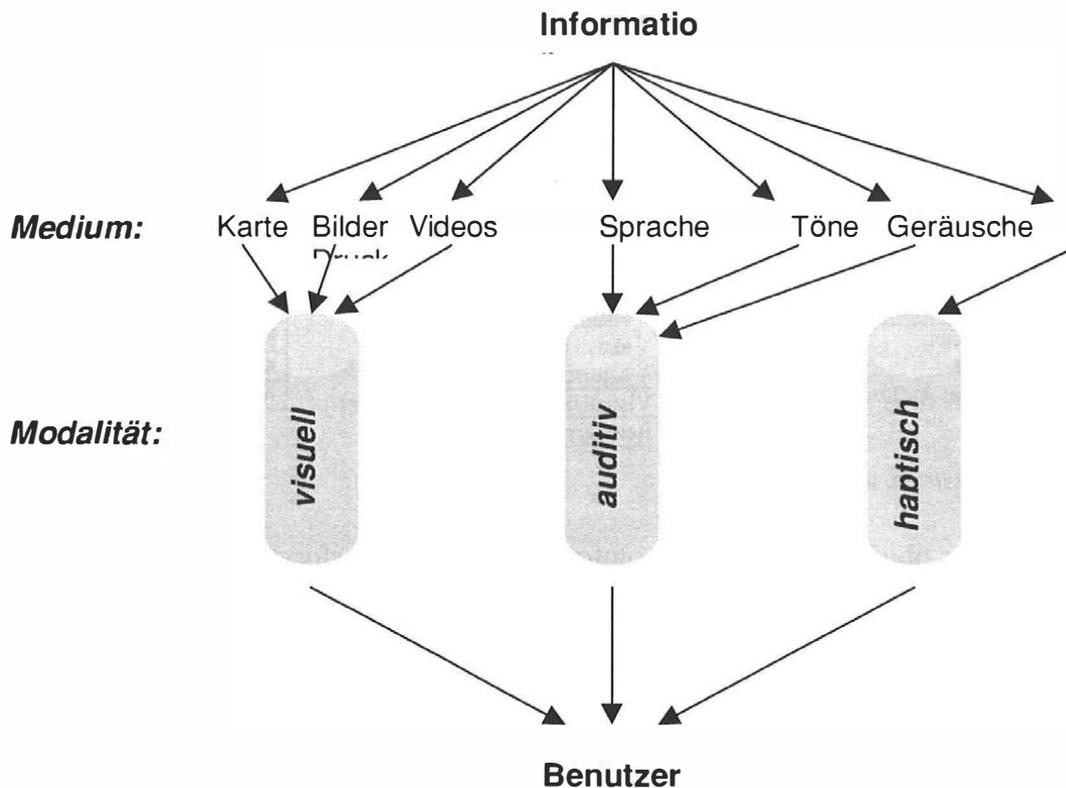


Abb. 3: Prinzip der Multimodalität

Wahl eines bestimmten Kanals für bestimmte Kontexte, aber auch die Kombination verschiedener Modalitäten. Für die mobile Kartographie wird es entscheidend sein, unterschiedliche Modalitäten je nach Kontext und Benutzer zu wählen. Gerade der akustische Kanal spielt in einer mobilen Umgebung eine wichtige Rolle. Neben einfachen akustischen Signalen zur Fokussierung der Aufmerksamkeit wie sie beispielsweise von Mobiltelefonen für den Eingang einer SMS her bekannt sind, können Töne auch für komplexere Informationsvermittlung eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang scheint die Idee der akustischen Variablen vielversprechend.

Die adaptive Visualisierung bietet viele neue Möglichkeiten wie Anpassungsfähigkeit, Benutzerfokus, Dynamik und Kontextbewusstsein. Im wesentlichen ist damit die Fähigkeit der Visualisierungstechnik gemeint, sich einem spezifischen Benutzer und seinem aktuellen Kontext anzupassen. Der Kontext beeinflusst die Informationsnachfrage des Benutzers. Darüber hinaus definieren Benutzer und Kontext auch die Menge und den Detaillierungsgrad der von Informationsservern zu extrahierenden Informationen und die Art und Weise, wie diese Informationen visualisiert werden. Für den gleichen Standort können unterschiedliche Visualisierungen für unterschiedliche Benutzer festgelegt werden und für den gleichen Benutzer unterschiedliche Karten entsprechend unterschiedlicher Kontexte erzeugt werden.

Methodisch erfolgt die Adaption auf drei Ebenen (siehe Abbildung 4):

- **Inhalt**: Kontext oder Benutzerinteressen definieren einen gewissen Suchraum; Daten werden entsprechend selektiert.
- **Technik**: unterschiedliche Geräte mit spezifischen Eigenschaften (z.B. Displaygröße) bedingen unterschiedliche Aufbereitung und Übermittlung der Information.
- **Darstellungsform**: die Kartengraphik als solche muss für den Kontext und den jeweiligen Benutzer angepasst werden.

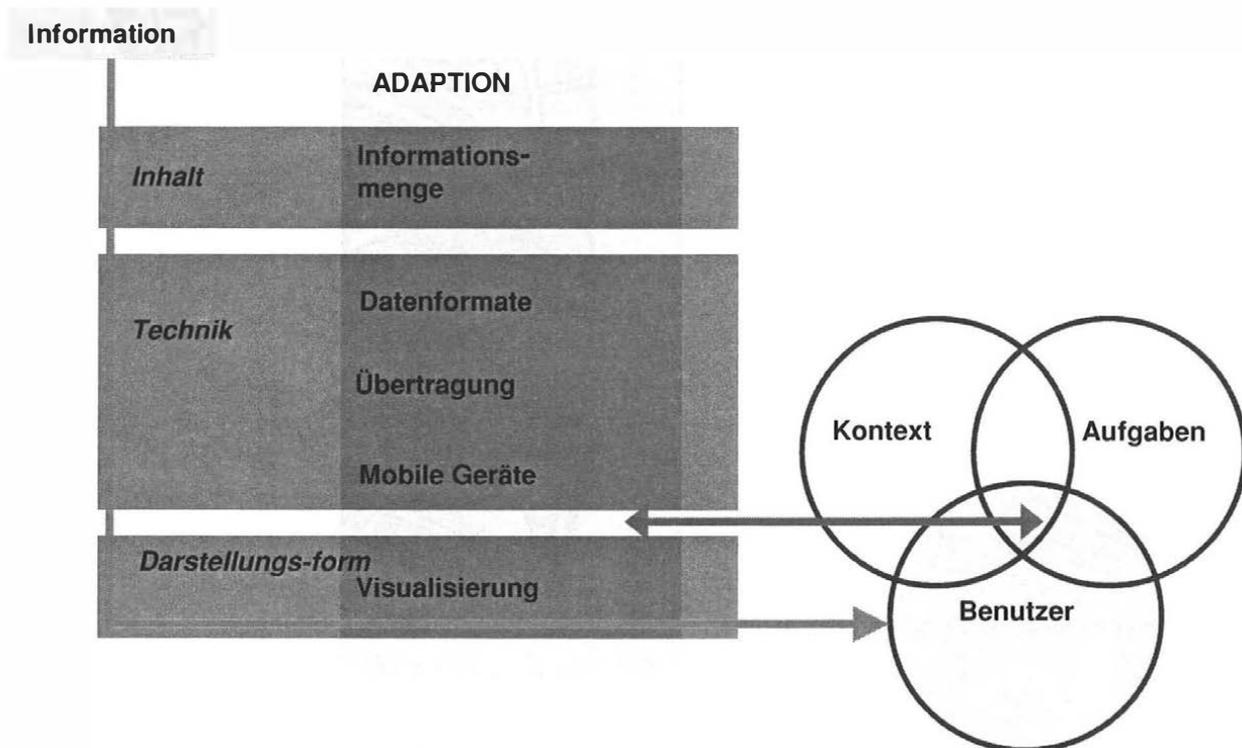


Abb. 4: Konzeptionelles Framework der adaptiven Visualisierung

Auf der Inhaltsebene wird der Informationsinhalt auf den Benutzer, die Aufgaben und den Kontext adaptiert; dies ist in aller Regel eine Filterung der Informationsmenge. Die von Daten-, Geo- und Kartenservern extrahierten Daten müssen eventuell bezüglich Datenformate angepasst werden. Die Daten sind gegebenenfalls für den Transport über ein drahtloses Netz anzupassen (z.B. Komprimierung). Außerdem müssen die Informationen an unterschiedliche Geräte mit ihren spezifischen Eigenheiten (Displaygröße und -auflösung, Speicher, CPU, etc.) angepasst werden. Schließlich muss die Visualisierung der Information wiederum an Benutzer, Aufgaben und Kontext angepasst werden.

Ansätze für adaptive Informationsdarstellungen finden sich bei (CHALMERS et al. 2001; GOEL 2001; POSLAD et al. 2001; SCHMIDT-BELZ et al. 2001). Ein Beispiel ist die Anwendung einer sogenannten *utility function* zur Auswahl geeigneter Visualisierungsvarianten (CHALMERS et al. 2001). Als Beispiele für Forschungsprojekte, die teilweise adaptive Konzepte für das mobile Umfeld umgesetzt haben, sind etwa GUIDE (CHEVERST et al. 2000) und DeepMap (MALAKA 2000) zu erwähnen.

Bereits bestehende **adaptive Methoden**, die auch in der Kartographie eingesetzt werden könnten, sind die Verwendung einer beweglichen **Lupe** und **progressive rendering**. Die Lupe ermöglicht es, die Informationen innerhalb der Linse vergrößert, detaillierter, in einem anderen Maßstab, mit mehr oder weniger Elementen, oder mit einer anderen Graphikform darzustellen. Abbildung 5 zeigt die Anwendung einer Verzerrungslupe (*Pliable Display Technology* der Firma IDELIX Software Inc.) am Beispiel der Münchner Innenstadt. In der rechten Hälfte der Abbildung wird durch die Linse auf die Münchner Frauenkirche fokussiert. Beim *progressive rendering* wird ähnlich wie bei Rasterbildern zuerst eine gröbere Ansicht übertragen, die dann sukzessive verfeinert wird. Dies bedingt natürlich eine geeignete Strukturierung und Priorisierung der Information. Abbildung 6 zeigt das Prinzip von *progressive rendering* anhand des Gewässernetzes von Südbayern.

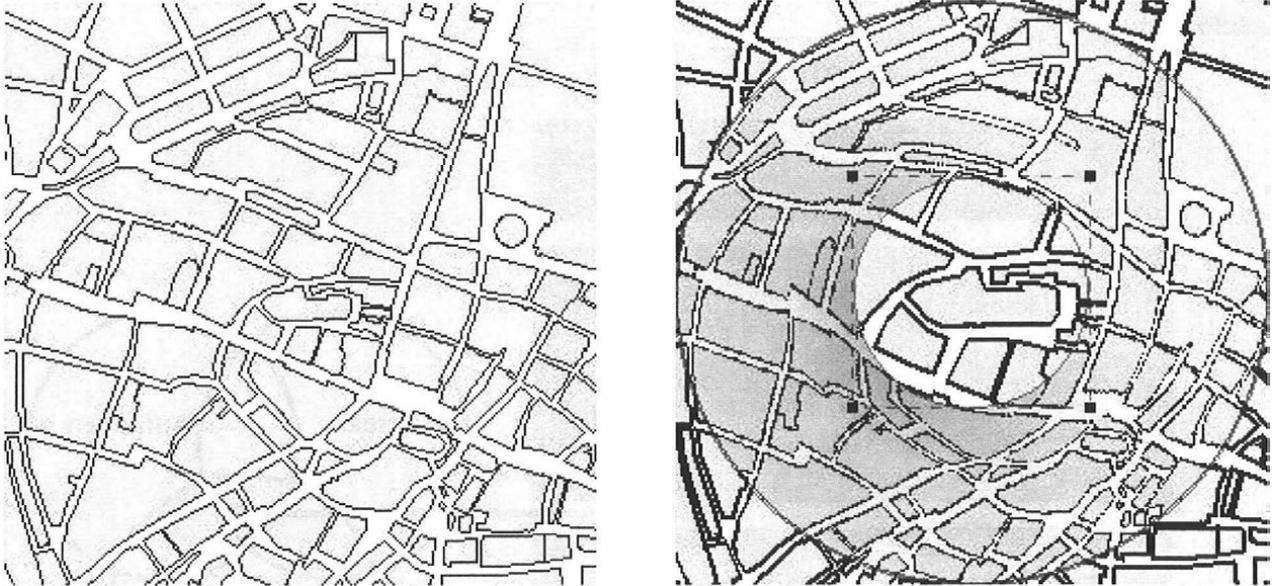


Abb. 5: Anwendung von Verzerrungslupen (Daten: © Städtisches Vermessungsamt München)

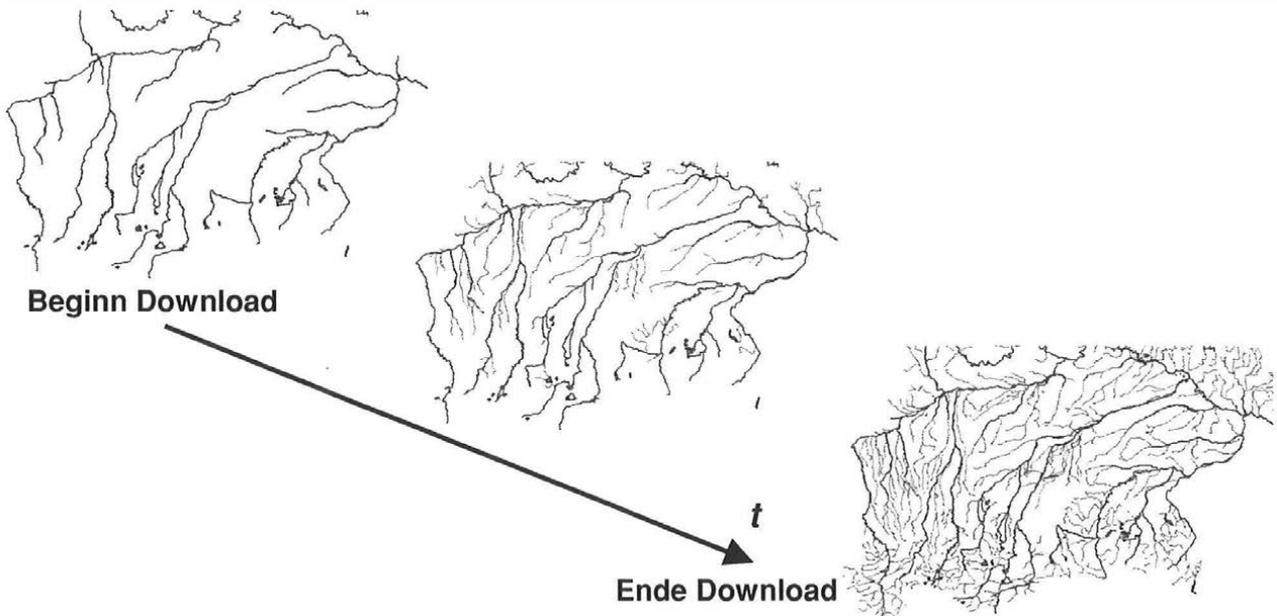


Abb. 6: Prinzip des progressive rendering (Daten: © ATKIS500 Bayern)

5 Voraussetzungen für eine adaptive Visualisierung

Um eine adaptive Visualisierung zu ermöglichen ist die Modellierung der entscheidenden Einflussgrößen unerlässlich. Dazu gehören insbesondere der Benutzer, seine Aufgaben und sein Kontext.

Das **Aufgabenmodell** dient dem Abbilden der Benutzeraufgaben, die in einem mobilen Umfeld möglich sind und sich doch erheblich von Aufgaben an einem festen Standort unterscheiden können. Insbesondere spielt der Faktor Zeit eine entscheidende Rolle.

Im **Benutzermodell** wird das Wissen über den Benutzer abgebildet. Dazu gehören die Eigenschaften, Präferenzen, Vorwissen, Fähigkeiten, soziale und kulturelle Stellung, Gewohnheiten usw. Für die Zwecke der mobilen Kartographie kann das Benutzermodell im generischsten Fall alle Eigenschaften umfassen, die für die mobile Umgebung relevant sind und einem mobilen Benutzerstereotyp zugeordnet werden können. Von einem solchen Stereotyp können weitere Unterkategorien abgeleitet werden und verschiedene Benutzer werden dann diesen unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Im Falle der mobilen Kartographie hat die Benutzermodellierung zum Ziel, nach Möglichkeit den nächsten Standort, weitere Informationsbedürfnisse und auch nächste Visualisierungsmethoden vorherzusagen, um so eine Vorberechnung oder Pufferung zu ermöglichen. Gerade das Bewegungsmoment des mobilen Umfelds erfordert dies, zum Beispiel ist es „... *most relevant during mobile use, where a map segment must be displayed in advance of needing it, e.g., in a car, a navigator prefers to understand the layout of a junction in advance of reaching it, ...*“ (CHALMERS et al. 2001). Darüber hinaus kann das Benutzermodell auch die verschiedenen Raumkonzepte unterschiedlicher Benutzer abbilden. Ohne diese Funktionen ist eine sinnvolle Adaption der Visualisierung nicht möglich.

Das Reagieren auf ständig wechselnde Kontexte erfordert ebenfalls eine Adaption, wozu ein geeignetes **Kontextmodell** unerlässlich ist. Die Position ist sicherlich eines der wichtigsten Kontextelemente im Zusammenhang mit mobiler Kartographie und LBS. Aber der Standort ist bei weitem nicht der einzige Kontextparameter. Dazu zählen u.a. auch Zeit, Fortbewegungsgeschwindigkeit, persönliches Befinden, verwendetes Gerät, vorhandene Infrastruktur. Weil Kontext dynamisch ist, d.h. sich sehr schnell ändern kann, und die Zahl der möglichen Kontexte sehr groß ist, erscheint es sinnvoll, zunächst gewisse Kontexte in Kategorien einzuordnen und mit diesen zu operieren. Falls eine vernünftige Kategorisierung aufgrund signifikanter Parameter gelingen sollte, könnten diese Parameter abgefragt und einer gewissen Kontextkategorie zugeordnet werden.

6 Mögliche technische Umsetzung

Für die Umsetzung adaptiver Methoden ist der Einsatz von Vektorgraphik unabdingbar, um die mangelnde Flexibilität von Rastergraphik zu überwinden. Daneben spielen auch Faktoren wie die Übertragungsgeschwindigkeit eine große Rolle. Für die Nutzung im Internet ist der neue Standard *Scalable Vector Graphics* (SVG) sicherlich die sinnvollste Alternative. Obwohl SVG ein allgemeines Graphikformat ist, bietet es einige Vorteile und Funktionen für kartographische Zwecke und bedeutet einen Fortschritt zum heutigen Stand der Internet-Kartographie. NEUMANN und WINTER (2000) beschreiben die Funktionen von SVG, die in der Kartographie Einsatz finden können. Das wichtigste Moment bei SVG ist, dass es sich um ein XML Format handelt. Das bedeutet zum Einen, dass Kodierung und Darstellung strikt voneinander getrennt sind und somit bei der Visualisierung erhebliche Freiheiten geboten sind. Zum Anderen ist SVG kompatibel zu anderen XML codierten Dokumenten, bzw. leicht transformierbar.

Die SVG Dokumente können serverseitig dynamisch generiert werden. Dazu kommen Scriptsprachen wie Perl oder PHP sowie *Java Server Pages* (JSP) zum Einsatz. Die generierten SVG Dateien werden dann über einen Webserver und *Wireless Gateway* auf das mobile Gerät geschickt. Dort übernimmt ein *SVG-Viewer* die Darstellung der Datei. Weitere Funktionalitäten auf der Clientseite sowie eine angemessene Benutzerschnittstelle für die mobilen Bedürfnisse lassen sich beispielsweise mit *Java Micro Edition* realisieren.

7 Ausblick

Auf der Basis des Konzepts der adaptiven Visualisierung sollen als nächstes einige beispielhafte Visualisierungsszenarien definiert werden, indem Benutzer, Kontext, Informationen und Aufgaben miteinander verknüpft werden. Dazu werden zunächst verschiedene Nutzungsszenarien ausgesucht und dazu passende Aufgaben- und Kontextmodelle erstellt.

Um die Machbarkeit des vorgeschlagenen Ansatzes zu prüfen, soll eine Prototypenanwendung für ein mobiles Informationsgerät entwickelt werden. Der primäre Fokus wird auf der Codierung der Geoinformation mittels *Geography Markup Language* (GML) und deren Transformation zu SVG sowie der Implementierung adaptiver Visualisierungsmethoden liegen; andere wichtige Punkte umfassen die dynamische Symbolisierung und Einhaltung von Qualitätsstandards für die Kartendarstellung. Zusätzlich werden Versuche mit akustischer Informationsvermittlung als Alternative zur visuellen Präsentation unternommen.

Literatur

- Brunner, K.: KARTENGESTALTUNG FÜR ELEKTRONISCHE BILDANZEIGEN. In: *Institut für Kartographie, TU Dresden (Hrsg.): KARTOGRAPHISCHE BAUSTEINE*, 19. Dresden (2001).
- Brusilovsky, P.: ADAPTIVE HYPERMEDIA. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11 (2001), 87 – 110.
- Buziek, G.: EINE KONZEPTION DER KARTOGRAPHISCHEN VISUALISIERUNG. Habilitationsschrift (in Vorbereitung) (2001).
- Chalmers, D., M. Sloman and N. Dulay.: MAP ADAPTATION FOR USERS OF MOBILE SYSTEMS. In: *Proceedings WWW10, Hong Kong* (2001). <http://www10.org/cdrom/papers/pdf/p243.pdf>
- Cheverst, K., N. Davies, K. Mitchell, A. Friday and Ch. Efstathiou: DEVELOPING A CONTEXT-AWARE ELECTRONIC TOURIST GUIDE: SOME ISSUES AND EXPERIENCES. In: *Proceedings CHI 2000, The Hague, Holland* (2000). <http://www.csd.ucl.ac.uk/~hy558/papers/CHI2000.pdf>
- Dransch, D.: ANFORDERUNGEN AN DIE MENSCH-COMPUTER-INTERAKTION IN INTERAKTIVEN KARTOGRAPHISCHEN VISUALISIERUNGS- UND INFORMATIONSSYSTEMEN. *Kartographische Nachrichten* (2000) 5, S. 197 – 203.
- Goel, A.: URBAN PILOT – A DYNAMIC MAPPING TOOL FOR PERSONALIZING THE CITY THROUGH COLLECTIVE MEMORY. Master's Thesis, MIT (2001). http://web.mit.edu/a_goel/www/thesis.html
- Goodchild, M. F.: CARTOGRAPHIC FUTURES ON A DIGITAL EARTH. *Cartographic Perspectives* 36 (2000), S. 3 – 11. <http://www.nacis.org/cp/cp36/goodchild.pdf>
- Malaka, R.: DEEP MAP: THE MULTILINGUAL TOURIST GUIDE. (2000). <http://www.emorphia.com/downloads/3g2001-crumpet.pdf>
- Neumann, A. und A. Winter: KARTOGRAPHIE IM INTERNET AUF VEKTORBASIS, MIT HILFE VON SVG NUN MÖGLICH. (2000). http://www.carto.net/papers/svg/index_d.html
- Norman, D. A.: THE INVISIBLE COMPUTER. Cambridge, MA, MIT Press (1999).
- Poslad, S., H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle and A. Zipf: CRUMPET: CREATION OF USER-FRIENDLY MOBILE SERVICES PERSONALISED FOR TOURISM. In: *Proceedings 3G 2001, London* (2001). <http://www.emorphia.com/downloads/3g2001-crumpet.pdf>
- Reichenbacher, T.: THE WORLD IN YOUR POCKET – TOWARDS A MOBILE CARTOGRAPHY. In: *Proceedings The 20th International Cartographic Conference, Beijing, China* (2001). http://www.lrz-muenchen.de/~t583101/WWW/publications/reichenbacher/ICC2001_Paper.pdf
- Schmidt-Belz, B., M. Makelainen, S. Poslad and A. Zipf: PERSONALIZED AND EASY-TO-USE MOBILE SERVICES FOR TOURISTS. (2001). <http://www.emorphia.com/downloads/ubicomp-paper.pdf>
- Uhlirz, S.: LOL@ – KARTOGRAPHISCHE BEITRÄGE ZU EINEM LOCATION BASED SERVICE. In: 4. Seminar „GIS im Internet/Intranet“, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg (2001).
- van Mulken, S.: USER MODELING FOR MULTIMEDIA INTERFACES: STUDIES IN TEXT AND GRAPHICS UNDERSTANDING. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden (1999)..

Location Based Services: bloßer Hype oder reale Wertschöpfung

Peter Ladstätter, München

Zusammenfassung

Location Based Services (LBS), also Datendienste, die auf der Kenntnis der geographischen Position des Anwenders oder eines anderen Ziels beruhen, nehmen eine Schlüsselrolle ein bei der Entwicklung und Nutzung von Mobilfunknetzen der dritten Generation wie UMTS. Dementsprechend hohe Erwartungen werden an den wirtschaftlichen Erfolg von LBS gestellt. Insbesondere die gesamte Branche der Geoinformation und Kartographie verspricht sich starke Wachstumsimpulse durch LBS. Um die wirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten von LBS realistisch einzuschätzen werden zunächst die Wertschöpfungskette und die dabei beteiligten Basistechnologien näher betrachtet. Dann werden die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen kurz gestreift. Schließlich werden verschiedene Strategien der Marktentwicklung für LBS aufgeführt. Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass kurzfristig der Markt der Unternehmens-IT für LBS von besonderem Interesse ist, während sich der Consumer-Markt etwas später entwickeln wird.

Abstract

Location Based Services (LBS) are defined as data services which depend on the location of the client requesting the service or of some other target. The expectations into the economic success of LBS are very high and correspond to their key role in future mobile communication networks such as UMTS. In particular the geoinformation and cartographic industry expects extraordinary growth through LBS. After the initial hype about LBS it is now time to review the economic chances of LBS in a realistic manner. First the LBS value chain and the related base technologies are reviewed. Then a brief consideration follows on socio-economic conditions for LBS. Finally different strategies for market development are discussed. These analyses show that on a short term business application of LBS are very attractive while the consumer market will develop a little later.

1 Hohe Erwartungen: der Hype von UMTS und M-Business

In den letzten 10 Jahren hat die Wirtschaft international ein vorher kaum vorstellbares Wachstum in zwei Bereichen erlebt: dem Internet und der mobilen Telekommunikation. 1991 wurde die Zahl der Internet-Nutzer von der World Trade Organisation (WTO) mit 4,5 Mio. angegeben, für 2000 werden 400 Millionen Nutzer weltweit geschätzt. Noch weitaus dramatischer gestaltete sich das Wachstum bei mobilen Telefonen. Allein in Deutschland sind gegenwärtig 55,3 Millio-

nen Mobiltelefone angemeldet, gerade einmal 9 Jahre nach dem Start der GSM-Netze. Die Euphorie in beiden Märkten hatte etwa 1999 bis Anfang 2000 ihren Höhepunkt erreicht. Die Börsenwerte von Telekommunikationskonzernen und von Internet-Firmen waren – aus heutiger Sicht – auf völlig überzogene Höhen gestiegen. Wider allen besseren Wissens schienen viele Investoren an scheinbar unbegrenztes Wachstum zu glauben. Folgerichtig wurden gemessen am Kapitalgewinnverhältnis völlig überhöhte Preise für Wertpapiere in diesen Branchen gezahlt. Rückblickend wird diese Entwicklung der Börsen heute als „Dotcom-Blase“ bezeichnet.

In diesem überhitzten Klima wurden die Nachrichten von der nächsten Generation der Mobilfunknetze (3G-Netze) mit großer Euphorie aufgenommen. Die Europäer hatten sich mit UMTS auf einen neuen Standard geeinigt, der enorme Bandbreite, angeblich bis 2 Mbit/s bei der Übertragung versprach. UMTS verhieß damit die Möglichkeit, Mobilfunknetze und Internet zu kombinieren und das mobile Internet zu schaffen. Diese Konvergenz der zwei bis dahin rasend schnell gewachsenen Märkte, Internet und Mobilkommunikation, stachelte die Phantasie von Analysten und Investoren entsprechend an.

Vor diesem Hintergrund sind die enormen Gebühren zu sehen, die von den europäischen Mobilnetzbetreibern für UMTS-Lizenzen gezahlt wurden: insgesamt 120 Milliarden Euro. Allein in Deutschland wurden im August 2000 50 Milliarden Euro für UMTS Lizenzen gezahlt. Das entspricht 600 Euro pro Einwohner. Zu den Lizenzkosten kommen die Kosten für den Aufbau von UMTS-Netzen, die für Europa gegenwärtig auf weitere 140 Milliarden Euro geschätzt werden.

Von der Börse wurden diese Investitionen in die UMTS Lizenzen sehr schlecht aufgenommen. Fast zeitgleich platzte im Herbst 2000 auch die erwähnte Dotcom-Blase und die Börsen erlebten einen extremen Abschwung, speziell bei den Technologie-Aktien, von denen sie sich bis heute noch nicht wieder erholt haben.

Die Investitionen in UMTS lassen sich nur durch zukünftige Datendienste amortisieren. Für reine Sprachverbinden reichen die bestehenden GSM-Netze völlig aus. Erst multimediale Datendienste und interaktive Anwendungen erzeugen die Last, die ein UMTS-Netz rechtfertigen. Für diese Datendienste wurden auch die Begriffe M-Business und M-Commerce geprägt. Von besonderem Interesse dabei sind die „Location Based Services“. Eine der grundlegenden Unterschiede zwischen stationärem und mobilem Internet ist die Möglichkeit, die aktuelle geographische Position eines mobilen Nutzers in die Anwendung zu integrieren. Die daraus resultierenden Location Based Services (LBS) ermöglichen eine ganz neue Art von Anwendungen. Und solche Anwendungen werden gebraucht, um die Investitionen in UMTS und das mobile Internet zu amortisieren..

Diese Erkenntnis führte zu einem Hype um das Thema LBS. Location Based Services wurden vielfach zur „Killerapplikation“ in UMTS-Netzen deklariert. Entsprechende Prognosen von Analysten für den LBS-Markt zum Jahreswechsel 2000/2001 lagen bei etwa 18 Milliarden \$:

- Strategy Analytics, Dez 2000: 16 Milliarden in 2005
- Ovum, Jan 2001: 20 Milliarden 2006
- Analysys, Feb 2001: 2 Milliarden Ende 2002, 18,5 Milliarden in 2006

Zum Vergleich: der weltweite Markt für GIS-Software wird heute auf gut 1 Milliarde \$ geschätzt.

All diesen Prognosen zufolge müsste bereits jetzt Ende 2001 ein LBS Markt von mindestens 500 Millionen \$ existieren. Davon ist aber nichts zu spüren. Es werden von ersten Mobilfunkprovidern zwar erste Dienste angeboten, aber diese haben noch kein größeres Volumen erreicht. Die meisten Provider haben noch nicht einmal die notwendige Infrastruktur für LBS wie etwa

ein GMLC¹ beschafft. Die ehrgeizigen Pläne in den USA, Anrufe über die Notrufnummer 911 mit einer Genauigkeit von 125 m zu lokalisieren, ziehen sich immer weiter hinaus. Stattdessen werden in der einschlägigen Presse Negativmeldungen zu LBS verbreitet². Etliche der Start-up's, die mit Venture Capital finanziert wurden, um an dem mobilen Internet und LBS zu partizipieren, mussten inzwischen die Segel streichen oder ihre geschäftliche Ausrichtung grundsätzlich ändern. Der LBS Markt unterliegt offensichtlich den gleichen Schwankungen wie der übergeordnete M-Commerce Markt.

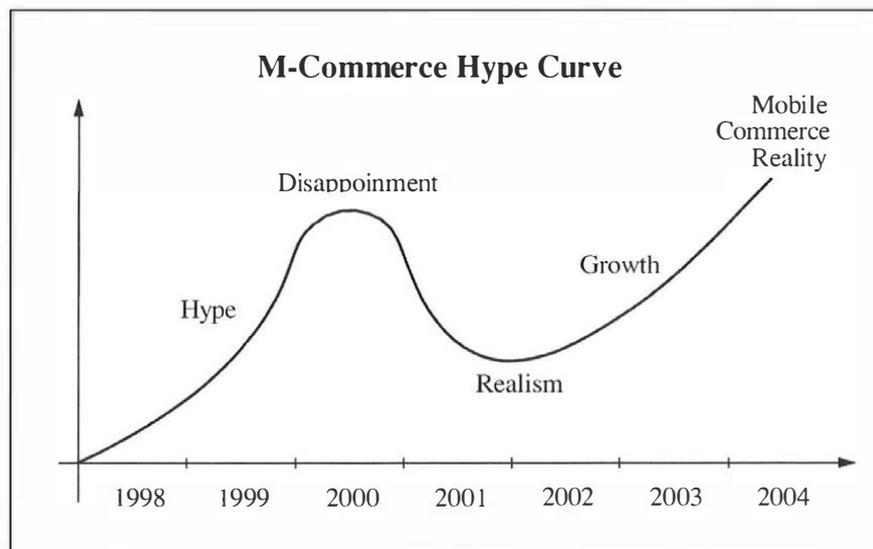


Abb. 1: M-Commerce Hype Verlauf (Quelle: DURLACHER RESEARCH LTD. 2001 a)

Diese starken Schwankungen des Marktes werden inzwischen als sehr typisch bei Einführungen von neuen Technologien betrachtet und sowohl in der positiven als auch in der negativen Übertreibung als „Hype“ bezeichnet. Auf eine erste Phase der positiven Übertreibung und schließlich völlig überzogener Erwartungen folgt eine Phase der Ernüchterung, Enttäuschung und negativen Übertreibung, die dann aber schließlich einer realistischen Erwartungshaltung weichen sollte. Erst nach der Überwindung dieser Hype-Phasen kann dann ein wirtschaftlich gesundes Wachstum einsetzen (siehe Abbildung 1). Es gilt nun zu beurteilen, ob diese Erwartung auch im Falle von Location Based Services zu rechtfertigen ist.

2 Die Wertschöpfungskette und die Geschäftsmodelle von Location Based Services

Für eine weitergehende Analyse des LBS Markts ist es sinnvoll, die typische Wertschöpfungskette von LBS näher zu betrachten. Wertschöpfungsketten beschreiben die Abfolge und das Zusammenspiel von Geschäftsprozessen, die zur Wertschöpfung notwendig sind, von der Beschaffung der Rohmaterialien bis zur Auslieferung an den Kunden. Die Analyse von Wertschöpfungsketten ist ein wesentliches Instrument zur Entwicklung von Geschäfts- und Wettbewerbsstrategien (PORTER 1985).

¹ GMLC: Gateway Mobile Location Center, Einrichtung innerhalb der Infrastruktur eines Mobilfunknetzes zur Bestimmung der geographischen Position von Mobilfunknutzern

² siehe z.B. Computerwoche 34/2001, „Freiwillige Selbstüberwachung mit LBS“

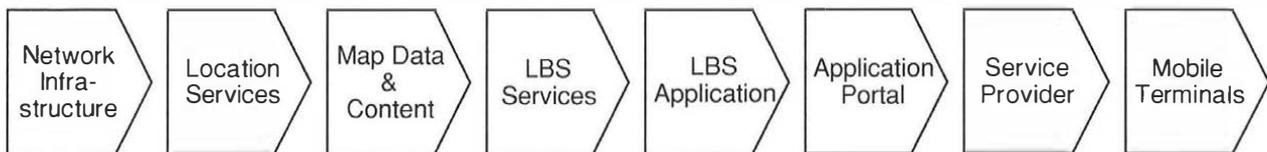


Abb. 2: Location Based Services Wertschöpfungskette

Abbildung 2 zeigt die wesentlichen Teile der Wertschöpfungskette für LBS. Die Grenzziehung zwischen den einzelnen Elementen der Wertschöpfungskette ist dabei in gewissen Grenzen willkürlich. Sie ist hier so gewählt, dass eine Analyse speziell unter dem Aspekt von Geoinformation und Geo-Diensten unterstützt wird.

Die wesentlichen Elemente in der LBS-Wertschöpfungskette sind:

- Network Infrastructure: Hardware/Software für den Betrieb von Mobilfunknetzen
- Location Services: spezielle Systeme zur Positionsbestimmung von Mobilfunkteilnehmern
- Map Data & Content: Geodaten und andere Inhalte
- LBS Services: elementare Geo-Dienste wie etwa Geocoding, Mapping oder Routing
- LBS Applications: Anwendungen für den Endbenutzer
- Application Portal: Portal, über das ein Nutzer auf LBS- und andere Applikationen zugreift
- Service Provision: Netzzugang zum Portal, inklusive Lokalisierung des Teilnehmers
- Mobile Terminals: Endgeräte für den mobilen Einsatz

Um einen LBS operativ zur Verfügung zu stellen, müssen alle Elemente der Wertschöpfungskette reibungslos miteinander interagieren. Ermöglicht wird dies durch die Bildung von Industriekonsortien und durch die Entwicklung von Standards (s.u.).

Jeder der Mitspieler innerhalb der Wertschöpfungskette wird versuchen, die gesamte Kette in irgendeiner Form zu dominieren. Er wird versuchen

- einen maximalen Anteil am Gesamterlös der Wertschöpfungskette zu erhalten
- einen direkten Kundenkontakt aufzubauen (Customer Interface)
- eine maximale Kundenbindung zu entwickeln (Customer Ownership)

Die Rollenverteilung innerhalb der Wertschöpfungskette ist bei LBS noch in keiner Weise entschieden. Dies äußert sich vor allem daran, dass viele Spieler fortlaufend versuchen, neue Positionen innerhalb der Wertschöpfungskette einzunehmen. Beispiele:

- Network Infrastructure Provider treten auch als Portal-Betreiber auf
- Location Service Anbieter bieten auch LBS Services an
- Map Data Provider bieten ebenfalls auch LBS Services an
- LBS Service Anbieter bieten auch Geodaten an

Diese fortlaufenden Rollenwechsel der beteiligten Firmen, verbunden noch mit ebenfalls wechselnden Ausrichtungen auf bestimmte vertikale Anwendungen, führen zu einer Unübersichtlichkeit des LBS-Marktes. Diese Unübersichtlichkeit wird sich erst nach einem längeren Reifungsprozess legen, wenn sich Marktführer etabliert haben.

Ähnlich gestaltet sich die Situation bei den Geschäftsmodellen. Solange ein LBS rein für unternehmensinterne Zwecke eingesetzt wird, gelten grundsätzlich die gleichen Geschäftsmodelle wie bei sonstiger Unternehmens-IT. Im Consumer-Markt sind die Geschäftsmodelle aber noch in keiner Weise ausgereift. Es kommen grundsätzlich drei Einnahmequellen in Betracht:

- Der Dienst wird durch den Konsumenten bezahlt
- Der Dienst wird vom Network Operator kostenlos zur Verfügung gestellt, verdient wird rein über die Vermittlungsgebühren (Air Time)
- Der Dienst wird von einem Unternehmen finanziert, das den Dienst als Mittel der Kundenbindung, der Werbung oder Marktforschung einsetzt.

Selbstverständlich sind auch Mischformen denkbar und sogar wahrscheinlich.

Preise für ortsbezogene Dienste haben sich noch nicht etabliert. Es kann angenommen werden, dass bei vielen Diensten der gleiche Effekt wie im Internet eintritt: sowie ein Anbieter einen Dienst kostenlos zur Verfügung stellt, müssen andere Anbieter vergleichbarer Dienste ebenfalls nachziehen und ihren Dienst kostenlos anbieten. Gerade bei leicht kopierbaren Diensten wie Stadtplan oder Restaurantauskunft, die zudem bereits jetzt im Internet kostenlos genutzt werden können, ist kaum zu erwarten, dass Endverbraucher bereit sind, Gebühren zu entrichten.

3 Technologische Bewertung des heutigen Stands von LBS Basistechnologien

Im nächsten Schritt geht es nun darum, eine technologische Bewertung der einzelnen Elemente der LBS Wertschöpfungskette durchzuführen. Wir beschränken uns dabei in diesem Zusammenhang auf die Elemente, die von besonderem Interesse aus Sicht der Kartographie und der Geoinformationssysteme sind. Dies sind die Bandbreite, die Ortung sowie die Endgeräte und die damit verbundenen Fragen des User Interface. Die Fragen des geographischen Contents sind zwar keine rein technischen, werden aber trotzdem in diesem Zusammenhang auch aufgeführt.

3.1 Bandbreite von Mobilfunknetzen

Heutige GSM Netze bieten eine Bandbreite von ca. 13 Kbit/s und damit eine mittlere Qualität im Sprachbereich. Zum Vergleich dazu hat ISDN eine Bandbreite von 64 Kbit/s und ermöglicht gute Sprachqualität. Im Unterschied zur Sprachübertragung ist Datenübertragung grundsätzlich mit allen Bandbreiten möglich, dafür sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Übertragung wesentlich höher. Für die Akzeptanz bei den Anwendern und die Interaktivität spielt die Bandbreite aber eine sehr große Rolle. Nimmt man die Größe einer Web Page mit 20 Kbytes an, dann kommt man mit GSM auf eine theoretische Zeit für den Download von 12 Sekunden, wahrscheinlich sind eher 20 Sekunden. Diese Zeiten werden von Anwendern kaum akzeptiert.

Wesentlich interessanter ist GPRS, ein Paket-orientiertes Übertragungsverfahren auf Basis von GSM (BUBLITZ 1999), das realistisch Übertragungsraten von etwa 43 Kbit/s liefert. Hier kommt man im Vergleich auf eine theoretische Download-Zeit von etwa 3,7 sec bei einer 20 Kbytes Webseite. Bei Webseiten, die für mobile Endgeräte etwa unter Windows CE maßgeschneidert sind und die allein von der Seitengröße schon deutlich weniger Umfang als klassische Internet-Seiten haben, kommt man hier in akzeptable Performancebereiche. Sehr attraktiv an GPRS ist zudem, dass wegen der paketorientierten Übertragung Gebühren nur entsprechend der tatsächlich übertragenen Datenmenge zu bezahlen sind. Damit können auch sogenannte „Always-On“ Lösungen eingesetzt werden, die eine permanente Online-Verbindung voraussetzen. GPRS wird gegenwärtig von immer mehr Netzbetreibern angeboten.

Für UMTS wurde ursprünglich eine Bandbreite von 2 Mbit/s angegeben. Tatsächlich unter realistischen Randbedingungen erreichbar sollte eine Bandbreite von etwa 380 Kbit/s sein, also

etwa das 6-fache der ISDN Bandbreite. Aber auch dies ist nach heutigen Maßstäben ein sehr attraktiver Wert.

3.2 Ortung (Location Services)

Für die Positionsbestimmung von Mobilfunkteilnehmern stehen heute operativ zwei Verfahren zur Verfügung:

- Positionsbestimmung über Funkzelle
- Positionsbestimmung mithilfe eines GPS-Empfängers

Die Funkzellenortung erfordert keine Erweiterungen am Endgerät oder der Netzwerkinfrastruktur, da in zellbasierten Netzen ohnehin bekannt ist, in welcher Zelle sich ein Nutzer aufhält. Die Ortung via Funkzelle kann daher mit vergleichbar geringem Aufwand ermöglicht werden. Die Genauigkeit hängt von der jeweiligen Größe der Funkzelle ab und liegt damit zwischen einigen hundert Metern und mehreren Kilometern.

Die Positionsbestimmung via GPS-Empfänger bringt Genauigkeiten bis in den Bereich von etwa 20 Metern, setzt aber Sichtbarkeit von mehreren Satelliten voraus, was gerade in Stadtgebieten (Straßenschluchten) nicht immer der Fall ist.

Beide Verfahren können noch ergänzt werden um manuelle Eingaben etwa von Straßennamen und Hausnummern, um die Genauigkeit zu verbessern.

Die Funkzellenortung ist für viele Anwendungen wesentlich zu ungenau, Navigation und Routenführung etwa sind damit nicht realisierbar. GPS ist – abgesehen von Nischenmärkten – im Consumerbereich zur Zeit kaum durchsetzbar, vor allem wegen der höheren Kosten.

Eine Reihe weiterer Ortungsverfahren befindet sich zur Zeit in Erprobung (WUNDERLICH 2001). Dabei handelt es sich meist um hybride Verfahren, die Erweiterungen am Handset und in der Netzwerkinfrastruktur erfordern. Forciert werden diese Entwicklungen durch die Anforderungen in den USA, zukünftig bei Notrufen eine automatische Ortung mit einer Genauigkeit von 125 m oder besser durchzuführen. Operativ verfügbar sind diese Verfahren aber noch nicht.

3.3 Endgeräte und User Interface

Endgeräte kommen jetzt in vielfältigen Ausprägungen auf den Markt und decken inzwischen das gesamte Spektrum zwischen WAP-fähigen Mobiltelefonen und Notebooks mit GSM-Karte ab (HAUSMAN et al. 2001). Es ist außerdem absehbar, dass die heute fest eingebauten Fahrzeugnavigationssysteme durch mobile Geräte ersetzt werden, sogenannte Off-Board Geräte. Diese Tendenz ist vergleichbar dem Wechsel von den analogen fest eingebauten Autotelefonen (ehemaliges C-Netz in Deutschland) zu den heutigen digitalen Mobiltelefonen.

Kritische Parameter bei Endgeräten für LBS sind insbesondere die Displaygröße, die Prozessorleistung und der Stromverbrauch. Leistungsfähigere Geräte sind tendenziell immer etwas größer und schwerer, insbesondere wenn noch GPS-Empfänger als Zusatzteile dazukommt. Beim Einsatz im Consumerbereich Größe, Gewicht und Kosten der Endgeräte ausschlaggebend. Die relativ kleinen Displays stellen auch eine Herausforderung für das User Interface dar und stehen in einem natürlichen Widerspruch zum Wunsch nach großen Kartendarstellungen.

3.4 Content und Geoinformation

Content, also medial aufbereitete Informationen, sind der wesentliche Treibstoff im Internet. Geoinformation, also Karten und kartenähnliche Darstellungen, Routeninformationen und ähnliches sind für mobile Anwender generell von großer Bedeutung. Wir können daher auch von geographischem Content sprechen. Daneben sind Geoinformationen auch Grundlage von verschiedenen Location Based Services, ohne dass der Anwender bewusst mit Geoinformation umgeht. Ein Beispiel dafür sind ortsabhängige Telefongebühren (Home Zone Billing): Die Gebührenberechnung erfordert Geoinformation: die Verschneidung des augenblicklichen Standorts mit einer Gebührenzone. Der Anwender hat dabei aber keinen Zugang zu Geoinformation.

Insgesamt stellt Geoinformation einen Engpass da, vor allem wenn es um großmaßstäbige Karten und um Fußgänger-Navigation geht. Hier fehlen oft schlichtweg geeignete Kartengrundlagen. Multimodale Navigation, die den Wechsel zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln erlauben würde, kann schon deshalb kaum angeboten werden, weil es schlicht an Kartengrundlagen und Integration mit Daten des öffentlichen Personenverkehrs fehlt. Dazu kommen vielfach die bekannten Probleme beim Zugriff auf Geodaten: unterschiedliche Formate, unterschiedliche Lizenz- und Preismodelle, Mangel an zentralen Katalogen.

Im Consumerbereich ist auch zu berücksichtigen, dass die Interpretation und Nutzung von Karten vielen Anwendern schwer fällt. Betrachtet man zugleich die erwähnten Einschränkungen bei der Kartendarstellung, wie sie durch mobile Endgeräte gegeben sind, dann wird hier ein großer Bedarf an alternativen Ausgabeformen offensichtlich.

3.5 Bewertung

Insgesamt sind heute bereits alle technologischen Voraussetzungen gegeben, um Location Based Services bereitzustellen: Mobile Endgeräte, besonders auf Windows CE Basis, Positionsbestimmung via GPS und Netzzugang über GPRS ermöglichen leistungsfähige Lösungen – allerdings primär im professionellen Bereich. Um den massenhaften Einsatz im Consumerbereich zu ermöglichen sind vor allem wesentlich handlichere Endgeräte, eine Positionsbestimmung ohne Anwenderinteraktion mit einer Genauigkeit von 10 m und attraktiver Content notwendig.

Bei dieser Bewertung der technischen Voraussetzungen von LBS muss man sich aber bewusst sein, dass es sich hier immer nur um eine Momentaufnahme handeln kann und dass diese Branche mit sehr schnellen Innovationszyklen arbeitet.

4 Das gesellschaftliche Umfeld

Neben den technischen Voraussetzungen von LBS ist auch das gesellschaftliche Umfeld zu prüfen. Was für die Verbreitung von LBS spricht sind zunächst die Faktoren, die für M-Business generell sprechen: die zunehmende Mobilität unserer Gesellschaft, die sich nicht zuletzt auch in der Verbreitung von Mobiltelefonen ausdrückt, Kommunikationswünsche, der Wunsch nach Bequemlichkeit und die Ubiquität von M-Business Lösungen. Speziell für Location Based Services sprechen zwei weitere Faktoren:

- Der erste Faktor ist der Wunsch nach Sicherheit. Die Weitergabe der eigenen geographischen Position oder das Wissen, wo sich eine andere Person befindet, kann erheblich zur Verbesserung der persönlichen Sicherheit beitragen.

- Der zweite Faktor ist die Lokalisierung als weitere Stufe von Personalisierung. Die Kenntnis des momentanen Aufenthaltsorts einer Person ermöglicht in vielen IT Anwendungen ein bisher nicht bekanntes Maß an Personalisierung. Dies macht LBS besonders für M-Commerce Anwendungen so attraktiv. Aber auch Business-Anwendungen können damit wesentlich anwenderfreundlicher und effektiver gestaltet werden.

Das Wissen um den jeweiligen persönlichen Aufenthaltsort, der LBS so attraktiv macht, ist zugleich auch eine erhebliche Einstiegsschwelle. Da der momentane Aufenthaltsort eine äußerst persönliche Information ist, besteht hier auch ein großes Bedürfnis nach Schutz dieser persönlichen Information. In der öffentlichen Diskussion von LBS hat sich diese Angst davor „getrackt zu werden“ als ganz zentral heraus gestellt.

An der Industrie ist diese Diskussion natürlich nicht spurlos vorbeigegangen. Das Location Interoperability Forum (LIF), ein zentrales Industriekonsortium zur Standardisierung von LBS, hat speziell zu diesem – nicht-technischen – Thema eine Arbeitsgruppe gegründet. WLIA, eine Vereinigung amerikanischer Industriefirmen im Bereich LBS hat ethische Standards zu diesem Thema erarbeitet. Eine für den Anwender befriedigende Lösung dieser Fragen der „Privatheit“ und des Schutzes persönlicher Daten könnte sich als zentral für Erfolg oder Misserfolg von LBS herausstellen.

5 Strategien der LBS-Marktentwicklung

5.1 Zur Theorie der Technologieadoption

Die Phase des Hype von Location Based Services ist in der positiven wie auch der negativen Übertreibung heute beendet. Die an LBS interessierten Industrien: IT-Industrie, Telekommunikation und nicht zuletzt Geoinformation, stehen jetzt vor der Frage, wie aus einer faszinierenden Technologie ein wirtschaftlich solider Wachstumsmarkt entwickelt werden kann. MOORE (1991) hat für diese Frage der Technologieadoption ein allgemeines Modell entwickelt, das in der Industrie viel Anerkennung gefunden hat.

beschreibt einen Zyklus der Technologieadoption, der über die Zeitachse aufgetragen in etwa eine Gauß-Kurve entspricht. Am Anfang dieses Zyklus stehen die Technologiebegeisterten und „Early Adopters“ im Zentrum des Interesses. Danach wird der breite Markt der „Early Majority“ erobert. Schließlich werden auch konservative Kundengruppen und „Nachzügler“ erreicht. Was Moore's Modell interessant macht, ist seine Beobachtung, dass es in dieser Marktentwicklung einen Bruch gibt, nämlich beim Übergang zwischen den Early Adopters zur „Early Majority“. An dieser Stelle pflegen Hightech-Unternehmen oft zu scheitern, manchmal auch ganze Industrien. Moore erklärt diese Beobachtung mit den völlig unterschiedlichen Motiven und Verhaltensweisen von „Early Adopters“ und „Early Majority“. Während die „Early Adopters“ von Enthusiasmus und Vision für neue Technologien geprägt sind, zeichnet sich die Early Majority durch Pragmatismus und wirtschaftlich-rationale Betrachtung aus. Argumente, die für die eine Gruppe gelten, sind für die andere nicht von Bedeutung. Günstigere Preise oder verbesserte Produktqualität alleine reichen in aller Regel nicht aus, um sich erfolgreich im Mainstream-Markt zu platzieren. Der Erfolg einer Technologie bei Early Adopters zählt überhaupt nicht bei der Early Majority, die Spielregeln der Märkte unterscheiden sich grundsätzlich.

Moore hat die Technologieadoption aus der Perspektive individueller Unternehmensstrategie beschrieben und sehr einleuchtend erklärt, warum bestimmte Firmen der Hightech-Industrie er-

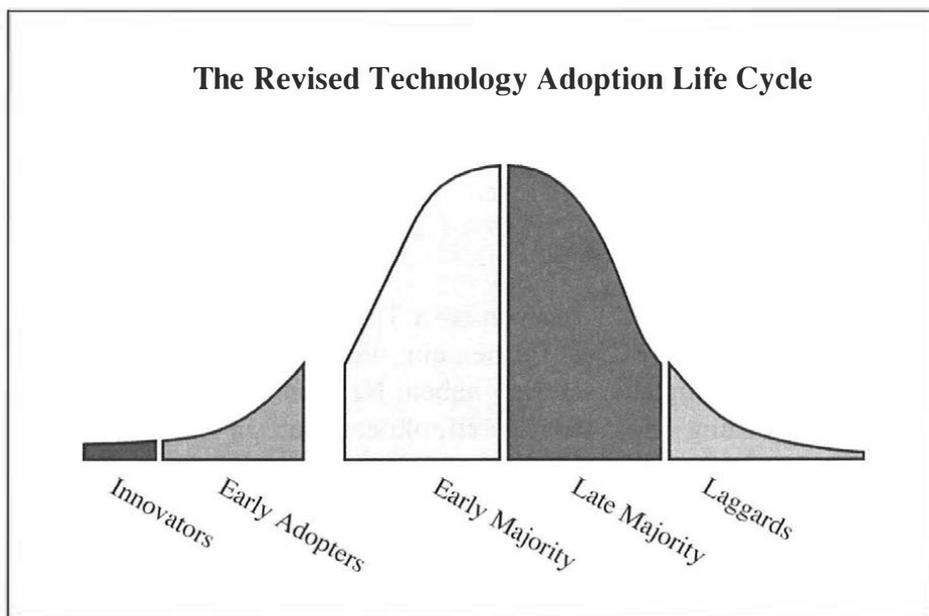


Abb. 3: Der Lebenszyklus der Technologieadoption (Quelle: MOORE 1991)

folgreich sind, während andere Firmen mit oftmals technisch besseren Produkten gescheitert sind. Sein Modell lässt sich aber leicht auf ganze Branchen anwenden, wie eben auch Location Based Services. Diese haben den Mainstream Markt bei weitem noch nicht erreicht. In dieser Situation können die beteiligten Industrien verschiedene Wege einschlagen. Einige dieser Wege werden im Folgenden näher beschrieben.

5.2 Marktentwicklung durch Standards

Industriestandards sind ein wesentliches Mittel der Marktentwicklung. Sie sind von größter Bedeutung,

- wenn verschiedene Industrien zusammenarbeiten müssen (wie dies bei LBS der Fall ist),
- wenn kein Unternehmen stark genug ist, seine eigenen Standards durchzusetzen,
- um das Vertrauen des Marktes aufzubauen.

Inzwischen haben viele Firmen im IT Bereich die Standardisierung als zentrales Mittel der Marktentwicklung in ihre Unternehmensstrategie integriert (CARGILL 2001).

Für Location Based Services haben sich zwei weitgehend komplementäre Konsortien gebildet, die OpenLS Initiative des OGC (Open GIS Consortium) und das Location Interoperability Forum. Daneben befassen sich noch eine Reihe weiterer Konsortien mit LBS-relevanten Themen. Zu nennen sind hier das WAP-Forum, die IETF (Internet Engineering Task Force), das MAGIC Services Forum und die Open Group.

5.3 Die „Killerapplikation“

Viele Marktbeobachter warten auf die „Killerapplikation“ im mobilen Bereich, vergleichbar etwa zu SMS bei der Mobiltelefonie. Leider lassen sich derartige „Killerapplikationen“ in aller Regel nicht planen oder vorhersehen. Ursprünglich wurden LBS generell als Killerapplikation

für UMTS betrachtet. Von dieser Betrachtung ist man aber schnell abgekommen, da LBS mehr eine Technologie als eine eigentliche Applikation darstellen. Dass sich, durch welche Zufälle auch immer, eine LBS-Killerapplikation entwickelt, ist durchaus möglich, bisher aber noch nicht zu erkennen.

5.4 Innovation in bestehenden Märkten

Ein evolutionäres Vorgehen ist der Einsatz von LBS Technologie in bestehenden Anwendungen und Märkten. Diesen Weg schlagen viele Firmen ein, die sich bereits in den Bereichen Telematik, Fahrzeugnavigation oder Logistik etabliert haben. Neue mobile Endgeräte, die Nutzung von Standard-GSM-Netzen, Ortung über das Mobilfunknetz sind in vielen Fällen preislich sehr attraktive Alternativen zu bestehenden Lösungen. Die damit verbundene Ablösung proprietärer Technologien dürfte auch zu einer zusätzlichen Belebung dieser Märkte beitragen.

5.5 Staatliche Intervention: das Beispiel E911

Auch staatliche Eingriffe können der Marktentwicklung entscheidende Impulse verschaffen. In den USA wurde noch zur Amtszeit von Präsident Clinton ein Gesetz verabschiedet, das die Telekommunikationsnetzbetreiber verpflichtet, bei Notrufen über die zentrale Notrufnummer 911 eine Lokalisierung des Anrufers mit einer Genauigkeit von 125 m durchzuführen. Die entsprechende Verordnung der Federal Communications Commission (FCC) schreibt vor, dass bis Ende des Jahres 2005 95 % aller Mobiltelefone die Möglichkeit der automatischen Lokalisierung bieten.

Ähnliche Bestrebungen sind auf europäischer Ebene in Vorbereitung durch die CGALIES Koordinationsgruppe der Europäischen Kommission.

5.6 Location Based Services in der Unternehmens-IT

Ein nachweislicher Bedarf für Location Based Services besteht im Bereich der Unternehmens-IT. Sehr viele Unternehmensprozesse beziehen sich auf mobile Akteure: Mitarbeiter des Unternehmens im Außendienst, Kunden und Lieferanten, die ebenfalls mobil sind. Diese Unternehmensprozesse durch IT-Verfahren zu unterstützen, die auch die mobilen Akteure miteinbezieht, kann zu einer wesentlichen Optimierung und Effizienzsteigerung der jeweiligen Prozesse beitragen. Aus Sicht der Unternehmens-IT sind dies

- Enterprise Resource Planning, insbesondere im Bereich der Erfassung, Bewertung und Instandhaltung von Anlagen und technischen Bauteilen
- Customer Relationship Management, insbesondere im Bereich der Außendienststeuerung im Vertriebs- und Servicebereich
- Supply Chain Management, hier vor allem im Bereich von Transport und Logistik

In allen Fällen können mobile IT-Anwendungen, also die Nutzung mobiler Endgeräte in Verbindung mit drahtloser Datenübertragung, einen wesentlichen Rationalisierungseffekt bewirken:

- Wege entfallen: alle relevanten Informationen sind über das mobile Endgerät jederzeit im Zugriff des Mitarbeiters (oder Lieferanten oder Kunden)

- Prozessbeschleunigung: Entscheidungen und Transaktionen können vielfach vor Ort gefällt werden
- Prozessqualität: die Verbindung zwischen der unmittelbaren Sicht vor Ort und dem Zugriff auf alle relevanten Unternehmensinformationen führt zu besseren Entscheidungen

Die Einbeziehung von Geoinformation in diese mobilen Dienste führt zu einer weiteren Verbesserung. Der Ortsbezug kann als Informationsfilter benutzt werden, als weitere Stufe der Personalisierung und als Entscheidungshilfe. In vielen Anwendungen ist auch die geographische Information selbst vor Ort von großer Bedeutung: zur Dokumentation von Anlagen, Bauwerken, Besitzverhältnissen, zur Routenführung und dem Auffinden von Orten oder schlicht als intuitive Oberfläche zur effizienten Recherche und Abfrage von Informationen.

Die Konzentration auf professionelle Anwendungen in der jetzigen Entwicklungsphase von Location Based Services entspricht auch den grundsätzlichen Empfehlungen, die Moore gibt. Wie die Untersuchung der technologischen Voraussetzungen gezeigt hat, können professionelle Anwendungen bereits heute realisiert werden. Auch das Geschäftsmodell ist – im Unterschied zum Consumer-Markt – eindeutiger: Unternehmen werden dann in mobile Anwendungen investieren, wenn sich ein angemessener Return on Invest absehen lässt.

6 Zusammenfassung

Insgesamt müssen die hohen Erwartungen an den kommerziellen Erfolg von Location Based Services, wie sich noch vor knapp einem Jahr unter Analysten, Investoren und Technologieanbietern kursierten, stark zurückgenommen werden. Rückblickend erweist sich dieser damalige Hype heute als ein wesentliches Problem: die überzogenen Investitionen in die UMTS-Lizenzen haben im Zusammenhang mit dem allgemeinen Rückgang der IT-Branche die Investitionskraft der interessierten Industrie stark beeinträchtigt. Positiv ist aber festzuhalten, dass die technischen Voraussetzungen für die erfolgreiche Implementierung von Location Based Services im Bereich der Unternehmens-IT gegeben sind. Die Nachfrage ergibt sich dabei aus dem fortlaufenden Bedürfnis von Unternehmen, ihre Prozesse zu optimieren und zu beschleunigen. Ein Erfolg von Location Based Services in diesem Markt wird mittelfristig auch zu einer Entwicklung des Consumer-Markts für LBS beitragen.

Literatur

- Bublitz, M.:* SCHNITTSTELLEN ZWISCHEN GPRS UND GSM. *Funkschau* 26 (1999), S. 61 – 63.
- Cargill, C.:* WHY ARE WE DOING THIS? *IEEE Computer* (2001) Oct. issue, S. 116 – 117.
- Durlacher Research Ltd.:* MOBILE COMMERCE REPORT. (2001).
- Durlacher Research Ltd.:* UMTS REPORT. (2001).
- Hausman, U. et al.:* PERVASIVE COMPUTING HANDBOOK. Springer (2001).
- Moore, G.:* CROSSING THE CHASM. New York (1991).
- Porter, M.:* COMPETITIVE ADVANTAGE. The Free Press, New York (1985).
- Wunderlich, T.:* ORTSBEZOGENE INFORMATION – JEDERZEIT UND ÜBERALL! *Zeitschrift für Vermessungswesen* (2001), 3, S. 117 – 122.

URL (Industriekonsortien)

3GPP 3rd Generation Partnership Project:	http://www.3gpp.org
Durlacher Research Ltd.:	http://www.durlacher.com
IETF Internet Engineering Task Force:	http://www.ietf.org
LIF Location Interoperability Forum:	http://www.locationforum.org
MAGIC Services Forum:	http://www.magicservicesforum.org
OGC Open GIS Consortium:	http://www.opengis.org
OpenLS Initiative:	http://www.openls.org
The Open Group	http://www.opengroup.com
W3C – World Wide Web Consortium:	http://www.w3.org/mobile
WAP Forum:	http://www.wapforum.org
WLIA Wireless Location Industry Association:	http://www.wliaonline.com

Von der Tradition zur Innovation – vom klassischen Verkaufsgeschäft zu Location Based Services

Alexander Sollberger, Biel

Einleitung

Das Verlagsgeschäft ist in den vergangenen Jahren einem starken Strukturwandel unterzogen worden. In der Old Economy muss restrukturiert und mit den heutigen EDV-Möglichkeiten rationalisiert werden. Das Verlagsgeschäft benötigt neue Absatzkanäle, da im Print-Bereich eine Stagnation eingetreten ist und in den kommenden 10 Jahren von einer markanten Verschiebung von bis zu 50% ausgegangen werden kann. Diese Erkenntnisse sind seit einigen Jahren bekannt, leider haben die wenigsten Verlage bis heute die richtigen Konsequenzen gezogen.

Die digitalen Technologien mischen die Karten auf dem verlegerischen Markt neu!

Kümmerly+Frey hat in den letzten Jahren die neuen Medien durch die Firma MOGID SA (Internet/Mobile) abgedeckt und der Verlag widmet sich vornehmlich dem traditionellen Print-Verlagsgeschäft. Dadurch ist die Positionierung und Marktbearbeitung einfacher.

1 Kurzer geschichtlicher Rückblick in der Geschichte der Firmenentwicklung

- 1852: Firmengründung durch Gottfried Kümmerly.
- 1898: Julius Frey tritt in die Firma ein. Die Firma heisst jetzt Kümmerly+Frey.
- 1997: Kümmerly+Frey hat sehr große Probleme durch die veralteten Strukturen und großen finanziellen Verluste in den letzten Jahren. Es gibt eine Fusion mit der Informatikfirma Solocad AG, mit dem Eintritt von Alexander Sollberger als neuer Geschäftsführer.
- 1999: Mehrheitsaktionär Walter Frey verkauft Aktienpaket an eine Investorengruppe und tritt aus dem Unternehmen aus.
- 2001: Kümmerly+Frey verkauft das klassische Verlagsgeschäft an Hallwag (Gruppe von Mairs Geografischer Verlag). Die neuen Medien werden durch die Firma MOGID SA weitergeführt.

2 MOGID SA (neue Medien Kümmerly+Frey)

Eine starke Technologie-Architektur sichert sowohl die traditionelle wie auch die medienübergreifende Produktion kartographischer Produkte und Services (GIS-Server für Mapping, Routing, Georeferenzierung und Positionstechnologien). MOGID positioniert sich weiter im Bereich Mobilität und Freizeit.

3 Begriffe für die neuesten Technologien

EMS, MMS, HSCSD? Viele verstehen manchmal nur Bahnhof, wenn es um neue Handy-Technologien geht. Hier ist eine kurze Übersicht der wichtigsten Begriffe.

Die **Abkürzung SMS** braucht einem gestandenen Mobilfunkteilnehmer selbstverständlich nicht mehr erklärt zu werden, dies nicht zuletzt, weil sich der „*Short Message Service*“ durch seine Beschränkung auf 160 Zeichen fast von selbst erklärt.

EMS: „*Enhanced Messaging Services*“ dagegen ist das Beispiel eines neuen, aufstrebenden Konzeptes, das auf manchen Handys bereits zu haben ist, jedoch noch nicht in den Wort- und Abkürzungsschatz vieler Handy-User vorgedrungen ist. EMS ergänzt SMS durch die Möglichkeit des Versandes von Bildern, Tönen und Animationen.

MMS: „*Multimedia Messaging Standard*“. Auch diese zukunftssträchtige Technologie ermöglicht den Versand von Bildern, Tönen und selbstverständlich Texten wie EMS. Doch MMS ist vielseitiger als EMS und vermag größere Datenmengen zu verschicken. Die multimedialen Daten können von Handy zu Handy, von E-Mail zu Handy und von Handy zu E-Mail geschickt werden. Wenn heute ein Fußballresultat per SMS als Text beim Nutzer ankommt, so lässt sich mit MMS wohl bald der Siegestreffer des Spiels als Mini-Video-Clip aufs Handy holen.

Bluetooth: Der Blauzahn ist eine standardisierte Datenschnittstelle, die es erlaubt, Daten dezentral per Funk (2,4 GHz) zu übermitteln. Kabel werden dadurch überflüssig. Die Daten werden über einen Chip ausgetauscht. Das wird zur Zeit vor allem zur Verbindung von Handys und Laptops benützt und zur Verbindung dieser Geräte mit Zubehör wie etwa einem drahtlosen Headset. Der Vorteil gegenüber einer Infrarot-Verbindung: Bluetooth benützt Funk und benötigt damit keine Sichtverbindung zur Sendestation. Handy oder Laptop können also auch hinter einer Mauer oder in einer Tasche erreicht werden.

HSCSD: „*High Speed Circuit Switched Data*“. Die umständliche Abkürzung, die eher an einen Eishockey-Club oder eine Fachhochschule erinnert, steht für eine Technologie, die den Internetzugang via Handy mit einem neuen Kodierungsschema für GSM-Datenübertragung ermöglicht. Dadurch, dass Funkkanäle gebündelt werden, entsteht eine Übertragungsgeschwindigkeit von 38,4 kbit/s. Das ist ziemlich ansprechend, ist doch bei der bekannteren WAP-Technologie („*Wireless Application Protocol*“) lediglich eine Übertragungsrate von 9,6 kbit/s möglich.

GPRS: „*General Packet Radio Service*“. GPRS ist ein Datenübertragungsstandard, der ebenfalls den Internet-Zugang ermöglicht. Die Daten werden aber anders als bei HSCSD in kleinen Paketen übertragen, und zwar immer dann, wenn gerade Netzkapazitäten frei sind. Problematisch ist, dass bei einem ausgelasteten Netz nur wenige Daten verschickt werden können. Neu verrechnen die Provider nicht die Übertragungszeit, sondern die Menge der verschickten Daten.

4 Location-based Services am Beispiel FRED

Gemäß den Ergebnissen aus einer Erhebung, welche von den Bundesämtern für Raumentwicklung (ARE) und Statistik (BFS) im Jahre 2000 zum Verkehrsverhalten in der Schweiz durchgeführt wurde, legte die Bevölkerung der Schweiz im Jahr 2000 im eigenen Land Tag für Tag rund 30% mehr als noch 1984 zurück. Fast die Hälfte dieser Wege (44%) entfallen auf Freizeitaktivitäten.

Kaum jemand bleibt in der Schweiz den ganzen Tag zu Hause: 90% der Bevölkerung ab sechs Jahren sind täglich unterwegs. Im Durchschnitt legt eine Person pro Jahr allein in der Schweiz

rund 13600 Kilometer zurück. Die täglich von einer Person zurückgelegte Distanz hat sich von 29 Kilometern im Jahr 1984 auf 38 Kilometer im Jahr 2000 erhöht.

Die Freizeit hat den deutlich höchsten Anteil an den zurückgelegten Wegen, gefolgt von den Arbeits- und Ausbildungswegen sowie den Einkaufswegen.

Bei rund 70% aller Strecken wird das Auto und bei 18% die öffentlichen Verkehrsmittel benutzt. Der Anteil der mit dem Auto zurückgelegten Wege ist zwischen 1984 und 2000 nahezu unverändert geblieben.

4.1 Heutige Probleme bei LBS

Zur Zeit sind die Mobilanbieter noch nicht gewillt, Antennenstandorte offenzulegen und diese als Zusatzdienstleistung Serviceanbietern zur Verfügung zu stellen. Somit entstehen meist auf einen Provider abgestimmte Insellösungen. Zusätzlich besteht die Problematik der Erreichbarkeit („*Location Roaming*“) in Bezug auf grenzüberschreitende Dienste. Dies bedeutet, dass die LB Services heute nur in Form nationaler Dienste ausgelegt werden können und somit grenzüberschreitend nicht funktionieren.

Eine weitere Hürde besteht in Bezug auf die Abrechnung („*Billing*“) dieser Dienste, da ebenfalls im Bereich des „*Billing/Microbilling*“ noch keine internationalen Standards seitens der Mobilanbieter eingesetzt werden.

Auf der Seite der Benutzer sind jedoch noch weitere Hürden zu meistern: So bleibt für viele Nutzer die Frage in Bezug auf die Wahrung der Privatsphäre – obwohl diese heute technologisch gelöst werden kann. Zudem sind heute viele Benutzer mit den heute bereits verfügbaren technischen Möglichkeiten der Mobiltechnologie überfordert. Dies erklärt vielleicht, weshalb sehr einfache Technologien wie SMS einen derartigen Boom erleben.

4.2 FRED – makes your life easier

Die Applikationsplattform FRED ist als persönlicher, unentbehrlicher Assistent für den mobilen Menschen konzipiert. FRED hat vor allem *ein* primäres Ziel: Er soll durch seine Dienste unsere Lebensqualität steigern!

Die Applikationsplattform erlaubt die Aufschaltung verschiedener Dienste im Umfeld der Mobilität (Abbildung 1).

In einer ersten Entwicklungsphase stehen den Benutzern dynamische Daten in Form von Verkehrsinformations- und Routing-Diensten zur Verfügung. In einer zweiten Entwicklungsetappe werden die Dienstleistungen mit weiteren Zusatzinformationen zu „*Points of Interests*“ angereichert, die dem Benutzer dynamische Abfragen zu lokalspezifischen Angeboten (z.B. Unterkünfte, Restaurants, Tourismus, Sport, Freizeit, Gesundheit etc.) und Situationen (z.B. Verfügbarkeit von Parkplätzen, Verspätungen, Veranstaltungen etc.) erlauben.

4.3 Konfiguration und Personalisierung

Der Benutzer kann die gewünschten Dienste über das Web oder über die Voice Applikation konfigurieren, resp. personalisieren.

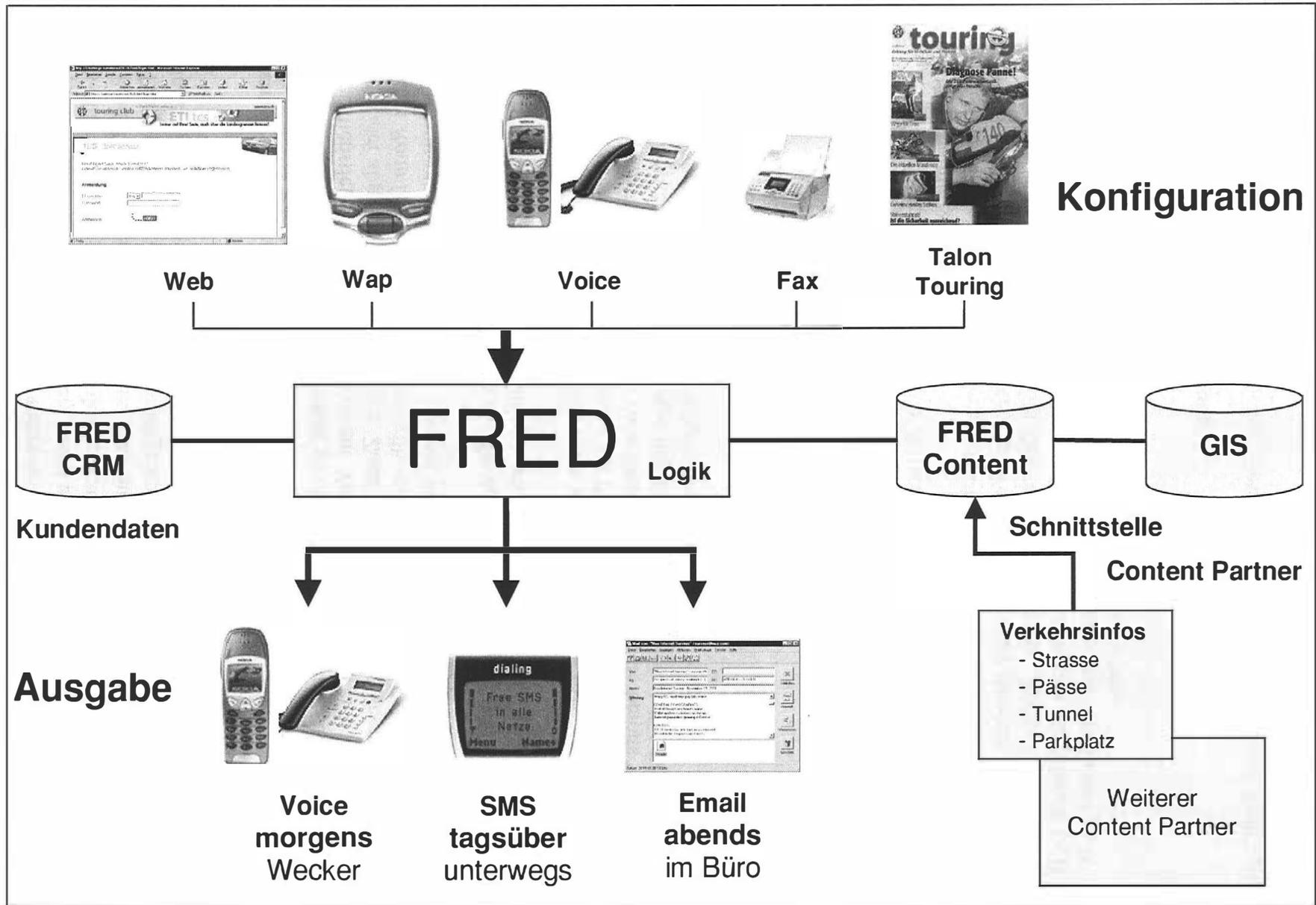


Abb. 1: FRED - Roadmap der Dienste

5 Fazit: Die digitalen Technologien mischen die Karten auf dem verlegerischen Markt neu!

Via den neuen Medien können heute also problemlos Karten in Homepages eines Kunden mit dem Look & Feel des eigenen Auftritts integriert werden. Dem Benutzer können folgende Funktionen zur Verfügung gestellt werden: Zoomen und Verschieben der Kartenausschnitte, Suche und Darstellung von Adressen oder Firmenstandorten (POIs) bis hin zur Routenberechnung (Adresse zu Adresse). Damit auch der mobile Mensch Zugriff auf die Karten und Informationen hat, sind diese Dienste auch über WAP abrufbar, wobei die Kartendarstellung und die Benutzerführung den Möglichkeiten des jeweiligen Handys angepasst sind. Der GIS-Server übernimmt zusätzlich alle Aufgaben in Bezug auf geographische Berechnungen und Darstellungen für unsere Applikationsplattform FRED.

Mit den Entwicklungen wie EMS, MMS, HSCSD, GPRS, UMTS steht der LBS-Markt wie auch die Kartographie vor einer Revolution ungeahnter Möglichkeiten, Märkte und auch Konkurrenten.

„LOCATION BASED SERVICES“:

APPLIKATIONEN

Der MobilGuide der Mobilkom Austria als Beispiel eines LBS – Konzepte, bisherige Erfahrungen, zukünftige Entwicklungen

Georg Magenschab, WIGeoGIS Wien

Zusammenfassung

Der MobilGuide der Mobilkom Austria war weltweit eine der ersten WAP-basierten LBS-Anwendungen. Bereits im September 2000 wurde die erste Version der Öffentlichkeit vorgestellt. Im Juli 2001 erfolgte ein Relaunch und im Oktober 2001 wurde der MobilGuide um ein SMS-Interface erweitert. Dieser Beitrag befasst sich mit den grundsätzlichen Konzepten dieses Dienstes sowie mit den praktischen Erfahrungen des ersten Betriebsjahres.

Abstract

MobilGuide, launched by Mobilkom Austria in September 2000 was one of the first WAP based Location Based Services in the world. In July 2001 Mobilkom relaunched the application with new features and in October 2001 Mobilkom started with the SMS based MobilGuide. This article deals with the concepts behind this service and with the experiences made during the first year.

1 Ausgangssituation

Der Telekom-Markt lässt sich schon seit Jahren als ein Zustand zwischen Euphorie und Enttäuschung begreifen: Begriffe wie „Killerapplikationen“ oder „3G-Technology“ sind mittlerweile sogar dem einfachen Leser einer Tageszeitungen geläufig. Falsche und echte Propheten auseinander zu halten, ist dabei nicht immer leicht. Herb die Enttäuschung, wenn prognostizierte Geräteverbreitungen dann doch nicht so zutreffen oder schlicht die Rechnung ohne der Zielgruppe gemacht wurde: Dem Konsumenten oder Benutzer.

Gefragt ist daher mehr denn je eine realistische Einschätzung der aktuellen Lage.

Bei der Umsetzung mobiler Dienste, rücken daher fünf Fragen in den Mittelpunkt der Betrachtung:

1. **Breitenwirkung:** Was ist mit heutiger Technologie breitenwirksam realisierbar?
2. **Wirtschaftlichkeit:** Welche Betriebsformen des Dienstes lassen einen Return on Investment in greifbare Nähe rücken?
3. **Kommunikation:** Kann der Nutzen des Dienstes dem Konsumenten leicht verständlich vermittelt werden?

4. **Attraktivität:** Welche Inhalte muss ein Dienst bieten, um damit die entsprechende Nutzung zu generieren?
5. **Investitionsschutz:** Ist die Lösung für heutige Standards mit den morgigen Technologien noch nutzbar?

2 Grundüberlegungen

Die Mobilkom Austria hat von Anfang an eine klare Linie bei der Formulierung der Ziele gefunden. Die Grundüberlegungen zu den angesprochenen fünf Fragen flossen in das Design des Dienstes von Anfang an ein, wobei einige Grundprinzipien aufgestellt wurden:

- **Prinzip 1:** Entwicklung kostet Geld.
Ein attraktiver Dienst, optimiert auf die Gerätee Welt von heute mit anspruchsvollen Funktionen von Lokalisierung über Verrechnung bis zum Contentmanagement erfordert eine exakte Abstimmung mit der Infrastruktur des Netzbetreibers und eine maßgeschneiderte Entwicklung. Der Mobilkom Austria war daher von Anfang an klar, dass ein Dienst nach Ihren Wünschen extra entwickelt werden musste.
- **Prinzip 2:** Interessanter, aktueller und tiefenrecherchierter Content ist nicht gratis.
Contentprovider lizenzieren interessanten und tiefenrecherchierten Content nicht kostenlos. Der Benutzer muss für das Abrufen von Informationen bezahlen.
- **Prinzip 3:** Konvergenz.
Der Service muss über mehrere Informationskanäle genutzt werden können (WAP, SMS, PDA/Web, Sprache), um eine breitenwirksame Streuung zu erzielen.

3 Funktionsweise des Mobil Guide

Der MobilGuide ist ein Location Based Service (LBS). Das bedeutet, dass nur standortbezogene Informationen abgerufen werden können. Möglich wird dies, in dem der aktuelle Aufenthaltsort des Benutzers automatisch ermittelt wird. Ausgehend von diesem Standort werden dann Informationen zu Produkten, Branchen, aber auch kulturellen Ereignissen bereitgestellt. Der Benutzer erhält diese Informationen gegen eine Gebühr (i. d. R. zwischen 0,5 und 1 EUR).

Der MobilGuide kann über WAP oder SMS genutzt werden. Der Zugriff auf den MobilGuide-WAP erfordert ein WAP-fähiges Mobiltelefon, der MobilGuide-SMS kann praktisch von jedem (SMS-fähigen) Terminal genutzt werden.

3.1 Contentmanagement

Das Contentmanagement erfolgt über eine eigens entwickelte Abfrageapplikation, die auf eine zentrale Meta-Datenbank zugreift, in der sämtliche Contentquellen systematisch erfasst sind.

Der Content selber wird entweder online direkt vom Contentprovider abgerufen oder über einen zwischengeschalteten Syndikatsserver bezogen. Sämtlicher Content ist mit einer Geokodierung versehen. In weiterer Zukunft werden auch Zugänge über Web und Sprache existieren.

3.2 Content

Die Einbindung von Content ist ein dynamischer Prozess. Vom Design her war daher größter Wert auf die Integration von neuem Content zu einem späteren Zeitpunkt zu legen. Derzeit (Stand: Dezember 2001) umfasst das System MobilGuide über 300000 Datensätze aus mehr als 4000 Kategorien.

3.3 Applikationen

Die Applikationen wurden auf Basis des von WIGeoGIS entwickelten LBS-API entwickelt. Das LBS-API bietet LBS relevante GIS-Funktionen zur Entwicklung von Location Based Services.

Das LBS-API setzt auf der GIS-Technologie von ESRI Inc. (Abbildung 1) auf. Die Funktionen sind alle HTTP-XML-basiert und daher plattformübergreifend nutzbar.

- **ESRI GIS-Technology**

Die auf ESRI-Technologie basierende GIS-Grundfunktionalität, die von allen Modulen genutzt wird und die grundsätzlichen State-of-the-Art-Funktionalitäten eines modernen GIS bereitstellt.

- **XML-Basissysteme**

Sie liefern Karten, berechnen Routen, finden Adressen oder zu Positionen Adressen (revers-Geocoding). Die XML-Basissysteme sind die Schnittstelle zwischen der komplexen GIS-Technologie und der eigentlichen Anwendung.

- **Application Modules**

Anwendungsspezifische, leicht wart- und erweiterbare Module, z.B. NextDoor, MapServer oder Routing. Diese Module bieten eine spezifische Anwendungsfunktionalität und werden entsprechend den Wünschen des Auftraggebers adaptiert.

- **Interface Modules**

Funktionen, die zur Kommunikation mit der Middleware des Netzbetreibers eingesetzt werden. Darunter fallen die Lokalisierung, das Billing oder die Anbindung an den SMS-Gateway.

- **Content Modules**

Module für den Zugriff auf statische lokale oder stets aktuelle entfernte und lokale Datenbanken.

- **Language Modules**

Sie liefern die Programmbedienung in der jeweils gewünschten Sprache.

- **Communication Modules**

Sie formatieren Dialoge und Content entsprechend dem benutzten Dialoggerät (inkl. Terminalerkennung).

3.4 Umsetzung

Die Umsetzung der Dienste erfolgte anhand eines zuvor erstellten, umfangreichen Storyboards. Zielsetzung des Storyboards war es, die Funktionsabläufe aus Benutzersicht genau zu erfassen, zu dokumentieren und auf ihre Logik und Effizienz abzutesten. Dieser Schritt durfte im Hinblick auf die zu erwartenden langen Übertragungszeiten (GSM) und die rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. Hinweis einer kostenpflichtigen Leistung vor einer Abfrage) nicht vernachlässigt werden.

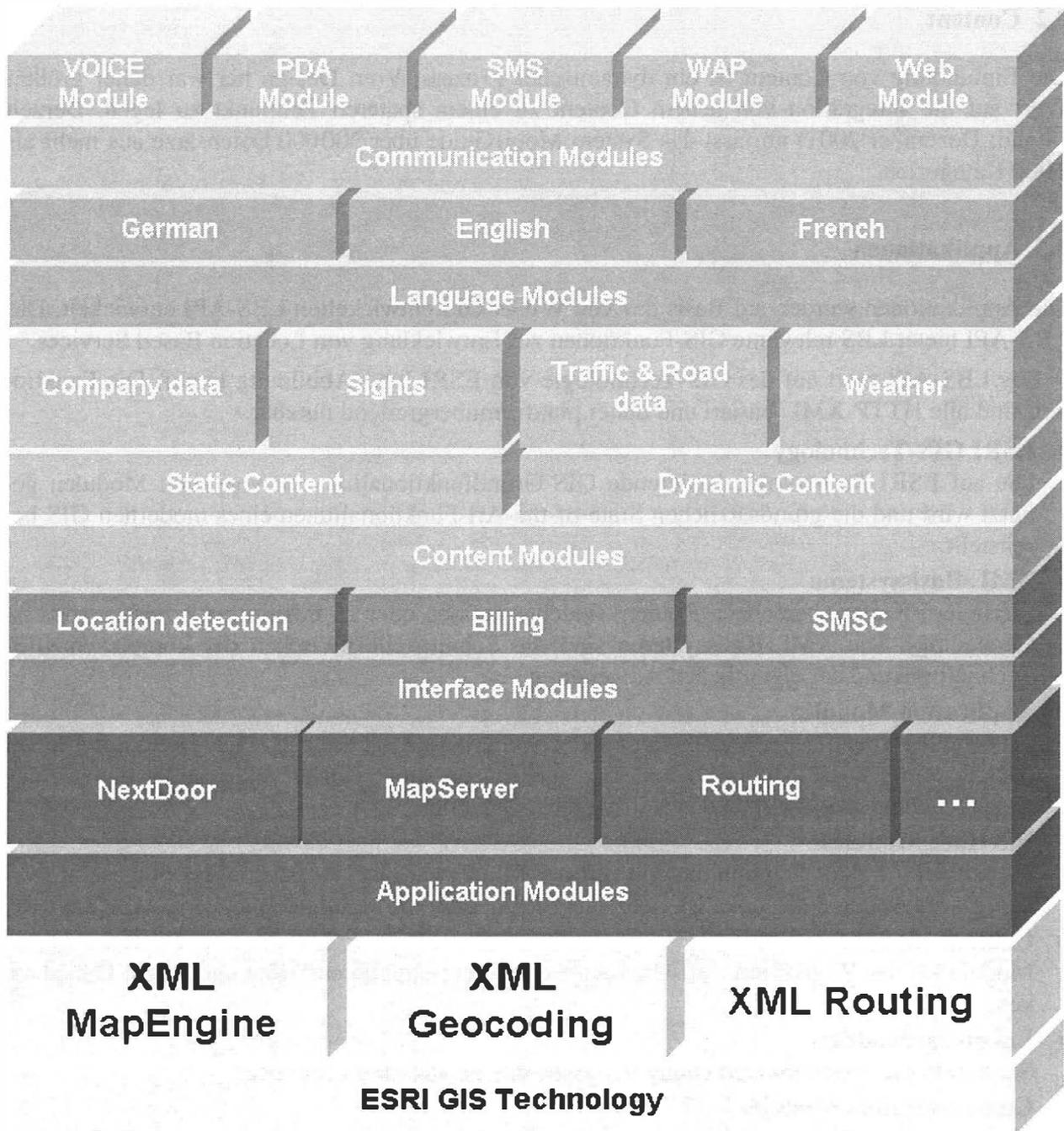


Abb. 1: Module der von WIGeoGIS entwickelten LBS-API-Architektur

3.5 Praxistests

Speziell beim MobilGuide-WAP zeigen sich in der Praxis einige unerwartete Probleme. Diese Probleme ließen sich vor allem auf Vorserien-Handies sowie nicht standardkonforme Endgeräte eingrenzen. Der Aufwand zur Behebung dieser Probleme darf nicht unterschätzt werden, zumal sich die Testserien als äußerst zeitraubend erwiesen und nicht immer alle Terminals mit der problematischen Serie verfügbar waren.

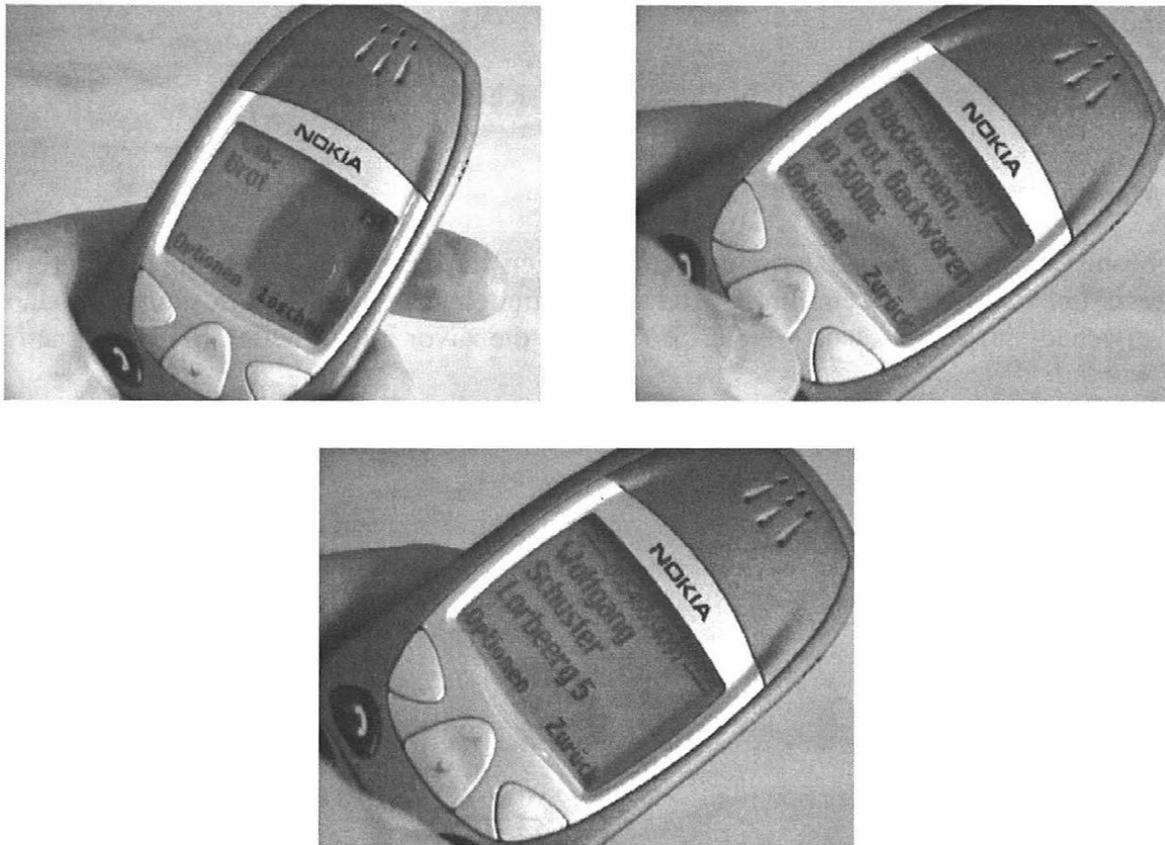


Abb. 2: Anwendungsbeispiel MobilGuide-SMS: Eine Abfrage nach „BROT“ mit dem MobilGuide-SMS liefert die nächsten geöffneten Bäckereien in der Umgebung des Handybenutzers.

3.6 Markteinführung

Die Markteinführung sowie der Relaunch des Dienstes wurde von einer breit angelegten Marketingkampagne in Print, TV und Hörfunk begleitet (Abbildung 3). Zielsetzung war die Kommunikation der Botschaft „A1 MobilGuide – das finden alle gut – die besten Infos liegen ganz nah“.



Abb. 3: MobilGuide Print-Sujet

4.5 Content

Sowohl Contenttiefe, als auch Contentumfang sind europaweit einzigartig. Dies wurde nur in Zusammenarbeit mit der mecomo AG, dem Contentlieferanten des MobilGuide, möglich.

4.6 Personalisierung

Features wie „Standort merken“ oder „Thema merken“ erlauben das Erstellen von Favoriten in der Anwendung. Zielsetzung war dabei, ein gleiches Thema an einem anderen Ort abfragen zu können bzw. an einem anderen Ort suchen zu können.

4.7 Konvergenz

Die Grundfunktionalität des MobilGuide ist mit wenig Aufwand sofort in eine PDA- oder Web-Anwendung portierbar.

Location Based Services für Bergsteiger und Wanderer – erste Erfahrungen mit VISPA

Wolfgang Reinhardt, Neubiberg, Florian Sayda, Neubiberg,
Elmar Wittmann, Poing

Zusammenfassung

Im Bereich der Mobilfunktechnologie sind positionsbezogene Dienste, auch bekannt als Location Based Services (LBS), eine der Anwendungen, für die eine sehr große Nachfrage prognostiziert wird. Verschiedene Anbieter ermöglichen heute schon den Zugriff auf solche Dienste, zum Beispiel mittels Handy und WAP (Wireless Application Protocol). Im Rahmen eines von der EU geförderten Projektes wurde ein Konzept für einen positionsbezogenen GI-Service für Bergwanderer entwickelt und ein entsprechender Demonstrator realisiert. In diesem Artikel werden die Anforderungen an einen solchen Service, dessen Funktionalitäten und erste Erfahrungen mit diesem beschrieben.

Abstract

In the area of mobile communication location based services (LBS) are considered as one of the emerging markets for the future. Several providers already offer such services, which e. g. can be used through mobile phone and WAP (Wireless Application Protocol). A concept and a demonstrator for a LBS for mountaineers have been developed within a project founded by the EU. This article deals with the requirements of such a service, its functionalities and first experiences gained with it.

1 Positionsbezogene Dienste für Bergwanderer

Positionsbezogene Dienste (engl: Location Based Services – LBS) werden als einer der neuen Märkte im Umfeld der Kommunikation mittels Mobilfunk gesehen. Allgemein versteht man unter einem positionsbezogenen Dienst einen Service, der seinen Nutzern räumliche Informationen beziehungsweise Geoinformationen (GI) bezüglich ihrer momentanen Position und auf ihre Bedürfnisse angepasst zur Verfügung stellt. Diese Informationen werden über Internet und/oder Mobilfunknetz an den Nutzer übermittelt. Eine Verbindung zwischen Position und Information herzustellen, ist eine der Hauptaufgaben eines Geoinformationssystems (GIS). Deshalb spielt GIS eine große Rolle während des Aufbaus und des Betriebes eines LBS. Eine weitere wichtige Aufgabe beim Betrieb eines positionsbezogenen Dienstes, die den Bezug zwischen GIS und LBS unterstreicht, ist das Aktualisieren und Erfassen von räumlichen Informationen, welche ebenfalls eine der traditionellen Aufgaben für ein Geoinformationssystem sind. Viele GIS-Hersteller

haben ihre Produktpalette um Module erweitert, die es dem Nutzer ermöglichen, Informationen von mobilen Endgeräten aus abzurufen.

Während des gesamten Jahres suchen eine große Anzahl von Menschen Erholung in den Bergen. Wandern und Bersteigen zählen hierbei zu den bevorzugten Aktivitäten der Urlauber und Ausflügler. Jedes Jahr ereignen sich jedoch auch zahlreiche Unfälle in den Bergen, die sich auf die verschiedensten Ursachen zurückführen lassen: Zum Beispiel werden die eigenen Fähigkeiten überschätzt oder Bergsteiger geraten in bedrohliche Situationen, weil auf Grund schlechter Wetterbedingungen ein Weg nicht mehr auffindbar ist. Ein speziell auf die Bedürfnisse der Bergwanderer abgestimmter, auf einem Geoinformationssystem basierender Dienst, welcher online aktuelle Informationen bereitstellt, kann in großem Maße zu einer Erhöhung ihrer Sicherheit beitragen. Die automatische Positionsbestimmung (Genauigkeit ~20 m) ermöglicht es, eine Reihe von Diensten anzubieten. Im folgenden sind einige für Bergwanderer besonders wichtige Dienste aufgezählt:

- Visualisierung der Position des Nutzers,
- Routenberechnung,
- Führen des Nutzers entlang einer bestimmten Route,
- Bereitstellung von Information (z.B. Wetterinformation, touristisch relevante Informationen wie Öffnungszeiten, ...),
- Notrufmöglichkeiten.

1.1 Positionierungsmethoden

Eine Grundvoraussetzung eines LBS ist der Aufenthaltsort bzw. die Position des Nutzers. Um diese zu ermitteln, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, von denen einige hier angegeben sind:

- Interaktive Eingabe durch den Nutzer,
- Lokal installierte Hilfsmittel, z. B. Bluetooth Local Positioning,
- Positionierung im Mobilfunknetz: Cell Identification, Cellular signal timing,
- Satellitengestützt, z. B. GPS.

Welche Methode am Ende genutzt wird, hängt stark von der Art des positionsbezogenen Dienstes ab. Die interaktive Eingabe durch den Nutzer hat den großen Vorteil, dass hierfür keine spezielle Hardwareausstattung nötig ist. Diese Methode funktioniert jedoch nur, wenn der Nutzer seine Position kennt und diese auch in einem Bezugssystem beschreiben kann, welches der Dienst verarbeiten kann, z. B. durch Angabe zweier sich kreuzender Strassen. Für einen positionsbezogenen Dienst für Bergsteiger ist diese Methode allerdings weniger geeignet, da der Nutzer oft seine Position nicht hinreichend genau kennt oder entsprechend genau definieren kann.

Die Installation zusätzlicher Navigationshilfen kommt hier ebenfalls nicht in Frage, da es zu aufwendig wäre, zum Beispiel im gesamten Alpenraum Bluetooth Local Positioning einzusetzen. Die Position eines Nutzers mit Hilfe des Mobilfunknetzes zu bestimmen, ist grundsätzlich eine gute Möglichkeit. Hierfür stehen verschiedenste Verfahren zur Verfügung. Die erreichbaren Genauigkeiten mit den unterschiedlichen Methoden werden von den Mobilfunknetzbetreibern im Bereich von 100 m bis Kilometer angegeben und sind von folgenden Parametern abhängig:

- Art des eingesetzten Mobiltelefons,
- Positionierungsmethode,
- Konstellation der Basisstationen im Umfeld des Nutzers,
- Dichte der Basisstationen.

Die Voraussetzung für all diese Methoden ist eine Abdeckung durch ein Mobilfunknetz. Die Netzabdeckungen der verschiedenen Mobilfunkbetreiber zeigen deutlich, dass in den Alpen nicht überall ein Mobilfunknetz zur Verfügung steht. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass die Positionierungsgenauigkeit, wie sie in den Voraussetzungen festgelegt wurde, mit diesen Methoden in den Alpen nicht erreicht werden kann. Die Einschränkungen, die sich aus den momentan zur Verfügung stehenden Mobilfunknetzwerken ergeben, führen zu speziellen Anforderungen an das mobile Endgerät, welches der Nutzer mit sich führt:

- Gewisse Grundfunktionalitäten sollten auf dem mobilen Endgerät auch dann zur Verfügung stehen, wenn keine Verbindung zum Server besteht.
- Eine mobilfunknetzunabhängige Positionierung sollte möglich sein.

Die Verbindung des mobilen Endgerätes zu einem GPS-Empfänger stellt somit sicher, dass Positionsinformationen auch dann verfügbar sind, falls kein Mobilfunknetz vorhanden ist.

2 VISPA – Ein ‚proof of concept‘ Demonstrator

VISPA steht für Virtual Sports Assistant und ist ein von der EU im Rahmen des ASTRON-Programms gefördertes Projekt. Ein Konsortium, bestehend aus der IfEN GmbH mit Sitz in Poing (Deutschland) und der AGIS (Arbeitsgemeinschaft GIS) an der Universität der Bundeswehr München, hat im Zuge dieses Projektes einen positionsbezogenen GI-Dienst für Bergwanderer als ‚proof of concept‘ Demonstrator entwickelt. Unterstützt wurde das Projekt vom Deutschen Alpenverein (DAV) vor allem bei der Definition der Nutzeranforderungen. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Projektziele und die darin gewonnenen Erfahrungen gegeben.

Eine der ersten Aufgaben war die Auswahl der Hardwarekomponenten für das mobile Endgerät. Ein sogenanntes ‚smart phone‘, ein PDA (Personal Digital Assistant) mit integriertem Mobiltelefon, war zum Zeitpunkt des Projektstarts (02/2001) noch nicht auf dem Markt frei verfügbar. Deshalb wurde als Kernelement ein handelsüblicher Pocket-PC ausgewählt. Um die vom Server online angebotenen Dienste nutzen zu können, wurde er mit einem Mobilfunktelefon (via Infrarotschnittstelle) verbunden. Für die Positionsbestimmung mittels Satellitennavigation wurde eine GPS-Receiverkarte im Compact Flash Format verwendet. Da es nicht möglich ist, die momentane Richtung des Bergwanderers mittels GPS zu ermitteln, wurde zusätzlich ein elektronischer Kompass mit dem Pocket-PC verbunden. Dies erlaubt eine exakte Bestimmung der Orientierung des Nutzers, selbst wenn er sich nicht bewegt. Die ausgewählten Komponenten wurden so zusammengesetzt, dass sie mit einer Hand gehalten werden können (siehe Abbildung 1).

Abbildung 2 zeigt die Systemarchitektur von VISPA. Der Server und das mobile Endgerät (Klient) kommunizieren über HTTP-Protokoll miteinander, da der mobile Klient eine Verbindung zum Internet durch das Mobiltelefon (GPRS – General Packet Radio Service) aufbauen kann. Zur Zeit ist GPRS eine der schnellsten, flächendeckend verfügbaren Datenverbindungen für Mobilfunktelefone in Deutschland. Außerdem wird durch die Nutzung von GPRS eine dauernde Internet-Anbindung ermöglicht, da nur Kosten für die tatsächlich übertragenen Datenmengen anfallen. Die Ergebnisse vom Server werden zum mobilen Endgerät mittels eines speziell definierten Interfaces basierend auf XML (Extensible Markup Language) übermittelt.

In VISPA wurden folgende Funktionalitäten integriert:

- Anzeige der Position des Nutzers sowohl in einer Karte, als auch in Koordinatenform.
- Darstellen von Karten in verschiedenen Maßstäben.

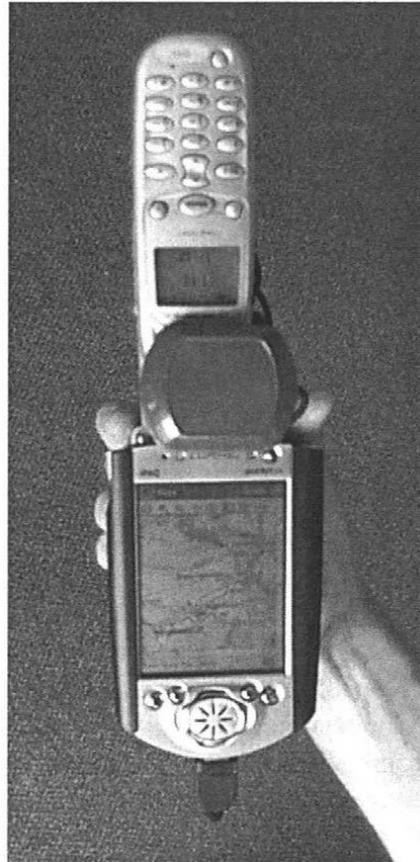


Abb. 1: VISPA-mobiles Endgerät

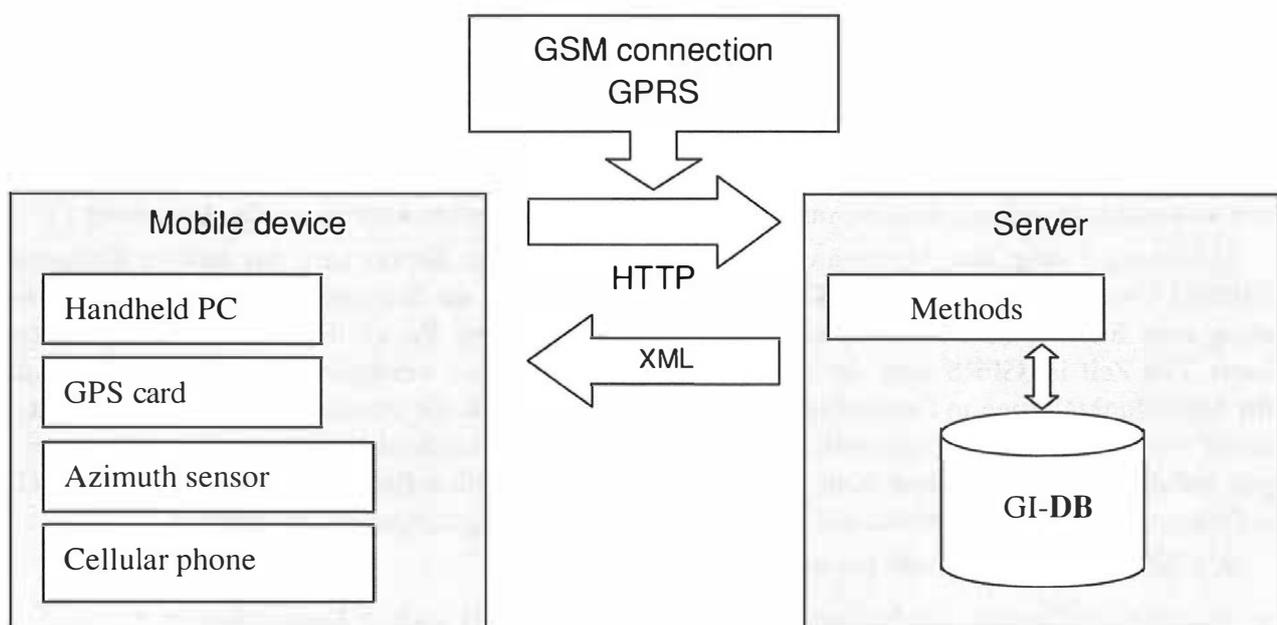


Abb. 2: VISPA Systemarchitektur

- Anzeigen von Points of Interest (POI), z. B. Hütten, Gipfel usw. in der Karte.
- Bereitstellen von weiterführenden Informationen zu den POI, z. B. Öffnungszeiten, Telefonnummern usw..
- Durchführen entsprechender Routenberechnung basierend auf den folgenden Szenarien:
 - Wo ist die nächste Schutzhütte? (z. B. bei aufziehenden Unwettern)
 - Wie komme ich von meinem momentanen Standpunkt zu einem bestimmten Ziel?
 - Ich habe den Weg verloren. Wie komme ich dorthin zurück?
- Navigieren, indem das System den Nutzer entlang einer gewählten Route zum Ziel führt.
- Basierend auf 3D-Daten geben „gerenderte“ Bilder dem Nutzer die Möglichkeit zu einer einfacheren Orientierung.

Das System wurde für ein Testgebiet im Bereich Spitzingsee von ungefähr 29 x 29 km aufgebaut. In diesem Gebiet wurden folgende Daten als Grundlage für die verschiedenen Dienste verwendet:

- Digitales Geländemodell (30 m Raster),
- Herkömmliche gescannte Topographische Karten in verschiedenen Maßstäben,
- Luftbilder,
- Vektor-Daten (Wege, Points of Interest wie Hütten oder Gipfel, ...),
- Zusätzliche Sachinformationen zu den POIs (Öffnungszeiten, Telefonnummern, ...).

Ein genauer und aktueller Datenbestand, auf den sich der Bergwanderer verlassen kann, ist hierbei von großer Wichtigkeit für das gesamte System, um dem Nutzer einen zuverlässigen LBS zur Verfügung stellen zu können.

Die Möglichkeit, die momentane Umgebung des Nutzers in einem „gerenderten“ Bild basierend auf 3D-Daten zu visualisieren, ist ein neuer Ansatz, um dem ‚normalen‘ Bergsteiger eine leichtere Orientierung als bei Verwendung herkömmlicher Karten zu ermöglichen. Die für diese Funktion benötigten Parameter sind die Position und die Blickrichtung des Nutzers. Ausgehend von diesen Daten erhält der Nutzer ein Bild von seinem momentanen Standpunkt in seine Blickrichtung. Abbildung 3 zeigt zwei Beispiele dieser Bilder, welche der Nutzer vom Server beziehen kann. Hierbei hat er die Möglichkeit zwischen zwei verschiedenen Erscheinungsformen der Oberfläche zu wählen. Als Textur kann eine herkömmliche Topographische Karte oder ein Luftbild gewählt werden. Weiterhin kann zusätzlich eine vorher berechnete Route dargestellt werden (siehe rote Linie im linken Bild in Abbildung 3), so dass es dem Nutzer ermöglicht wird, einen Eindruck zu bekommen, wo im Gelände sein Weg verläuft.

3 Erfahrungen und Ausblick

Während der Testphase konnte klar gezeigt werden, dass die Sicherheit von Bergwanderern durch ein solches System beträchtlich verbessert werden kann. Hierzu trägt besonders die Möglichkeit der Visualisierung der Position des Nutzers in der Karte bei, welche durch die Routenberechnung und Navigationsmöglichkeit ergänzt wird. Somit entfällt die oft ansonsten mühselige und manchmal zeitaufwendige Suche nach der eigenen Position unter Verwendung einer konventionellen Karte auf Papier. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Beispiele wie die Informationen dem Nutzer auf dem mobilen Endgerät präsentiert werden. Hierbei wird die Position des Nutzers als rosa Kreuz in der Karte dargestellt, während berechnete Routen in gelb zu sehen sind. Points of Interest werden als rote Kreise angezeigt. Deren Objektklasse und Name lassen sich durch Anklicken des entsprechenden POI abrufen. Besonders hervorzuheben ist die hohe Displayquali-

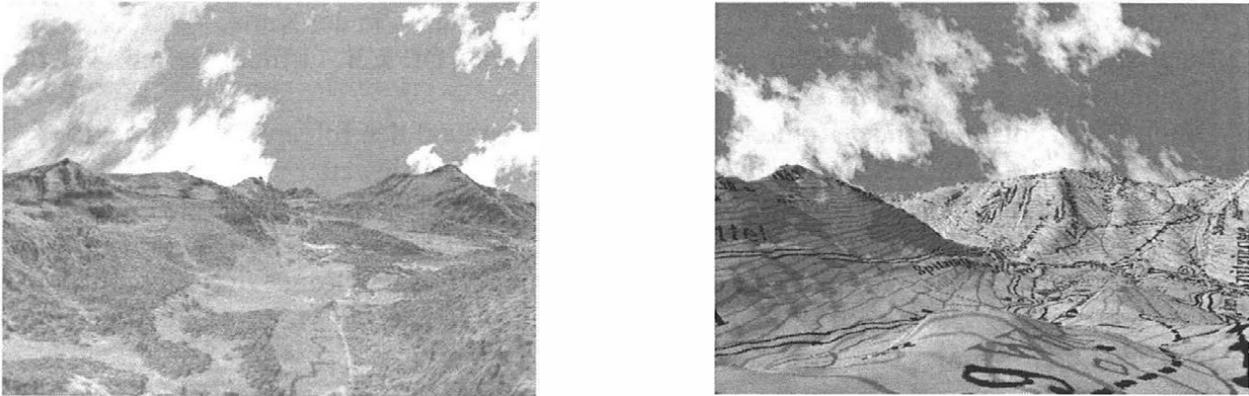


Abb. 3: Bilder „gerendert“ aus 3 D-Daten
(Luftbild: ©Bayrisches Landesvermessungsamt München <http://www.bayern.de/vermessung>)

tät des verwendeten mobilen Endgerätes. Zusammen mit der Zoom- und Scroll-Funktionalität lassen sich so herkömmliche Topographische Karten sehr gut auf dem relativ kleinen Display (240 x 320 Pixel) des PDA verwenden.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass mit dem System unter Verwendung einer GPRS-Verbindung sehr gute Antwortzeiten bei Anfragen an Server erzielt werden können. Insgesamt bewegen sich die Antwortzeiten im Bereich von 2–20 Sekunden, je nach Art und Komplexität des angeforderten Dienstes und der Menge an zu übertragenden Daten.

Selbst im dem Fall, dass eine GPRS-Verbindung nicht vorhanden ist, stehen dem Nutzer noch eine Reihe von Funktionalitäten zur Verfügung. So wird zum Beispiel stets ein größerer Kartenbereich auf dem mobilen Endgerät vorgehalten als unbedingt notwendig, so dass auch bei fehlender Mobilfunkverbindung die Position auf der Karte angezeigt werden kann. Desweiteren ist es nicht notwendig, für die Navigationsmöglichkeit permanent eine GPRS-Verbindung zum Server zu haben. Nachdem die berechnete Route auf das mobile Endgerät übermittelt ist, wird der



Abb. 4: VISPA User Interface des mobilen Endgerätes



Abb. 5: Benutzeroberfläche auf mobilem Endgerät

Nutzer unabhängig von einer Mobilfunkverbindung zum Ziel geführt, so dass auch Funklöcher überbrückt werden können.

Während der Entwicklung des mobilen Endgerätes wurden verschiedenste Hardwarekomponenten (PDA, GPS, digitaler Kompass und Mobiltelefon) zu einer Einheit zusammengeführt, die sich problemlos in einer Hand halten lässt. Das Hauptaugenmerk bezüglich der Hardware wird im weiteren auf die Integration eines sogenannten ‚smart phones‘ gerichtet sein, um so die Kompaktheit des mobilen Endgerätes zu verbessern.

Durch die Implementierung zusätzlicher Funktionalitäten kann der Nutzen des Dienstes noch erweitert werden. Hierbei ist vor allem die Möglichkeit zu berücksichtigen, einen Notruf an entsprechende Rettungsleitstellen zu übermitteln. Die Hauptaufgabe bestünde darin, den abgesetzten Notruf in die bestehenden „Search and Rescue“ (SAR) Strukturen zu integrieren.

Momentan arbeitet das gesamte System in einem sogenannten „pull mode“, d.h. Informationen werden nur auf Anforderung durch den Klient übermittelt. Eine Erweiterung des Systems hin zum „push mode“ würde es erlauben, Nachrichten an eine ausgewählte Gruppe von Nutzern zu senden, zum Beispiel Wetter- oder Lawinenwarnung für ein bestimmtes Gebiet.

In VISPA hat es sich deutlich gezeigt, dass ein solches System die Sicherheit von Bergwandernern verbessern kann. Trotz des sich rasch entwickelnden Marktes im Bereich der mobilen Endgeräte und der Mobilfunktechnologie sind dennoch genaue und hochqualitative Geodaten die Grundlage eines LBS. Besonders in alpinen Regionen ist dies von hoher Wichtigkeit, da ein Dienst, der auf falschen oder auf Daten schlechter Qualität beruht, Ergebnisse liefern kann, die Gefahrensituationen nicht verhindern, sondern den Nutzer in solche bringen.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich an dieser Stelle für die Unterstützung und Kooperation beim European Commission Joint Research Center (JRC), Institute for the Protection and Security of the Citizen (IPSC) in Ispra, Italien, welches das VISPA-Projekt finanziert. Weiterhin möchten die Autoren dem Deutschen Alpenverein (DAV) für das eingebrachte Fachwissen auf dem Gebiet des Bergwanderns und Bergsteigens und die Unterstützung während der Testphase danken.

LoL@ - City Guide

Prototyp einer kartenbasierten UMTS-Applikation

Susanne Uhlirz und Mirjanka Lechthaler, Wien

Zusammenfassung

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) wird in Kürze den mobilen Breitbandzugang ins Internet ermöglichen. Dadurch können erstmals multimediale Applikationen an mobilen Endgeräten (*wireless handheld devices*) realisiert werden. Kartenbasierte Informationssysteme werden somit in Kombination mit *location based services* möglich. Das Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik hat in Zusammenarbeit mit dem ftw. Forschungszentrum Telekommunikation Wien den Prototypen einer solchen UMTS-Applikation entwickelt. LoL@ (Local Location Assistant) bietet kartenbasierte und positionsabhängige Multimedia-Informationen für Touristen entlang einer vorgegebenen Route durch die Wiener Innenstadt.

Abstract

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) is the emerging new standard for wireless communication and information transmission which enables broadband internet access on mobile devices. This makes multimedia applications for wireless handheld devices become reality for the first time. Map based information systems will be realized in combination with location based services. The ftw. Forschungszentrum Telekommunikation Wien together with the department of Cartography and Geomeia Technique has developed a prototype of such an UMTS-application. LoL@ (Local Location Assistant) presents map based and position dependent multimedia information for tourists on a predefined tour through Vienna's city center.

1 Einführung

Im Frühjahr 2000 wurde unserem Institut die Mitarbeit am Projekt „UMTS Applications Development“ im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Mobilkommunikation am Forschungszentrum Telekommunikation Wien (ftw.) angeboten. Das Forschungszentrum Telekommunikation Wien wurde 1999 im Rahmen der K-Plus-Zentren-Initiative der Regierung gegründet und zu je 50% von Bund und Land (Wien) bzw. Partnern aus Industrie und Wirtschaft gefördert. Neben dem Schwerpunkt Mobilkommunikation wird noch in zwei weiteren Bereichen (Telekommunikationsnetze und -dienste, Signalverarbeitung zur Datenübertragung) jeweils in Theorie und Praxis geforscht.

UMTS wird in Kürze den mobilen Breitbandzugang ins Internet ermöglichen. Es sind jedoch nicht die hohen Datenraten allein, sondern vielmehr die dadurch realisierbaren neuen Netzfunktionalitäten, die den Mobilfunk revolutionieren werden. Darauf aufbauend werden neue Multi-

media-Dienste entstehen, die dem Benutzer jede gewünschte raumbezogene und nicht-raumbezogene Information jederzeit über die verschiedensten Endgeräte verfügbar machen können. Einige der dafür notwendigen Technologien sollten in diesem Projekt entwickelt und anhand einer Beispielanwendung namens „LoL@“ (Local Location Assistant) getestet und vorgeführt werden.

Die zu erstellende Applikation ist für das *mobile internet* konzipiert. Darunter versteht man den Internetzugang über mobile Endgeräte¹ mittels einer Luftschnittstelle. *Mobile internet* ist zur Zeit noch durch Restriktionen im Bezug auf Datenübertragungsraten, Funktionalitäten der Endgeräte sowie eine geringe Auflösung in Verbindung mit extrem kleinen Displays gekennzeichnet. Waren die Datenübertragungsraten für GSM-Handys noch mit 9,6 kbit/s begrenzt, werden mit UMTS bis zu 2 Mbit/s möglich. Damit werden erstmals multimediale Anwendungen für Benutzer im mobilen Einsatz interessant. Die verwendeten Endgeräte, im englischen Sprachgebrauch auch als *wireless handheld devices* bezeichnet, können entweder internetfähige Handys (derzeit noch auf Basis von GPRS-Technologie und WAP-Protokoll) wie der NOKIA Communicator oder das Siemens R380 sein; Nachteil dieser Geräte ist ihr kleines Display. Denkbar sind aber auch *smart phones*, also eine Kombination aus Handy und Computer, sowie PDAs, *personal digital assistants*, wie zum Beispiel der Palm oder Compaq's iPack Serie.

Ein weiteres Merkmal der UMTS-Applikationen ist ihre spezifische Architektur. Hierbei spielt das Client/Server-Prinzip eine wichtige Rolle. Es bezeichnet die Aufgabenbeziehung in einem Netzwerk betreffend die Verteilung von Anwendungen und Daten auf die verschiedenen Komponenten. Einzelne Computer sind entweder für das Anbieten (Server) oder das Abfragen (Client) eines Dienstes zuständig, wobei diese Aufgabenverteilung auch wechseln bzw. abwechselnd von ein und demselben Computer wahrgenommen werden kann (BOLLMANN 2001).

Konkret soll der hier vorgestellte Prototyp einer UMTS-Applikation in der Lage sein, auf Grund von Positionsbestimmungen des Endgerätes standortgebundene Informationen (*location based services*) in Form von Karten, aber auch multimedialen Komponenten (Text, Ton, Video usw.) zur Verfügung zu stellen. Weiterhin soll eine Routing-Funktion implementiert sowie zusätzliche Orientierungskonzepte angedacht werden. Das Projekt gliedert sich in vier Phasen:

- Spezifikation der Anwendung und der Architektur.
- Entwicklung der Methoden zur Lokalisierung, Navigation und multimedialen Kommunikation sowie Aufbereitung der Inhalte (Bilder, Video- und Audiosequenzen, Straßenkarten).
- Realisierung und Testen der Anwendung im Labor.
- Evaluieren und Vorführen der Anwendung in einem Mobilfunknetz.

Die Konzeption der vorgestellten Anwendung wurde inhaltlich unter Zuhilfenahme folgender Selektionskriterien entwickelt (FTW. 2000):

- massenmarktfähig – im Sinne eines *low end devices*: Beschränkung der Hardware-Funktionalitäten des Endgerätes, wenige *hardkeys*, Integration der meisten Schaltflächen in ein Display mit *touchscreen*, Positionsbestimmung nicht nur über teure (weil clientbasierte) GPS-Module, sondern auch über netzbasierte Methoden²,
- *location based* – nicht nur auf den Standort des Benutzers bezogen, sondern auch auf die

¹ Je nach Gewicht, Größe und technischer Ausstattung werden verschiedene Klassen von mobilen Computern unterschieden: Laptop, Notebook, Handheld, Palmtop, PDA, ...

² In Abhängigkeit von der Größe der (Micro) Funkzellen können über die *Cell-ID* Positionierungsgenauigkeiten bis zu 100 m im innerstädtischen Bereich erzielt werden. Weitere Methoden arbeiten mit synchronisierten Laufzeit-signalen, bzw. -differenzen oder Signalstärkemessungen (RETSCHER, 2001).

Informationsübermittlung, welche kartenbasiert erfolgen sollte,

- multimedial – im Sinne der Ausnutzung der neuen Technologie sollte Graphik (in Form von Karten), Ton, Text und Video zusammenspielen, um die Informationserschließung für den Benutzer möglichst effizient zu machen.

Diese Rahmenanforderungen wurden im Prototyp LoL@, einem multimedialen, kartenbasierten Informationssystem für Touristen in Wien realisiert, welches den Benutzer anhand einer vordefinierten Route und mit Hilfe von positionsabhängigen Kartenausschnitten zu den Sehenswürdigkeiten der Wiener Innenstadt führt und ihm vor Ort aus dem zur Verfügung gestellten Angebot die jeweils gewünschte Information in multimedialer Form präsentiert.

Die speziell kartographische Aufgabenstellung innerhalb dieses Projektes bestand zum einen:

- in der Akquirierung und Aufbereitung des Datenmaterials zur Erzeugung und Visualisierung von Basiskarten.
- Desweiteren musste die Kartenpräsentation am Display technisch realisiert werden.
- Ein Routing-Algorithmus³ wurde ebenfalls implementiert. Dabei wurden auch neue Konzepte zur effizienteren Fußgänger-Navigation³ in Verbindung mit kleinen Displays entwickelt.
- Die Erstellung der Content-Datenbank, also die Aufbereitung und Strukturierung des eigentlichen Informationsinhaltes zu touristisch interessanten Punkten im Wiener Innenstadtbereich (Points of Interest – PoIs), war ebenso Teil unserer Arbeit wie
- die Gestaltung der Benutzeroberfläche und der Menüführung.

Die kartographische Herausforderung innerhalb dieses für unseren Fachbereich derzeit noch relativ neuen Anwendungsgebietes lag nicht in der Abwicklung der einzelnen Arbeitsschritte wie Datenaufbereitung oder Kartengenerierung, sondern in der Berücksichtigung und Umsetzung der für dieses Medium (*mobile internet*) gänzlich neuen Rahmenbedingungen bzw. Restriktionen. So mussten Fragen nach Modellierung der Daten, der sehr spezifischen Visualisierung für ein extrem beschränktes Display, aber auch Probleme der Datenübertragungsrate und der Zugriffszeiten bzw. -häufigkeiten in Betracht gezogen bzw. gelöst werden. Einige dieser nicht nur projektspezifischen, sondern allgemein mit Multimedia- und Tele-Kartographie im Zusammenhang stehenden Aspekte sollen im Folgenden näher beleuchtet werden.

2 Datenaufbereitung

Am Beginn der Projektarbeit stand die kartographische Datenaufbereitung. Natürlich wurde auf einen bestehenden Vektordatensatz zurückgegriffen, der (auf Grund seiner Generierung für ein anderes Medium und eine andere Aufgabenstellung) für unser Ausgabemedium *wireless handheld device* zu adaptieren war (siehe Abbildung 1). So war einerseits die geänderte Auflösung (120 x 320 Pixel auf 3,3 x 8,9 cm nach EPOC-Standard⁴ im Vergleich zu 1024 x 1280 Pixel für z. B. einen 15“ Monitor) zu beachten, die notgedrungen zu einer wesentlich größeren Bildschirm-

³ Im Allgemeinen werden in der Literatur die beiden Begriffe Routing und Navigation nicht eindeutig getrennt. In diesem Artikel wird Routing im Sinne einer graphenabhängigen und vektorbasierten Definition des Weges von A nach B gebraucht. Demgegenüber umfasst der Begriff Navigation darüber hinaus alle Kommunikationsarten, die dem Benutzer zur Unterstützung seiner Bewegung im Raum vom System angeboten werden. Navigation kann somit als modelliertes Routing bezeichnet werden.

⁴ Dies entspricht den Maßen des EPOC-Standards, einem von der Firma Symbian[®] entwickelten Betriebssystem für mobile Computer-Telefone (*smart phones*) (SYMBIAN 2001).



Abb. 1: Ausschnitt aus der Detailkarte, Adaption des ursprünglichen Datensatzes für LoL@.

darstellung führen musste. Weiters sollten die „äußeren Bedingungen“ bei der Benutzung berücksichtigt werden. Darunter sind Faktoren wie die Mobilität und damit einhergehend äußere Einflüsse wie z. B. die Beleuchtung zu verstehen. Auch musste schon in der Phase der Digitalisierung auf eine Struktur der Daten geachtet werden, die einen interaktiven Zugriff auf benutzer- bzw. standortspezifische Informationen über verschiedene Layer erlaubt. Nicht zuletzt setzte die verwendete Software Beschränkungen; so stand die Entscheidung für die GIS-Software GeoMedia Web Enterprise[®] von Intergraph[®] auf Grund bereits vielfältiger Erfahrungen in Forschung und Lehre an unserem Institut schon in einer frühen Phase des Projektes fest.

Im Wesentlichen wurde im Zuge der Datenaufbereitung:

- die Baublockstruktur generalisiert, Grundrissdetails eliminiert, Innenhöfe selektiert sowie diese vereinfacht und zusammengelegt;
- der Straßengraph adaptiert, Kreuzungen zusammengelegt und die Straßen nach ihrer Wichtigkeit und Breite in vier Gruppen klassifiziert;
- die Nutzungskategorien neu klassifiziert und für die LoL@-spezifischen Anforderungen festgelegt (öffentliche Gebäude (wie z. B. Ministerien) sind nur dann von touristischem Interesse, wenn sie auch für einen ortsunkundigen Benutzer von außen als solche zu erkennen sind);
- die Symbolgenerierung für Points of Interest durchgeführt;
- die Spezifizierung von graphischen Ausprägungen (Strichstärken, Farbwahl, Schriftgröße und -art, ...) festgelegt;
- die Kartenbeschriftung durchgeführt (wobei zwischen permanenter Beschriftung und über ToolTips zu erschließender Beschriftung zu unterscheiden war) und
- die Layerstruktur im Hinblick auf die technischen Möglichkeiten der Realisierung festgelegt.

Neben der **Geo-Datenbank**, welche die gesamte Geometrie der verwendeten Karten enthält (inklusive der geocodierten PoIs und *landmarks*), wurde auch der Inhalt der **Content-Datenbank** erstellt und strukturiert. In dieser Datenbank ist die multimediale Information zu den einzelnen PoIs gespeichert, die über den Button „Information“ erschlossen werden kann. Der Inhalt der Content-Datenbank präsentiert sich dem Benutzer aufgeteilt in vier Kategorien:

- **Information:** enthält Service-Infos wie Öffnungszeiten, Eintrittspreise, Adresse und Telefonnummer.

- **Details:** gibt eine Kurzbeschreibung des PoI sowie historische Informationen über Architektur, Geschichte, Baustil,
- **Virtual Visit:** Diese Kategorie enthält sämtliche multimediale Information wie Photos, Audio-Files oder Video-Sequenzen.
- **My Data:** erlaubt es dem Benutzer, eigene PoIs zu benennen, in die Karte einzutragen oder beispielsweise Photos der Sehenswürdigkeiten als e-cards per e-mail zu verschicken.

Die Informationen der Content-Datenbank sind untereinander verknüpft, so dass über Links direkt zu thematisch passenden PoIs (z. B. aus derselben Bauperiode) verzweigt werden kann.

3 Kartographische Modellierung

Die Applikation LoL@ bietet dem Benutzer als kartenbasiertes Informationssystem raumbegrenzte Information in zwei festgelegten Maßstäben an. Die Übersichtskarte zeigt in einem Maßstab von ca. 1:25000 (Abbildung 2 links) die vollständige Route. Die Gauß-Krüger-Projektion der Übersichtskarte ist verzerrt in Richtung der x-Achse (Nordrichtung), was einerseits die Darstellung einer größeren Grundrissfläche und somit der gesamten Route auf dem Display ermöglicht, andererseits in Kombination mit der Signaturendarstellung im Aufriss eine perspektive Sicht andeuten kann. Die Detailkarte, ebenfalls in Gauß-Krüger-Abbildung, aber nicht verzerrt, zeigt in einem Maßstab von ca. 1:7500 (Abbildung 2 rechts) sämtliche zur Verfügung stehende Information, welche auch interaktiv erschlossen werden kann. Dies ist auch die Maßstabsebene, welche für das implementierte Routing und die Navigation verwendet wird. Daneben besteht auch die Möglichkeit, die angebotenen Informationen in textbasierter Form über PullDown Menüs abzufragen.

Die beiden **Maßstabsebenen** wurden – kartographisch jeweils optimiert – für die Darstellung auf einem Farbdisplay der Größe 120 x 320 pixel aufbereitet. Dabei wurden sowohl die „grobe“ Auflösung, als auch die zur Verfügung stehenden Farben und die speziellen äußeren Nutzungsbedingungen (mobiler Benutzer, Beleuchtungsfaktoren wie Tageslicht, Sonneneinstrahlung, Blendung, ...) in Betracht gezogen.

Neben den üblichen, bei einer kartographischen Visualisierung zu beachtenden Grundsätzen der Kartengestaltung waren für das hier besprochene Projekt z. T. gänzlich neue Konzepte der Visualisierung zu erstellen, von denen die wichtigsten im Folgenden erläutert werden.

Da neben der reinen Kartenpräsentation auch eine Positionierung des *handheld devices* erfolgen sollte (als Voraussetzung für das Routing), lag eine **genauigkeitsabhängige Darstellung**

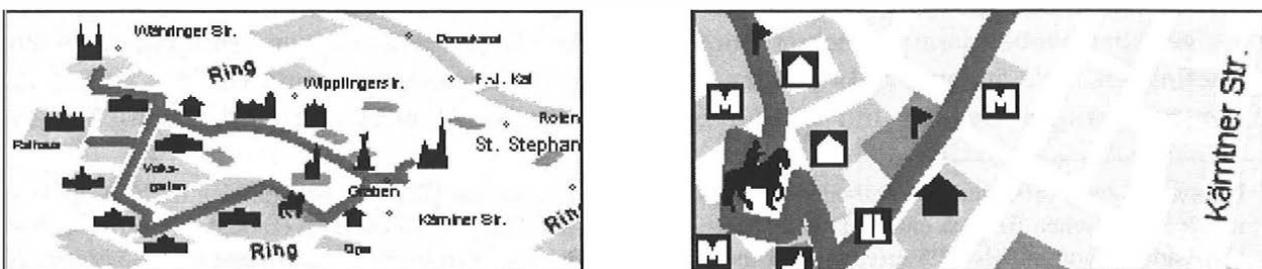


Abb. 2: Ausschnitt aus der Übersichtskarte (ca. 1:25000 - links), aus der Detailkarte (ca. 1:7500 - rechts).

der Nutzerposition nahe. Die derzeit noch nicht ausreichende Genauigkeit der Positionierung⁵ ließ eine punktgenaue Anzeige des aktuellen Benutzerstandortes nicht adäquat erscheinen. So entschlossen wir uns zu einer Darstellung des *Straßenabschnittes*, in dem sich der Benutzer befindet. Dazu waren Überlegungen über eine Visualisierung und in weiterer Folge auch Verbesserung der erzielbaren Genauigkeit in einer für den Benutzer leicht erfassbaren und verständlichen Graphik nötig. Dies führte zum Konzept einer benutzerseitigen Verbesserung der Positionierung und ergibt darüber hinaus auch einen eindeutigen Startpunkt für das von uns implementierte Routing. Hierbei verifiziert der Benutzer systemunterstützt seine aktuelle Position. Aus einer Auswahlliste der Straßenabschnitte, welche innerhalb der Genauigkeitsellipse der automatisch ermittelten Position liegen, definiert er graphisch oder über ein PullDown Menü anhand von Hausnummernbereichen den aktuellen Straßenabschnitt. So kann die Positionsbestimmung um ein Erhebliches verbessert und auch die Startinformationen für ein anschließendes Routing eindeutig bestimmt werden.

Eine weitere Entscheidung musste im Bezug auf das **Datenformat der Visualisierung** am Display getroffen werden. Die Übersichtskarte ist großteils als Rastergraphik gestaltet, um Speicherplatz zu sparen. Aus Gründen der Lesbarkeit sind lediglich Schrift und Signaturen im Vektorformat in zusätzlichen Layern abgespeichert. Die interaktiven Benutzereingriffe in diesem Maßstab sind marginal. So ist die Scroll-Funktion auf Grund der Darstellung der gesamten Route auf dem Display nicht notwendig. Die Erschließung der Straßennamen über ToolTips ist nicht vorgesehen. Die implementierte Interaktivität beschränkt sich daher in der Übersichtskarte auf die anklickbaren Symbole. In einem weiteren Layer wird die Information über den Status der Route (gesamte Route – bereits gegangene Route – aktueller Routenabschnitt) aufgenommen und entsprechend den Änderungen aktualisiert.

Demgegenüber ist die Detailkarte eine Vektordarstellung, in der die einzelnen Straßenabschnitte mit zusätzlicher Information verknüpft sind (Straßenname, Straßencode, Hausnummernbereich, ...). Scrollen ist möglich, da die Karte des gesamten darstellbaren Bereiches vorab erstellt wurde und beim ersten Aufruf der Applikation an den Client (Benutzer) gesandt wird. Dies bedingt anfangs eine längere Ladezeit, im weiteren Verlauf muss allerdings nur mehr die geänderte bzw. neu hinzukommende Kartengraphik, unterstützt vom Java Viewer, am Client visualisiert werden. Diese Variante wurde wegen der geringen Gebietsausdehnung im Prototyp gegenüber einer „Kachelung“, also einer Zerlegung des gesamten Gebietes, bevorzugt, um die Zugriffszeiten und Übertragungskapazitäten in der verwendeten Server/Client-Architektur zu minimieren.

4 Präsentation auf dem Display

Bei der Generierung der im Kartenbild verwendeten Elemente und Symbole stand die **Vereinfachung und Reduktion der Graphik** im Vordergrund. Es wurden Silhouetten der wichtigsten PoIs gestaltet, wobei darauf geachtet wurde, für jeden Tourabschnitt einen repräsentativen PoI zu definieren. Alle anderen PoIs wurden in Gruppen zusammengefasst und für jede Klasse ein piktogrammartiges Symbol mit hohem Selbsterklärungswert entworfen (Abbildung 3). Auf

⁵ Es wurden zwei verschiedene Methoden der Positionierung angewandt: Über die Bestimmung der *Cell-ID* kann im innerstädtischen Bereich eine Positionsgenauigkeit von bestenfalls 50–100 Metern erreicht werden. Eine Nutzerpositionierung mittels GPS erreicht zwar theoretisch und unter idealen Bedingungen Werte um 2–5 Meter, die urbane Bebauungssituation (schmale, enge Gassen mit hohen Häusern und somit schlechter bzw. eingeschränkter (Sicht-) Verbindung auf genügend viele Satelliten) mindert diesen Wert jedoch erheblich.

	Park		Gebäude
	Sehenswerte Gasse		Kaffeehaus
	Sehenswerter Platz		Sakrale Gebäude
	Museum		Denkmal

Abb. 3: Einteilung der Points of Interest in acht Klassen (aus: BRUNNER-FRIEDRICH et al. 2001).

Grund des kleinen Displays wird für die gesamte Applikation auf Legende oder Zeichenerklärung verzichtet.

Ein weiteres Augenmerk galt der **Schriftplatzierung**. Es wurde eine „hybride“ Vorgehensweise der Informationserschließung gewählt. Zum einen gibt es Schrift, die vorab im Kartenbild platziert wurde und somit permanent angezeigt wird. Dies betrifft wichtige Straßen in der Übersichts- bzw. Detailkarte. Die permanente Beschriftung gewährleistet einen ständigen Überblick und Orientierungshilfe. Daneben wird aber auch eine interaktive Erschließung aller Straßennamen in der Detailkarte ermöglicht. Weniger wichtige Namen bzw. Namen, die nur zeitweise für den Benutzer von Interesse sind, werden auch nur temporär über Tool Tip zur Anzeige gebracht und belasten das sehr begrenzte Kartenfeld somit nicht unnötig. Die automatisch bei Anklicken der Straßenfläche erscheinende und nach einer vorgegebenen Zeit wieder verschwindende Schrift wurde aus Gründen der Leserlichkeit grundsätzlich waagrecht platziert. Diese Schriftausrichtung wurde großteils auch in der Übersichtskarte gewählt, da an den Straßenverlauf angepasste Schriften – um lesbar zu bleiben – in der vorgegebenen Auflösung einen ungleich höheren Platzbedarf erfordern. Die Zuordnung des Namens zum Straßenzug wird in diesem Fall durch einen sichtbaren *justification point* im zugehörigen Straßenverlauf erreicht. Das Problem der „abgeschnittenen“ Straßennamen am Displayrand existiert durch die Möglichkeit zum Scrollen nur bedingt.

5 Informationserschließung

Die **Menüführung** innerhalb der Applikation lässt eine Erschließung der Information einerseits über Textmenüs, andererseits und hauptsächlich aber auch kartenbasiert und standortbezogen zu. Beide Wege der Informationsübermittlung sind hierbei über *softkeys* – also interaktive Schaltflächen, welche in das Display integriert sind – zu steuern.

Ziel dabei war es, in möglichst wenigen Schritten die gewünschte Information zu erreichen, da bekanntermaßen jeder zusätzliche Click die Anzahl der Benutzer halbiert. Dies bedeutet, dass jederzeit von der Karteninformation zur Textinformation und zurück gewechselt werden kann. Die Informationserschließung über PullDown Menüs gewährleistet dabei einen schnellen *off-line* Überblick über die angebotenen Inhalte, ohne sich auf der Route befinden zu müssen oder gar positioniert zu sein. Zur Minimierung der Aktionsschritte während des Bedienens der Applikation trägt auch die „Zurück“-Schaltfläche bei. Sie führt auf die vorherige Seite, egal ob dies eine Text- oder Kartenansicht war. Wurde in der Detailansicht gescrollt, so dass die aktuelle Benutzerpositionierung außerhalb des Displays zu liegen kommt, genügt ein Click auf die „Zentrieren“-Schaltfläche, um den zuletzt aktiv gesetzten Point of Interest der Route wieder ins Zentrum des Displays zu bringen. Diese Funktion erleichtert und unterstützt die Orientierung in der sehr begrenzten Präsentationsfläche.

Im Sinne einer massenmarktfähigen Applikation wurde großer Wert auf ein hardwaremäßig möglichst einfaches Endgerät gelegt. Umso größere Bedeutung kommt dem **User-Interface** zu.

So sind nur wenige Funktionalitäten (hauptsächlich die Scroll-Funktionen) in Form von *hardkeys* zugänglich; die allermeisten Funktionen wurden direkt in das Display mit *touchscreen*-Funktionalität verlagert. Auf Grund der kleinformatischen Anzeige (alle funktionalen Schaltflächen beschneiden zusätzlich die Größe des Kartenausschnittes) wurden seitlich zwei fest definierte Bereiche für die Schaltflächen reserviert, die, in Abhängigkeit vom aktuell gezeigten Display, mit wechselnden Funktionalitäten belegt sind. Abbildung 4 zeigt unterschiedliche Displays mit den dazugehörigen Funktionalitäten.

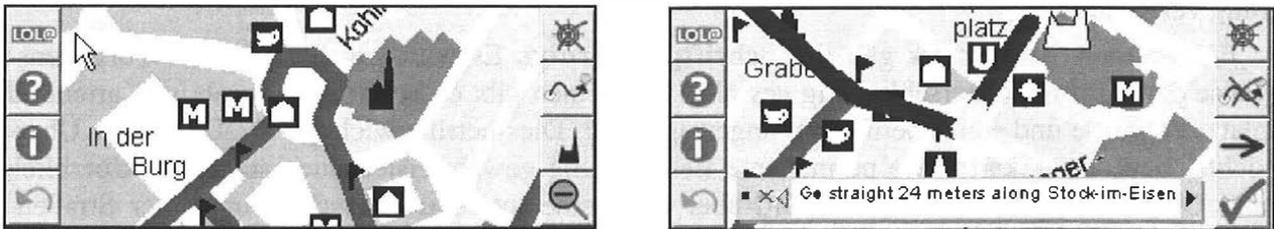


Abb. 4: Verschiedene Displayansichten von LoL@ mit jeweils angepasster Buttonbelegung.

So werden beim Wechsel in den Modus „Routing“ (Abbildung 4 rechts) die beiden letzten Buttons „Kartenzentrierung auf aktuellen PoI“ und „Wechsel zur Übersichtskarte“ ersetzt durch „Nächstes Toursegment“ und „PoI gefunden“. Die beiden Buttons „Positionierung“ und „Routing“ zeigen nicht den jeweils aktuellen Status an, sondern die angebotene Funktionalität der momentanen Situation. Befindet man sich also etwa im Modus „Positionierung eingeschaltet“, so kann in den Modus „Positionierung ausgeschaltet“ gewechselt werden. Dies entspricht in der Logik auch der Belegung der Tasten für die Zoom-Funktion – Wechsel zwischen Detail- und Übersichtskarte (siehe Abbildung 5).

	LoL@ - Logo (keine Funktion)		Positionierung ausschalten		Routing ausschalten
	Hilfe		Routing einschalten		Nächstes Toursegment
	Textinformation		Kartenzentrierung auf aktiven PoI		PoI gefunden
	Wechsel zur Kartenansicht		Wechsel von Übersichts- zu Detailkarte		Wechsel von Detail- zu Übersichtskarte
	Zurück zur vorherigen Seite				

Abb. 5: Die Funktionalitäten der Schaltflächen.

6 Routing

Neben der Bereitstellung von standortbezogener Information bietet LoL@ auch eine **Routing-funktionalität**. Die Algorithmen wurden aus der verwendeten GIS-Software adaptiert. Einen besonderen Schwerpunkt stellte die Modellierung der Navigation für Fußgänger und deren Präsentation am Display dar. Grundsätzlich werden zwei Varianten des Routings unterschieden:

- Routing von einem beliebigen Punkt innerhalb des durch Karten dargestellten Bereiches zum jeweils nächstliegenden PoI.
- Routing entlang der vorgegebenen Tour, d. h. von einem PoI zum nächsten.

Nachdem der Ausgangspunkt – evtl. mit Unterstützung durch den Benutzer – auf einen eindeutigen Straßenabschnitt festgelegt werden konnte, wird vom Programm der kürzeste Weg zum Zielpunkt berechnet (Routing). Eine Variante der Wegberechnung nach anderen Kriterien wie z. B. Zeit oder Straßenklassifizierung ist als *add-on* geplant, jedoch nicht implementiert. Die Präsentation der berechneten Navigation ist im Sinne der Effizienzsteigerung bei der Informationsübermittlung in verschiedenen Medien vorgesehen. So gibt es eine graphische Anzeige der zu benutzenden Straßenabschnitte auf dem Display, wobei zwischen aktuellem Abschnitt (auf dem sich der Benutzer gerade befindet) und den nächstfolgenden Abschnitten auf der vordefinierten Tour mit Hilfe von diversen graphischen Ausprägungen unterschieden wird. Die textbasierte Variante zeigt am unteren Rand des Displays eine Textzeile, in der eine Navigationsanweisung für den nächsten zu gehenden Abschnitt präsentiert wird (siehe Abbildung 4 rechts). Diese Navigationsanweisung ist auch in gesprochener Form abrufbar.

Ohne eingeschaltete Positionierung (Abbildung 4 links) kann die Applikation natürlich auch außerhalb des durch Kartenmaterial abgedeckten Gebietes verwendet werden. Sie kann dann überblicksmäßig rein informative Hinweise zur angebotenen Route liefern. In diesem Falle ist natürlich weder eine Positionsanzeige noch ein Routing möglich.

Besondere Probleme bei der Modellierung von Navigationsanweisungen bereitet stets die Orientierung am Startpunkt. Hierzu wurden Konzepte erarbeitet, die die richtungsgenaue Positionierung des Nutzers am momentanen Standpunkt multimedial in Form von Photos, Panoramaaufnahmen oder sogenannten passiven Landmarks unterstützen sollen. Darunter sind auffällige Silhouetten oder markante Sichten im Straßenbild zu verstehen.

Hinweise auf vorhandene Landmarks sind einerseits im Kartenbild zu finden (siehe Fahnen-symbole in Abbildung 4). Zusätzlich wird auch in der Navigationsanweisung (sowohl in der textlichen als auch in der gesprochenen Form) auf diese Navigationsunterstützung verwiesen bzw. ein Link zu einem Photo der betreffenden Landmarks angeboten. Die Funktion von passiven Landmarks und Panoramaaufnahmen im Navigationsmodell wird in Abbildung 6 verdeutlicht.

In „uneindeutigen“ Situationen (keine eindeutige Kreuzungssituation, großer Platz, ...) könnte die Idee der aktiven Landmarks eine Verbesserung der Navigation(sunterstützung) bringen. Dieses Konzept basiert auf der *bluetooth*-Technologie und erlaubt den Einsatz von Micro-Sendern



Abb. 6: Unterstützung der Nutzerpositionierung mit passiven Landmarks (links) und Panoramaaufnahmen (rechts).

mit beschränkter und genau definierter Reichweite. Diese Sender könnten die Aufgabe übernehmen, den passierenden Benutzer „einzufangen“ und ihm über die Bekanntgabe der eigenen ID Zugriff auf Standortkoordinaten zu ermöglichen, welche eine um den Faktor 10 bessere Genauigkeit besitzen.

7 Technische Realisierung der kartographischen Präsentation

Die eigentliche Kartengenerierung, nämlich die Realisierung der aufbereiteten und nach kartographischen Gesichtspunkten gestalteten Karten am Display, musste sich naturgemäß eng an die Erfordernisse der verwendeten Software halten (Abbildung 7). Hier ging es daher auch im Wesentlichen um die Generierung, Bereitstellung und Verwaltung der entsprechenden Files.

Die für die Kartenpräsentation am Display wichtige **Geo-Datenbank** enthält die erstellte Geometrie der Kartenelemente und deren Verknüpfungen zu weiteren Informationen und stellt somit die Ausgangsbasis für die technische Realisierung der Online-Generierung der symbolisierten, interaktiven Detailkarte dar.

Mit Hilfe der bereits angesprochenen GIS-Software GeoMedia Web Enterprise[®] von Intergraph[®] wurden zunächst ACGM⁶-Dateien erzeugt. Die für ihre Darstellung üblicherweise gebrauchten ACGM-PlugIns stehen allerdings bei den als Endgeräten vorgesehenen *handheld devices* nicht zur Verfügung. Diese Geräte erfordern andere Betriebssysteme (z. B. EPOC⁷) und Browser (z. B. OPERA⁸). Um dem aus dem Weg zu gehen, wurde für den Client eine Java-basierte Lösung auf Grundlage des Programmes WebKis[®] von GISquadrat[®] konzipiert, welche lediglich eine Java-Virtual Machine am Client voraussetzt. Ein weiterer Vorteil der gewählten Architektur ist die optimierte Datenübertragung, da der WebKis-Server die gesendeten ACGM-

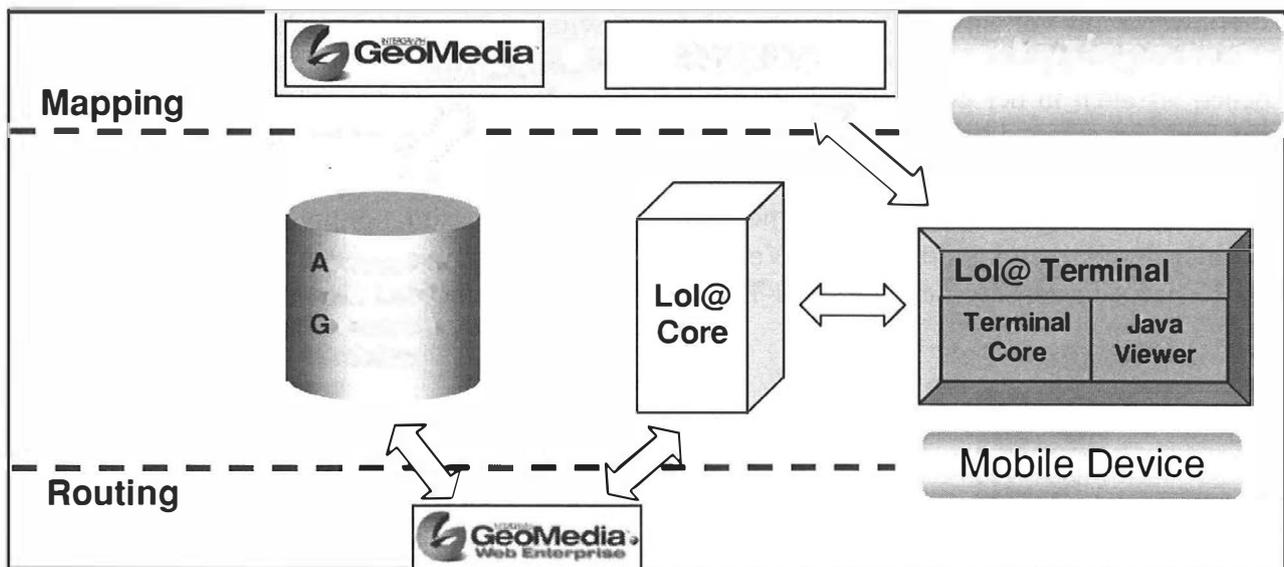


Abb. 7: Applikationsrealisierung und Workflow einer Datenabfrage mit Intergraph[®] und GISquadrat[®] Software.

⁶ ACGM (Active Computer Graphics Metafile) ist ein Vektor Graphik Format.

⁷ EPOC ist ein Betriebssystem – entwickelt von der Firma Symbian –, welches speziell auf Notebooks, PDAs und Handhelds Verwendung findet.

⁸ OPERA ist ein WWW-Browser. Zunächst nur für die Windows Plattform entwickelt, ist er heute auch von anderen Plattformen aus nutzbar (z. B. EPOC von Symbian).

Dateien komprimiert und für objektspezifische Interaktionsmöglichkeiten durch den Java-Viewer aufbereitet.

Diese Architektur kann bereits jetzt als Standard für zukünftige UMTS-taugliche Endgeräte angesehen werden. Da zurzeit solche Endgeräte aber noch nicht auf dem Markt sind, wurde zunächst die Hardware-Umgebung für den Prototyp auf einem Notebook simuliert bzw. eine Internetversion erzeugt (siehe Abbildung 8), die sämtliche implementierte Funktionalitäten enthält (<http://lola.ftw.tuwien.ac.at>).

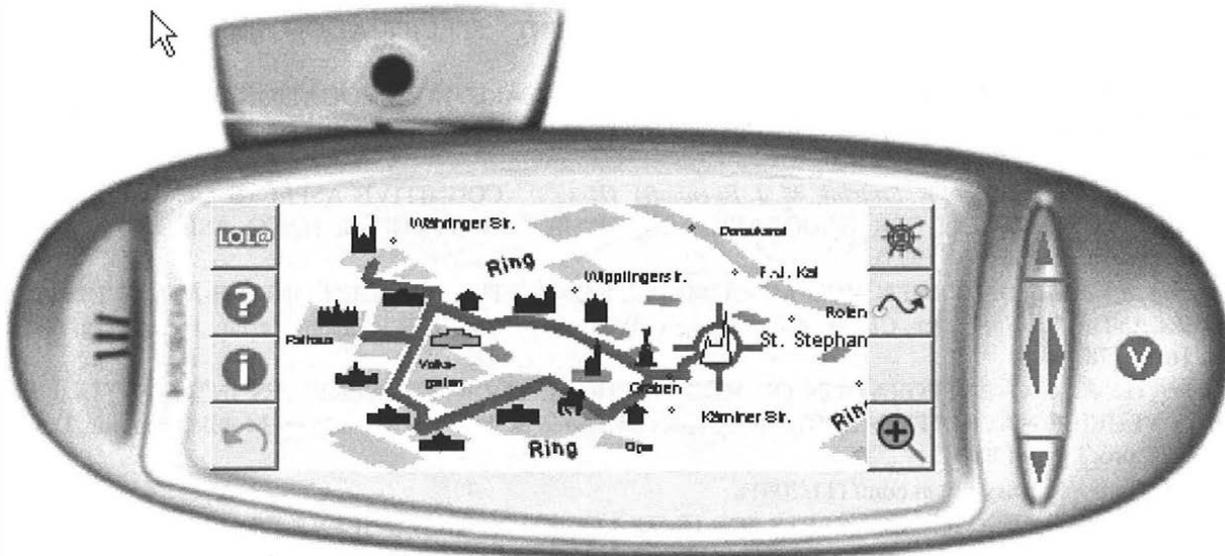


Abb. 8: Designstudie mit LoL@-Applikation.

8 Fazit

Das Kommunikationsmedium Internet wird für die Kartographie und kartographischen Anwendungen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Es bietet eine unvorstellbare Vielzahl von Möglichkeiten zur Verarbeitung, Präsentation und Kommunikation raumbezogener Informationen. Ein wichtiges kartographisches Einsatzgebiet ist das Einbeziehen von Karten mit geokodierten Sachdaten in kartenbasierte Routing-Systeme. Dies gilt sowohl für stationäre als auch mobile Systeme.

Daraus folgend spricht man heute von einer neuen Generation der Karte. Sie ist nicht mehr nur ein grundrissliches, maßstabsabhängiges, abstraktes, graphisch definiertes und zu einem bestimmten Zeitpunkt konstruiertes Modell eines Georaumausschnittes – also aus seiner geographischen Umgebung –, welches dem Nutzer eine Vielfalt an geordneten und hierarchisch gegliederten Informationen für vorwiegend visuelle Wahrnehmung anzubieten hat. Die Karte ist viel mehr: sie ist nach ORMELING (2001) ein *spatial insight provider* und ermöglicht dem Nutzer durch animierte und dynamische Visualisierung der Prozesse und Abläufe räumliche und zeitliche Informations- und somit Wissenserschließung über seine geographische Umgebung (den relevanten Georaumausschnitt). Sie ist eine Schnittstelle und übernimmt die Leit- und Organisationsfunktion zu den systemangebotenen multimedialen Verbindungen und in Datenbanken untergebrachten, verschiedenen fachspezifischen Geoinformationen. Die Karte ist somit ein *decision support device*, mit welchem der Nutzer seine räumlichen Bewegungsentscheidungen unterstützen kann.

Literatur

- 3GPP*: <http://www.gsacom.com/3gpp/> (11/2001).
- Bollman, J., W. G. Koch (Hrsg.)*: LEXIKON DER KARTOGRAPHIE UND GEOMATIK, Erster Band. Springer Verlag, Berlin (2001).
- Brunner-Friedrich, B., R. Kopetzky, M. Lechthaler, A. Pammer*: VISUALISIERUNGSKONZEPTE FÜR DIE ENTWICKLUNG KARTENBASIERTER ROUTING-APPLIKATIONEN IM UMTS-BEREICH. In: *Strobl, J., Th. Blaschke, G. Griesebner (Hrsg.)*: ANGEWANDTE GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSVERARBEITUNG, XIII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2001. Wichmann Verlag, Heidelberg (2001).
- FTW*: UMTS SERVICE PROTOTYPE AND REQUIREMENTS SPECIFICATION. Report C1, FTW, Wien (2000), (unveröffentlicht).
- Gartner, G., S. Uhlirz*: CARTOGRAPHIC CONCEPTS FOR REALIZING A LOCATION BASED UMTS SERVICE: VIENNA CITY GUIDE „LoL@“. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference. Beijing, China (2001).
- Nyerges, T. L., D. M. Mark, R. Laurini, M. J. Egenhofer (Hrsg.)*: COGNITIVE ASPECTS OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. NATO ASI Series, Series D, Vol. 83. Kluwer, Boston (1995).
- Ormeling, F.*: DAS BÄNDIGEN VON MULTIMEDIA-KONZEPTEN FÜR DEN ONLINE-ATLAS DER NIEDERLANDE. In: *Herrmann, Ch., H. Asche (Hrsg.)*. WEB.MAPPING 1. Wichmann Verlag, Heidelberg, (2001), S. 169 – 178.
- Retscher, G., E. Mok*: INTEGRATION OF MOBILE PHONE LOCATION SERVICES INTO INTELLIGENT GPS VEHICLE NAVIGATION SYSTEMS. Papers presented at the 3rd Workshop on Mobile Mapping Technology. Cairo, Egypt (2001).
- Symbian*: <http://www.symbian.com/> (11/2001).
- Uhlirz, S.*: CARTOGRAPHIC CONCEPTS FOR UMTS-LOCATION BASED SERVICES. Papers presented at the 3rd Workshop on Mobile Mapping Technology. Cairo, Egypt (2001).
- Uhlirz, S.*: LoL@ - KARTOGRAPHISCHE BEITRÄGE ZU EINEM LOCATION BASED SERVICE. Seminar „GIS im Internet/Intranet“. AGIS (Arbeitsgemeinschaft Geoinformationssysteme), UniBw-München (2001).
- Wood, C. H., C. P. Keller (Hrsg.)*: CARTOGRAPHIC DESIGN. Wiley, Chichester (1996).

ANHANG

Autorenverzeichnis

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

Universität der Bundeswehr München , Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, Werner Heisenberg-Weg 39,
D-85577 Neubiberg

kurt.brunner@unibw-muenchen.de

Buziek, Gerd, Dr.-Ing.

SICAD Geomatics GmbH & Co OHG, Otto Hahn-Ring 6, D-81739 München

gerd.buziek@sicad.de

Gartner, Georg, Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr.

Technische Universität Wien, Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik, Karlsgasse 11, A-1040 Wien

georg.gartner@tuwien.ac.at

Kelnhofer, Fritz, O. Univ.-Prof. Dr.

Technische Universität Wien, Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik, Karlsgasse 11, A-1040 Wien

fritz.kelnhofer@tuwien.ac.at

Ladstätter, Peter, Dr.

SICAD Geomatics GmbH & Co OHG, Otto Hahn-Ring 6, D-81739 München

peter.ladstaetter@sicad.de

Lechthaler, Mirjanka, Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Technische Universität Wien, Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik, Karlsgasse 11, A-1040 Wien

mirjanka.lechthaler@tuwien.ac.at

Magenschab, Georg, Mag.

WiGeoGIS GmbH, Hansalgasse 3, A-1030 Wien

gm@wigeogis.at

Meng, Liqiu, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Kartographie, Arcisstraße 21, D-80333 München

liqiu.meng@bv.tu-muenchen.de

Müller, Jean-Claude, Univ.-Prof. Dr.

Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, Universitätsstraße 150, D-44801 Bochum

jean-claude.mueller@ruhr-uni-bochum.de

Neudeck, Stefan, Dr.-Ing.

Universität der Bundeswehr München , Arbeitsgemeinschaft GIS, Werner Heisenberg-Weg 39, D-85577 München

stefan.neudeck@unibw-muenchen.de

Pammer, Andreas, Dipl.-Ing.

Technische Universität Wien, Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik, Karlsgasse 11, A-1040 Wien
andreas.pammer@tuwien.ac.at

Reichenbacher, Tumasch, Dipl.-Geogr.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Kartographie, Arcisstraße 21, D-80333 München
tumasch@bv.tu-muenchen.de

Reinhardt, Wolfgang, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Universität der Bundeswehr München, Institut für Geoinformation und Landmanagement, Werner Heisenberg-
Weg 39, D-85577 Neubiberg
Wolfgang.Reinhardt@unibw-muenchen.de

Retscher, Günther, Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Technische Universität Wien, Institut für Geodäsie und Geophysik, Gußhausstraße 25-29, A-1040 Wien
guenther.retscher+e1283@tuwien.ac.at

Sayda, Florian, Dipl.-Ing.

Universität der Bundeswehr München, Institut für Geoinformation und Landmanagement, Werner Heisenberg-
Weg 39, D-85577 Neubiberg
florian.sayda@unibw-muenchen.de

Scharlach, Holger, Dipl.-Geogr.

Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, Universitätsstraße 150, D-44801 Bochum,
holger.scharlach@ruhr-uni-bochum.de

Sollberger, Alexander

MOGID SA, Rue central 115, CH-2503 Biel-Bienne
alex.sollberger@mogid.com

Uhlirz, Susanne, Dipl.-Ing.

Technische Universität Wien, Institut für Kartographie und Geo-Medientechnik, Karlsgasse 11, A-1040 Wien
susanne.uhlirz@tuwien.ac.at

Winter, Stephan, Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Technische Universität Wien, Institut für Geoinformation und Landesvermessung, Gußhausstraße 25-29,
A-1040 Wien
stephan.winter+e127@tuwien.ac.at

Wittmann, Elmar, Dipl.-Ing.

IfEN GmbH, Alte Gruber Straße 6, D-85586 Poing
e.wittmann@ifen.com

- Heft 19 H. KAGER, Bündeltriangulation mit indirekt beobachteten Kreiszentren, Wien, April 1981.
- Heft 20 Kartographische Vorträge der Geodätischen Informationstage 1980, Wien, Mai 1982.
- Heft 21 Veröffentlichungen des Instituts für Kartographie anlässlich des 70. Geburtstages von Prof. Dr. Wolfgang Pillewizer: Glaziologie und Kartographie, Wien, Dezember 1982.
- Heft 22 K. TEMPFLI, Genauigkeitsschätzung digitaler Höhenmodelle mittels Spektralanalyse, Wien, Mai 1982.
- Heft 23 E. CSAPLOVICS, Interpretation von Farbinfrarotbildern, Wien, November 1982.
- Heft 24 J. JANSA, Rektifizierung von Multispektral-Scanneraufnahmen - Entwicklung und Erprobung eines EDV-Programms, Wien, Mai 1983.
- Heft 25 Zusammenfassung der Diplomarbeiten, Dissertationen und Habilitationen an den geodätischen Instituten der TU Wien, Wien, November 1984.
- Heft 26 T. WUNDERLICH, Die voraussetzungsfreie Bestimmung von Refraktionswinkeln, Wien, August 1985.
- Heft 27 G. GERSTBACH (Hrsg.), Geowissenschaftliche/geotechnische Daten in Landinformationssystemen - Bedarf und Möglichkeiten in Österreich, Juni 1986.
- Heft 28 K. NOVAK, Orientierung von Amateuraufnahmen ohne Paßpunkte, Wien, August 1986.
- Heft 29 Veröffentlichungen des Instituts für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie, anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Dipl.-Ing. Dr. F. Hauer, Wien, Oktober 1986.
- Heft 30 K.-H. ROCH, Über die Bedeutung dynamisch ermittelter Parameter für die Bestimmung von Gesteins- und Gebirgseigenschaften, Wien, Februar 1987.
- Heft 31 G. HE, Bildverbesserung mittels digitaler Filterung, Wien, April 1989.
- Heft 32 F. SCHLÖGELHOFER, Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsmodelle für die Ingenieurphotogrammetrie, Wien, April 1989.
- Heft 33 G. GERSTBACH (Hrsg.), Geowissenschaftliche/geotechnische Daten in Landinformationssystemen - Datenbestände und Datenaustausch in Österreich, Wien, Juni 1989.
- Heft 34 F. HOCHSTÖGER, Ein Beitrag zur Anwendung und Visualisierung digitaler Geländemodelle, Wien, Dezember 1989.
- Heft 35 R. WEBER, Lokale Schwerefeldmodellierung unter Berücksichtigung spektraler Methoden zur Geländereduktion, Wien, April 1990.
- Heft 36 o. Prof. Dr. Hans Schmid zum 70. Geburtstag. Veröffentlichung der Abteilung für Landesvermessung, Wien, Oktober 1990.
- Heft 37 G. GERSTBACH, H. P. HÖLLRIEGL und R. WEBER, Geowissenschaftliche Informationsbörse - Eine Nachlese zur GeoLIS II, Wien, Oktober 1990.
- Heft 38 R. ECKER, Rastergraphische Visualisierungen mittels digitaler Geländemodelle, Wien, August 1991.

- Heft 39 Kartographische Forschungen und anwendungsorientierte Entwicklungen, herausgegeben von W. Stams und F. Kelnhofer zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. W. Pillewizer, Wien, Juli 1991.
- Heft 39a W. RIEGER, Hydrologische Anwendungen des digitalen Geländemodelles, Wien, Juli 1992.
- Heft 40 K. STEINNOCHER, Methodische Erweiterungen der Landnutzungsklassifikation und Implementierung auf einem Transputernetzwerk, Wien, Juli 1994.
- Heft 41 G. FORKERT, Die Lösung photogrammetrischer Orientierungs- und Rekonstruktionsaufgaben mittels allgemeiner kurvenförmiger Elemente, Wien, Juli 1994.
- Heft 42 M. SCHÖNER, W. SCHÖNER, Photogrammetrische und glaziologische Untersuchungen am Gsbre (Ergebnisse der Spitzbergenexpedition 1991), Wien, Mai 1996.
- Heft 43 M. ROIC, Erfassung von nicht signalisierten 3D-Strukturen mit Videotheodoliten, Wien, April 1996.
- Heft 44 G. RETSCHER, 3D-Gleiserfassung mit einem Multisensorsystem und linearen Filterverfahren, Wien, April 1996.
- Heft 45 W. DAXINGER, Astrogravimetrische Geoidbestimmung für Ingenieurprojekte, Wien, Juli 1996.
- Heft 46 M. PLONER, CCD-Astrometrie von Objekten des geostationären Ringes, Wien, November 1996.
- Heft 47 Zum Gedenken an Karl Killian „Ingenieur“ und „Geodät“ 1903-1991, Veröffentlichung der Fachgruppe Geowissenschaften, Wien, Februar 1997.
- Heft 48 A. SINDHUBER, Ergänzung und Fortführung eines digitalen Landschaftsmodelles mit multispektralen und hochauflösenden Fernerkundungsaufnahmen, Wien, Mai 1998.
- Heft 49 W. WAGNER, Soil Moisture Retrieval from ERS Scatterometer Data, Wien, Dezember 1998.
- Heft 50 R. WEBER, E. FRAGNER (Editoren), Prof. Bretterbauer, Festschrift zum 70. Geburtstag, Wien, Juli 1999.
- Heft 51 Ch. ÖHRENER, A Similarity Measure for Global Image Matching Based on the Forward Modeling Principle, Wien, April 1999.
- Heft 52 M. LECHTHALER, G. GARTNER (Hrsg.), Per Aspera ad Astra, Festschrift für Fritz Kelnhofer zum 60. Geburtstag, Wien, Jänner 2000.
- Heft 53 F. KELNHOFER, M. LECHTHALER (Hrsg.), Interaktive Karten (Atlanten) und Multimedia-Applikationen, Wien, März 2000.
- Heft 54 A. MISCHKE, Entwicklung eines Videotheodolit-Meßsystems zur automatischen Richtungsmessung von nicht signalisierten Objektpunkten, Wien, Dezember 2000.
- Heft 55 Veröffentlichung des I.P.F. anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Peter Waldhäusl, Wien, in Vorbereitung.
- Heft 56 F. ROTTENSTEINER, Semi-automatic Extraction of Buildings Based on Hybrid Adjustment Using 3D Surface Models and Management of Building Data in a TIS, Wien, Juni 2001.

- Heft 57 D. LEGENSTEIN, Objektrekonstruktion aus perspektiven Bildern unter Einbeziehung von Umrisslinien, Wien, Mai 2001.
- Heft 58 F. KELNHOFER, M. LECHTHALER und K. BRUNNER (Hrsg.), Telekartographie und Location Based Services, Wien, Jänner 2002.