

Die mobile Geo-Informationsgesellschaft – Technologie, Chancen und Risiken

Alexander ZIPF

Zusammenfassung¹

Die Entwicklung mobiler GIS Lösungen und ortsbezogener Dienste profitierte vom Boom um UMTS. Gleichzeitig stellen Location Based Services (LBS) attraktive Diensten für die Telekommunikationsbranche dar. Technische Lösungen fanden sich bald ein und werden ständig weiterentwickelt. Dringend scheint die Frage der benutzerfreundlichen Gestaltung neuer mobiler Anwendungen, damit auch eine Akzeptanz und Nutzung durch Endanwender gegeben ist. Hier sind einige Fragen im Umfeld Kontextbewusstsein, Personalisierung, Adaptivität etc. offen, die an konkreten Beispielen der Entwicklung personalisierter mobiler GIS-Dienste erörtert werden.

1 Einleitung

Innerhalb kurzer Zeit durften wir erst einen übertriebenen Hype um die Zukunft mobiler Dienste im Zuge neuer Übertragungstechnologien wie UMTS erleben, um dann den Fast-Zusammenbruch des denselben treibenden Telekommunikationsmarktes mit ansehen zu müssen. Wurde vor kurzem noch die mobile Informationsgesellschaft praktisch als Faktum postuliert, werden die Entwicklungen und Perspektiven im Bereich mobile Dienste heute viel nüchterner betrachtet. Beide Entwicklungen hatten natürlich Auswirkungen auf den GIS-Markt. Das Aufkommen mobiler, netzfähiger und vor allem ortbarer Endgeräte auf denen Anwendungen realisierbar sind, eröffnete für den GIS-Markt eine vorher ungeahnte Chance. Es waren plötzlich Anwendungen für einen Massenmarkt denkbar, die im Hintergrund GIS-Dienste und -Funktionen für Ortung, Geocodierung, Kartenvisualisierung, Tourenplanung etc. nutzen. Damit wandelte sich GIS von einem Werkzeug für Fachspezialisten zu einem Satz von Komponenten und Funktionen, die als Hilfsmittel in diversen Anwendungen für einen breiten End-Consumer-Markt eingesetzt wurden. Dies eröffnete einerseits neue Absatzchancen und erforderte andererseits eine stärkere Integrationsfähigkeit mit anderen Softwaresystemen. Die Hoffnungen auf den Massenmarkt relativieren sich zur Zeit stark, doch immerhin zählen GIS-basierte Stadtinformationssysteme, Routing- und Kartendienste etc. zum Standardrepertoire in den Werbesendungen der Telekommunikationsanbieter. Der Sichtbarkeit von GIS hat dies sicher nicht geschadet. Eine treibende Kraft war dabei die Möglichkeit die Position des Geräts und damit des Kunden in neuen Anwendungen direkt als Parameter einfließen zu lassen. Derartige ortsbezogene Dienste (Location Based Services, LBS) bieten eine Reihe neuer Chancen zur Entwicklung interessanter nutzerfreundlicher mobiler Anwendungen. Damit wurden sie zum Hoffnungsträger für die

¹ Diese Arbeit entstand im Rahmen des von der Klaus-Tschira-Stiftung (KTS) geförderten EU-Projektes CRUMPET (IST-1999-20147).

Telekommunikationsindustrie, die derartige Anwendungen für ihre Infrastruktur sucht und für die GIS-Anbieter, die einen neuen Absatzmarkt sehen. Die Frage ist nun, ob auch die Konsumenten derartige Dienste wünschen, oder genauer welche Dienste von welchen Konsumenten gewünscht werden und wie diese Dienste gestaltet sein müssen, damit sie vom Endanwender akzeptiert werden. Es geht also nicht mehr vorrangig um die Technologie, d.h. Fragen wie derartige Dienste technologisch realisiert werden können, sondern vor allem darum, was dazu getan werden kann, dass die Anwendungen auch akzeptiert und genutzt werden. Diese Überlegungen zeigen auch die weitere Struktur des Beitrags auf: Natürlich sollen eher technologische Fragestellungen nicht ausgeschlossen werden, daher werden zunächst aktuelle Entwicklungen und technische Forschungsfragen im Bereich mobile GIS an einem aktuellen Beispiel aufgezeigt. Weitere Beispiele und Einführungen finden sich in den weiteren Beiträgen dieses Bandes, daher kann ich an dieser Stelle auf diese verweisen. Es schließen sich Überlegungen an, mit welchen Mitteln der Informatik die Benutzerfreundlichkeit (vgl. TONNIER 2001) als wichtiger Faktor für die Akzeptanz eines Systems erhöht werden kann. Als Hypothesen stehen die verstärkte Nutzung von erweiterten Kontextinformationen und die Personalisierung der Dienste zur Debatte (vgl. BAUS et al. 2001, MALAKA & ZIPF 2000). Daher wird in zwei Beispielen die Realisierung personalisierter mobiler GIS-Dienste, nämlich Kartenerzeugung und Routenplanung, an Hand konkreter Forschungsprototypen vorgestellt. Zum Schluss kann nur noch kurz auf die damit verbundene Problematik bzgl. Datenschutz und Privatsphäre hingewiesen werden.

2 Technologien

In weiteren Beiträgen dieses Bandes wird auf diverse Technologien im Umfeld mobiles GIS und LBS eingegangen. Dies beinhaltet auch Positionierungstechnologien, Funknetzwerke, Client-Server-Architekturen, XML-Einsatz, Sicherheitsaspekte, Multimedia, 3-D etc. Auf entsprechende offene Standards, z.B. die Open Location Services Initiative (Open LS) gehen u.a. ZIPF (2001), ZIPF & MALAKA (2002) ein. Daher erübrigt sich an dieser Stelle eine detailliertere Betrachtung der gerade aktuellen Technologien zur Realisierung mobiler Lösungen. Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass sich diese an den jeweils aktuellen Internettechnologien orientieren. D.h. zur Zeit XML, WebServices, mehrschichtige Client-Server-Architekturen etc. Der Unterschied zum normalen Internet könnte von technischer Seite fast auf andere (kabellose) Kommunikationsprotokolle auf niedriger Protokollebene reduziert werden. Allerdings beinhaltet Mobilität auch hier ihre spezifischen Fragestellungen, wie „Seamless Roaming“ zwischen unterschiedlichen Netzen, automatische Anpassung der Dienste an unterschiedliche Netzwerkbandbreiten (Quality of Service, QoS), netzübergreifende Identifikation (mobileIP) etc. Als neue Komponente für LBS kommen die diversen Positionierungstechnologien hinzu.

Weitere breiter angelegte Forschungsfragen betreffen die Frage nach geeigneten Interaktionsparadigmen für mobile Geräte für unterschiedliche Aufgaben. Interessant ist auch die Kombination unterschiedlicher Interaktionsmodi graphischer Benutzerschnittstellen (u.a. Maus, Tastatur, Stift) in Kombination mit Sprachschnittstellen etc. Wie sollen z.B. multimodale Dialoge modus-unabhängig modelliert werden, wie sind entsprechende Präsentationskomponenten zu gestalten (BÜHLER et al. 2002). Gerade im Schnittbereich Sprachverstehen und graphischen Repräsentationen wie Karten ergeben sich interessante Fragen aus dem Bereich Raumwahrnehmung (Spatial Cognition) und räumliches Schließen (Spatial

Reasoning) (MARK et al. 1999, BARKOWSKY & FREKSA 1997, KRAY & PORZEL 2000). Wieder stärker auf technischer Ebene angesiedelt sind z.B. die Fragen nach optimierten Protokollen für Geodatenstreaming „over the air“. Ein Beispiel aus Forschungsprojekten des EML soll im Folgenden exemplarisch für aktuelle Entwicklungen im Bereich GIS auf mobilen Endgeräten dienen.

Mobile Geodaten-Dienste

Die Entwicklung immer leistungsfähigerer mobiler Endgeräte (z.B. PocketPC-Klasse) ermöglicht die Portierung auch aufwendigerer GIS-spezifischer Funktionalitäten als die bislang typischen Viewer. Für solche mobilen Geodienste sollten offene Schnittstellen eingesetzt werden, um einer verstärkten Heterogenität entgegenzuwirken. Die Bedeutung derselben unterstreicht, dass gerade im mobilen Kontext an unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Client-Systemen auf gegebenenfalls unterschiedliche Server-Infrastrukturen zugegriffen werden muss. Das – erfolgreich umgesetzte – Ziel lautete also, Geoserver-Funktionalität mittels OGC-Schnittstellen auf mobilen Geräten zur Verfügung zu stellen. Daher wurde am EML ein sogenannter Geodatenadapter entwickelt, der Geodaten gemäß der Geography Markup Language (GML) des Open GIS Consortium (OGC) persistent auf dem Client speichert, diese effizient abfragt (räumliche Zugriffsmechanismen, thematische, räumliche und gemischte Abfragen) und analysiert (räumliche Operationen, Sichtbarkeitsanalysen etc.), sowie im- und exportiert. Hauptzielplattform war der Compaq iPAQ PocketPC (mit Speichererweiterung). Um – gerade wegen der rasanten Weiterentwicklung der Plattformen – eine weitgehende Plattformunabhängigkeit zu erreichen, wurde der Prototyp in Java implementiert. Eine auf Familiar-Linux (<http://familiar.handhelds.org>) für iPAQ lauffähige Java2-Umgebung für den iPAQ wird z.B. von Blackdown (<http://www.blackdown.org>) angeboten. Als objektorientiertes Datenbanksystem findet auf dem Client „PSE Pro for Java“ Verwendung. Ein zusätzlicher räumlicher Index (R-Tree, GUTTMAN 1984) verwaltet Geoobjekte als Referenzen auf die Objekte im DBMS. Datenbanksystem und räumlicher Index werden über das Adapter-Entwurfsmuster (GAMMA et al. 1995) eingebunden. Somit können auch andere DBMS oder andere räumliche Indizes verwendet werden.

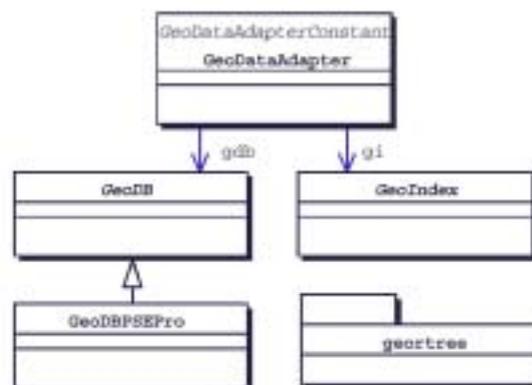


Abb. 1: Architektur des Geodatenadapters (SCHMITZ et al. 2002)

Das Datenmodell der Geoobjekte basiert mit dem GML Feature Schema und das GML Geometry Schema auf der Geography Markup Language (GML) des Open GIS Consortium

(OGC). Diese offene XML-Codierung für Geoobjekte stellt Basistypen bereit, die zur Deklaration eigener Typen benutzt werden können. Aus den XML-Schemata werden durch XML-Java-Binding automatisch entsprechende Java-Klassen abgeleitet. Bei Testläufen mit Polygondaten zeigte sich, dass nicht die Rechenleistung oder Hauptspeichergröße, sondern die Zugriffsgeschwindigkeit der Speichererweiterung (Microdrive) die Performance des Geodatenadapters bestimmt. Durch den realisierten Geodatenadapter kann zukünftig GIS-Funktionalität auf den mobilen Client (iPAQ) eines verteilten GIS verlegt werden. Somit kann die Ausfallsicherheit (Funklöcher) des Systems erhöht werden. Die auf dem Client verfügbaren Funktionen ermöglichen die Realisierung intelligenter Caching- oder Prefetching-Strategien in Verbindung mit Ressourcenadaptivität (DING et al. 2002). Z.B. könnten mittels Auswertung der Bewegungsrichtung bei guter (billiger) Netzwerkverbindung schon vorab Daten vom Server abgerufen und auf dem Client vorgehalten werden.

3 Chancen und Barrieren

In ZIPF (2002) wird argumentiert, dass neue mobile Anwendungen, die durch zukünftige breitbandigere Mobilfunktechnologien wie UMTS möglich werden, die Wahrnehmung von GIS verändern werden. Von einem Werkzeug für Spezialisten wird GIS-Funktionalität in immer stärkerem Maße als Infrastruktur für eine Reihe mobiler Dienste für den Massenmarkt werden. Derartige Location Based Services sollen insbesondere vom prognostizierten Wachstum des M-Commerce profitieren. Das Potential für M-Commerce erscheint auf den ersten Blick enorm: „Mobile Commerce“ ermöglicht es Transaktionen mittels mobiler Endgeräte abzuwickeln. Somit können Geschäfte nicht nur jederzeit – wie bei E-Commerce – sondern auch ortsunabhängig durchgeführt werden. Doch für den Erfolg entsprechender Dienste sind eine ganze Reihe Randbedingungen unabdingbar. MARCUSSEN (2000) nennt die folgenden 10 Punkte. In diesem Beitrag können wir nur knapp auf Ortsbezug, Personalisierung und Benutzbarkeit eingehen:

- Bandbreite
- Inhalte
- *Ortsbezug*
- Niedrige Kosten
- Aktualität
- Sicherheit der Bezahlung
- *Einfache Benutzbarkeit*
- Nicht-intrusive *Personalisierung*
- Portale und Suchmaschinen
- internetfähige mobiler Endgeräte

Die Aufzählung zeigt, dass eine ganze Reihe Aspekte beachtet und richtig umgesetzt werden müssen, bevor die Versprechungen von der Zukunft von M-Commerce und LBS Realität werden können. Dabei müssen psychologische und technologische Barrieren bzgl. der Nutzungserfahrung unterschieden werden. Inwiefern sich mobile Dienste und neue Geschäftsmodelle in Zukunft durchsetzen werden, hängt von der Akzeptanz der Nutzer ab. Aus Anwendersicht sind vor allem folgende Eigenschaften für erfolgreiche Dienste bedeutsam (UMTS-Report 11): 1. Anbieten eines echten Mehrwerts, 2. leichte Nutzbarkeit und 3. ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Der Ortsbezug allein ist sicherlich eine sinnvolle, aber keine hinreichende Bedingung für die erfolgreiche Etablierung neuer mobiler Dienste. Auf Kostenstrukturen können wir in diesem Rahmen nicht eingehen; die Definition von Mehrwert ist natürlich Benutzer- und kontextabhängig – daher sollen im Folgenden insbesondere die Möglichkeiten zur Verbesserung der Nutzbarkeit mobiler GIS-Anwendungen und LBS behandelt werden. Um künftige mobile Dienste benutzerfreundlich zu gestalten, sollte insbesondere auf das erweiterte Aktionsumfeld Rücksicht genommen werden. Zur Realisierung von Diensten, die sich gemäß Veränderungen des Umfelds entsprechend verhalten, sollten neben dem Ortsbezug zusätzliche Parameter einbezogen werden. Ziel der Anpassung ist dabei die Vereinfachung der Mensch-Computer-Interaktion. Dies führt uns zu der Forschungsrichtung des Kontextbewusstseins („contextual awareness“).

3.1 Kontextbewusste Anwendungen

Kontextbewusste Dienste sollten in der Lage sein, ihre Funktionalität, d.h. die Informationsauswahl und Darstellung, an den Benutzer und seinem gegenwärtigen Kontext anzupassen. Fast jede verfügbare Information während der Interaktion kann als Kontext-Information angesehen werden. Ausschlaggebend ist die Interpretation derselben. Wenn mehr Kontextparameter durch Nutzung weiterer Sensoren und Informationsquellen hinzugefügt werden können, wäre es möglich, noch fortschrittlichere und interessantere Dienste zu entwickeln. Das kontextuelle Umfeld kann wie folgt kategorisiert werden (vgl. SALBER, DEY and ABOWD 1997, DEY, SALBER and ABOWD 1999):

- *Physikalischer Kontext* Ort, Bewegung, Benutzeridentität, Zeit, Datum
- *Informationeller Kontext* an welchen Daten ist der Benutzer interessiert ?
- *Aktionsbasierter Kontext* was denkt der Benutzer, was sagt er, worauf schaut er, womit arbeitet er?
- *Emotioneller Kontext* wie fühlt sich der Benutzer?
- *Intentioneller Kontext* was will der Benutzer tun?
- *Historischer Kontext* Die Entwicklung (Historie) des Kontexts

Neben einem theoretisch fundierten Rahmen ist auch die Verfügbarkeit weiterer Informationsquellen und Sensoren notwendig. Ein Problem liegt in der Gewinnung der größtenteils dynamischen Kontextinformationen auf nicht-intrusive, aber auch datenschutztechnisch unbedenkliche Weise. Zudem besteht Forschungsbedarf darüber, wie sich Dienste überhaupt sinnvoll an welche Parameter anpassen können und sollen. Oft benutzte Kontextinformationen sind Identität, Ort und Zeit (KORKEA-AHO 2000). Weitere Personalisierung erfolgt im Allgemeinen auf Ziele und Interessen der Benutzer. Damit kommen wir zur recht neuartigen Fragestellung personalisierter adaptiver GIS-Dienste (ZIPF 1998).

3.2 Personalisierung von GIS-Diensten

Ziel des adaptiven Mensch-Maschine-Dialogs ist es, Software-Systeme so zu konzipieren, dass sie sich an die individuellen Eigenschaften, Bedürfnisse und Kenntnisse des Benutzers anpassen (Adaptivität) (vgl. OPPERMANN 1994). Damit ein Computersystem sich auf den aktuellen Benutzer einstellen und ihn nach dessen persönlichen Präferenzen oder Fähigkeiten behandeln kann, benötigt das System Wissen über diesen Benutzer in einer für das System verständlichen Form. Dieses muss im System mindestens für die Sitzungsdauer abgelegt werden. Abhängig von diesen Einträgen kann das System auf Anfragen reagieren.

Steht dem System explizites Wissen über den jeweiligen Benutzer zur Verfügung, spricht man von einem Benutzermodell (CHIN 1993). Dies impliziert natürlich gewisse Fragen des Datenschutzes (vgl. HOFFMANN in diesem Band).

- „User Learning“-Komponenten arbeiten auf individuellen, d.h. benutzereigenen Benutzungsdaten und erhalten dadurch explizite Benutzerinteressen und -präferenzen.
- „Mentor Learning“-Komponenten versuchen für einen gegebenen Benutzer „ähnliche“ Benutzer (sogenannte Mentoren) zu finden, um aufgrund der Benutzermodelle fehlende, d.h. nicht über Benutzereingaben aufgefüllte Werte vorherzusagen und in das aktuelle Individualmodell einzufügen.

Eine grundlegende Frage ist dabei, welches Wissen für welche Aufgaben relevant ist und wie es im System genutzt werden kann (BRUSILOVSKY 1996). In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, welche adaptiven Leistungen in einem GIS Sinn machen und wie diese in einem LBS exemplarisch umgesetzt werden können. Typische Anwendungsfelder für LBS stellen Stadt- und Touristeninformationssysteme und in diesen integrierte Karten- oder Routenplanungsdienste als häufig eingesetzte Komponenten dar. Wie können also nun diese adaptiv und personalisiert werden?

3.2.1 Adaptive personalisierte Karten

Der am häufigsten realisierte GIS-bezogene Dienst ist wahrscheinlich die Visualisierung von Informationen mittels Karten. Dieser bietet sich einerseits besonders zur Adaption an individuelle Kontext- und Benutzerparameter an, da die Karten heute sowieso dynamisch „on request“ generiert werden, andererseits stellt er Entwickler und Wissenschaftler vor große Herausforderungen, da kaum Ergebnisse vorliegen wie eine Adaption im konkreten Falle vorzunehmen ist und die Resultate neben den von Kartographen erstellten Karten bestehen müssen. Die Vielfalt der sich zu berücksichtigenden Einflussgrößen und sich oft widersprechenden Gestaltungsregeln erschweren die Entwicklung vollautomatisierter adaptiver Kartenerzeugungssysteme. Statt ein komplexes Expertensystem zu entwickeln schlagen wir vor, einen vereinfachten Ansatz zu wählen, der es erlaubt einzelne Aspekte gesondert zu betrachten und dann wieder in das Gesamtsystem einfließen zu lassen. D.h. zur Anpassung von Karten auf einen bestimmten Nutzer soll der Prozess der Kartenerstellung in einzelne Schritte unterteilt werden. Dann ist jeweils zu untersuchen, welche Anpassungsmöglichkeiten jeweils verfügbar sind (Personalisieren des Kartenstils, des Inhalts, der graphischen Symbole, deren Anordnung, etc.). Einen ersten Vorschlag, wie man diesen Prozess auftrennen kann und welche benutzerspezifischen Angaben jeweils mit einfließen können, stellt Abbildung 2 dar. Bei dem Beispiel handelt es sich um eine Tourenkarte für ein mobiles Gerät. Neben technischen Randbedingungen, wie Bildschirmgröße, Farbtiefe und Auflösung, sollen auch weitergehende Fähigkeiten und Interessen des Nutzers berücksichtigt werden. Unter anderem sollen benutzerspezifisch ausgewählte Landmarken das Zurechtfinden und die Orientierung in der Stadt erleichtern. Zudem kann die Karte bei Bedarf der Laufrichtung des Nutzers angepasst werden. Durch die Kombination von Benutzermodellierungssystemen und GIS wird also die Idee benutzeradaptiver Karten prinzipiell realisierbar. Der Teufel steckt jedoch im Detail: Es fehlen hierzu noch weitgehendst empirische und theoretische Forschungsergebnisse. Je nach Kulturkreis, Bildung, Alter oder anderen soziodemographischen Kriterien können die Erwartungen eines Benutzers an eine spezielle Karte variieren, es gibt verschiedene Standards bzw. Konventionen der Darstellung. Zudem gibt es individuelle Unterschiede. Für Gehbehinderte oder Rollstuhlfahrer können

Informationen über Steigungen oder Treppen sehr wertvoll sein. Fahrradfahrer brauchen andere Informationen als Fußgänger oder Autofahrer. Insbesondere spielt die Aufgabe, die mit der Karte gelöst werden soll, eine entscheidende Rolle. Für Karten, die zur Navigation verwendet werden sollen, gelten andere Anforderungen als für Übersichtskarten oder topographische Karten. Die Darstellung weniger wichtiger Objekte kann schematisiert erfolgen oder ganz ausbleiben. Wichtige Landmarken sollten betont werden.

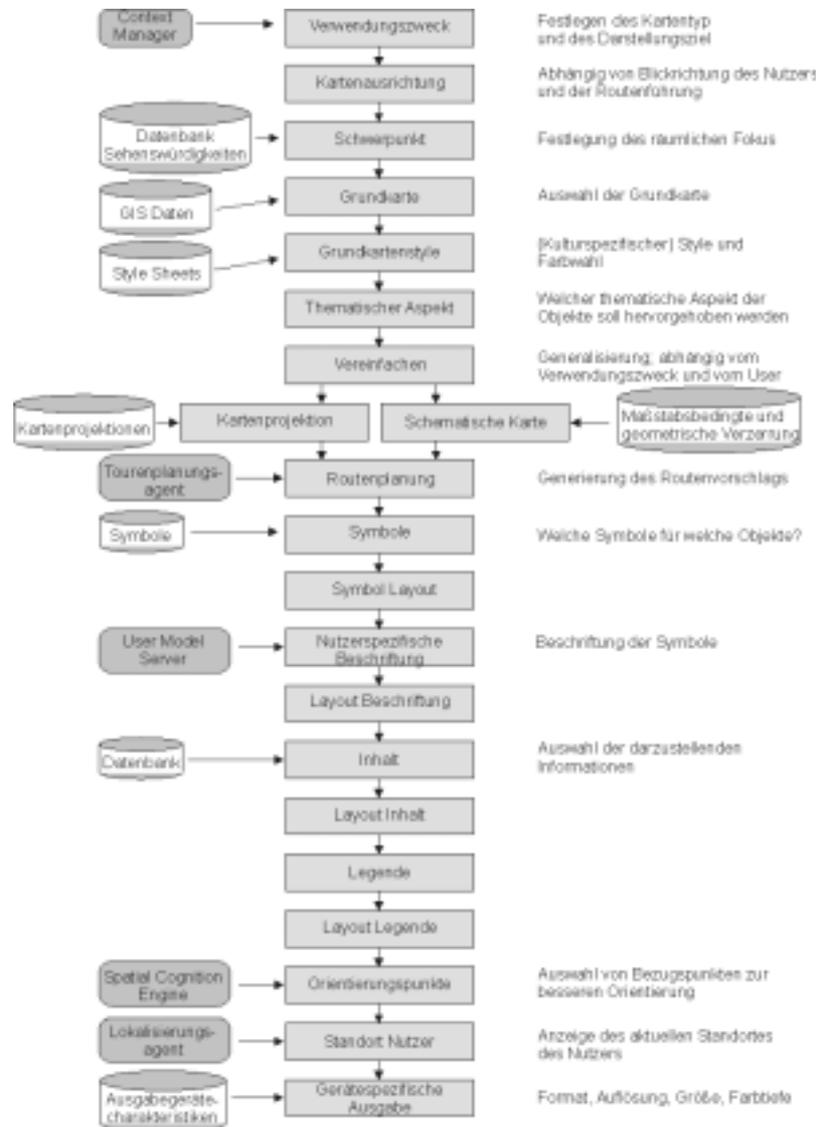


Abb. 2: Mögliche Schritte zur Erstellung personalisierter kontextabhängiger Karten (vgl. ZIPF 2002, verändert)

Um für die verschiedenen Benutzer, Geräte, Kontexte und Verwendungszwecke stets die geeignete Karte zu generieren, muss ein System in der Lage sein, die aktuellen Parameter bei der Generierung geeignet zu berücksichtigen. Dies erfordert einerseits eine reiche dynamische Wissensbasis, andererseits Algorithmen und Regeln wie auf die unterschiedlichen Parameter bei der Kartengestaltung reagiert werden soll. Erste Prototypen und Konzepte werden in ZIPF (2002) und ZIPF & RICHTER (2002) vorgestellt. In jüngerer Zeit arbeitet auch REICHENBERGER (2002) zu diesem Thema.

3.2.2 Erzeugung individueller Vorschläge für Besichtigungstouren

Als zweites Beispiel soll die Adaption von Touren auf individuelle Präferenzen des Nutzers betrachtet werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Tourenplanern soll eine Tourenvorschlagskomponente Interessen von Touristen bei der Planung einer Besichtigungstour einbeziehen. Insbesondere werden in einem Tourvorschlag geeignete individuelle Orte und Sehenswürdigkeiten zur Besichtigung vorgeschlagen. Hierbei muss der Anwender nur die zeitliche Begrenzung der Tourdauer und Startpunkt festlegen. Bei einer touristischen Besichtigung ist es unwahrscheinlich, dass der Nutzer nur wünscht, die Zielpunkte möglichst rasch zu erreichen. Daher sollen Werte einbezogen werden, die eine Berücksichtigung der subjektiven Empfindung der Strecke erlauben. Dies bedeutet, dass diese Parameter Einfluß auf die Gewichtung der Streckenabschnitte haben. In der Regel basiert die Bewertung einer Strecke auf den durch sie verursachten Wegkosten. Diese Wegkosten müssen modifiziert werden. Neben „harten“ Attributen wie Streckenlänge, Preis oder Zeit sind auch „weiche“ Streckeneigenschaften denkbar, die sich u.a. an subjektiven Eindrücken orientieren. „Kürzeste Strecke“ wird dabei durch „geringste individuelle Wegkosten“ als Maß für „attraktivste Strecke“ ersetzt. Zunächst werden beispielhaft mögliche Einflussgrößen genannt (ZIPF & RÖTHER 2000):

- Straßentyp, Straßenbelag
- Tunnel
- Brücken
- Streckenprofil,
- Höhen der geplanten Tour
- Kreuzungen
- Verkehrsaufkommen
- Lärmbelastung
- Luftbelastung
- Landschaftsästhetik
- auf der Strecke liegende Objekte bestimmter Klassen wie:
 - Einkaufsmöglichkeiten
 - Möglichkeiten zur Rast
 - Aussichtspunkte
- Begegnungsmöglichkeiten mit Einheimischen (Märkte, kulturelle Ereignisse..)
- sozialgeographisches Umfeld (Slum vs. Villensiedlung)
- städtebauliches Umfeld, Architektur, Epoche, Parkanlagen
- Dichte der Sehenswürdigkeiten,
- Anzahl sonstiger touristischen Einrichtungen

Hat der Benutzer seine Interessen bezüglich verschiedener Kriterien dem System bekannt gegeben, errechnet das Tourenplanungsmodul auf Grundlage eines zusätzlich attribuierten Straßennetzes das in der gegebenen Zeit erreichbare Gebiet, um dann die in diesem Gebiet liegenden und auf das angegebene Interessenprofil passenden Sehenswürdigkeiten über eine räumliche Selektion, d.h. Verschneidung des Straßennetzes mit dem erreichbaren Gebiet zu erhalten. Wurden die auf das Benutzerprofil passenden Sehenswürdigkeiten gefunden, wird die Zahl der in der gegebenen Zeit sinnvoll zu besuchenden Sehenswürdigkeiten abgeschätzt. Anschließend werden mögliche Routen für diese Ziele errechnet und dem Touristen als Alternativen vorgeschlagen. Es wurden mehrere Varianten zur Gewichtung der Parameter und Auswahl der geeigneten Sehenswürdigkeiten realisiert und bei RÖTHER (1999), ZIPF & RÖTHER (2000) und JÖST (2000) beschrieben. Damit wurde dargelegt, wie sich individuelle Parameter durch die Kombination von Benutzermodellierung und GIS in die personalisierte Berechnung von Touren einbeziehen lassen. Damit wurde ein erster Ansatz für über die Visualisierung herausgehende adaptive GIS-Funktionen vorgestellt. Es werden Strecken berechnet, die in Abhängigkeit individueller Angaben sehr unterschiedlich ausfallen. Dabei kann nicht garantiert werden, dass jeweils die für einen konkreten Touristen optimale Route vorgeschlagen wird, doch die Hypothese lautet, dass durch die Integration von Benutzermodellen die Möglichkeit besteht, Tourenvorschläge zu generieren, die näher an den Benutzerinteressen liegen als Standardrouten. Auf diesen Konzepten aufbauend stellen JÖST & STILLE (2002) neue Algorithmen vor. Die Güte der Ergebnisse muss jedoch noch mittels empirischer Untersuchungen verifiziert werden.

4 Last but not least ... Datenschutz

Gerade aber die Verwendung eines expliziten, maschinenlesbaren, individuellen Benutzermodells bringt zusätzliche Probleme – insbesondere bezüglich des Datenschutzes – ins Spiel, die nur kurz skizziert werden sollen: Die Verarbeitung personenbezogener Daten unterliegt unterschiedlichen Regelungen. HERRMANN (1990) stellt die Anforderungen dieser Richtlinien (z.B. Auskunftsrecht, Gebot der Validität, Zweckbindung und Erforderlichkeit) verschiedenen Methoden der Benutzermodellierung gegenüber und verdeutlicht die Problematik der Speicherung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten insbesondere in wissensverarbeitenden Systemen. Neben der Speicherung der Daten stellt – insbesondere in verteilten Systemen – der Austausch der Daten zwischen der Anwendung und dem Benutzermodellierungssystem besondere Anforderungen bezüglich der Sicherheit und Vertraulichkeit des benutzermodellierenden Systems (vgl. FINK, KOBSA & SCHRECK 1997).

5 Literatur

- Barkowsky, T., & Freksa, C. (1997): Cognitive requirements on making and interpreting maps. In: Hirtle, S. & Frank, A. (Eds.): Spatial information theory. A theoretical basis for GIS. 347-361. Springer, Berlin
- Baus, J., Ding, Y., Kray, C. & Walther, U.: Towards adaptive location-aware mobile assistants. In: Malaka, R. (Ed.): Artificial Intelligence in Mobile Systems. AIMS 2001, Workshop at IJCAI 2001. Seattle, Washington, USA

- Bühler, D., Häussler, J., Krüger, S. & Minker, W. (2002): Flexible Multimodal Human-Machine Interaction in Mobile Environments. AIMS Workshop 2002, Lyon
- Brusilovsky, P. (1996): Methods and techniques of adaptive hypermedia. In: User Modeling and User-Adapted Interaction, 6(2-3), 87-129
- Chin, D. N. (1993). Acquiring user models. Artificial Intelligence Review, 7, 185-197.
- Ding, Y., Kray, C., Malaka, R. & Schillo, M. (2001): RAJA – A Resource-Adaptive Java Agent Infrastructure, In: Müller, J.P., André, E., Sen, S. & Frasson, C. (Eds.): Proceedings of Autonomous Agents 2001. 332-339. Montreal, Canada
- Dey, A, Salber, D. & Abowd, G. (1999): Towards a better understanding of context and context-awareness. GVU Technical Report GIT-GVU-99-22
- Fink, J., Kobsa, A. & Schreck, J. (1997): Personalized Hypermedia Information Provision through Adaptive and Adaptable System Features: User Modeling, Privacy and Security Issue Fourth International Conference on Intelligence in Services and Networks. 459-467. Como
- Fink, J. (1999): User Model Server Specification for Deep Map. Internal Technical Paper. GMD-EML. Heidelberg/Bonn
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. & Vlissides, J. (1995): Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, Reading u. a.
- Guttman, A. (1984): R-Trees – A Dynamic Index Structure for Spatial Searching. In: Yor-mark, B. (Ed.): SIGMOD'84. ACM Press, Boston
- Herrmann, T. (1990): Benutzermodellierung und Datenschutz. In: Datenschutz und Datensicherung. 14(7), 352-360.
- Jöst, M. (2000): WebGIS – Touristeninformationssystem für die Stadt Heidelberg. Systemarchitektur und -kommunikation am Beispiel eines Tourenplanungsmodul. Zulassungsarbeit. Geographisches Institut, Universität Heidelberg
- Jöst, M. & Stille, W. (2002 accepted): A User-Aware Tour Proposal Framework using a Hybrid Optimization Approach. ACM GIS 2002
- Korkea-aho, M. (2000). Context-Aware Applications Survey, Internetworking Seminar (Tik-110.551), Spring 2000. Helsinki University of Technology
- Kray, C. & Porzel, R. (2000): Spatial Cognition and Natural Language Interfaces in Mobile Personal Assistants. (AIMS 2000). Berlin
- Location Interoperability Forum – LIF (2000): www.locationforum.org.
- Marcussen, C. (2000): WAP Study 2000. Bornholm, Dänemark. <http://www.rcb.dk>
- Mark, D. M., Freska, C., Hirtle, S.C., Lloyd, R. & Tversky, B. (1999): Cognitive models of geographical space. IJGIS, 13(8), 747-774.
- Malaka, R. and Zipf, A. (2000): DEEP MAP – Challenging IT research in the framework of a tourist information system. In: Fesenmaier, D., Klein, S. & Buhalis, D. (Eds.): Information and Communication Technologies in Tourism 2000. 7th. International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism. Barcelona. Spain. 15-27. Springer Computer Science, Wien/New York
- Oppermann R. (Hrsg.)(1994): Adaptive User Support. Lawrence Erlbaum Associates.
- Open Location Initiative (OpenLS) (2000): <http://www.openls.com/>
- Reichenbacher, T. (2002): Adaptive Visualisierung von Geodaten für Location Based Services – ein konzeptionelles Framework. In: Geowissenschaftliche Mitteilungen, 58, 125-134 (= Tagungsband zum Symposium TeleKartographie & Location Based Services, 28/29. Januar 2002 Wien. Kelnhofer, F., Lechthaler, M. & Brunner, K. (Hrsg.). Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessungswesen und Geoinformation an der Technische Universität Wien

- Salber, D. & Abowd (1998): Ubiquitous Computing: Defining an HCI Research Agenda for an emerging Interaction Paradigm. Georgia Tech GVI Center. Technical Report GIT-GVU-98-01
- Schmitz, S., Zipf, A. & Aras, H. (2002): Realisierung eines mobilen Geodatenservers für PDAs auf der Basis von Standards des OpenGIS-Consortiums. Workshop „Mobile Datenbanken und Informationssysteme – Datenbanktechnologie überall und jederzeit“. Universität Magdeburg. 21.-22.03.2002
- Tonnier, A. (2001): Ergonomische Benutzerschnittstellen für GIS-basierte Informationssysteme für das WWW, am Beispiel Deep Map. In: HGG-Journal, 16, 331-353. Heidelberg
- Zipf, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. ENTER 2002. International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism. Innsbruck Austria. Springer Computer Science, Heidelberg/Berlin
- Zipf, A. (1998): DEEP MAP – A prototype context sensitive tourism information system for the city of Heidelberg. In: Proceedings of GIS_Planet 98. Lisabon, Portugal
- Zipf, A. & Malaka, R. (2001): Developing “Location based Services” (LBS) for Tourism – The service providers view. ENTER 2001, 8th. International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism. Montreal, Cannada. April 24-27
- Zipf, A. & Röther, S. (2000): Tourenvorschläge für Stadttouristen mit dem ArcView Network Analyst. In: Liebig, W. & Schaller, J. (Hrsg.) (2000): ArcView GIS. GIS-Arbeitsbuch. Wichmann Verlag, Heidelberg
- Zipf, A. & Richter, K.-F. (2002 accepted): Using FocusMaps to Ease Map Reading. Smart Applications for Mobile Devices. Künstliche Intelligenz (Sonderheft Spatial Cognition)