

Mobile Anwendungen auf Basis von Geodateninfrastrukturen - von LBS zu UbiGIS

Alexander ZIPF

zipf@geoinform.fh-mainz.de

1 GDI und LBS – eine Einführung

Was haben Geodateninfrastrukturen (GDI) und mobile (GIS-)Anwendungen miteinander zu tun? Auf den ersten Blick – insbesondere aus der Sicht kommerzieller LBS-Anbieter - könnte man argumentieren, dass es sich um zwei relativ unabhängige Bereiche des Geoinformationwesens handelt. Betrachten wir zunächst die technische Ausgangslage: Verkürzt dargestellt beinhaltet GDI aus technischer Sicht die Nutzung verteilter GI-Dienste mittels Web-Diensten unter Verwendung offener Standards. Mobile GIS-Anwendungen dagegen bieten GIS-Funktionalität auf tragbaren Rechnern an (z. B. im Bereich Kartierung, Datenaufnahme oder Instandhaltung etc.) oder nutzen zusätzlich die Position des Gerätes und damit seines Nutzers zur Parametrisierung einer Systemanfrage. Nach einer Analyse der Charakteristika und Anforderungen derartiger ortsbezogener Dienste (Location Based Services, LBS) wird deutlich, dass diese Dienste an unterschiedlichen Orten funktionieren sollen und ortsbezogene Anwendungen und Daten zur Verfügung stellen. Das bedeutet insbesondere, dass die Anwendungen für die Endanwender ortsabhängig auf unterschiedliche Basisdienste und Daten zugreifen müssen. Dies erfordert aber genau eine auf offenen Schnittstellen basierende Infrastruktur an Geodiensten und Zugriff auf Geodaten über auf kabellosen Datennetzen basierenden mobilen Kommunikationsmechanismen, mit den entsprechenden Mechanismen um Dienste zu veröffentlichen, zu finden und zu nutzen (*publish, find, use*). Wie das Schlagwort „mobiles Internet“ veranschaulicht, kann die Systemarchitektur mobiler Dienste unter Abstrahierung von Spezifika der speziellen Übertragungsprotokolle und dadurch notwendigerweise zwischengeschalteten Wireless Servern als relativ ähnlich zu herkömmlichen Web-Diensten gesehen werden. Damit gelten ähnliche Voraussetzungen und Anforderungen wie auch bei GDI auf Basis des WWW. Ortsbezogene Dienste sind dabei aber nicht nur als Web Services auf mobilen Geräten zu verstehen, sondern durch ihren inhärenten Ortsbezug gerade auf Geo-Diensten, d.h. auf von GDI offerierten Funktionen angewiesen. D.h. eine GDI ist wesentliche Grundlage für interoperable ortsbezogene Dienste. Interoperabilität spielt bei LBS durch die Heterogenität der Clients, der Vielzahl denkbarer Dienste und der sich durch die Bewegung des Nutzers im Raum ändernden verfügbaren Infrastrukturen eine besondere Rolle. Die entsprechenden Standardisierungsbemühungen zur Ermöglichung von Interoperabilität speziell für LBS werden in späteren Abschnitten angesprochen. Auf der anderen Seite können LBS und mobile GIS als auf andere Gerätetypen erweiterte Nutzungsmöglichkeiten der von GDI angebotenen Dienste aufgefasst werden. Selbst wenn keine automatische Positionierung des Client vorgenommen wird und damit nicht in die Anwendung einfließt, sind von GDI angebotene Geodienste wie Kartenvisualisierung, Tourenplanung, Branchenverzeichnisse (Gelbe Seiten), aber auch Gazetteer-Dienste o.ä. gerade für mobile Anwendungen von Bedeutung,

denn Mobilität beinhaltet fast immer auch Bedürfnisse wie sich im Raum zu Orientieren, Informationen über den Raum abzufragen oder aufzunehmen oder zu navigieren. Damit sind mobile Anwendungen (nicht nur LBS) dafür prädestiniert, im Hintergrund auf GDI zurückzugreifen und umgekehrt stellen mobile GIS-Anwendungen zunehmend auch als Datenlieferant eine wesentliche Komponente von GDI dar.

Damit kann das Zusammenspiel von GDI und mobilen GIS durch folgende Aspekte charakterisiert werden:

- ? GDI dienen als Grundlage ortsbezogener Anwendungen (LBS)
- ? Mobile Dienste sind ein Anwendungsfall auf Basis von GDI und dienen als Datenlieferant für GDI (ohne besonderen Bezug zur Nutzerposition bei der Anfragebearbeitung)

Unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen in der Informatik wird das zukünftig noch engere Zusammenspiel von GDI und LBS deutlich: Beide Konzepte postulieren den Zugriff auf (Geo-)Dienste zu jeder Zeit an jedem Ort von unterschiedlichen Clients nur auf Basis einer auf offenen Schnittstellen basierenden Infrastruktur. Dieser Wunsch nach transparentem Zugriff auf computergestützte Dienste unabhängig von weiteren Einschränkungen ist auch das Hauptanliegen des „Ubiquitous Computing“ (UbiComp, UC). Dieser von Mark WEISER eingeführte Begriff bezeichnet die allgegenwärtige Nutzung von Computern – die Möglichkeit zur Verwendung von rechnergestützten Diensten als Ubiquität (WEISER 1991, 1994) und wird in Abschnitt 4 im Zusammenhang mit mobilem GIS und GDI genauer betrachtet.

Im Folgenden werden einige Grundlagen und Beispiele zu ortsbezogenen Diensten und mobilem GIS, sowie Standardisierungsbemühungen zum Aufbau entsprechender GDI für mobile Dienste vorgestellt. Zudem wird das Konzept des UbiComp im Hinblick auf die Anforderungen und Potentiale für LBS und GDI diskutiert.

2 Ortsbezogene Dienste - Location Based Services

Eine wesentliche Eigenschaft ortsbezogener Dienste ist die Einbeziehung der Position, um eine Anfrage zu parametrisieren, z.B. auf den relevanten Gebietsausschnitt einzuschränken. In welchen Anwendungsfällen ist dies in einem mobilen Szenario sinnvoll? Eine mögliche Anwendung sind z.B. „Fokuskarten“, die den inhaltlich und räumlich wichtigen Teil einer Karte besonders detailliert darstellen (ZIPF & RICHTER 2002). Weniger wichtige Informationen sollten schon frühzeitig generalisiert werden (CECCONI *et al* 2000). Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind ortsbezogene Warnhinweise, wenn ein Nutzer z.B. einem akut gefährdeten Bereich zu nahe kommt. Eine weitere Anwendung stellt die ortsbezogene Erlaubnis zur Durchführung bestimmter Aktionen dar. So ist denkbar, dass zur Sicherung von Qualität und Aktualität Änderungen an einem Geodatenbestand nur direkt „vor Ort“, d.h., in einer definierten Region vorgenommen werden dürfen.

Positionierungsverfahren zählen eigentlich nicht zu den GDI-Technologien, dürfen aber bei der Entwicklung von LBS nicht vergessen werden. In diesem Rahmen können und sollen nicht die verschiedenen Positionierungstechnologien dargestellt werden, jedoch ist gerade im Umfeld einer zukünftigen ubiquitären Nutzung (s.u.) mobiler Dienste auch die Positionierung in Innenräumen zu beachten. Hoffnungen ergeben sich aus neuen Entwicklungen

im Bereich Indoor-GPS (AUBRECHT & WURZER 2002). Intelligente Positionierungsunterstützung setzt nicht auf einzelne Technologien, sondern auf die Kombination mehrerer Ansätze, die sich gegenseitig verbessern oder bei Teilausfall ersetzen (Kray 2002).

Im Bereich LBS hat das Open GIS Consortium die "Open Location Services Initiative" (OpenLS) gestartet. Diese Initiative definiert offene Schnittstellen im Bereich ortsbezogene Dienste. Die erste Version dieser Spezifikation liegt seit 2003 vor. OpenLS definiert ein allgemeines Modell für die Kernkomponenten- und Informationsrepräsentation für LBS Anbieter. Die Architektur wird *GeoMobility Server* genannt und wird in Abbildung 1 schematisch vorgestellt (OPENLS 2003)

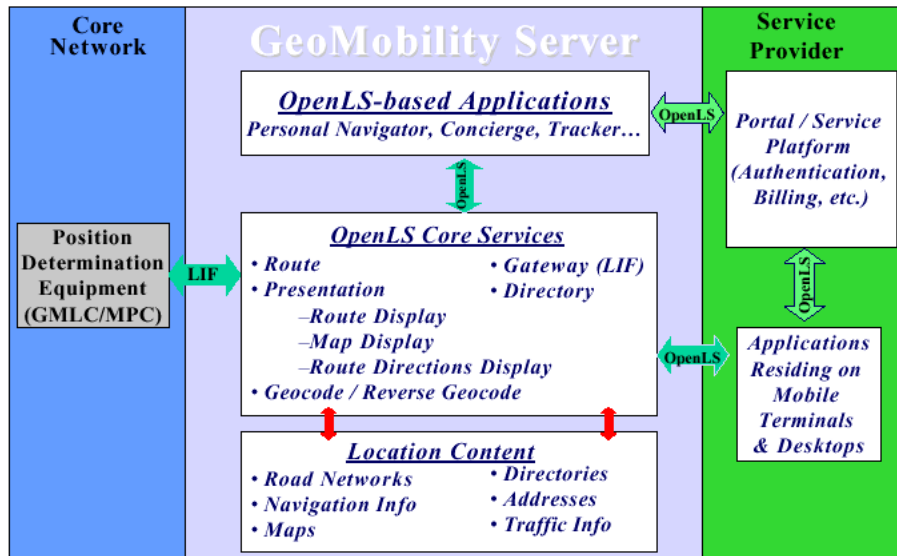


Abbildung 1: Die GeoMobility Server Architektur des OpenLS (OPENLS 2003)

Die Open LS Hauptdienste (OpenLS Core Services), die auf den mit Ortsbezug angereicherten Content zugreifen, umfassen:

- Directory Service
- Gateway Service
- Location Utility Services (Geocode / Reverse Geocode)
- Presentation Services
- Route Service

Der OpenLS Directory Service umfasst z.B. die Suche nach nächsten Orten, Produkten oder Diensten mit Suchparametern wie z.B. Name, Typ, Kategorie, Schlüsselwort, Telefonnummer, etc. unter der optionalen Einbeziehung von Positionsangaben wie sie (über einen Gateway Service) von einem Location Server geliefert werden. Das Resultat enthält einen oder mehrere Treffer mit Position und einer vom Verzeichnisinhalt abhängigen Beschreibung. Die Rangfolge ist dabei abhängig von den Suchkriterien.

Der OpenLS Gateway Service stellt die Schnittstelle zwischen GeoMobility Server und den Location Server, d.h. den netzbasierten Positionierungsdiensten dar. Die Schnittstelle ist nach LIF MLP Spezifikation modelliert (s.u.).

Besonders erwähnenswert - da in den herkömmlichen OGC Standards bisher nicht berücksichtigt - ist die Möglichkeit zur Tourenplanung über den OpenLS Route Determination Service. Dieser berechnet Reiserouten für Navigationsanwendungen unter Angabe des Start- (Üblicherweise der aktuellen Position über den Gateway Service) und Zielorts (jede Adresse, z.B. aus Directory Service). Zusätzlich gibt es mehrere Optionen, wie die Möglichkeit zusätzliche Wegpunkte anzugeben oder umgekehrt Regionen/Orte auszuschließen, sowie Routenvorgaben (schnellste, kürzeste, ÖPNV, etc). Zusätzlich können Routen gespeichert und später wieder auf diese zugegriffen werden.

Die Informationen zur Anfrage nach und Repräsentation von Routen wird im OpenLS Information Model definiert. Dieses bildet das Informationsrahmenwerk, indem es eine Reihe abstrakter Datentypen (ADT) definiert, die von den Kernkomponenten genutzt werden. Einen Übersicht über die verschiedenen (natürlich in XML modellierten) Datentypen und ihre Nutzung in den OpenLS Komponenten gibt Abbildung 2.

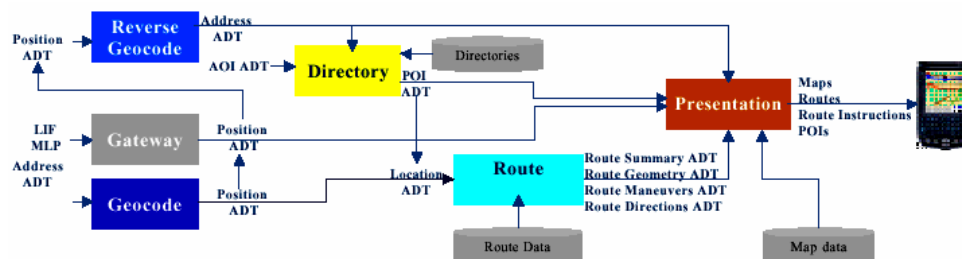


Abbildung 2: Das OpenLS Informationsmodell (OPENLS 2003)

Die für die OpenLS Präsentationsdienste verwendete OpenLS Map ADT unterscheidet sich übrigens in einigen Punkten von der bekannten WMS Spezifikation, da sie auch Zusatzinformationen zu Hülle, Mittelpunkt, Skalierung etc. beinhaltet, oder die bei der Anfrage die Bildschirmauflösung berücksichtigen kann.

Für Routen gibt es sowohl Typen für die geometrische Beschreibungen, die graphische Repräsentation auf Karten, als auch die Möglichkeit zur Repräsentation von Weginstruktionen über die Route Instructions List. Diese Liste beinhaltet Fahrtrichtungsanweisungen mit Zusatzinformationen entlang der Route. Allgemein beinhaltet der abstrakte Datentyp für Routen (Route ADT) drei weitere ADTs, nämlich:

Route Summary - globale Routeneigenschaften, wie Start-/Zielpunkt, Wegpunkte, Distanz, Reisezeit, etc

Route Geometry - Liste mit alle Knoten, die die geometrische Form der Routensegmente beschreiben

Routemanuever List - Informationen über Fahrtrichtung und Reisebedingungen oder POI entlang der Route

Daneben werden im OpenLS Informationsrahmenwerk eine Reihe allgemeiner Konzepte definiert, wie sie auch in anderen OGC Diensten zum Teil Verwendung finden. So beinhaltet die Location ADT einen erweiterbaren abstrakten Datentyp für unterschiedliche Standorttypen und bildet die Wurzel von Point, Position ADT, Address ADT und POI ADT. Der Address ADT enthält natürlich Adressinformationen, der Point of Interest (POI) ADT beschreibt allgemein einen Ort oder eine Instanz mit einer festen Position, der als Referenzpunkt oder Ziel verwendet werden kann (aus Directory Service). Zusätzlich sind Name, Typ, Kategorie, Adresse, Telefonnummer, und andere Verzeichnisinformationen über den Ort, das Produkt und/oder den Dienst enthalten. Die Position ADT beschreibt gemessene oder berechnete Positionen (incl. Quality of Service o.ä.), die vom Gateway Service geliefert wird. Der Area of Interest (AOI) ADT beschreibt ein Gebiet über Angabe eines Umkreises, Rechtecks oder Polygons und kann z.B. als Suchparameter verwendet werden.

Für die Positionierung wird eine Schnittstelle des Location Interoperability Forum (LIF) verwendet und über den erwähnten Gateway Service angesprochen. Dieses von Nokia, Motorola und Ericson 2000 initiierte Forum ist mittlerweile in der Open Mobile Alliance (OMA) aufgegangen (<http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/lif/lifindex.html>) und bemüht sich ebenfalls um Interoperabilität mobiler ortsbezogener Anwendungen und arbeitet mit OGC und OpenLS Initiative (<http://www.openls.org>) bei gemeinsamen Themen zusammen. Eines der Ziele war es Anbietern von LBS standardisierte Schnittstellen zur Verfügung zu stellen, um unterschiedliche Implementierungen der so genannten *Location Server* zu verbergen. Ein wesentliches Ergebnis war das Mobile Location Protocol (MLP), das eben auch in die Standards der OpenLS Initiative einfließt. Es ermöglicht ortsbezogenen Anwendungen mit den Location Servern der Netzbetreiber zu interagieren, die Positionierungsdienste z.B. auf Basis der Mobilfunknetz-Infrastruktur realisieren. Dabei ist es unabhängig von den zugrunde liegenden Datenübertragungs-Protokollen und Methoden zur Positionsbestimmung, sondern definiert eine Schnittstelle, die den Austausch von Standort-Informationen ermöglicht. Zudem werden Datenschutz und Authentifizierung unterstützt. Im MLP werden die folgenden Mobile Location Protocol Typen definiert:

Standard Location Immediate Service: erlaubt Anwendungen eine einzelne Positionsangabe vom Location Server anzufordern. Asynchrone Kommunikation möglich.

Emergency Location Immediate Service: Benutzer initiiert einen Notruf; wird von E911 Anwendungen benutzt.

Standard Location Reporting Service: Die Position des Benutzers wird periodisch an die Anwendung gesendet (Timeout)

Emergency Location Report: Vom Netzwerk automatisch initiierte Notruf-Positionsbestimmung

Triggered Location Reporting Service: Liefert die Position bei einem bestimmten Ereignis

3 LBS – mehr als ortsbezogene Information - Personalisierung und Kontext als Basis mobiler Mehrwertdienste

Die Adaptivität von Informationssystemen und damit auch von GIS bzw. LBS an die Interessen und Fähigkeiten ihrer Benutzer und allgemeine Umweltfaktoren (als Situation bzw.

Kontext bezeichnet (SCHILIT *et al* 1994)) wird als eines der wichtigsten Forschungsthemen zur Schaffung intuitiv nutzbarer Geoinformationssysteme gesehen (ZIPF 1998). Dies wird auch aus den Diskussionen in aktuellen GIScience-Konferenzen deutlich (z.B. dem Abschluss-Panel zur Frage zukünftigen GIScience Forschungsthemen der Geoinformatics 2004, oder den Beiträgen der Münsteraner GI-Tage 2004), als auch der Gründung einer Kommission zu „Ubiquitous Mapping“ der International Cartographic Association (ICA). Gerade im Umfeld mobiler Informationsdienste wird in aktuellen Forschungsprojekten auch die Berücksichtigung von Kontextinformationen untersucht, bei GUPTA *et al.* (2004) unter dem Schlagwort Informationslogistik behandelt. Bei klassischen GIS fehlt dieses Konzept völlig. Software-Systeme, die sich selbständig an die individuellen Eigenschaften, Bedürfnisse und Kenntnisse des Benutzers oder andere Kontextfaktoren werden von Oppermann (1994) als *adaptiv* bezeichnet – im Gegensatz zu *adaptierbaren* Systemen – mit denen sie gerne verwechselt werden - bei denen der Nutzer aber selbst die Systemeinstellungen verändern muss. Damit ein Computersystem sich auf den aktuellen Benutzer einstellen kann, benötigt es explizite Daten über diesen Benutzer – von KOBSA (1996) als Benutzermodell bezeichnet und auch als Benutzerprofil bekannt. Abhängig von diesen formal beschriebenen Informationen kann das System auf Anfragen des Benutzers geeignet reagieren. Allerdings bedeutet dies auch, dass immer umfangreichere persönliche Informationen über den Benutzer zur Verfügung stehen, was Fragen zu Privatsphäre und Datenschutz aufkommen lässt (BRUSILOVSKY 1996). Diese können in diesem Rahmen nicht ausführlich erörtert werden (vgl. Ausblick). Zunächst soll vielmehr identifiziert werden, welche adaptiven Leistungen im Umfeld mobiler GI-Dienste sinnvoll sind. Voraussetzung für die Benutzeradaption ist die Fähigkeit des Systems, weitestgehend automatisiert Kenntnisse über den Benutzer zu gewinnen und auszuwerten. Die hierfür eingesetzten Lernverfahren werden in eigenen Disziplinen der Informatik untersucht. Ein Überblick für im weiter unten vorgestellten Tourenplanungsbeispiel geeignete Lernverfahren geben KOBSA und FINK (2002).

An den typischen Beispielen für LBS-Anwendungen lassen sich folgende Kategorien für adaptive Leistungen identifizieren:

- ? Adaption des Inhaltsangebotes (z.B. bzgl. Ausführlichkeit, Thematik)
- ? Adaption der visuellen Darbietung des Inhaltsangebotes - einerseits des Textes als auch der graphischen Information (Bilder, Karten, Video, VR-Modelle, etc.)
- ? Adaption von Tourenplanung durch individuelle Gewichtung
- ? Adaption von Suchanfragen (Orts- und Interessenbezogene Hinweise)

Der erste Punkt davon ist am wenigsten GIS-lastig und wird im Bereich „Adaptive Hypermedia“ seit geraumer Zeit untersucht. Für LBS und GIS erscheint die Adaption kartographischer Darstellungen von besonderem Interesse, da interaktive Karten in fast allen mobilen Anwendungen zum Einsatz kommen. Zielgruppengerechte, aufgabenorientierte und kontextangepasste, d.h. adaptive mobile Kartographie stellt damit ein spannendes Forschungsfeld dar (ZIPF 2002, 2003, REICHENBACHER, ANGSÜSSER und MENG 2002).

Als weiteres Beispiel für adaptive GI-Dienste wird die Berechnung von personalisierten Routen aufgrund individueller Kriterien erläutert und der Zusammenhang mit GDI dargestellt. Die Idee ist dabei, dass nicht immer die schnellste oder kürzeste Route die gesuchte ist, sondern, dass eine Reihe weiterer Faktoren eine Rolle spielen können. Betrachten wir zum Beispiel einen Touristen, der eine Besichtigungstour in einer Stadt als Route vorge-

schlagen haben möchte, so werden zwar gewisse zeitliche Randbedingungen einzuhalten sein, der Dienst soll aber nicht die schnellste Strecke liefern, sondern eine möglichst ansprechende, den individuellen Interessen des Touristen und der aktuellen Situation angemessene Route vorschlagen.

In der Regel basiert die Bewertung einer Strecke auf den durch sie verursachten Wegkosten. Diese basieren i.d.R. auf räumlicher oder zeitlicher Distanz. Diese Wegkosten müssen nun aber in Abhängigkeit der Fragestellung modifizierbar sein. So sind neben „harten“ Attributen auch „weiche“ Streckeneigenschaften denkbar, die sich eher an subjektiven Eindrücken orientieren. So sollte eine Streckenbewertung zusätzliche Faktoren gegenüber herkömmlichen Routenplanern berücksichtigen, indem „kürzeste Strecke“ durch „geringste individuelle Wegkosten“ als Maß für „attraktivste Strecke“ ersetzt wird. Daher sollen Werte in die Berechnung einbezogen werden, die eine Berücksichtigung der subjektiven Empfindung der Strecke erlauben. Beispielhaft nennen ZIPF und RÖTHER (2000) Einflussgrößen, die das subjektive Empfinden einer Strecke am Beispiel von Touristen bestimmen können (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mögliche Einflussgrößen bei der Tourenberechnung (ZIPF und RÖTHER 2000)

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

Um eine individuelle Routenführung zu ermöglichen, müssen besondere Streckenattribute in die Datengrundlage aufgenommen werden, anhand derer sich Streckenabschnitte für subjektive Ansprüche klassifizieren lassen. Dies deutet endlich die zusätzlichen Anforderungen solcher personalisierten LBS gegenüber GDI an: es müssen einerseits derartige Attribute via einer GDI verfügbar sein und diese müssen andererseits durch Metadaten beschrieben sein, damit eine automatische Integration ermöglicht wird. Letztendlich folgt daraus die Forderung nach einer zukünftigen semantischen Anreicherung von Geodaten auch für GDI.

4 Ubiquitous Computing! Ubiquitous GIS?

Ubiquitous Computing (UbiComp, UC) wird als einer der kommenden längerfristigen Trends in der Informationstechnologie (nach *Mainframe Computing*, *Personal Computing* und aktuell *Internet/Distributed Computing*) angesehen. Weiser versteht darunter die Allgegenwärtigkeit von kleinsten, miteinander meist drahtlos vernetzten Rechner, die auch in Alltagsgegenstände integriert sind. Diese avisierten „verschwindenden Computer“ (Disappearing Computer) prägen aktuelle Forschungsinitiativen und wurde unter dem Schlagwort „pervasive computing“ auch seitens der Industrie aufgegriffen.

Den größten Einfluss auf ortsbezogene Anwendungen hat in diesem Zusammenhang sicherlich das Forschungsgebiet des „Context-Aware Computing“. Nach DEY *et al* (1999) versteht man unter Kontext „...any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves.“ Daher ist jede, zum Zeitpunkt einer Interaktion zur Verfügung stehende Information, eine Kontext-Information. Klassische Computersysteme erzeugen einen Output abhängig von einem bestimmten Input (Black-Box). Können neben dem expliziten Input des Anwenders auch noch verschiedene Kontext-Elemente (z.B. die Position) als Input dienen, spricht man von Context-Aware-Computing. Ortsbezug wird bei LBS als zentraler Aspekt der eigentlich breiter angelegten Fragestellung des "Kontextbewusstseins" gesehen. Neben der reinen Position scheint die Beschreibung des weiteren Umfelds (Situation und Kontext) der Anwendung und des Nutzers das zukünftigen erweiterten GDIs am nächsten liegende Problemfeld zu sein. Werden mehr Kontextparameter durch Nutzung neuer Sensoren und Informationsquellen oder Inferenz-Mechanismen nutzbar, wäre die Entwicklung noch fortschrittlicherer LBS möglich. Das Spezifische an „Context-Awareness“ ist, dass das System über Informationen verfügt, die die Situation oder den Kontext, in dem es aktuell ausgeführt wird, beschreiben, und diese bei der Erfüllung seiner Aufgaben nutzen kann. Es existieren diverse Typisierungen dieses „Kontext“. Die folgende Übersicht (Tabelle 3) zeigt nur die theoretisch mögliche Spannweite – für eine praktische Umsetzung ist dagegen in jedem konkreten Anwendungsfall zu bestimmen, welche Faktoren denn tatsächlich relevant sind und wie diese dynamisch erhoben und bei der Adaption der Anwendung eingesetzt werden können.

Tabelle 3: Mögliche Kategorien für Kontext im Rahmen von „Contextual Awareness“ (DEY, SALBER and ABOWD 1999)

Physikalischer Kontext	Ort, Bewegungsrichtung, 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.

Für ortsbezogene Anwendungen spielen insbesondere der aktionsbasierte und der physikalische Kontext eine hervorgehobene Rolle.

Durch das Aufkommen interoperabler GDI, zusammen mit den dargestellten Entwicklungen im Bereich *Mobile Computing* und *Human-Computer-Interaction*, kann man also auch für GI-Dienste von technologischer Seite erwarten (oder fordern), dass diese in gewisser Zukunft Anwendern praktisch ubiquitär zur Verfügung stehen werden. Hierzu wurde der Begriff „*UbiGIS = Ubiquitous GIS = Ubiquitous Geographic Information Services*“ vorgeschlagen (vgl. JIANG and ZIPF 2004). Hierunter sind allgegenwärtige Dienste im Sinne des Ubiquitous Computing zu verstehen (d.h. unter Nutzung der dort entwickelten Technologien, wie Middleware, Interaktionsformen, Geräte etc.), die personalisierte raumbezogene Informationen oder Anwendungen in einer an die Situation angepassten Art und Weise zur Verfügung stellen. Dies wird realisiert durch Informationen und Funktionen auf Basis der interoperablen Geoinformationsdienste einer GDI. Damit werden die Ziele von LBS und

GDI (raumbezogene Informationen und Dienste jederzeit von überall nutzen zu können) um die Ziele des UbiComp und (Context -)adaptiver Systeme (die richtigen Informationen und Dienste zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Art und Weise an den richtigen Nutzer zu liefern) erweitert. Technologisch sind die Wege zur Erfüllung dieser Ziele vorgezeichnet, was jedoch fehlt sind Erfahrungen, theoretische oder empirische Befunde darüber, was denn nun „das Richtige“ in „der richtigen Art und Weise“ etc. im konkreten Nutzungsfall eines GI-Dienstes jeweils bedeutet und wie solch ein Ergebnis gar automatisch erzielt werden soll. Die diskutierten Ansätze können in diesem Rahmen nicht aufgeführt werden, doch es ist klar, dass hier noch an vielen Stellen Forschungsbedarf besteht.

5 Ausblick: Ubiquitous GIS – GDI für mobile Nutzer

Die Visionen des UbiComp erfordern also mehr als flächendeckende Funknetze oder eine weitere Miniaturisierung. Hinzu kommt der Anspruch an die Bedienerfreundlichkeit der verfügbaren Dienste durch Anpassung an die Situation. Falls die aktuellen Visionen bzgl. GDI und UbiComp Wirklichkeit werden, entsteht eine Plattform, die es ermöglicht, unterschiedliche GI-Dienste von überall zu nutzen, ohne sich Gedanken über Rechnerstandorte oder Vernetzung machen zu müssen. Angestrebt wird zudem eine Vereinfachung der Nutzung der jeweiligen Dienste. Um die skizzierten Möglichkeiten umzusetzen, sind noch diverse Forschungsfragen – natürlich auch auf technischer Seite - zu bearbeiten, von denen abschließend nur eine kleine Auswahl erwähnt werden kann.

Ubiquitäre Nutzung beinhaltet nicht nur die verteilte Verwaltung von Geodaten, sondern auch, dass diese auch auf mobilen Geräten über OGC-konforme Schnittstellen abrufbar sein sollten. Einen ersten Prototypen eines solchen Geodatenadapters auf GML-Basis für PDAs beschreibt SCHMITZ *et al.* (2002). Da nicht immer von geeigneten Bandbreiten ausgegangen werden kann gewinnen Streaming- und Komprimierungsverfahren für vektorbasierte Geodaten an Bedeutung – dies gilt für 2D, wird aber auch schon für 3D für mobile Geräte untersucht (COORS 2002). Zudem können positions- (aber auch kontext-abhängige) Pre-Caching-Verfahren weitere Verbesserung bzgl. Datenversorgung bieten (KUBACH 2002). Die Umsetzung von OGC-Services auf Kleinstrechnern steckt noch in den Kinderschuhen.

Eine wesentliches Ziel ubiquitärer Systeme bezieht sich jedoch auf die Mensch-Maschine-Kommunikation - insbesondere die nach den verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten des Nutzers mit dem System in unterschiedlichen Situationen. Die Kombination mehrere Interaktionsmodi wird als *Multimodalität* bezeichnet (nicht zu verwechseln mit dem Begriff *Multimodalität* im Rahmen der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel) und z.B. auch schon von FLORENCE *et al.* (1996) am Beispiel von wandgroßen Bildschirmen diskutiert. Bei HÄUBLER & ZIPF (2003) werden an Hand der Realisierung eines kombinierten Navigationssystem für Fußgänger und Autofahrer Variationen der Benutzer-Interaktion mit mehreren Ein- und Ausgabemodalitäten (Z.B. Sprache, Gestik, Schrift) am Beispiel der Karteninteraktion und der Routenplanung dargestellt. Hierbei zeigte sich, dass für multimodale mobile Anwendungen eine Erweiterung der bestehenden OGC Schnittstellen zur Verbesserten Unterstützung von Multimodalität wünschenswert ist. Dies verdeutlicht die Wechselwirkung zwischen Standardisierungsbemühungen für GDI und Forschungsaktivitäten im Bereich UbiGIS. Derartige Forschungsergebnisse sollten in zukünftige Standards für GDI einfließen, um dem Ziel einer ubiquitären Nutzung von GDI näher zu kommen.

Neben technischen werden auch soziale Fragestellungen z.B. zur Akzeptanz, Privatsphäre, Datenschutz und gesellschaftlichen Folgen aufgeworfen, die in diesem Rahmen nicht diskutiert werden konnten. Insbesondere muss gesichert sein, dass die Datenerfassung transparent abläuft. Dies bedeutet, dass immer bekannt sein muss, dass Informationen erhoben werden und welche dies sind. Zudem sollen natürlich nur berechnigte Personen und Systeme auf diese Zugriff besitzen. Zu Sicherheitsfragen bei LBS vgl. HOFFMANN (2002). Insgesamt wird deutlich, dass die dargestellten positiven Aspekte (Nutzerfreundlichkeit) nur eine Seite der Medaille darstellen. Die andere Seite betrifft die nicht von der Hand zu weisenden Orwell'schen Gefahren der skizzierten Technologien zu Überwachungszwecken und der Missbrauch der damit verbundenen personenbezogenen Daten. Dies wird von DOBSON und FISHER (2003) gar mit dem Schlagwort „Geoslavery“ belegt und bedarf sicher zukünftig verstärkter Diskussion und Berücksichtigung bei der Konzeption ortsbezogener Dienste.

Literatur

- Aubrecht, P. und Wurzer, G. (2002): Wertsteigerung von LBS durch Einsatz von Indoor GPS Technologien. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.): Geoinformation mobil. Wichmann Verlag. Heidelberg. pp 168-171.
- Cecconi, A. and Weibel, R. (2000): Map Generalization for On-demand Web Mapping. GIScience 2000, Savannah (GA, USA).
- Coors, V. (2002): Dreidimensionale Karten für Location Based Services. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.): Geoinformation mobil. Wichmann Verlag. Heidelberg. 14-25.
- Dey, A, Salber, D. and Abowd, G. (1999): Towards a better understanding of context and context-awareness. GUV Technical Report GIT-GVU-99-22.
- Dobson, J. E., and P. F. Fisher (2003): Geoslavery, IEEE Technology and Society Magazine. 22(1): 47-52.
- Florence, J., Hornsby, K. and M. Egenhofer (1996): The GIS WallBoard: Interactions with Spatial Information on Large-Scale Displays. M.-J. Kraak and M. Molenaar (eds.): Seventh International Symposium on Spatial Data Handling (SDH '96), Delft. pp. 1-15.
- Fink, J. and Kobsa A. (2002): User Modeling in Personalized City Tours. In: Artificial Intelligence Review 18(1), 33-74.
- Gupta, P., M. Hoffmann, B. Holtkamp, W. Möhr, J.-Peters, M. Ritscher, A. Vo isard (2004): Mobile kontextabhängige Multimediadienste. Informatik Spektrum 27/1. S. 35-43.
- Häußler, J, Zipf, A. (2003): Multimodale Kateninteraktion und in krementelle Zielführung zur integrierten Navigationsunterstützung. Symp. für Angew. Geographische Informatonstechnologie. AGIT 2003. Salzburg. S. 110-119.
- Hoffmann, M. (2002): Mehrseitig sichere Location Based Services – Endgeräte, Übertragungstechnik und Anwendungen. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.): Geoinformation mobil. Wichmann Verlag. Heidelberg. pp 75-84.
- Jiang, B. and Zipf, A. (guest eds.) (2004 to appear): Special issue on "LBS and ubiquitous GIS". The Journal of Geographic Information Sciences. CPGIS. Berkeley. CA.
- Kray, C., Baus, J. und Krüger, A. (2002): Positionsinformation und Navigationsaufgaben. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.): Geoinformation mobil. Wichmann Verlag. Heidelberg. pp. 98-108.

- Kubach, U. (2002): Vorabübertragung ortsbezogener Informationen zur Unterstützung mobiler Systeme. Dissertation. Universität Stuttgart. Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik.
- Meng, L., Zipf, A. and Reichenbacher, T. (eds.) (2004): Map-based mobile services – Theories, Methods and Implementations. Springer Geosciences. Springer. Heidelberg.
- Kobsa, A. (1996): User modeling and user-adapted interaction. Vol. 6. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1996.
- Location Interoperability Forum – LIF (2000): Location Interoperability Forum www.locationforum.org.
- Open Location Initiative (OpenLS) (2000): Open Location Initiative, <http://www.openls.com/>
- Open Mobile Alliance (OMA). www.openmobilealliance.org
- Oppermann, R. (Ed.)(1994): Adaptive User Support - Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale.
- Reichenbacher, T. (2001): Adaptive Concepts for a mobile cartography. Supplement Journal of Geographical Sciences, 11. Dec. 2001, 43-53.
- Reichenbacher, T., Angsüsser, S. & Meng, L. (2002): Mobile Kartographie - eine offene Diskussion. In: Kartographische Nachrichten, 52.Jg., H.4. Bonn, 2002: 164-166.
- Schilit, B., N. Adams and R. Want. (1994): Context-aware computing applications. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Santa Cruz, CA, US.
- 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.
- Weiser, M. (1994): The world is not a desktop. In: Interactions. January 1994. 7-8.
- Weiser, M. (1991): The Computer for the Twenty-First Century. Scientific American. 94-110.
- Zipf, A. (1998): DEEP MAP - A prototype context sensitive tourism information system for the city of Heidelberg. In: Proceed. of GIS_Planet 98. Lisbon, Portugal.
- Zipf, A. and Röther, S. (2000): Tourenvorschläge für Stadttouristen mit dem ArcView Network Analyst. In: Liebig (2000): ArcView Arbeitsbuch. Huethig Verlag.
- Zipf, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. In: K. Woeber, A. Frew, M. Hitz (eds.), Proc. of the 9th Int. Conf. for Information and Communication Technologies in Tourism, ENTER 2002. Innsbruck, Austria. Springer Computer Science. Heidelberg, Berlin.
- Zipf, A. and Richter, K.F. (2002): Using Focus Maps to Ease Map Reading. Developing Smart Applications for Mobile Devices. In: Künstliche Intelligenz (KI). Sonderheft Spatial Cognition. 04/2002. pp. 35-37.
- Zipf, A. (2003): Forschungsfragen für kontextadaptive personalisierte Kartographie. In: Kartographische Nachrichten (KN). Themenheft "Mobile Kartographie". 1/2003. Kirschbaum Verlag. S. 6-11.