

Forschungsfragen zur benutzer- und kontextangepassten Kartengenerierung für mobile Systeme

Alexander Zipf
alexander.zipf@gmx.de

Karten für Location Based Services

In der gegenwärtigen Phase der Ernüchterung nach der Euphorie um UMTS fragen sich nicht nur die Unternehmen der Telekommunikations-Branche wie sie ihre Investitionen amortisieren sollen. Die so entstandenen Schulden lähmen die Innovationskraft einer ganzen Branche und wirken sich ungünstig auf die Gesamtwirtschaft aus. Einnahmen können nur durch attraktive, vom Anwender akzeptierte mobile Dienste generiert werden, für die der Nutzer auch zu zahlen bereit ist. Welche dies sein werden ist noch völlig offen und wird sich voraussichtlich erst im echten Feldtest zeigen. Die aktuelle Strategie der Unternehmen ist daher, möglichst viele Dienste zu entwickeln und anzubieten, um dann die erfolgreichen herauszusieben zu können. Einige der gewünschten Eigenschaften solcher Dienste scheinen jedoch bereits identifizierbar zu sein. Neben den technischen Randbedingungen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll (vgl. Chalmers *et al.* 2001, Zipf 2001), ist sicherlich die Verfügbarkeit von gut recherchierten, d.h. aktuellen, zuverlässigen und das Informationsbedürfnis befriedigenden Inhalten ein wesentlicher Faktor (Enichlmaier u. Staufer-Steinocher 2002). Hier kommt die Kartographie für mobile Geräte und Anwendungen ins Spiel, denn Karten spielen gerade im mobilen Umfeld und für ortsbezogene Anwendungen (Location Based Services, LBS) eine besondere Rolle. Dies unterstreichen mehrere von uns durchgeführte Befragungen zu diesem Thema (Zipf *et al.* 2003).

Eine weitere – oft genannte, aber selten erfüllte – Eigenschaft dieser neuer mobilen Dienste und Inhalte soll ihre Individualisierung und Anpassung auf den jeweiligen Endanwender sein. Dies wird meist unter den Schlagworten Personalisierung und Benutzermodellierung (vgl. Fink & Kobsa 2002) geführt und ist auch im Internet ein Thema. Mobile Technologien bieten hier u.U. - wenigstens aus Anbietersicht - den „Vorteil“, daß der Nutzer leichter zu identifizieren ist (Telefonnummer) und so eine Individualisierung realistischer wird. Andererseits können bei mobilen Diensten weitere Eigenschaften eine Rolle spielen, die durch das wechselnde Umfeld der Nutzung unterwegs bestimmt sind. Diese kontextuellen Parameter umfassen insbesondere die aktuelle Position des Nutzers, technische Variablen, wie aktuelle Netzbandbreite, Displaygröße, Farbtiefe und Prozessorleistung, aber auch verschiedene andere Faktoren, die die aktuelle Situation des Benutzers - d.h. den aktuellen Kontext - beschreiben. Kann sich ein System auch auf diese Faktoren einstellen, d.h. verändert (adaptiert) es dynamisch seine Ausgaben entsprechend dieser Parameter, bezeichnet man es als kontext-adaptiv. Als Geoinformatiker interessiert uns vor allem, wie GIS-bezogene Dienste entsprechend auf Benutzermodelle und Kontextinformationen adaptiert werden können. Am European Media Laboratory (EML) beschäftigen wir uns schon seit mehreren Jahren mit dieser Thematik im Bereich mobiler Stadtinformationssysteme (Zipf 1998). Forschungsthemen beinhalten u.a. Fragen zur interessensspezifischen Generierung von Tourenvorschlägen für Stadttouristen (Zipf & Röther 2000, Jöst & Stille 2002), sowie die Generierung entsprechender Karten. In Zipf (2002a,b) wird u.a. ein schrittweises Vorgehen bei der Erstellung an Person und Kontext adaptierter Karten diskutiert. Im Folgenden sollen Möglichkeiten der Einbe-

ziehung von Kontext- und Benutzerinformationen bei der automatischen Generierung von Karten für mobile Dienste skizziert werden. Hierbei werden offene Fragen bzgl. Forschung und Methodik, sowie erste Ergebnisse vorgestellt. Von den drei Haupteinflußgrößen (Technik, Benutzer und Situation) für kontextadaptive Karten, sollen die bisher bis auf wenige Ausnahmen (Reichenbacher 2001, Reichenbacher *et al.* 2002) vernachlässigten Aspekte Benutzer und Situation (zu der auch die Aufgabenstellung der Karte zählt) betrachtet werden.

Personalisierte Kartengenerierung

Daß es individuelle oder kulturelle Unterschiede zwischen den Nutzern gibt, ist belegt und wird auch schon heute bei der Entwicklung neuer Smartphones berücksichtigt. Asiaten sollen etwas verspieltere Formen und leuchtendere Farben bevorzugen, während Europäer ein kühles Design vorziehen (Capital 2002). Nokia zum Beispiel führte Studien zur Gestaltung ihrer Produktlinien durch, in denen vier typische Benutzergruppen identifiziert wurden. Deren Profile lauten: Highflyer (männlich, aus der Geschäftswelt), Trendsetter (männlich, technisch orientiert, trendfixiert), Poser (statusbewußt, pflegt Lifestyle) und Social Contact Seeker (weiblich, auf Familie und Freunde fixiert, mit Vorliebe für gesellschaftliche Aktivitäten)(Capital 2002).

Nun stellt sich die Frage, wie die auf derartigen Geräten zukünftig angebotenen Kartendienste optimal für spezifische Nutzer gestaltet werden können. Welche Faktoren spielen hierbei eine Rolle und wie kann man diese so formalisieren, daß man sie in Software gießen kann, um dynamisch entsprechend angepasste Karten generieren zu können?

Ziel ist es, eine Karte mit den wichtigsten Details für einen konkreten Nutzer möglichst „perfekt“ zu generieren. Doch was bedeutet dies für einen mobilen Nutzer in einer konkreten Situation, Umfeld und Fragestellung? Wie kann auf Demographie, Interessen, Aufgabekontext, den aktuellen Bedürfnissen und Umständen etc. des Benutzer bei der Erzeugung der Karte sinnvoll Rücksicht genommen werden?

Hierzu muss dem System eine Reihe von Informationen explizit zur Verfügung stehen. Dazu zählen Daten über den Benutzer, z.B. seine Herkunft, Interessen, eventuelle Behinderungen und - je nach Zweck der Karte - seine Vorlieben bzw. Vertrautheit mit der Umgebung, etc. Insbesondere muss neben weiteren situationsabhängigen Informationen vor allem der Verwendungszweck der Karte bekannt sein, also die Aufgabe, die mit der Karte gelöst werden soll. All dies ist in herkömmlichen Systemen in der Regel nicht der Fall.

Überlegen wir zunächst, welche demographischen, körperlichen und interessenmäßigen Eigenschaften eines Anwenders überhaupt Einfluß auf Inhalt und Design einer Karte haben könnten:

- | | | |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
| - Alter | - Sozialer Status | - Interessen |
| - Kulturkreis | - Geschlecht | - Müdigkeit, Fitneß |
| - Bildung | - Körperliche Einschränkungen | - Hunger, Eile |
| - Kognitive Fähigkeiten | - Kenntnis der Region (Mental Map) | - .. |

Für derartige Parameter müssen ausführliche Untersuchungen zu Relevanz, wechselseitiger Abhängigkeiten und möglicher Auswirkungen auf die Kartengestaltung durchgeführt werden. Bisher finden sich im Wesentlichen einige Aussagen zu ge-

schlechts- oder altersspezifischen Unterschieden (Goldstein *et al.* 1990, Wiegand 1999) oder Überlegungen für Sehgeschädigte (Blades *et al.* 1999).

Einige der sich aus obigen Überlegungen ergebenden Forschungsfragen zu personalisierter Kartographie werden in der folgenden Aufzählung skizziert:

Nutzermodellierung für personalisierte Karten

- Gibt es eine Erwartungshaltung bzgl. des Aussehens von Karten bei unterschiedlichen Kulturen oder anderen soziodemographischen Charakteristika der Nutzer? Welche Nutzergruppen haben welche Präferenzen bzgl. Kartengestaltung? Gibt es allgemein oder abhängig von Kartenaufgabe oder anderen Kontextparametern geeignete Nutzerstereotype? (vgl. Montello 1995)
- Welche Merkmale eines Nutzers sind geeignete Indikatoren für seine Präferenzen, kognitiven Fähigkeiten oder sein Vorwissen etc?
- Wie können diese Benutzermerkmale nicht-intrusiv gewonnen werden?
- Wie kann man Werte für benutzer- oder kontextspezifische Gewichtungen bestimmen?

Kontextbezogene Kartengenerierung

Ortsbezogene Anwendungen können die Position des Nutzers und damit einen ersten kontextuellen Parameter bei der Beantwortung von Anfragen an das System berücksichtigen und stellen damit einen Schritt in Richtung Kontextbewusster Systeme dar. Ähnlich wie bei der Personalisierung müssen diese und weitere Situationsbedingte Kontextfaktoren – ihre Relevanz und Auswirkungen – bestimmt und wenn möglich, quantifiziert werden. Zu beachten ist dabei, dass die Einbeziehung von Situationsparametern wiederum Auswirkungen auf Benutzerparameter haben kann.

Eng damit verzahnt sind zwei weitere Aspekte: von besonderer Bedeutung für die Kartengestaltung ist die Aufgabe, die mit der Karte gelöst werden soll. Weiter ist zu fragen, wie die Aufmerksamkeit des Benutzers auf den inhaltlichen und räumlichen Fokus der Karte gelenkt werden kann. Ein Ansatz zur Erzeugung derartiger Fokuskarten bieten Zipf und Richter (2002). Weitergehende Arbeiten behandeln die Formalisierung der Bewertung der Bedeutung einzelner Geoobjekte für eine konkrete Karte. Hierbei werden mehrere Faktoren berücksichtigt (Zipf 2003): Anfragen an das System (diese repräsentieren das Kommunikationsziel), sowie Benutzer- und Kontextparameter, zudem die Eignung eines Objektes als Landmarke.

Somit können folgende Fragestellungen zum Thema Modellierung und Anwendung von Situations- und damit Kontextparametern für mobile Karten festgehalten werden:

- Welche Karteninhalte und Informationen sind für die Beantwortung welcher Kommunikationsziele der Karte (wie) relevant?
- Wie können wichtige bzw. oft vorkommende Kontexte typisiert und formal beschrieben werden?
- Welche Auswirkungen kann der situative Kontext auf den Karteninhalt u. -darstellung haben?
- Wie beeinflussen sich mehrere situative und benutzerspezifische Parameter (Interesse von Kontext abhängig)?
- Wann sind welche kartenverwandten Darstellungen statt herkömmlicher Karten einzusetzen?

Aufgabe und Verwendung der Karte

Die Aufgabe, die mit der Karte gelöst werden soll, spielt eine große Rolle. Für Navigationskarten gelten andere Anforderungen als für topographische Übersichtskarten. Fahrradfahrer brauchen andere Informationen als Busfahrer, Fußgänger andere als

Autofahrer. Zur Navigation sind vor allem Verkehrswege und Landmarken wichtig. Die Darstellung weiterer Objekte kann stark vereinfacht erfolgen (Freksa 1999). Ist nur eine spezielle Route relevant, ist eine weitere Einschränkung der Darstellung möglich, bis hin zu stark schematisierten Abbildungen wie U-Bahn-Pläne (Vgl. zu Aspect Maps: Berendt *et al.* 1998) oder anderen kartenverwandten Darstellungen. Allerdings sollten Landmarken zur Erleichterung der Orientierung betont dargestellt werden. Welche Informationen z.B. Fußgänger für die Aufgabe „Finden eines Weges“ im Einzelnen benötigen, untersuchen Corona & Winter (2002), oder Timpf (2002). Für diese und viele andere Aufgabentypen besteht weiterer Forschungsbedarf.

Als kartenspezifische Aufgaben bei mobilen Geräten können im Wesentlichen Navigation und Orientierung (aktuelle Position und Umgebung) und die Suche bestimmter Lokalitäten genannt werden, doch sind auch weitere denkbar: Hierzu zählen topographische, aber auch unterschiedliche thematische Karten.

Methodik

Wenn sicherlich auch unvollständig, sollen die Faktoren, die die Darstellung einer Karte voraussichtlich am meisten beeinflussen, in der folgenden Tabelle zusammenfassend werden:

Technik	Benutzer	Situation
- Displaygröße - Farbtiefe - Auflösung - Übertragungsbandbreite - Rechnerleistung - Interaktionsmöglichkeit	- Kultur - Interessen - Behinderung - Alter / Bildung / kognitive Fähigkeiten - Vertrautheit mit Region - Geschwindigkeit	- Zeit - Typ der Fortbewegung - Aufenthaltsort - Aufgabe & Typ d. Karte - Externe Faktoren

Die Kartenadaption sollte daneben bei Bedarf auch Qualität und Güte dieser Information mit einbeziehen bzw. diese darstellen, z.B. die Genauigkeit der Positionsinformation (vgl. Wahlster *et al.* 2001).

Um nach Darstellung dieser noch visionären Ideen zur Einbeziehung derartiger zum Teil exotischer Faktoren bei der automatischen Generierung von Karten für mobile Geräte zu einer seriösen Auseinandersetzung zu kommen, besteht Forschungsbedarf darüber, welche Eigenschaften tatsächlich einen messbaren Einfluss auf das Verständnis von Karten haben und welche Kontextfaktoren welche Designentscheidungen bei Karten in welchem Maße beeinflussen. Welche dieser Faktoren können überhaupt dynamisch erhoben und entsprechend verarbeitet werden?

Ein möglicher, z.T. auch von uns eingesetzter Forschungsansatz ist es, gewisse Parameter zu simulieren. Das Problem der Gewinnung der Benutzer- und Kontextdaten wird dabei zunächst ignoriert. Man nimmt an, daß man diese kennt (z.B. Müdigkeit, Kulturkreis, Alter etc.). Dann bietet man Testpersonen entsprechend angepasste Karten an und evaluiert deren Reaktion, Akzeptanz oder Verständnis. Ein Problem bei diesen Tests ist, dass diese meist zu kurz sind, um z.B. Gewöhnungseffekte der Nutzer mit einzubeziehen, was die Validität vieler so gewonnener Aussagen abschwächt. Wichtig erscheint dabei, dass es sich bei der Kartengestaltung tatsächlich um dynamisch vom Computersystem generierte Karten handelt. Denn typischerweise

sind die Unterschiede von Kartographen „per Hand“ erstellten Karten und automatisch von einem System erzeugten Karten noch recht beträchtlich.

Ein komplementärer Ansatz besteht darin, eine Reihe unterschiedlicher Kartengestaltungen für die verschiedenen Parameter von Hand zu erstellen, deren Vorteile und Akzeptanz beim Zielpublikum zu testen und dadurch die geeigneten Gestaltungsmerkmale zu bestimmen.

Erste Prototypen

Am EML wurden Software-Komponenten entwickelt, in Java implementiert und größtenteils auch in mobile Prototypen integriert, die es ermöglichen, eine Reihe von Parametern bei der Erzeugung von Karten zu beeinflussen. Hierzu zählen unterschiedliche Kartenstile für unterschiedliche Nationalitäten, Drehung (Alignierung) der Karte, Definition unterschiedlicher Typen von Fokusregionen, Einbeziehung von Landmarken oder Benutzerinteressen bei der Bestimmung des Kartenausschnitts oder dynamischer Geometrievereinfachung. Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich u.a. mit dynamischem Labeling, Verwendung unterschiedlicher Symboltabellen oder der Einbeziehung von benutzerspezifischen Landmarken. Aufgabenspezifische Kartendarstellungen wurden erst ansatzweise angegangen. Die web-tauglichen Lösungen sind im Wesentlichen konform zur Web Map Server Specification (WMS) des OGC, wobei Zusatzparameter als „vendor-specific“ Erweiterungen realisiert werden. Erste Implementierungen von Komponenten zur Adaption von Karten nutzen XML zur Repräsentation sowohl der ursprünglichen Kartenbasis, der Definition von Fokusregionen, als auch für Benutzerprofile oder Karten-Aufgaben. Auf Basis dieser Informationen wird die Erzeugung einer konkreten Karte gesteuert. Es bedarf jedoch weiterer Arbeiten zur flexiblen Abbildung komplexerer Gestaltungsregeln in entsprechende XML-Strukturen. Dabei möchten wir einen zweistufigen Ansatz bei der Definition von Regelwerken vorschlagen: explizite Regeln der Form „wenn A dann B“ können, wenn bekannt, in einem ersten Schritt in derartigen Strukturen abgebildet werden. In einem zweiten Schritt muß für die numerischen Parameter das Feintuning durch Finden entsprechender Funktionen oder typischer Werte durchgeführt werden. Insbesondere ist auch eine Gewichtung der Regeln möglich. So könnte beispielsweise für das Labeling festgehalten werden, welche Objekttypen für welche Aufgabe oder Nutzergruppe in welchen Maßstabsebenen wie beschriftet werden sollen etc. Ähnliches gilt für Symbole: Numerische Werte wären dann z.B. für die Steuerung der Symbolgröße abhängig von der Bedeutung laut dem individuellen Benutzerinteresse oder ähnlichen Parametern zuständig. Es wäre attraktiv, diese Werte über Funktionen bestimmen zu können. Die damit verbundenen Schwierigkeiten werden in Zipf (2003) dargestellt.

Resümee und Ausblick

Aus den Überlegungen können eine ganze Reihe von Forschungsfragen im Bereich personalisierte und kontextadaptive Kartographie für mobile Geräte abgeleitet werden. Es ist nötig, für diese explizite Hypothesen zu bilden, die mittels geeigneter Mechanismen, wie empirische oder kognitive Untersuchungen, oder der Evaluierung implementierter Systeme be- oder widerlegt werden können. Dabei sind zahlreiche Probleme zu bewältigen, insbesondere, da viele Parameter voraussichtlich nur feine, graduelle Unterschiede bewirken, und es bei numerischen Werten schwierig werden dürfte, die „richtigen“ Werte zu bestimmen. Gerade ein auch ästhetisches Produkt wie eine Karte unterliegt zusätzlicher, kaum mess- und einbeziehbarer Parameter, wie dem persönlichen Geschmack oder modischer Trends.

Die in den vorherigen Abschnitten aufgeführten Probleme, sowie die zusätzlich folgenden Fragenkomplexe scheinen noch nicht umfassend beantwortet, bzw. formalisiert und quantifiziert, worden zu sein. Dort besteht Bedarf an einer wissenschaftlichen, d.h. theoretisch und empirisch fundierten, Auseinandersetzung mit kontext-adaptiver personalisierter Kartographie für mobile Informationssysteme. Die folgende Aufzählung ist sicher nicht vollständig und bedarf weiterer Strukturierung, soll aber grundlegende Fragen skizzieren:

Kartenverständnis

- Gibt es Unterschiede bzgl. der kognitiven Komplexität von Karten bei unterschiedlichen Darstellungsvarianten desselben Inhalts?
- Gewährleisten entsprechend angepasste Karten tatsächlich ein leichtere / schnellere Verständnis?
- Wie kann die Aussage (das Kommunikationsziel) einer Karte formal geeignet dargestellt werden, um dies bei einem automatisierten Prozess der Kartenerstellung berücksichtigen zu können?

Methodische Fragen

- Welche Experimente sind zur Beantwortung der obigen Fragen denkbar?
- Welche Ergebnisse können über Befragungen ausgewertet werden?
- Bestimmung qualitativer und quantitativer Aussagen bzgl. individualisierter kartographischer Gestaltungsregeln
- Bestimmung von Funktionen zur Berechnung von Werten zur Gewichtung der unterschiedlichen Charakteristika
- Welche Maße/Metriken sind für die diversen Parameter definierbar?

Als Ausblick soll eine Reihe weiterer Fragen aufgeführt werden, die in diesem Rahmen nicht behandelt werden konnten, die Akzeptanz und Nutzbarkeit interaktiver Karten auf mobilen Geräten aber ebenfalls stark beeinflussen. Hierzu zählen unter anderem:

Karteninteraktion, Multimedia und erweiterte Repräsentationen

- Was sind gute und intuitive Interaktionsmechanismen und –modalitäten (Sprache, Akustik, Stift, Tastatur, Maus, Gestik, Augmented Reality etc.) für mobile Karten?
- Wann sind wie gestaltete 3D Visualisierungen auf mobilen Geräten sinnvoll und hilfreich?
- Wie können welche multimedialen Elemente für mobile Karten integriert werden? In welchen Fällen ist dies im mobilen Umfeld sinnvoll?

Es soll darauf hinwiesen werden, dass die meisten dieser Forschungsfragen Aspekte mehrerer Wissenschaftsdisziplinen umfassen. Sinnvolle Ergebnisse dürften nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit erwartet werden. Ein nicht zu vernachlässigender Faktor bzgl. der Akzeptanz der realisierten Systeme betrifft schließlich die Frage, wie derartige Systeme Privatsphäre und Vertraulichkeit der Informationen, insbesondere auch der Positionsdaten gewährleisten können (vgl. Hoffmann 2002, Kölmel & Wirsing 2002).

Danksagung

Diese Arbeit entstand am EML im Rahmen des von der Klaus Tschira Stiftung (KTS) geförderten Projektes „Deep Map“, dem EU-IST-Projekt „Crumpet“ und dem BMBF-Projekt „SmartKom“. Ich möchte allen Kollegen am EML und Partnerinstitutionen, insbesondere Jochen Häußler, Stefan von Hunolstein und Kai-Florian Richter, für ihre Anregungen herzlich danken.

Literatur

- BERENDT, B., BARKOWSKY, B., FREKSA, C., & KELTER, S. (1998). Spatial representation with aspect maps. In C. FREKSA, C. HABEL, & K.F. WENDER (Eds.), *Spatial Cognition I – An interdisciplinary approach to representing and processing spatial knowledge* (pp. 313-336). Springer. Berlin.
- BLADES, M., S. UNGAR & C. SPENCER. (1999). Map use by adults with visual impairments. *The Professional Geographer* 51(4): 539-553.

- CHALMERS, D., SLONAN, M. & DULAY, N (2001): Map Adaption for Users of mobile Systems. In: Proceedings of The Tenth International World Wide Web Conference. (WWW 10).
- CAPITAL (2002): Heft 23/2002. S. 148ff.
- CORONA, B. & WINTER, S., (2001): Navigation Information for Pedestrians from City Maps. In: Konecny, M.; Friedmannova, L.; Golan, J.; Kolar, M. (Eds.), GI in Europe: Integrative – Interoperable – Interactive. Proceedings of the 4th AGILE Conference on Geographic Information Science, Masaryk University Brno, pp. 189-197.
- ENICHLMAIR, C. & STAUFER-STEINNOCHER, P.: Location Based Services - marktrelevante Inhalte als Erfolgsfaktor für mobile GIS- und Telekomtechnologien. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.)(2002): Geoinformation mobil. Wichmann Hüthig Verlag. Heidelberg. S. 36-44.
- FINK, J. & KOBISA, A. (2002): User Modeling for Personalized City Tours. To appear in: Artificial Intelligence Review, Kluwer Academic Publishers.
- FREKSA, C. (1999). Spatial Aspects of Task-Specific Wayfinding Maps – A Representation-Theoretic Perspective. In GERO, J. and TVERSKY, B. (eds.): Visual and Spatial Reasoning in Design, pp. 15-32, University of Sidney. Key Centre of Design Computing and Cognition
- GOLDSTEIN, HALDANE, & MITCHELL (1990): Sex differences in visual-spatial ability: The role of performance factors. In: Memory and Cognition, 1990, 18(5), 546-550.
- HOFFMANN M. (2002): Mehrseitig sichere Location Based Services – Endgeräte, Übertragungstechnik und Anwendungen. In: ZIPF, A. und STROBL, J. (Hrsg.)(2002): Geoinformation mobil. Wichmann Hüthig Verlag. Heidelberg. S. 75-84.
- JOEST, M. & STILLE, W. (2002): A User-Aware Tour Proposal Framework using a Hybrid Optimization Approach. In: Proceedings of: ACM GIS 2002, The 10th ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, McLean, VA. 8-9.11.2002.
- OGC (Open GIS Consortium)(2001): OpenGIS Web Map Server (WMS) Specification 1.0, <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>
- KÖLMEL, B. & WIRSING, M. (2002): "Nutzererwartungen an Location Based Services - Ergebnisse einer empirischen Analyse." In: ZIPF, A. und STROBL, J. (Hrsg.)(2002): Geoinformation mobil. Wichmann Hüthig Verlag. Heidelberg. S. 85-97.
- MONTELLO, D. R. (1995). How significant are cultural differences in spatial cognition? In A. U. Frank & W. Kuhn (Eds.), Spatial information theory: A theoretical basis for GIS. Berlin: Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science 988, pp. 485-500.
- REICHENBACHER, T. (2001): Adaptive und kontextbezogene Visualisierung für mobile Benutzer. In: Kartographie 2001 - multidisziplinär und multidimensional, Beiträge zum 50. Deutschen Kartographentag in Berchtesgaden, Heidelberg: Wichmann Verlag: S. 269-290.
- REICHENBACHER, T., ANGSÜSSER, S. & MENG, L. (2002): Mobile Kartographie - eine offene Diskussion. In: Kartographische Nachrichten, 52.Jg., H.4. Bonn, Kirschbaum, 2002: 164-166.
- TIMPF, S. (2002): Ontologies of Wayfinding: a traveler's perspective. Networks and Spatial Economics 2 (1): 9-33, 2002.
- WAHLSTER, W. J. BAUS, C. KRAY & A. KRÜGER (2001): REAL: Ein ressourcenadaptierendes mobiles Navigationssystem. Thema Mobile Computing. Informatik, Forschung und Entwicklung. 15/4. S. 233-241.
- WIEGAND, P. (1999): Bibliography on Children and Maps. The ICA Cartography and Children Commission (CCC). <http://artsandscience.concordia.ca/ica-ccc/index.html>
- ZIPF, A. (1998): DEEP MAP - A prototype context sensitive tourism information system for the city of Heidelberg. In: Proceedings of GIS-Planet 98. Lisboa, Portugal.
- ZIPF, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. ENTER 2002, Innsbruck, Austria, 329-338.
- ZIPF, A. (2002): Auf dem Weg in die mobile Geoinformationsgesellschaft. In: ZIPF, A. und STROBL, J. (Hrsg.)(2002): Geoinformation mobil. Wichmann Hüthig Verlag. Heidelberg. 2-12.
- ZIPF, A. (2003): Formalizing user- and context-aware importance of geoobjects for focus maps for LBS. Submitted for: 2nd International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI 2003). Mobile Information Systems for All. Greece.
- ZIPF, A, JÖST, M. & ZWICKEL, J (2003): Empirical results of user evaluations of LBS. (in work).
- ZIPF, A & RÖTHER, S. (2000): Tourenvorschläge für Stadttouristen mit dem ArcView Network Analyst. In: LIEBIG (Hrsg.)(2000): ArcView Arbeitsbuch. Hüthig Verlag. Heidelberg.
- ZIPF, A. & RICHTER, K.-F. (2002): Using FocusMaps to Ease Map Reading. Developing Smart Applications for Mobile Devices. KI - Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence). Sonderheft: Spatial Cognition. 04/02. S. 35-37.