

Aktualisierung von Datenbeständen am Beispiel eines positionsbezogenen GI-Dienstes für Bergsteiger und Wanderer

Florian SAYDA, Bernd GEISLER, Wolfgang REINHARDT

1. Einleitung

Positionsbezogene Dienste (engl.: Location Based Services - LBS) werden innerhalb des Mobilfunkbereiches als einer der Märkte gesehen, die eine Schlüsselrolle bei der zukünftigen Entwicklung und Nutzung einnehmen werden. Über die zu erwartende Entwicklung dieses Marktsegmentes gibt es zahlreiche Studien und Prognosen. Allerdings mussten auch hier, wie in den meisten Bereichen der ‚New Economy‘, die Erwartungen nach unten korrigiert werden. Aktuelle Betrachtungen des Marktpotentials von LBS (z.B. Ladstätter, 2002) gehen jedoch immer noch von einem starken Wachstumspotential für positionsbezogene Dienste aus.

So haben fast alle Hersteller von Geoinformationssystemen ihre Produktpalette um Komponenten zur Realisierung mobiler Geoinformationssysteme und positionsbezogener Dienste erweitert.

Es existieren bereits einige Location Based Services. Die angebotenen Dienste reichen von der Bereitstellung von Stauinformationen über Notrufsysteme bis hin zu „Tracking“ und „Dispatching“ Anwendungen, um einige Beispiele zu nennen.

Eine der wichtigsten Komponenten eines LBS sind die Daten auf deren Grundlage die Dienste betrieben werden. Je nach Anwendung kann es sich hierbei in Ausnahmefällen um begrenzte, relativ statische Daten handeln, aber meist sind es sehr große Datenmengen, die einer häufigen Aktualisierung bedürfen. Generell stellt sich beim Aufbau und Betrieb eines LBS, wie bei vielen Informationssystemen, die Frage, wie die Daten kostengünstig erfasst und aktualisiert werden können.

Innerhalb eines Forschungsprojektes wird von der Arbeitsgemeinschaft GIS an der Universität der Bundeswehr München die Möglichkeit untersucht, den Nutzer in die Erfassung und Aktualisierung der Daten, die für den Betrieb eines LBS für Bergwanderer benötigt werden, einzubinden.

1.1 Projektüberblick PARAMOUNT

Zum besseren Verständnis wird im Folgenden kurz das Projekt PARAMOUNT, das sich mit dem Aufbau eines Prototypen eines LBS für Bergwanderer befasst, erläutert und auf die speziellen Randbedingungen, die sich hieraus für die Datenaktualisierung und Datenerfassung unter Einbeziehung der Nutzer ergeben, eingegangen.

Jährlich zieht es mehrere Millionen erholungssuchende Menschen in die Berge. Eine der Hauptaktivitäten hier ist das Bergwandern und Bergsteigen. Aufsetzend auf das Projekt VISPA (Sayda, Reinhardt, Wittmann, 2002) soll innerhalb des von der Europäischen Union geförderten Projektes PARAMOUNT ein Prototyp eines positionsbezogenen Dienstes für Bergwanderer aufgebaut werden. Das Projekt wird von IfEN GmbH in Poing, der Arbeits-

gemeinschaft GIS (AGIS) an der Universität der Bundeswehr München, dem Institut Cartographic de Catalunya (ICC) in Barcelona sowie der Bayerischen Bergwacht und dem Österreichischen Bergrettungsdienst durchgeführt. Innerhalb des Projektes werden die Anforderungen an einen solchen Service definiert, die Regionen, in denen ein solcher Service angeboten werden kann, bestimmt und ein Konzept für diesen erstellt. Dies soll in einem Prototyp, sowohl in einem Testgebiet in den Alpen als auch in den Pyrenäen umgesetzt werden. Da eine ausführliche Beschreibung des Projektes den Rahmen dieses Artikels sprengen würde und viele Komponenten keinen Einfluss auf die Problematik der Einbeziehung des Nutzers bei der Datenerfassung und Datenaktualisierung innerhalb eines LBS haben, wird hier nur auf die Anforderungen an einen solchen Service eingegangen, die einen Einfluss auf die gestellte Problematik haben. Weiterführende Informationen sind auf der Internetseite www.paramount-tours.com zu finden. Dort ist neben ausführlicher aktueller Information auch eine Reihe von Publikationen zum Projekt PARAMOUNT zu finden.

Die in PARAMOUNT dem Bergwanderer zur Verfügung stehenden Dienste lassen sich in 2 Hauptkategorien einteilen. So werden jegliche Dienste die zur Bereitstellung von Informationen dienen, unter dem Überbegriff *Infotour* zusammengefasst. Hierzu gehören Dienste, die dem Nutzer den Online-Zugriff auf entsprechendes Kartenmaterial, Points of Interest (POI), wie zum Beispiel Gipfel, Parkplätze oder Hütten, aber auch die Nutzung von Routingfunktionalitäten oder das Abrufen aktueller Wetterinformationen ermöglichen. Die zweite Kategorie, mit dem Namen *Safetour*, fasst alle Dienste zusammen, die der Erhöhung der Sicherheit des Wanderers dienen. Hierzu gehört neben der Möglichkeit einen Notruf mit entsprechender Positionsangabe abzusetzen auch Unterstützung der Rettungskräfte bei der Suche und Bergung.

Um die Vielzahl der Dienste, die im vorherigen Abschnitte zusammengefasst sind, dem Nutzer zur Verfügung stellen zu können, bedarf es einer Reihe von Komponenten (siehe **Abb. 1**).

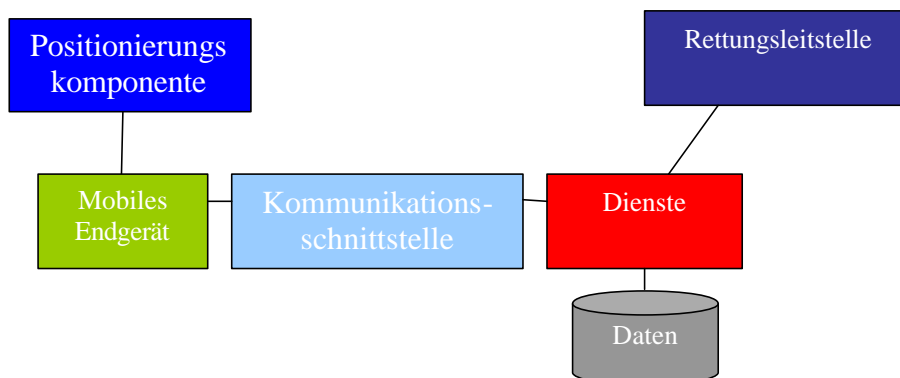


Abb. 1: Hauptkomponenten in PARAMOUNT

Aus den Aufgaben des Systems ergeben sich für jede der dargestellten Komponenten spezifische Anforderungen, die zum Beispiel in (Sayda, Reinhardt, Wittmann, 2002) näher erläutert werden. Wie oben dargestellt werden GIS-Daten als Grundlage für eine Reihe von Diensten benötigt, wie z.B.:

- Inhalte der topographischen Karten (Raster oder Vektor)
- Wegenetz (Vektor) mit entsprechender Topologie

- Points of Interest (POI) mit topologischer Verknüpfung zum Wegenetz, z.B. Hütten, Gipfel, Liftstationen,... (Vektor)
- Weiterführende Informationen, z.B. Wetterinformationen, Öffnungszeiten,...
- Digitales Geländemodell

Im Folgenden werden nun die Möglichkeiten näher betrachtet, wie ein Nutzer der PARAMOUNT-Dienste zur Erfassung und Aktualisierung des Wegenetzes und der POIs beitragen kann und welche Besonderheiten dabei zu berücksichtigen sind. Speziell diese beiden Teile der benötigten Daten unterliegen, neben den reinen Sachinformationen, häufigeren zeitlichen Veränderungen als zum Beispiel ein digitales Geländemodell.

2. Aktualisierung der Datenbestände

Bei der Erfassung und Aktualisierung der Points of Interest und des Wegenetzes sind generell zwei Arten von Informationen zu unterscheiden. Dies sind zum einen Sachinformationen an Objekten, wie zum Beispiel Öffnungszeiten, Telefonnummern oder Schwierigkeitsgrad eines Weges, zum anderen Geometrien von Objekten, wie die Position eines POIs (i.d.R. geometrisch ein Punkt) oder der Verlauf eines Weges (i.d.R. geometrisch eine Linie).

Da heute sehr viele Wanderer und Bergsteiger mit GPS-Geräten im Gebirge unterwegs sind, liegt es nahe, die von diesen gemessene Information (vor allem Wanderwege) zu nutzen. Durch diese Einbeziehung des Nutzers in die Datenerfassung und –aktualisierung ist es prinzipiell möglich, die Kosten hierfür zu senken. Jedoch wirft dieser Ansatz eine Reihe von Fragestellungen auf:

- Sind die vom Nutzer gelieferten Daten korrekt?
- Wie sind die von verschiedenen Nutzern zu gleichen Objekten erhobenen Informationen, die in der Regel unterschiedlich sein werden, zu verarbeiten?

Auf weitere Fragen, wie die Vertrauenswürdigkeit von Nutzern, deren Authentifizierung, Registrierung etc. soll in diesem Artikel nicht eingegangen werden, wie auch auf die Genauigkeit der zur Datenerfassung verwendeten Gerätetypen. Die Tests, die in diesem Artikel beschrieben sind, verwenden als Grundlage Daten aus ‚handheld‘ GPS-Empfängern, deren Genauigkeit im Rahmen von ca. 15 Metern liegt, sofern das Signal nicht durch externe Einflüsse behindert wird.

Je nach Art der zu aktualisierenden Information (Sach- oder Geometrieinformation) und der geometrischen Ausprägung des Objektes (punkt- oder linienförmig) bieten sich Lösungsmöglichkeiten verschiedenen Komplexitätsgrades an. Flächenförmige Objekte werden hier nicht betrachtet, da bisher alle benötigten Objektklassen (POIs, Wege) innerhalb des vorher beschriebenen Rahmens entweder punkt- oder linienförmige Ausprägung haben.

Die Aktualisierung von Datenbeständen soll durch drei aufeinanderfolgende Schritte durchgeführt werden. An erster Stelle steht die Erfassung der Information durch den Nutzer vor Ort. Diese können mittels einer Online Verbindung direkt an den Dienst übermittelt oder zu einem späteren Zeitpunkt übertragen werden. Dort wird die Information zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Diese separate Speicherung ist nötig, da durch eine direkte Übernahme von Informationen eines einzigen Nutzers in den aktuellen Datenbestand, ohne jegliche zwischengeschaltete Kontrollmechanismen, sehr rasch falsche oder schlechte Daten übernommen würden. Prinzipiell empfiehlt es sich mit einer Übernahme in den aktuellen Daten-

bestand zu warten bis mehrere Messungen verschiedener Nutzer zum selben Objekt vorliegen.

In einem zweiten Schritte werden die gesammelten Daten nach Informationen gleicher Objekte (gleiche POIs oder Wegstücke) durchsucht und daraus automatisch ein entsprechender Datensatz generiert, der als Update in die aktuelle Datenbank eingefügt werden kann. Im dritten und letzten Schritt werden die Daten nach einer Qualitätssicherung in den aktuellen Datenbestand übernommen.

Die Qualität der vom Nutzer gelieferten Daten kann auf mehrere Arten überprüft werden. Zum einen wird jedem Nutzer ein Wert zugeordnet, der die Zuverlässigkeit dieses Nutzers repräsentiert. Wie oben erwähnt, soll diese Thematik hier nicht weiter vertieft werden. Solche Verfahren finden zum Beispiel bei Internetauktionen breite Anwendung. Des Weiteren wird vorausgesetzt, dass alle Datensätze mehrfach von verschiedenen Nutzern aufgenommen werden, um die Zuverlässigkeit und Qualität der gelieferten Daten zu überprüfen. Dieses Verfahren kann vor allem bei der Aktualisierung von Geometrieinformationen verwendet werden. Ergänzt werden kann dies durch eine halbautomatische Überprüfung der Daten durch einen Operator, bevor diese in den aktuellen Datenbestand übernommen werden. Im Folgenden wird ein Verfahren zu Erfassung und Aktualisierung der Geometrieinformation von Wanderwegen vorgestellt.

2.1 Aktualisierung von Geometrieinformation am Beispiel von Wanderwegen

Ein wesentlicher Bestandteil des GIS-Datenbestandes für einen LBS wie PARAMOUNT, wie er in diesem Beitrag beschrieben wird, sind die digitalen Wanderwege, die für Routingzwecke im Vektorformat vorliegen müssen. Einen solchen weitläufigen Vektordatenbestand aktuell zu halten oder vollständig zu erfassen ist jedoch ein zeit- und kostenintensives Unterfangen. Das hier vorgestellte Verfahren soll zur Aktualisierung der Geometrieinformationen von Wanderwegen eingesetzt werden, wobei der Nutzer, wie oben beschrieben, in die Datenerfassung eingebunden wird.

Grundvoraussetzung für das Verfahren ist die Möglichkeit die „Wanderung“ - z.B. durch Nutzung eines mobilen Endgerätes mit integriertem GNSS-Empfänger - aufzuzeichnen. Die gewonnenen Daten werden dann zusammen mit anderen Informationen zur weiteren Verarbeitung an einen Server übermittelt.

Um aus den aufgezeichneten Daten der Nutzer gleiche Wegstücke zu identifizieren und zu einem einzigen Datensatz zu verschmelzen, werden folgende Schritte durchgeführt, die im Folgenden näher erläutert werden:

1. Vorverarbeitung der Daten
2. Bestimmung korrespondierender Wegstücke
3. Zusammenführen der korrespondierenden Wegstücke zu einem Datensatz

2.1.1. Vorverarbeitung aufgezeichneten Daten

Im ersten Schritt wird eine Bereinigung der von verschiedenen Nutzern aufgezeichneten Daten durchgeführt, um die Daten soweit möglich von Fehlern zu bereinigen und die zu betrachtende Datenmenge zu reduzieren. Speziell grobe Fehler in der Positionierung, zum Beispiel durch Signalabschattung, lassen sich durch eine Analyse des Datensatzes auffinden. Danach werden sie gefiltert und mit einer angemessenen Toleranz geglättet um eine

Reduzierung der zu betrachtenden Datenmenge zu erreichen. Der in PARAMOUNT geforderte Genauigkeitsrahmen für das Wegenetz liegt im Bereich von 10-15 Metern, so dass unter Verwendung dieser Toleranzgrenze eine deutliche Reduzierung der Datenmenge erreicht werden kann.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Reduzierung der Datenmenge (Toleranz 10m). Die Aufzeichnungsrate des GNSS-Empfängers betrug 3 Sekunden.

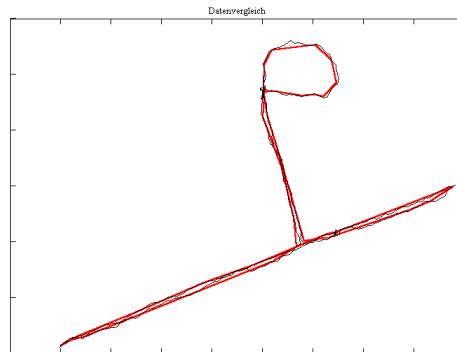


Abb.2: Original Daten (schwarz - ~500 Punkt) – Reduzierte Daten (rot - ~30 Punkte)
(s. auch Farbtafel #, S. #)

2.1.2. Bestimmung korrespondierender Wegstücke

Um die Anzahl der exakt zu vergleichenden Wegstücke möglichst zu reduzieren wird eine Vorauswahl getroffen. Hier finden die allgemein bekannten Verfahren wie Überlappung der minimal einschließenden Rechtecke (siehe Abbildung 3) oder die Suche nach Schnittpunkten Anwendung.

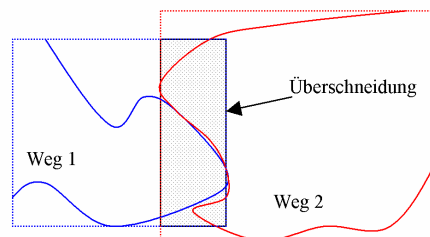


Abb. 3: Aufgezeichnete Wege mit teilweise Übereinstimmungen

Sind zwei mögliche Kandidaten in den aufgezeichneten Datensätzen gefunden, werden diese mit folgendem Verfahren näher untersucht. Jeder Weg darf ausschließlich aus einer Anzahl von Punkten, die durch Geraden miteinander verbunden sind, bestehen.

Um eine Zuordnung der einzelnen Teilwegstücke durchführen zu können, wird das Lot eines jeden Punktes des einen Datensatzes auf die Teilstücke des jeweils anderen gefällt und umgekehrt. Alle berechneten Lotfußpunkte sind jedoch nicht zulässig. Sie müssen auf ihre Verwendbarkeit überprüft werden. Dabei sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- Jeder Punkt muss auf einer Geraden liegen, die sich zwischen zwei ursprünglichen Punkten befindet.
- Die Entfernung zwischen Referenz- und Lotfußpunkt darf einen bestimmten Wert nicht überschreiten.
- Lote dürfen sowohl eigenen Wegstücke als auch fremde Wegstücke nicht schneiden

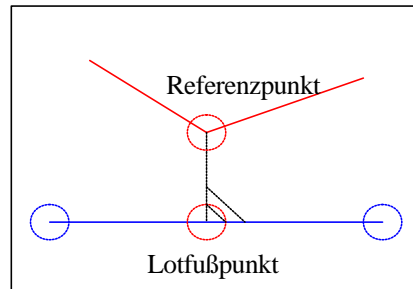


Abb. 4: Fällen des Lotes und Generierung eines Lotfußpunktes

Durch die Länge des gefällten Lotes wird mittels einer gesetzten Toleranzgrenze bestimmt, ob die Zuordnung zulässig ist und somit Stücke der Datensätze gefunden wurden, die gleiche Abschnitte beschreiben (siehe Abbildung 5).

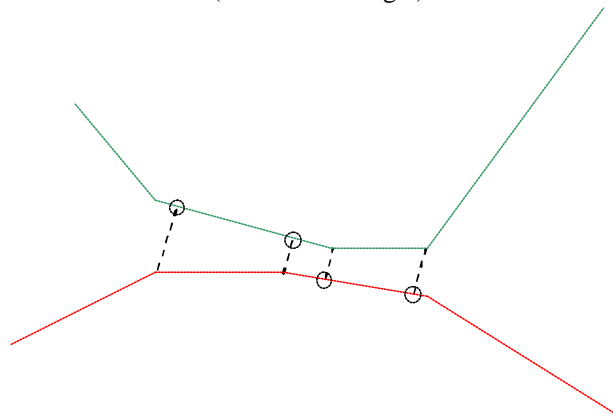


Abb. 5: Beispiel zur Fällung zulässiger Lote zwischen zwei Datensätzen

Bei der Zusammenführung zweier Datensätze unterschiedlicher Datendichte und Verteilung stellt sich das Problem der richtigen Zuordnung der Daten. Um dies zu lösen, können die Lotfußpunkte, die von Punkten eines Datensatzes auf die Verbindungsstrecken des anderen Datensatzes gefällt werden (siehe Abbildung 4/5), in diesen eingefügt werden. Hieraus ergeben sich Geradenstücke, die nach der definierten Toleranzgrenze gleiche Wegstücke beschreiben. Der Abstand der beiden Geradenstücke befindet sich immer innerhalb der Toleranzgrenze, da zwischen Anfangs- und Endpunkt nur Geraden zugelassen sind und diese Punkte innerhalb der Toleranz liegen.

2.1.3. Zusammenführen der korrespondierenden Wegstücke

Durch das Einfügen der Lotfußpunkte in die jeweiligen Datensätze entstehen Punktpaare mit jeweils einem Punkt der einen und einem Punkt der anderen Geraden. Der Punkt der neu berechneten Gerade errechnet sich aus dem gewichteten Mittel der beiden korrespondierenden Punkte.

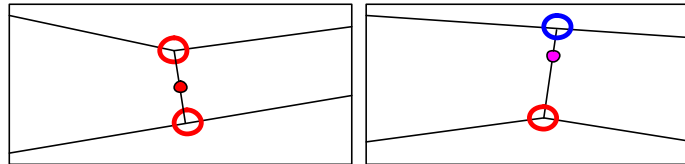


Abb. 6: links gewichtetes Mittel (Gewichte: 1/1), rechts gewichtetes Mittel (Gewichte: 1/2)

Die Gewichtung ist notwendig um mögliche Faktoren, die eine Nichtgleichgewichtung der beiden betrachteten Datensätze erfordert, berücksichtigen zu können. Diese können zum Beispiel sein:

- die geometrische Verteilung der Satelliten bei der Messung (PDOP)
- ein bereits aus mehreren Datensätzen erzeugter Datensatz
- die Zuverlässigkeit der Nutzer

Hierbei berechnet sich das Gewicht des neuen Punktes aus dem Mittel der Gewichte der Ausgangspunkte.

Im Folgenden werden einige Ergebnisse des Algorithmus unter Verwendung real aufgezeichneter Daten vorgestellt. Diese wurden, wie auch der Algorithmus dazu, im Rahmen einer Diplomarbeit erstellt (siehe Geisler, 2002).

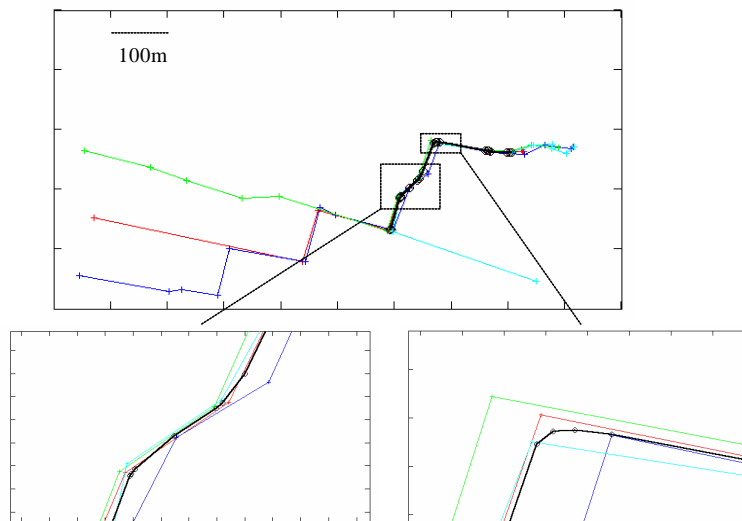


Abb. 7: Ausgleichung von 4 gleichgewichteten Wegen (zyan, rot, blau, grün) in einem gemeinsamen Teilstück, Ergebnis: schwarz. Gesamtansicht und Detailvergrößerungen. (s. auch Farbtafel #, S. #)

In den Beispielen in Abbildung 7 wurden 4 unterschiedliche Wege mit einem gemeinsamen Teilstück betrachtet. Dabei wurden die Datensätze jeweils paarweise behandelt. Das Ergebnis, dargestellt in schwarz, zeigt das Verhalten des Algorithmus an verschiedenen Wegabschnitten. Mit zunehmender Anzahl der eingerechneten Datensätze nähert sich das Resultat der Realität im Rahmen der gegebenen Genauigkeiten an (hier 10m).

3. Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte Verfahren erlaubt das jeweils paarweise Zusammenführen von aufgezeichneten Wanderwegen. Das Ergebnis kann dann zum Beispiel zur Aktualisierung von GIS-Datenbeständen genutzt werden.

Während der ersten Tests hat sich gezeigt, dass der Algorithmus sehr robust arbeitet. So hat zum Beispiel die Aufzeichnungsrichtung der zu bearbeitenden Kanten keinen Einfluss auf das Ergebnis. Unterbrechungen werden ebenso berücksichtigt, wie sehr dichte Daten, die an Punkten an denen Nutzer stehen geblieben sind erzeugt wurden. Mit zunehmender Anzahl verschnittener Datensätze nimmt algorithmusbedingt die Anzahl der Punkte, welche die Geometrie des Ergebnisses beschreiben, zu. Dies wird durch Anwendung eines Algorithmus zur Linienvereinfachung, zum Beispiel nach Douglas-Peucker, behoben. In der weiteren Entwicklung ist noch das Problem des Einfügens der neu generierten Datensätze in den bestehenden Datensatz zu lösen. Hierbei ist besonders zu beachten, dass die topologische Struktur des Datensatzes erhalten bleibt. Weiterhin sind Tests mit mehreren Nutzern durchzuführen, um unter anderem das System der Gewichtungparameter zu verfeinern. Zusammenfassend zeigt sich, dass das hier beschriebene Vorgehen ein vielversprechender Ansatz für das Einbeziehen des Nutzers eines LBS in die Datenerfassung und -aktualisierung sein kann.

4. Literatur

- Geisler, B. (2002): *Zur automatischen Generierung von Wegen aus GPS Messungen*. Diplomarbeit, Institut für Geoinformation und Landmanagement, Universität der Bundeswehr München, 2002 (unveröffentlicht)
- Ladstätter, P. (2002): *Location Based Services: Bloßer Hype oder reale Wertschöpfung?* In: Kelnhofer, F. & Lechthaler, M.: *Telekartographie & Locations Based Services*, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr. 58, 2002, S 41-58
- Sayda, F.; Reinhardt, W.; Wittmann, E.: *GI and Location Based Services for Mountaineers*. In: *Geoinformatics, Magazine for Geo-IT Professionals*, Volume 5, March 2002
- Sayda, F.; Reinhardt, W.; Wittmann, E.: *Positionsbezogene Dienste zur Unterstützung von Bergsteigern und Wanderern*. In: Zipf, A.; Strobl, J.: *Geoinformation mobil*. Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, 2002, VIII, 230 S., ISBN 3-87907-373-2