



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

Sascha Kluth

Masterthesis „Computerunterstützte Raumwahrnehmung für  
Wanderer“

Sascha Kluth

Masterthesis „Computerunterstützte Raumwahrnehmung für  
Wanderer“

Masterthesis eingereicht im Rahmen des Masterstudiums  
im Studiengang Angewandte Informatik  
am Department Informatik  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Betreuender Professor: Prof. Dr. Kai von Luck  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Gunter Klemke

Abgegeben am 27. Februar 2010

## **Sascha Kluth**

Masterthesis „Computer unterstützte Raumwahrnehmung für Wanderer“

### **Stichworte**

Raumwahrnehmung, Orientierung, Navigation, Backcountry, Wandererunterstützung, Panoramabilder, Bewertungen, mobile, kollaborative Systeme

### **Kurzzusammenfassung**

Für die drei Phasen von Wanderungen, die Vor- und Nachbereitung und die eigentliche Wanderung, bieten sich jeweils unterschiedliche Möglichkeiten zur computerbasierten Unterstützung der Raumwahrnehmung an. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie die Raumwahrnehmung als Orientierungs- und Navigationsaufgabe für Wanderer unterstützt werden kann und konzentriert sich hierbei auf die Wanderung selbst.

Das am besten nutzbare klassische Medium zur Orientierungs- und Navigationsunterstützung für Wanderer ist die topographische Wanderkarte, aus der Landmarken (die wesentlichen Elemente der menschlichen Orientierung und Navigation), herauslesbar sind. Diese werden in sog. kognitiven Karten gespeichert und in Beziehung gesetzt. Durch die Kombination unterschiedlicher Medien lässt sich eine bessere Unterstützung erzielen als bei einer einfachen Adaption von Karten. Es wurden vor allem die zusätzliche Unterstützung durch Bilder, Texte und Pfeile überprüft, wobei im Ergebnis das Hauptaugenmerk auf der Einbettung von Bildern lag, da diese sich als Ankerpunkte für die individuelle Erinnerung und die Darstellung von Landschaften bewährt haben.

Um die Vorteile kollaborativen Arbeitens zu nutzen sollte das System Wiki-basierend arbeiten. Welche besonderen Effekte kollaborativen Arbeitens, insb. im Bereich von Bewertungen zu Strecken und Inhalten für Wanderer, auftreten können, wurden erläutert. Abschließend wurden aus den gewonnenen Erkenntnissen Übersichts-Szenarien als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten entwickelt.

**Sascha Kluth**

Masterthesis „Computer unterstützte Raumwahrnehmung für Wanderer“

**Keywords**

Space cognition, orientation, navigation, backcountry, hiker assistance, panorama images, rating, mobile, collaborative systems

**Abstract**

Hikes are cleft in three phases: preparation, post-processing and the hiking itself. There are different possibilities to support the phases by an computer equipped system for hikers. This paper deals with the question how space cognition as orientational and navigational task could be supported and concentrates to the hiking phase.

The best usable classical medium for orientation- and navigation assistance is the topological map. Herein landmarks (the essential elements of human orientation and navigation) are extractable. These landmarks are stored and connected in a so called „cognitive map“. It is possible to reach an even better assistance then just using a digitalized map by combining different medial sources. The possibilities of assistance from images, texts and arrows have been reviewed. Because of the fact that images have proven before to be a very good anchor for the individual memorization and illustration for other hikers of landscapes.

It has been well-founded why an Wiki-based system should be used to support collaborative work and what kind of effects are known using collaborative systems, especially while rating routes. At last summarizing scenarios have been developed from the obtain findings to support further work.

# Darstellungskonventionen

In dieser Arbeit werden folgende Darstellungskonventionen verwendet:

Glossareinträge: Das Glossar befindet sich im Anhang, Seite 79

## **Definitionen:**

*Definitionen werden eingerückt dargestellt.*

# Inhaltsverzeichnis

1 Einführung .....	8
1.1 Motivation und Ziele dieser Arbeit .....	10
2 Grundlagen der Raumwahrnehmung im Kontext von Wanderungen.....	14
2.1 Raumwahrnehmung.....	14
2.2 Wandern.....	22
2.2.1 Möglichkeiten des Wanderers.....	24
2.2.2 Bedürfnisse des Wanderers.....	25
2.2.3 Drei Phasen von Wanderungen.....	25
2.2.3.1 Vorbereitung.....	25
2.2.3.2 Wanderung.....	26
2.2.3.3 Nachbereitung.....	27
2.2.4 Aufgaben in den Phasen einer Wanderung.....	28
2.2.5 Die Raumwahrnehmung in den Phasen einer Wanderung.....	28
2.2.6 Bekannte Unterstützungsmöglichkeiten für Wanderer.....	29
3 Analyse von Systemanforderungen an ein Raumwahrnehmung unterstützendes Assistenzsystem für Wanderer.....	33
3.1 Vergleich von Navigationskonzepten.....	33
3.1.1 Audionavigation.....	33
3.1.2 Schilder: Kein Signal, Textuelles Signal, Graphisches Signal.....	34
3.1.3 Symbolische Beschreibungen von Navigationsanweisungen.....	34
3.1.4 Nutzung von Photos in Fußgängernavigationssystemen.....	34
3.1.5 Digitale Kartendarstellungen.....	37
3.1.5.1 Automatische und manuelle Kartenrotation.....	37
3.1.6 Audio – Route – Richtung – Beschreibung.....	38
3.2 Benutzungsschnittstellen zur Bedienung.....	39
3.3 Benutzungsschnittstellen zur Dateneingabe.....	41
3.4 Erstellung, Erweiterung und Aktualisierung des Datenbestandes.....	42
3.5 Kollaboratives Wissensmanagement und Kollektive Intelligenz.....	44
3.5.1 Streckenbewertungen.....	44
3.5.2 Kollaborative Streckenbewertungen.....	45
3.5.3 Wiki – Ein System für kollaboratives Wissensmanagement.....	47
4 Diskussion.....	48
4.1 Orientierung und Navigation.....	48
4.2 Bedienung.....	54
4.3 Kollaboratives Erweitern des Wegenetzes.....	55
4.4 Netzabdeckung.....	59
4.5 Szenarien.....	60
4.5.1 Szenario Vorbereitung einer Backcountry Wanderung.....	60
4.5.2 Szenario Backcountry Wanderung.....	61
4.5.3 Szenario Nachbereitung einer Backcountry Wanderung.....	63
4.5.4 Architektonische und technische Implikationen .....	63
5 Zusammenfassung .....	65
6 Fazit und Ausblick.....	66
7 Danke.....	70

8 Anhang.....	71
8.1 Anforderungsklassifikationen mobiler Dienste.....	71
8.2 Anwendungsarchitekturen.....	72
8.2.1 Leichtgewichtige Clients.....	72
8.2.2 Schwergewichtige Clients.....	73
8.2.3 Abwägung Clientkonzepte nach Tanenbaum und Steen.....	73
8.3 Verteilungsmuster nach Dienstkonnektivität.....	74
8.4 Anforderungen in mobilen Prozessen .....	75
8.5 Hardwareplattformen.....	75
8.5.1 Native Anwendungen.....	76
8.5.2 Mobile Laufzeitumgebungen.....	76
8.5.3 .net, .net compact.....	76
8.5.4 Java Plattform, Micro Edition (Java ME).....	77
8.5.5 Android.....	77
8.5.5.1 Android-Native.....	78
8.5.6 Plattform-Bewertung.....	78
8.5.7 Hardwareergänzungen.....	78
9 Glossar.....	79
10 Bildnachweis.....	82
11 Quellen.....	83

# 1 Einführung

Bereits Lessing formuliert in „Laokoon“, dass Bilder und Texte unterschiedlich gut für die Beschreibung von Landschaften oder Szenen geeignet sind LESSING (1766):

*“Die Malerei kann in ihren koexistierenden Kompositionen nur einen einzigen Augenblick der Handlung nutzen und muss daher den prägnantesten wählen, aus welchem das Vorhergehende und das Folgende am begreiflichsten wird.”*

*“Ebenso kann auch die Poesie in ihren fortschreitenden Nachahmungen nur eine einzige Eigenschaft der Körper nutzen und muss daher diejenige wählen, welche das sinnlichste Bild des Körpers von der Seite erweckt, von welcher sie ihn braucht. Hieraus fließt die Regel von der Einheit der malerischen Beiwörter und der Sparsamkeit in den Schilderungen körperlicher Gegenstände.”*

Die bildliche Darstellung ist nach Lessing ungeeignet für die Beschreibung von Handlungen und Ereignissen und eignet sich für die Beschreibung statischer Objekte, wie beispielsweise Landschaften. Die sprachliche Darstellung hingegen sei ungeeignet für Objekte und eigne sich für die Beschreibung von Ereignissen.

Mit der Frage nach dem geeigneten Beschreibungsmittel für die Unterstützung der Raumwahrnehmung von Wanderern vor, nach und insbesondere während einer Wanderung, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit. Dabei geht es um das Phänomen der Raumwahrnehmung als individuellen Prozess des Erkennens und Erinnerens der Umgebung, der gerade im Zusammenhang mit einer Wanderung stark emotional gefärbt sein kann. Es soll die Idee eines Computersystems entwickelt werden, das Wanderer nicht nur während, sondern auch vor und nach der Wanderung in der Raumwahrnehmung unterstützt. Vor der Wanderung ist dies, Wanderstrecken entsprechend der eigenen Bedürfnisse und Fähigkeiten zusammenzustellen und eine konkrete Vorfreude zu wecken, für die Phase der Wanderung sind dies vor allem Aspekte der Orientierung und Navigation, und nach der Wanderung sind dies die Aufbereitung von Daten zur eigenen Erinnerung und Weitergabe an andere Wanderer.

Durch fortschreitende Miniaturisierung, Preisverfall und Leistungsanstieg gehören Computer heute ganz selbstverständlich zu unserem Alltag. Wir nutzen zunehmend mobile Geräte, wodurch immer mehr Menschen mobile Dienste nutzen können. Dabei handelt es sich im Bereich Raumwahrnehmung hauptsächlich um touristische Angebote (Wo ist das nächste Kino?) und Angebote aus dem Bereich der Navigationsunterstützung (Wie komme ich von A nach B?). Für Wanderer, die sich außerhalb des urbanen Bereiches bewegen,



sind solche Unterstützungen noch nicht verbreitet.

1991 hat Weiser ein Szenario vorgestellt, in dem Computer allgegenwärtig sein werden (Weiser 1991). Weiser nutzt für die Verdeutlichung der Allgegenwärtigkeit das Beispiel der Schrift. Die Schrift ermögliche es, Informationen unabhängig vom menschlichen Gedächtnis zu bewahren und wiederzugeben. Heutzutage nähmen die Menschen die Schrift als solche gar nicht mehr wahr, sondern verarbeiteten unbewusst die dahinter stehenden Informationen. So werde die Schrift auf Wegweisern nicht mehr als solche wahrgenommen, sondern die Information, die sie darstellt, nämlich dass es in einer bestimmten Richtung zu einem bestimmten Ort geht. Die Schrift ist also allgegenwärtig geworden. Wie bei der Schrift geht es Weiser bei der Allgegenwärtigkeit von Computern nicht um die Computer als solche, sondern um ihre Funktion und ihren Nutzen. Die Computer selbst würden dabei vom Menschen gar nicht mehr erfahrbar sein. Zu Computern zählen hier neben den klassischen Mainframes und PCs auch Chipkarten und eingebettete Systeme, wie EC- oder Krankenversichertenkarten oder „intelligente“ Heizungssteuerungen und Bremsassistenten im Auto (ABS). Diese Computer sind bereits so weit in den Wahrnehmungshintergrund gerückt, dass sie i.d.R. nicht mehr aktiv als Computer wahrgenommen werden. Tragbare Computer, sog. Netbooks oder auch Smartphones werden zwar noch als solche wahrgenommen, doch auch hier steht immer mehr der Nutzen der Geräte im Vordergrund als deren technische Eigenschaften. Auch hier ist aus Sicht des Autors damit zu rechnen, dass die Geräte in Zukunft in den Wahrnehmungshintergrund treten und die gelieferten Daten, Informationen und Dienste die alleinige Motivation der Nutzung werden.

Schon am allgemeinen Sprachgebrauch lässt sich ersehen, wie moderne Informationstechnologien zum Alltagswerkzeug werden. Heute recherchiert man keine Informationen mehr, man „googelt“ sie, man schlägt nicht mehr in einer Enzyklopädie nach, sondern man „wikipediert“ und wenn man mit anderen Menschen in Kontakt treten oder etwas über sie erfahren möchte, so „xingt“ man sie. Bei all diesen Tätigkeiten steht nicht das Erlebnis der Dienstnutzung, sondern der Informationserwerb im Vordergrund. Noch werden hier primär stationäre Computer genutzt, aber auch diese Dienste werden zunehmend über mobile Geräte abgerufen. Hierdurch tritt ein neuer Aspekt in Erscheinung: Durch die Kenntnis des Aufenthaltsortes des Nutzers (respektive des mobilen Gerätes) wird es möglich, ortsbezogene Dienste zu realisieren.

Wenn auch diese Dienste noch nicht für jeden zum alltäglichen Standard gehören, so werden viele ortsbezogene Dienste immer selbstverständlicher genutzt. Die Menschen benötigen heute bei der Planung einer Route keine besonderen kartographischen Kenntnisse

mehr, sie können sich auf entsprechende Dienste verlassen. Um vom aktuellen Standort zu einem Zielort zu gelangen, übergibt man bei ortsbezogenen Navigationsdiensten lediglich den Zielort und erhält einen Routenvorschlag. Durch die Adaption des Dienstes, beispielsweise durch die Angabe des gewünschten Verkehrsmittels oder Vorlieben bei der Streckenführung wird eine Individualisierung vorgenommen. Diese Individualisierung kann in Form von Profilen gespeichert werden, so dass sie dem Dienst dauerhaft bekannt ist. Ist das Gerät darüber hinaus vernetzt, so können jederzeit dynamische Informationen in die Routenberechnung mit einbezogen werden, beispielsweise eine automatische Neuberechnung der Route, wenn sich auf der vor einem liegenden Strecke ein Stau bildet.

Im Bereich der PKW-Navigation sind solche Geräte bereits weit verbreitet. Bereits bei einem geringen Preis bieten sie die notwendigen Basisdienste für die Routenplanung und Navigation mit dem PKW im öffentlichen Straßennetz. Als (z.T. kostenpflichtige) Zusatzdienste stehen bei höherwertigen Geräten die Einbindung von Daten zu Baustellen oder dynamische Stauumgehungssysteme zur Verfügung. Auch für Motorradfahrer werden speziell angepasste GPS-basierende Navigationsgeräte angeboten. Es werden zum einen im urbanen Bereich Systeme angeboten, die z.T. via augmented reality ortsbezogene Informationen anbieten, und zum anderen gibt es im Bereich Wanderungen GPS-basierende Navigationssysteme, die neuerdings auch über 3D-Modelle topografischer Karten verfügen. Eine Kombination solcher Systeme, vor allem auf kollaborativer Basis, stehen aber noch aus.

## **1.1 Motivation und Ziele dieser Arbeit**

Für unmotorisierte Verkehrsteilnehmer sind Navigationssysteme deutlich geringer verbreitet als für motorisierte. Für die neuen Nutzergruppen müssen die genutzten Kartendaten angepasst und zum Beispiel um Rad- oder Fußwege, Fußgängerzonen oder Brücken ergänzt werden. Für Fußgänger sind hier ebenso gesonderte Kartendaten wie z.B. für Rollstuhlfahrer notwendig, die insbesondere auf die Barrierefreiheit der Wege angewiesen sind.

Neben den individuellen Kartendaten für die einzelnen Verwendungsgebiete sind auch andere Aspekte von Bedeutung, wie z.B. die Transportierbarkeit der Geräte oder deren Reaktionsgeschwindigkeit. So ist es einem Fußgänger möglich, an einer Wegkreuzung kurz auf die Neuberechnung einer Route zu warten, während ein PKW-Fahrer dies im fließenden Verkehr u.U. nicht kann und eventuell eine falsche Navigationsentscheidung trifft, weil die benötigten Navigationsanweisungen nicht rechtzeitig zur Verfügung standen.

Der Bereich der Wandererunterstützung ist, wie zum Beispiel die Unterstützung von Rollstuhlfahrern, ein Spezialbereich, der zum einen andere Anforderungen stellt als die klassische, urbane Fußgängernavigation und zum anderen eine kleinere Nutzergruppe anspricht.

Beim Wandern geht es aus Sicht des Autors neben der Unterstützung von Navigationsaufgaben auch um die emotionalen Erfahrungen als Teil der Raumwahrnehmung. Bereits bei der Planung einer Wanderung gibt es die Vorfreude der Erwartung. Der Wanderer hat bestimmte Erwartungen an eine Wanderung in einem Gebiet und plant die Wanderung nach dem für ihn größtmöglichen Nutzen. Dabei steht hier nicht unbedingt die kürzeste oder einfachste Wegstrecke im Mittelpunkt, sondern vielmehr eine Abwägung verschiedenster Faktoren. Eine Tour muss zwar immer im Rahmen des Möglichen bleiben, Faktoren wie die individuelle Leistungsfähigkeit müssen berücksichtigt werden, um keine zu langen oder zu schwierigen Etappen zu planen, aber genauso darf die Strecke nicht zu anspruchslos oder zu kurz sein, um nicht langweilig zu werden. Die Wahl des entsprechenden Weges zwischen zwei Orten ist also (vorausgesetzt, es gibt Alternativen) eine Aneinanderreihung von sehr individuellen Punkten des Interesses (POI, Point of Interest). Dadurch kann die Route länger als „nötig“ werden oder es werden Routenabschnitte mehrfach abgegangen, wenn man einen Umweg in Form einer Schleife zu einem POI macht. Die Faktoren für die Wahl der optimalen Streckenführung sind dabei nicht unbedingt reproduzierbar. Unterschiedliche Interessen, Fähigkeiten, aber auch die zur Verfügung stehende Zeit können zu sehr unterschiedlichen Ausgestaltungen einer Wanderung von A nach B durch unterschiedliche Wanderer zu unterschiedlichen Zeiten führen. Die dabei gesammelten Eindrücke, Erlebnisse, Erfahrungen und die damit verbundenen Emotionen möchten viele gerne konservieren. Auch wenn Photos weder Temperatur, noch Ton, noch den Eindruck der Schwere der eigenen Füße speichern können, haben sie sich doch bewährt. Sie bilden dabei einen Ankerpunkt für das eigene Gedächtnis, um sich nachträglich wieder in eine Situation einzufühlen (Van House et al. 2005). Auf diesem Wege kann also der emotionale Teil der Raumwahrnehmung bedingt gespeichert und reproduziert werden. Ansatzweise ist das Hineinfühlen mittels Bildern in eine nicht erlebte Situation auch für Dritte möglich (Frohlich 2004). Photos sind mit modernen Photokameras schnell und leicht in hoher Qualität zu erstellen und in großen Stückzahlen speicherbar, übertragbar und auf unterschiedlichen Wiedergabeplattformen darstellbar. Texte sind für die Aufzeichnung und Weitergabe von Emotionen allgemein anerkannt hervorragend geeignet. Jedoch ist es deutlich zeitaufwändiger, Texte zu verfassen, und nicht jedem gelingt es, gute Texte zu erstellen, während gute Photos, dank technischer Unterstützung deutlich einfacher zu erstellen sind.

Aus den obigen Schilderungen wird deutlich, dass es bei einem System der computerunterstützten Raumwahrnehmung um einen Mehrwert über Navigationsassistenten hinaus gehen kann, nämlich:

- einen leichten Zugang zu Informationen zur Reisevorbereitung jenseits von reinen Fakten zu schaffen,
- gekoppelt mit der Unterstützung der ressourcenschonenden Datenaufzeichnung insbesondere zur Beschreibung von Raumwahrnehmung durch Bilder,
- der Erhöhung der Flexibilität bei der Routengestaltung während der Wanderung durch mitführbares Datenmaterial (über topographische Daten mit kleinen Annotationen hinaus),
- der Unterstützung in der Verarbeitung von Reisedaten (Tagebücher und Panoramen) zu Reiseberichten,
- die wiederum anderen Wanderern als Planungsbasis für neue Wanderungen dienen können.

Hieraus entstand die Idee, ein System zu entwerfen, das die Beschreibung der Wahrnehmungssituation vor Ort unterstützen und diese anderen Wanderern für deren Wanderungen geeignet verfügbar machen kann. Hierbei soll die Ressourcenschonung im Vordergrund stehen. Sowohl die Schonung durch die Nutzung verbrauchter mentaler Ressourcen, wie Konzentration oder benötigter Zeit, als auch technischer und energetischer Ressourcen, die insbesondere bei der Wanderung beschränkt sind. Es ist davon auszugehen, dass technische Aspekte für den Benutzer letztlich sekundär, aber für die Erbringung einer Dienstleistung notwendigerweise zu klären sind. Es gibt verschiedene Studien im Bereich Navigation mit mobilen Geräten, die Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten validieren. Es besteht also auf Seiten der Forschung ein Interesse an der Navigationsunterstützung für Fußgänger (wobei die Unterstützung von Wanderern vernachlässigt wird). Ebenso hat die Wirtschaft ein ökonomisches Potential der Zielgruppe Wanderer erkannt. Die Angebote an diese Zielgruppe gehen aber in Richtung „Geocaching“ und einfache Positions- und Routenbestimmung und treffen daher nicht unbedingt die Bedürfnisse der Zielgruppe der Wanderer im Backcountry.

Um sicherzustellen, dass Dienste für mobile Wanderernavigation erfolgreich sein können, ist es hilfreich zu verstehen, welche Informationsbedürfnisse Fußgänger allgemein bei der Navigation haben, insbesondere welche Informationen sie benötigen, wie sie diese möglichst präsentiert bekommen sollten und wie sie diese verwenden. Diese Fragen bewegen

sich vielfach im Bereich der psychologischen Forschung, der im Rahmen einer Masterthesis im Bereich Informatik nicht erschöpfend behandelt werden kann.

In dieser Arbeit soll überprüft werden, inwieweit sich Ergebnisse aus Studien im urbanen und Indoorbereich für eine Wandererunterstützung übernehmen oder adaptieren lassen, um sie für ein die Raumwahrnehmung unterstützendes System für Wanderer nutzen zu können.

# 2 Grundlagen der Raumwahrnehmung im Kontext von Wanderungen

## 2.1 Raumwahrnehmung

Bevor man Orte, Routen und Umgebungen beschreiben kann, muss man sich vergegenwärtigen, dass die Wahrnehmung jedes Menschen individuell ist und er daher immer eine andere innere Wirklichkeit hat als jeder weitere Mensch, der das gleiche Objekt oder die gleiche Situation wahrnimmt. Im folgenden sollen grundlegende Begriffe, die Thema dieser Arbeit sind, genauer beschrieben werden:

### **Wirklichkeit**

*Mit dem Begriff „Wirklichkeit“ haben wir so unsere Schwierigkeiten. Unabhängig von den Menschen und ihrer Wahrnehmung scheint es etwas geben zu müssen, auf das wir Augen, Nase, Hände, Ohren richten können. Dieses Etwas nennen wir die Wirklichkeit. Aber eben diese Wirklichkeit können wir gar nicht wahrnehmen. Das hängt mit der Eigenart unserer Wahrnehmung zusammen. Was wir Wahrnehmung nennen, ist ein vielschichtiger und ineinander verwobener Prozess der Auswahl und Deutung von Sinneseindrücken im menschlichen Gehirn. So erscheint er uns jedoch nicht. Wir haben vielmehr den Eindruck, dass unsere Wahrnehmung in direktem Kontakt mit der Wirklichkeit steht. Das, was wir sehen, scheint uns unmittelbar gegeben zu sein, Töne und Geräusche dringen unvermittelt an unser Ohr, und das, was wir betasten und begreifen, erfahren wir unmittelbar als Gegenstände unserer Wirklichkeit. Wenn wir wahrnehmen, empfinden wir nichts Vermittelndes zwischen uns und der mit den Sinnen erfahrenen Welt. Zitat (Fritz 2007)*

Das heißt, jeder Einzelne produziert in seinem Wahrnehmungsprozess eine eigene Wirklichkeit. Deren Wiedergabe (etwa in Form von Texten) ist wiederum individuell geprägt.

### **Raumwahrnehmung, auch: räumliches Wahrnehmen**

*Bezeichnung für das Erkennen der räumlichen Anordnung von Dingen in der Umgebung hinsichtlich ihrer Stellung, Richtung, Entfernung, Größe und Ausdehnung (Encyclopedia britannica 2009).*

*“Ein Prozess zusammengesetzt aus einer Serie von psychologischen Transformationen bei dem ein Individuum Informationen über die relative Lage und Attribute von Phänomenen in seiner alltäglichen, räumlichen Umgebung, erwirbt,*

*speichert, wieder aufruft und dekodiert.“ nach (Downs und Stea 1973)*

Raumwahrnehmung setzt sich nach Fischer et al. 2008 aus den Elementen Wegfindung, Objektstandortsgedächtnis und mentaler Rotation zusammen. Wegfindung basiert dabei auf der Nutzung von Landmarken, Routenkarten (Streckenwissen) und Umgebungskarten (Umgebungswissen). Die Fähigkeit, Wissen über Objekte wieder abzurufen, bezeichnen Fischer et al. als Objektgedächtnis, die Fähigkeit, Positionen dieser Objekte wieder abzurufen, als Lokationsgedächtnis. Diese können in verschiedenen Abstraktions- und Detailstufen verwendet werden. Mentale Rotation bezeichnet die Fähigkeit, sich dreidimensionale Objekte vorzustellen, diese in einer inneren Wahrnehmung zu rotieren und somit aus verschiedenen Perspektiven betrachten zu können. Diese verschiedenen Informationen über den umgebenden Raum werden, so Freksa et al. 1997, in einer kognitiven Karte gespeichert. Ursprünglich aufgebracht wurde der Begriff der kognitiven Karte von dem Verhaltensforscher Tolman in einer Arbeit über das Orientierungsverhalten von Ratten und die Übertragbarkeit seiner Ergebnisse auf den Menschen (Tolman 1948). In der Folge fand der Begriff (in variierenden Interpretationen) eine breite Verwendung in der psychologischen Forschung. Nach Jonsson (2004) handele es sich bei der kognitiven Karte um ein mentales Konstrukt, das ein individuelles Bild von unserer Umgebung enthält. Diese Bild gebe nicht nur wieder, was wir „tatsächlich sehen können, sondern auch vertraute Bereiche außerhalb unseres Blickfeldes, aus der Sicht unseres momentanen Standorts, also von der Seite aus“ (äquiv. „Mentalen Rotation“ (Fischer et al.). Der Mensch, so Jonsson weiter, verwende Orientierungspunkte, die als Landmarken bezeichnet werden. Dieses Konstrukt für die kognitive Verarbeitung räumlicher Wahrnehmung wird in der Literatur vielfach als Ausgangspunkt bzw. Basiskonstrukt für Raumwahrnehmungsforschung sowie für Navigationssysteme verwendet.

### **Kognitive Karten**

*Zitat: Kognitive Karten wurden als das Produkt des Kartierens beschrieben. Das Wissen, welches in abstrakter, maßstabsveränderter, perspektivbestimmter und symbolisierter Form repräsentiert ist, bezieht sich nach Downs und Stea (1985) auf Lageinformationen der Richtung und Entfernung und den äußerlich beschreibbaren (denotativen) und den bewertenden (konnotativen) Objekteigenschaften. Beide Informationsarten, also die raumbezogene und singular-objektbezogenen Charakteristiken, sind von Bedeutung für die Vermittlung und das Verständnis von mündlichen Wegauskünften. Dabei ist zu berücksichtigen, dass kognitive Karten interindividuell unterschiedlich ausgeprägt sind ... und es*

*zu Verzerrungen in der Repräsentation kommen kann oder vereinzelt bereits komplexere Repräsentationen vorliegen. ... Die Ausprägung der mentalen Repräsentation räumlicher Strukturen eines Areals kann also sehr unterschiedlich ausfallen (Anders 2009).*

Es gibt aber noch keine endgültigen Belege dafür, dass das Konstrukt der kognitiven Karte der Realität entspricht. Im Rahmen der Arbeiten am Fachbereich Künstliche Intelligenz (FbKi) der Gesellschaft für Informatik (GI) wird dieses Konstrukt hinterfragt. Dort wird z.Zt. die alternative These überprüft, ob der Mensch eher mit Hilfe einer mentalen Liste, auf der sich Landmarken befinden, navigiert (Zetsche et al. 2007). Da die aktuellen Forschungen jedoch noch nicht zu einem eindeutigen Ergebnis geführt haben, wird im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen, dass der Mensch über eine „geeignete mentale Struktur“ verfügt, die Landmarken enthält und in Beziehung setzt und mit deren Hilfe er sich im Raum orientieren und navigieren kann, wie sie in der Literatur als kognitive Karte beschrieben ist. Zusammenfassend strukturiert Buhl (1996) nach Anders (2009) kognitive Karten wie folgt:

- Funktion: kognitive Karten dienen zur Lösung der Probleme, ein Objekt zu lokalisieren oder sich zu orientieren.
- Struktur: kognitive Karten sind hierarchisch organisiert
- Inhalt: kognitive Karten beinhalten Überblickswissen, Streckenwissen und visuelle Anteile von Landmarkenwissen.
- Format: das Repräsentationsformat kognitiver Karten setzt sich zusammen aus:
  - Landmarken: sind als photographische Umweltausschnitte zu verstehen, mit denen primär visuelle Repräsentate korrespondieren
  - Streckenwissen: Streckenwissen kann weitgehend als analoge Repräsentation angesehen werden und beinhaltet prozedurales Wissen
  - Überblickswissen: es besteht aus analog-bildhaften Repräsentationen oder ist (abstrakt) propositional konzeptualisiert.<sup>1</sup>

Die Aufteilung geographischen Wissens in die drei Bereiche Landmarken, Routenwissen und Umgebungswissen taucht in der oben und im folgenden angegebenen Literatur immer wieder auf, wenn auch unter verschiedenen Begriffen. Der Zusammenhang ist aber stets wie folgt beschrieben:

---

<sup>1</sup> Anders geht nach Paivio (1986) davon aus, dass beide Systeme unabhängig sind, nach Paivio (1991) aber aufgrund von alltäglichen Erfahrungen aufeinander abgestimmt sind. Buhl (1996) weist nach Anders darauf hin, dass die Ausprägung des Repräsentationsformates umstritten ist, so dass sich in der kognitiven Forschung die beiden oben angeführten Richtungen wiederfinden.



Während Menschen ein unbekanntes Gebiet erkunden, nehmen sie zunächst aus der Umgebung hervortretende Objekte, die Landmarken, wahr. Sie bilden das Orts- oder Landmarkenwissen, das man sich als eine Reihe von Photographien vorstellen kann. Während der Mensch das Gebiet immer weiter erkundet, verknüpft er die räumlichen Zusammenhänge von Landmarken zu Routenwissen, das er nun für die Navigation nutzen kann. Wird ein zusammenhängendes Gebiet von mehreren bekannten Routen durchzogen, so verbindet der Mensch deren Zusammenhänge zu Umgebungswissen. Während Orts- und Routenwissen egozentrisch sind, also den eigenen Standpunkt als Mittelpunkt nehmen, ist Umgebungswissen allozentrisch und ermöglicht dem Menschen, räumliche Zusammenhänge zwischen beliebigen, auch noch unbekanntem, Punkten in einem bekannten Gebiet zu erstellen.

### **Landmarken**

Nach Kevin Lynch (1956) sind Landmarken Objekte, die aus ihrer Umgebung hervorstechen, also in ihrem Zusammenhang einzigartig oder besonders auffällig sind. Beispielsweise können dies Gebäude oder Gebäudeteile, wie Kirchtürme, sein. Ferne Landmarken werden zur allgemeinen Richtungsorientierung benutzt. Sie geben die allgemeine Richtung vor oder bestätigen sie. Es gibt aber auch lokale Landmarken, die nur in einem bestimmten Umkreis sichtbar sind. Zusätzlich können Landmarken nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich unterschieden werden. Lynch erläutert dies am Beispiel eines Wochenmarktes, man könne den eigentlichen Platz als räumliche Angabe vom Wochenmarkt als zeitliche Angabe unterscheiden. Nach Lynch steigt die Bedeutung einer Landmarke, wenn sie mit Erinnerungen verknüpft wird. Hat eine Kirche eine besondere historische Bedeutung, die dem Betrachter bewusst ist, so steigt auch ihre Attraktivität als Landmarke.

Auch sog. Grenzlinien helfen dem Menschen als Landmarken bei der Orientierung. Dabei handelt es sich um abgrenzende Objekte zwischen Gebieten, wie z.B. Mauern oder Flüsse. Nach Raubal und Winter (2002) korreliert das Maß der Wahrnehmung von Grenzlinien mit dem Aufwand, der mit ihrer Überwindung verbunden ist. Nach Skubic et al. (2008) werden Landmarken typischerweise am Anfang einer Route, beim Richtungswechsel, an Kreuzungen und am Ende einer Route verwendet. Schumann (2008) fasst Eigenschaften von Landmarken wie folgt zusammen:

- Jedes Objekt, das aus seiner Umgebung hervorsticht, kann eine Landmarke sein.
- Im bestimmten Kontext können Straßenkreuzungen zu Landmarken werden.
- Landmarken helfen, einen bestimmten Weg zu finden.
- Landmarken sind bekannte Objekte, die man gut wiedererkennen kann.
- Landmarken strukturieren die Umgebung, sie sind sogenannte Schlüsselpunkte.
- Landmarken werden benutzt, um Routen verbal oder graphisch zu übermitteln.
- Landmarken werden mit unterschiedlichem Anteil in die Weganweisungen integriert.
- Die größere Anzahl von Landmarken wird an Start-, Ziel- und Entscheidungspunkten benötigt.
- An (Straßen-)Kreuzungen sind Landmarken besonders notwendig, wenn ein Richtungswechsel stattfinden soll.
- Für die Wegfindung sind Landmarken besser geeignet als Straßenschilder.

Neben den Landmarken innewohnenden Eigenschaften haben auch dem Nutzer zuzurechnende Faktoren Einfluss auf die Verwendung der Landmarken (Schumann, Roger (2007), Beeharee (2006), Millonig (2005)). Dies sind primär Bildungsstand, Alter, Geschlecht, sozialer und kultureller Hintergrund des Menschen. Auch der Zeitpunkt, für den eine Wegbeschreibung gelten soll, sei relevant, so Schumann und Beeharee übereinstimmend. Tag- und Nachtsituationen unterschieden sich durch die Beleuchtung und die damit einhergehende unterschiedliche Wahrnehmung des Menschen. Auch variierten jahreszeitliche Einflüsse, wie etwa die Belaubung die Wahrnehmung ebenso wie der Zweck der Wegbeschreibung, etwa die Beschreibung für Touristen, die an der Umgebung interessiert sind gegenüber der Beschreibung, die dem schnellst möglichen Erreichen eines Ziels dienen solle. Auch die Art der Fortbewegung (besonders für Rollstuhlfahrer) sei relevant, so Schumann.

### **Kreuzungs- und Routenbeschreibungen**

In der Literatur wird die Zusammenfassung von Punkten, an denen man sich für den weiteren Weg entscheiden muss, wie z.B. Kreuzungen, als Route bezeichnet. Kreuzungen an sich können nach Lynch bereits als Landmarken dienen. Der Kreuzungspunkt mehrerer Wege selbst muss erkannt und beschrieben werden können. Hierbei können wiederum andere Landmarken helfen (Klippel et al. 2009).

Um eine Kreuzung als Wegelement in einer Routenbeschreibung nutzen zu können, ist man auf Konzepte angewiesen, wie Richtungsangaben und Richtungsänderungen an Kreuzungen eindeutig beschrieben werden können. Mit der Fragestellung, wie man räumli-

che Informationen in Karten und insbesondere Abbiegeanweisungen in einer kognitiv gut verarbeitbaren Weise darstellen kann, beschäftigt sich Klippel (2003). Klippel zeigt einen kognitiv konzeptuellen Ansatz, der mit Hilfe primitiver Elemente Karten konstruiert. Diese als „wayfinding choremes“ bezeichneten Basiselemente lassen sich zu Wegbeschreibungen kombinieren. In einem Experiment zu eindeutig identifizierbaren wayfinding choremes wurden durch die Probanden zu Abbiegeanweisungen Zeichnungen angefertigt. Als Basismodell diente ein 8-Wege-Modell mit den Richtungsangaben „scharf rechts“, „rechts“, „schräg rechts“, „geradeaus“, „schräg links“, „links“, „scharf links“ und „zurück“. Folgende Hauptergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Den Begriff „Kreuzung“ wird als der Treffpunkt vierer rechtwinklig aufeinander stoßender Wege verstanden
- Die Richtungsangabe „Geradeaus“ verbinden die Probanden mit einer 4-, bzw. 6-Wege-Kreuzung
- Die Navigationsanweisungen „gehe geradeaus“, „gehe rechts/links“ verbinden 100% bzw. 80% der Probanden mit einer 4-Wege-Kreuzung
- Die anderen Richtungsangaben verbinden die Probanden mit unterschiedlichen Kreuzungsformen (s. Bsp. in Abb.1)

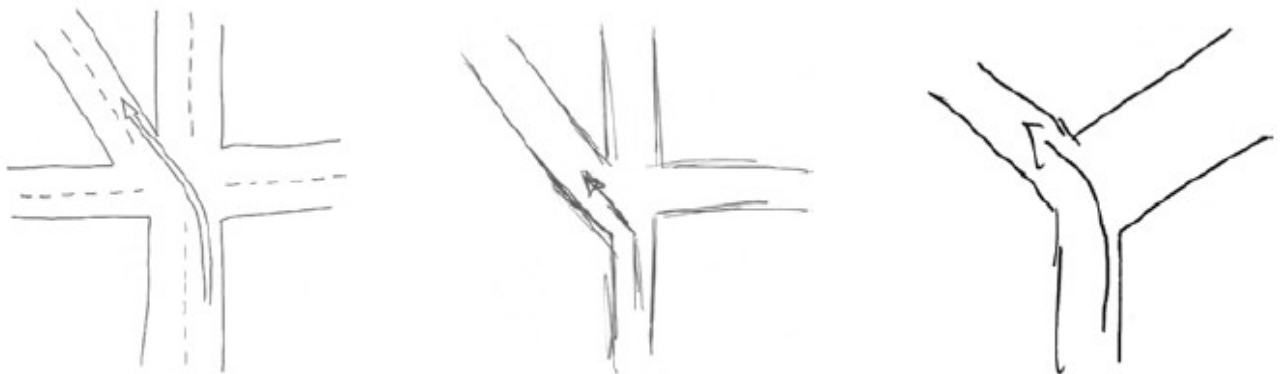


Abbildung 1: Beispiel „schräg links“ aus Klippel (2003)

Insgesamt lassen sich nach Klippel die funktionalen Aspekte von Kreuzungen mit einem 8-Wege-Modell gut abbilden, auch wenn die tatsächlichen strukturellen Aspekte damit nicht immer exakt abgebildet werden können.

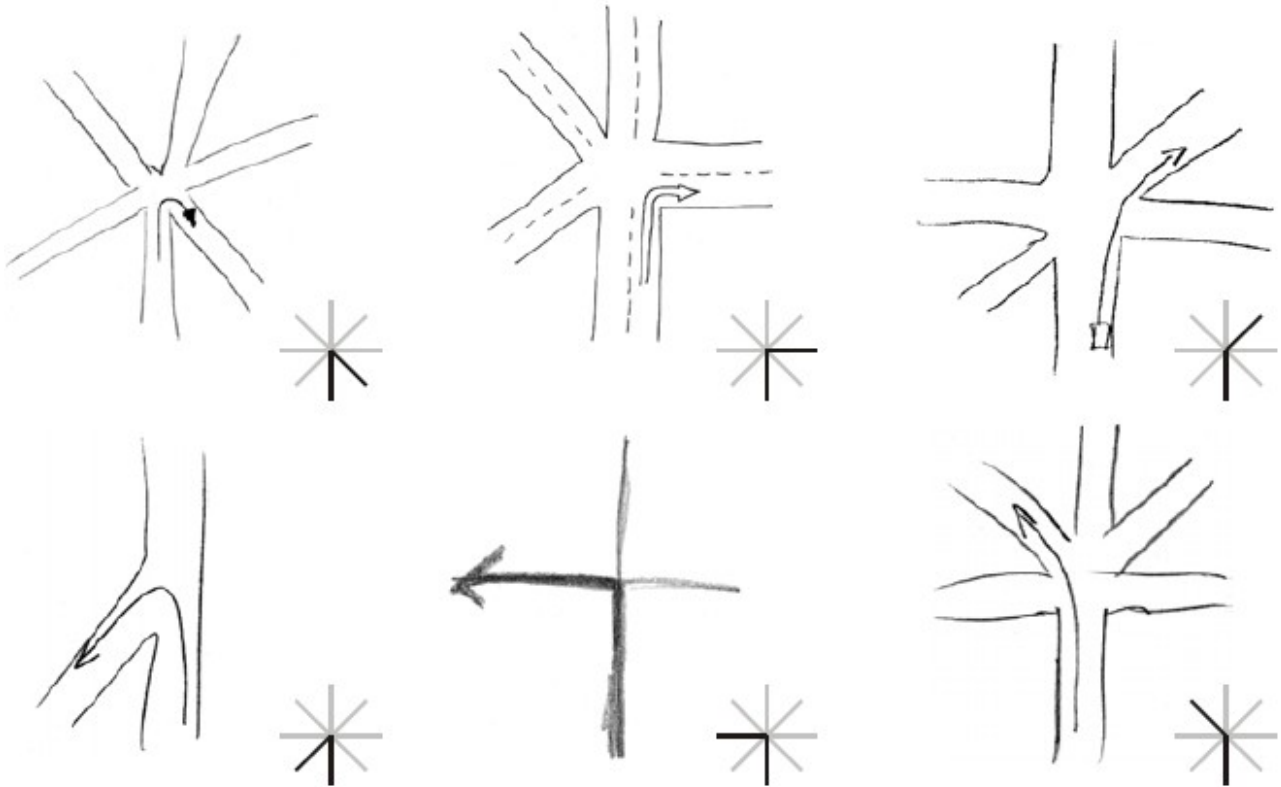


Abbildung 2: 8-Wege-Model funktionaler Aspekte von Kreuzungen aus Klippel (2003)

Abschließend schlägt Klippel folgendes Konzept für die Beschreibung von Abbiegeanweisungen und deren Übertragung in skizzenhafte Darstellung vor:

- mehrere Entscheidungspunkte lassen sich zu Entscheidungspunkten höherer Ordnung zusammenfassen, wenn ein richtungsändernder Entscheidungspunkt auf einen oder mehrere richtungsbeibehaltende Entscheidungspunkte folgt (z.B. „Biege an der dritten Kreuzung rechts ab“).
- Für die Kartendarstellung werden Entscheidungspunkte einheitlich so ausgerichtet, dass der Weg, auf dem man an eine Kreuzung gelangt, immer unten liegt. Dies biete deutliche Vorteile für die kognitive Verarbeitung (Adeyemi (1982), Levine (1982), Waren und Scott (1993)).
- Für die Kartendarstellung werden Kreuzungen schematisch abgebildet, wobei der zu gehende Weg hervorgehoben wird (wie in Abb. 2). Die Abbildung der weiteren Abbiegemöglichkeiten soll Missverständnisse vermeiden helfen.

### **Beschreibungsverhalten Ortskundiger für Nicht-ortskundige**

Nach Roger (2007) zeigen Erklärende ein unterschiedliches Beschreibungsverhalten abhängig von der angenommenen Expertise des Erklärungsempfängers. Isaac und Clark (1987) beschreiben nach Roger das Phänomen am Beispiel von Bewohnern von New

York, die bei Erklärungen für andere New Yorker die Namen von Gebäuden nutzten, während sie in Erklärungen für Nicht-Ortskundige eher die Gebäude beschrieben.

May et al. (2003) gehen der Frage nach, welche Navigationshinweise ortskundige Probanden für wichtig halten, um nicht-ortskundigen für eine längere Wegstrecke im urbanen Umfeld den Weg zu weisen. Unabhängig davon, ob die Probanden die Strecke im Gedächtnis abrufen mussten (Wiedergabe der kognitiven Karte) oder ob sie die Wegbeschreibung während des Abgehens der Strecke entwickelten, wurden folgende Navigationshinweise verwendet:

- Primär wurden Landmarken wie Läden oder Kneipen zur Beschreibung verwendet.
- Straßen wurden nicht durch die Angabe ihres Namens beschrieben, obwohl die Namen leicht ersichtlich wären. Vielmehr wurden Straßen nach ihrem Typ Straßentypen angegeben (Hauptstraße vs. Seitenstraße).
- Entfernungsangaben wurden nur wenige verwendet.
- Es wurden wenige Hinweise zu Entscheidungspunkten gegeben.
- Es wurden viele Hinweise als Wegbestätigungen gegeben.

Aus den Ergebnissen leiten die Autoren folgende Erkenntnisse ab:

Die Benennung von Landmarken über ihren spezifischen Namen (Paulskirche statt Kirche) fördere die kognitive Verarbeitung deutlich. Wenn Landmarken über ein Logo verfügten (z.B. ein Supermarkt), dann sollten diese Logos in grafischen Repräsentationen von Navigationsbeschreibungen Verwendung finden. Das Experiment zeigte auch, dass die erzeugten Beschreibungen geschlechtsneutral waren.

### **Kognitive Ergonomie**

Weitere Forschungsfragestellungen suchen nach Möglichkeiten, Navigationsangaben für Menschen möglichst einfach erfassbar darzustellen. Neben der reinen Darstellung beschäftigt man sich auch mit möglichst einfachen Routenbeschreibungen. Richter et al. (2008) spricht hier von „kognitiver Ergonomie“. Richter betont, dass nicht immer die kürzeste Strecke für den Menschen die optimale Route darstelle. In einem gewissen Toleranzbereich bevorzuge der Mensch eine einfach zu beschreibende Route. Dabei bestünden diese leicht beschreibbaren Routen aus möglichst wenig Entscheidungspunkten, an denen man abbiegen muss. Diesen Umstand haben zuvor bereits Wiener et al. (2004) formuliert.

In den obigen Ausführungen ist deutlich geworden, dass der Mensch und seine Wahrnehmung sehr individuell sind und somit bereits die Grundlagen, die der Wahrnehmung und ihrer Beschreibung dienen, im formalen Sinne nicht eindeutig sind. Diesem Umstand muss eine gute Beschreibung Rechnung tragen. Natürlichsprachlich neigt man hier zu Redundanzen, um Missverständlichkeiten zu vermeiden. Insbesondere die Beachtung von Landmarken und die Nutzung der Wayfinding choremes können zu einer Formalisierung beitragen.

Eine Besonderheit des Wanderns im Backcountry ist, dass eben nicht überall ein ausgebautes Wegenetz zur Verfügung steht, so dass die obigen Erkenntnisse zu Wegen und Kreuzungen nur bedingt genutzt werden können. Im Backcountry kommt z.T. mehr die Navigation mit Hilfe ferner Landmarken zum Einsatz, bei der man den eigentlichen Weg selbst suchen muss.

## 2.2 Wandern

Wie in der Einführung erläutert, liegt der Schwerpunkt der vorliegenden Studien zur Fußgängernavigation vor allem im Kontext der Indoornavigation und der Navigation im urbanen Bereich. Der Bereich „Navigationssysteme für Wanderer“ sowie „für zivilisationsferne Gebiete“ wird bisher nicht betrachtet. In dieser Arbeit soll diesem Bereich besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Daher werden im folgenden grundlegende Begriffe aus diesem Bereich erläutert und definiert.

Spazieren gehen

*bedeutet „sich in gemütlichem Tempo zu Fuß fortbewegen, meist ohne Ziel“ (Wikitionary 2009); „ein Gang zur Erholung, zum Vergnügen“ (Duden 2009); „ein Gang zum Zeitvertreib und zur Erbauung.“ (Wikipedia 2009)*

Wandern

*bedeutet „einen längeren Weg in der Natur zu Fuß zurücklegen“ oder „(häufig, in regelmäßigen Abständen) den Aufenthaltsort wechseln“ (Wikitionary); „einen längeren Weg durch die Natur zu Fuß zurücklegen“ (Duden); „Wandern ist eine Form des Gehens über längere Strecken in der Natur, die heute hauptsächlich als Freizeitbeschäftigung von Bedeutung ist. ... [Wandern ist] ... eine sehr beliebte Sportart.“ (Wikiopedia)*

## Trekking

*„bezeichnet das Zurücklegen einer längeren Strecke mit Gepäck, über einen längeren Zeitraum und unter weitestgehendem Verzicht auf eventuell vorhandene Infrastruktur. Trekking kann als Weitwanderung ... durchgeführt werden. Synonyme sind ... hiking, ... wilderness backpacking ... Meist zeichnen sich Gebiete für Trekking-Touren durch Zivilisationsferne (nicht vorhandene bis spärliche Besiedlung) aus, prinzipiell ist Trekking jedoch in jedem Gebiet der Erde möglich. Die äußerste, vorwiegend professionelle Form des Trekkings sind Expeditionen.“ (Wikipedia)*

Diese Fortbewegungsarten zu Fuß sind zwar nicht einheitlich definiert, es gibt aber übereinstimmend eine Abstufung vom einfachen, ziellosen Lustwandeln bis hin zum mehrtägigen Streckenwandern mit Gepäck. Auch wenn der Aspekt der Erholung, des Vergnügens bei den Definitionen von Wandern und Trekking nicht aufgeführt wird, so wird dieser doch nicht ausgeschlossen. Im Rahmen dieser Arbeit soll folgende Abgrenzung gelten:

### **Spazieren gehen, engl. walking**

*bedeutet „sich ohne Gepäck, in gemütlichem Tempo zu Fuß fortbewegen“*

### **Wandern, engl. hiking**

*bedeutet „sich mit Gepäck über eine längere Strecke und Zeit zu Fuß fortzubewegen“*

Auch der Begriff Backcountry ist nicht exakt definiert. Auf Wikipedia (2009) wird eine Beschreibung versucht, nach der Backcountry eine *„geographische Bezeichnung für ein Gebiet ist, das isoliert, abgelegen, unerschlossen und schwer erreichbar ist. Dabei können diese Gebiete einigermaßen in der Nähe urbanen Gebietes liegen, sind aber nicht über Straßen erreichbar, relativ hoch gelegen, nicht häufig von Menschen besucht und nur durch Körperkraft erreichbar.“*

Dies suggeriert, dass es sich hierbei eher um gebirgiges Gebiet handelt. In dieser Arbeit stehen insbesondere die Aspekte der nicht unmittelbaren Nähe zu urbanen Gebieten und die Nutzung als Wandergebiet im Vordergrund. Die Höhe des Gebietes oder ob das Gebiet leicht erreichbar ist, spielt hingegen keine primäre Rolle. Es soll daher folgende Definition Anwendung finden:

## **Backcountry**

*bezeichnet Gebiete, die zu Fuß in mehr als einem Tagesmarsch zu erreichen sind. Dabei wird keine Entfernung zur nächsten befestigten Straße o.Ä. festgelegt, da Wanderer eine sehr unterschiedliche Leistungsfähigkeit haben. I.A. kann davon ausgegangen werden, dass das Backcountry nach 15-50km Wanderstrecke beginnt.*

In Kombination bezeichnet somit

## **Backcountry Wandern**

*„sich mit Gepäck über eine längere Strecke und Zeit zu Fuß unter weitestgehendem Verzicht auf eventuell vorhandene Infrastruktur in Gebieten, fortzubewegen, die zu Fuß in mehr als einem Tagesmarsch zu erreichen sind.“*

Beim Wandern geht es primär um die Erfüllung von Bedürfnissen des Wanderers im Rahmen seiner Möglichkeiten. Somit geht es bei der Raumwahrnehmungs- und insb. Navigationsunterstützung um die Ermittlung eines Weges, der für den jeweiligen Nutzer den größten emotionalen Mehrwert ergibt, nicht etwa um die reine Ermittlung des kürzesten oder einfachsten Weges.

### **2.2.1 Möglichkeiten des Wanderers**

Nicht jeder Mensch ist in der Lage, den Mount Everest zu besteigen oder die Wüste Gobi zu durchqueren. Beim Wandern spielen viele Faktoren eine Rolle: Neben der rein psychischen und physischen Verfassung des Wanderers zählen hierzu auch Aspekte wie Zeit, Erreichbarkeit des Zielgebietes, Erfahrung, Ausrüstung und Finanzen. Auch die beste Ausrüstung und freie finanzielle Mittel ermöglichen es dem unerfahrenen Wanderer nicht, jedes Backcountrygebiet zu erreichen, wenn ihm die Erfahrungen bei der Verwendung seiner Ausrüstung, physische oder psychische Kapazitäten fehlen. Letztlich wird ein Backcountrygebiet nur durch eine jeweils ausreichende Verfügbarkeit aller Faktoren für den Wanderer erreichbar.

Um eine Wanderreise in einem bestimmten Zeitrahmen sicher absolvieren zu können, ist es häufig nötig, das grobe Zielgebiet mit öffentlichen Verkehrsmitteln, wie etwa dem Flugzeug zu erreichen. Je entlegener ein Gebiet ist, desto höher werden hierfür i.d.R. die Kosten. Der Zeitrahmen wiederum ist nicht nur von äußeren Faktoren wie z.B. der verfügbaren Urlaubszeit abhängig, sondern auch von Faktoren wie der eigenen Konstitution oder dem Wetter.



## **2.2.2 Bedürfnisse des Wanderers**

Auch die Bedürfnisse einzelner Wanderer sind individuell. Für den einen steht das Erreichen von Bestmarken im Vordergrund; er möchte an Orte gelangen, wo vor ihm noch nie (oder kaum) jemand war oder er möchte eine bestimmte Strecke in einer kürzest möglichen Zeit überwinden. Anderen Wanderern sind Faktoren wie Ruhe, Entspannung, Einsamkeit wichtiger. Sie möchten die Landschaft genießen und dieses Erlebnis nicht zugleich mit Hunderten anderer Menschen teilen. Wieder andere möchten Pflanzen und Tiere sehen oder photographieren. Diese beispielhaft benannten Bedürfnisse lassen sich erweitern und kombinieren, woraus sich eine Vielzahl von Bedürfniskombinationen ergeben kann.

Bei der Planung einer Wanderung geht es also um die Ermittlung einer Wanderroute, die im Rahmen der Möglichkeiten die Bedürfnisse bestmöglich befriedigt.

## **2.2.3 Drei Phasen von Wanderungen**

Die Beschäftigung mit einer Wanderung lässt sich in drei Phasen aufteilen. Bis zum Antritt der Wanderung befindet man sich in der Vorbereitungsphase, die von Planungsaufgaben geprägt ist. Während der Wanderung muss zwar ggf. noch regelmäßig nachgeplant werden, hier stehen jedoch das Wandererlebnis und die Navigation im Vordergrund. Schließlich befindet man sich nach der Wanderung in der Nachbereitungsphase, in der die Reiseerlebnisse für sich und ggf. für andere Wanderer aufbereitet werden. Dabei stellt jede Phase wiederum die Vorbereitung für die nächste Phase dar. So werden etwa während der Wanderung Daten erhoben, die in der Nachbereitung aufbereitet und dann in der Vorbereitung der nächsten Wanderung verwendet werden können.

### **2.2.3.1 Vorbereitung**

Je nach den Erfahrungen des Einzelnen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die Planung anzugehen. Der eine kennt sein Reisegebiet bereits recht gut oder hat zumindest einen mehr als groben Überblick und kann nun mittels Informationen zu verfügbaren Wanderwegen bzw. Wandergebieten seine ungefähre Reiseroute abstecken. Der andere möchte ein gänzlich neues Gebiet bereisen und ist auf jegliche Information zu dem Wandergebiet angewiesen. Reine Sachinformationen zu Wandergebieten sind in vielen Punkten unerlässlich. So ist im Vorwege zu klären, ob das Gebiet überhaupt legal betreten werden darf und welche Regeln es vor Ort gibt. Ist beispielsweise eine behördliche Anmeldung notwendig? Ist das Zelten in dem Gebiet gestattet? Gibt es Aufenthaltsbegrenzungen, gefährliche Tierarten, geologische Besonderheiten oder extreme Witterungsbedin-

gungen? Da es beim Wandern vor allem um die Wahrnehmung des Raumes als emotionales Erlebnis geht - sei es die Rekordjagd oder die Wahrnehmung der Landschaft -, können reine Fakten ein Reisegebiet nur schwer umfassend beschreiben, so dass eine Auswahl unterschiedlicher Beschreibungsarten benötigt wird. Topographische Karten bieten sich an, um sich einen Eindruck von der Geographie und Vegetation zu verschaffen. Die Geländeform ist dabei laut Castagne (2001) von besonderem Interesse, da sich aus ihr diverse Informationen bzgl. der Begehbarkeit ableiten lassen. Photos unterstützen die optische Raumwahrnehmung und Reiseberichte geben wieder, wie andere Menschen das Gebiet wahrgenommen haben. Für eine erste Einschätzung, ob eine Wanderreise im betrachteten Gebiet für den jeweiligen Wanderer möglich ist, bietet es sich auf Grund der vielfältigen Faktoren und Abhängigkeiten an, auf Erfahrungswerte zurückzugreifen, zum einen auf Erfahrungen, die der Wanderer selbst bereits erworben hat, zum anderen auf Erfahrungen anderer Wanderer, die in dem Gebiet bereits unterwegs waren oder vergleichbare Reisen unternommen haben. Hier kann eine große Gemeinschaft (engl. Community) nützlich sein. Vor dem Antritt einer Wanderreise sind über die oben genannten Punkte hinaus zumindest zu klären: Die Anreise zum Zielgebiet, Ein- und Ausstiegspunkte der Wanderroute, die benötigte Proviantierung, Wander-, Übernachtungs-, Koch- und Notfallausrüstung und deren Beschaffung, eventuell der Rücktransport bei Streckenwanderungen, Möglichkeiten zu Sicherungsmaßnahmen wie etwa das Hinterlassen von Nachrichten über die geplante Route und Zeit bei jemanden, der bei Nichteinhalten Such-/Rettungsmaßnahmen einleiten kann.

### **2.2.3.2 Wanderung**

Hat man sein Reisegebiet erreicht, so sind im Regelfall neben der Akklimatisation noch weitere Vorbereitungs- und Planungsaktualisierungsmaßnahmen nötig. Insbesondere nach einer Anreise per Flugzeug muss das Gepäck umgepackt werden, und es müssen Brennstoffe, wie Gaskartuschen, die nicht im Flugzeug transportiert werden dürfen, besorgt werden. Es ist sich ein aktueller Überblick zu verschaffen über das vorhergesagte Wetter, die Begehbarkeit der Wegstrecke, die Situation bzgl. der Tiere im Gebiet. Wanderung und Übernachtungsplätze müssen z.T. angemeldet und genehmigt werden, und Nachrichten für Such-/Rettungsmaßnahmen müssen platziert werden. Und letztlich benötigt man das Wissen, wie man zur Einstiegsstelle der Wanderung gelangt und von der Ausstiegstelle wieder zivilisiertes Gebiet erreicht. Es kann auch nötig sein, eine alternative Wanderroute zu planen, wenn die ursprüngliche Route nicht begehbar ist.

Bei einer Wanderung sind, insb. im Backcountry, einige Besonderheiten zu beachten. Im

Laufe des Tages können sich Passierbarkeiten von Wegen deutlich ändern. Die Furtung eines Flusses kann etwa nur zu bestimmten Tageszeiten möglich sein. Im Laufe des Tages kann beispielsweise im Oberlauf der Furtstelle Schnee schmelzen, der dann mit zeitlicher Verzögerung den Wasserstand an der Furtstelle ansteigen lassen und diese für einige Zeit unpassierbar machen kann. Oder eine größere Ebene oder ein Tal sind zu passieren, die im Laufe des Tages durch Sonneneinstahlung so weit aufheizen, dass man sie nur am Vormittag passieren sollte. Solche Informationen sollten also berücksichtigt werden, wenn man die Startzeit für den Folgetag plant. Es ist zu bedenken, dass das Kochen deutlich länger dauern kann, als man es daheim gewohnt ist, und man sein gesamtes Gepäck verstauen muss, bevor man loswandern kann. Abhängig vom zu transportierenden Gewicht, von Konstitution, Witterung, Anstieg und Begehbarkeit des Weges ist mit mehr oder weniger gutem Vorankommen zu rechnen und es sind entsprechende Pausen einzuplanen. Auf der Wegstrecke kann man dann die Umgebung erfahren und z.T. dokumentieren, also Photos oder auch Notizen machen. Aus der Erfahrung des Autors bietet es sich an, noch am Abend ein paar Eintragungen in ein Reisetagebuch zu machen, da die Eindrücke vergangener Tage durch die folgender Tage überdeckt werden können. Am Ende einer Wanderung muss der Heimtransport eventuell noch organisiert und angetreten werden.

### **2.2.3.3 Nachbereitung**

Für viele Reisende ist das Festhalten der Erinnerungen wichtig. Hierbei haben die Menschen ganz individuelle Ansprüche. Sie reichen vom einfachen Entwickeln und Aufbewahren von Photos, über die Erstellung eines Photoalbum mit Tagebucheinträgen, über die Aufbereitung zu einem Reisebericht, der Veröffentlichung im Internet, bis zu der Vorbereitung einer nachfolgenden Vortragsreise mit Multimediashow.

## 2.2.4 Aufgaben in den Phasen einer Wanderung

In den Phasen Vorbereitung, Wanderung und Nachbereitung gibt es verschiedene Tätigkeiten, die in den einzelnen Phasen unterschiedlich bedeutsam sind. Die in Tab. 1 dargestellte Aufteilung basiert auf den Erfahrungen des Autors und erhebt keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit.

Tätigkeit \ Phase	Vorbereitung	Wanderung	Nachbereitung
<b>Planen</b>	++	+	--
<b>Orientieren / Navigieren</b>	+	++	--
<b>Erleben</b>	+	++	+
<b>Dokumentieren</b>	--	+	+
<b>Informationen aufbereiten</b>	--	0	++

Tätigkeit hat in der Phase ein sehr hohe (++) , hohe (+) , neutrale (0) , geringe (-) , sehr geringe (--) Priorität

Tabelle 1: Aufgaben in den Phasen einer Wanderung

## 2.2.5 Die Raumwahrnehmung in den Phasen einer Wanderung

In den vorgestellten Phasen einer Wanderung kommen unterschiedliche Aspekte der Raumwahrnehmung zum Tragen. Während der Vorbereitung ist der Raum, also das zu bereisende Wandergebiet, nicht direkt wahrnehmbar. Durch verschiedene Hilfsmittel ist der Mensch aber in der Lage, sich von dem Gebiet „ein Bild zu machen“. Dieser Alltagsbegriff, „sich ein Bild machen“, spiegelt die Fokussierung auf die visuelle Wahrnehmung des Menschen wider. So kann ein Einfühlen in einen unbekanntem Raum besonders gut durch Bilder unterstützt werden. Diese können in Form von Zeichnungen, Photos, Karten oder Videos vorliegen. Aber auch textuelle Beschreibungen oder Audioaufzeichnungen bieten das Potential, ein mentales Bild aufzubauen. Dieses mentale Bild wird sicherlich nur einen Ausschnitt der Realität abbilden können und nicht in allen Punkten mit ihr übereinstimmen.

Während der Wanderung stehen die Raumwahrnehmung im Sinne eines Erlebens mit allen Sinnen, die Orientierung im und die Navigation durch den Raum im Vordergrund.

Während der Nachbereitung geht es um das Nacherleben, das Revue passieren lassen und das Festhalten des Erlebten. Ein eher altruistischer Aspekt ist die Aufbereitung der eigenen Erfahrungen in einer Form, dass andere Wanderer bei ihrer Reisevorbereitung von ihnen profitieren können, so wie man eventuell selbst bei der eigenen Vorbereitung von den Erfahrungen anderer profitierte.

## **2.2.6 Bekannte Unterstützungsmöglichkeiten für Wanderer**

Es gibt viele traditionellen Möglichkeiten der Wandererunterstützung, die jeweils Vor- und Nachteile haben und sich für den Einsatz in den einzelnen Phasen unterschiedlich gut eignen. So sind die Informationen in Reiseführern teilweise schwer zugänglich, da weiterführende Informationen nur durch Verweise im selben Buch oder aber auch in anderen Büchern verfügbar sind. Wenn man ganz sicher ist, exakt den einen geplanten (und möglichst auch markierten) Weg abzulaufen, so reicht einem eine Karte vom Gebiet oder auch eine Wegbeschreibung eben dieses Weges. Sobald man aber flexibel bleiben möchte oder muss, kann man schnell den Rand der Karte erreichen. Eine Brücke, die nicht passierbar ist, kann einen dazu zwingen, einen Fluss weiter im Oberlauf zu furten, wo die Strömung geringer ist. Doch was, wenn dieses Gebiet nicht mehr auf der Karte ist? Hier bieten elektronische Geräte die Möglichkeit, eine vielfach größere Menge an Informationen auf geringem Raum bei geringem Gewicht mitzunehmen, die über Verknüpfungs- und Klassifizierungsmöglichkeiten und kontextuelle Anpassung auch leichter zugreifbar sein können als klassische Medien wie Karten oder Reiseführer. Lediglich das Schmökern im Reiseführer als Sinneserfahrung kann nicht geboten werden, und Robustheit und Energiemanagement sind zu beachten. Auch hier gehört also eine genauere Abwägung zum Pflichtprogramm.

### **Einordnung bekannter Unterstützungsmöglichkeiten für Wanderer**

Im Folgenden soll ein Versuch unternommen werden, bereits bekannte Unterstützungsmöglichkeiten für Wanderer für die Phasen der Vorbereitung, Wanderung und Nachbereitung mit dem Fokus der Raumwahrnehmung einzuordnen.

#### **Reiseführer und Reiseberichte**

Reiseführer sind Informationssammlungen über ein Reisegebiet. Neben allgemeinen Informationen können sie auch Reiseberichte oder etwa Tourenvorschläge enthalten. Reiseberichte sind Aufzeichnungen zu einer Reise, die das Erlebte beschreiben. Sie sind i.d.R. subjektiv geprägt und konzentrieren sich auf die Erfahrungen des Verfassers, die ihm besonders wichtig waren.

Reiseführer und Reiseberichte eignen sich insbesondere für die Vorbereitung, da man sich mit ihrer Hilfe einen Eindruck über die Wanderung oder das Wandergebiet verschaffen kann. In Verbindung mit Landkarte und Kompass können sie auch zur Orientierung und Tagesplanung dienen und Dank der Informationsfülle kann man sich eventuell unliebsame Erfahrungen, die andere Wanderer bereits gemacht haben, ersparen (Castagne 2001).

## **Topografische Karten**

sind Landkarten (i.d.R. in einem detailliertem Maßstab), die für die exakte Darstellung geografischer Informationen erstellt werden. Insbesondere Geländeformen mit Höhenlinien, die Angabe der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes, sowie Vegetationsformen wie etwa Moore und die Besiedelungsdichte werden hierin standardisiert verzeichnet.

Detaillierte topographische Karten unterstützen bei der Klärung von Detailfragen über die reine Wegstrecke von A nach B hinaus. Fragen, wie der Ausbaugrad des Weges und der Höhenverlauf, sind im Bezug auf die Abstimmung auf eigene Ansprüche und Möglichkeiten zu nennen. Ob ein Weg durch ein Tal oder über eine Gipfelkette führt, ist (auch in Abhängigkeit zu Witterungsverhältnissen) relevant, um einen physisch begehbaren Weg zu finden, der einen nicht in übermäßige Gefahren bringt. Ebenso kann hier überprüft werden, ob es zwischendurch Ausstiegspunkte gibt, über die eine Route notfalls verlassen werden kann - sei es aus notwendigen Sicherheitsgründen, oder für die Anpassung an eine geänderte Interessenlage während der Wanderung - und ob potentielle Wasserversorgungsstellen existieren. Bei der Nachbereitung sind diese Faktoren nachrangig. Dem geübten Nutzer bieten topografische Karten auch eine gewisse Unterstützung seiner Raumwahrnehmung, da sie durch die Angabe von Höhenlinien die Erfassung der Geographie unterstützen (Wood 1982). Topographische Karten sind somit sowohl zur Vorbereitung, als auch auf der Wanderung eine gute Unterstützung. Nach Wood soll man auf Wanderungen Karten in zwei Maßstäben mitführen, detaillierte für die Navigation und grobe, um entfernte Landmarken identifizieren zu können. Die Karten sollten laut Castagne im Maßstab nicht über 1:50.000 vorliegen. Die Anpeilung von Landmarken mit einem Kompass ermöglicht eine Positionsbestimmung anhand von Schnittlinien.

## **Navigationsgeräte**

verfügen über ein Positionsbestimmungssystem, wie bei den verbreiteten GPS-Geräten einen Satellitenempfänger, und digitale topografische Karten. Durch die Bestimmung der eigenen Position und die Verknüpfung mit geographischen Informationen können sie einen bei der Bestimmung von Routen unterstützen und weisen die Richtung oder den Weg zu folgenden Etappenzielen. Dies sind Dienstleistungen, die während der Wanderung von deutlichem Interesse sein können, während sie für die Vor- und Nachbereitung keine Bedeutung haben. Eventuell gespeicherte Positions- und Zeitdaten können bei der Nachbereitung genutzt werden.

## **Annotationen**

sind Zusatzinformationen zu Positionen und Bildern, die über die Darstellungsmöglichkeiten eines Mediums hinausgehende Informationen festhalten wie etwa die Aufnahmeposition eines Bildes oder Beschreibungen zu einem Weg.

Annotationen zu Positionen und Bildern können als gute Unterstützung für Wegfindungsentscheidungen während der Wanderung, wie zu deren Beschreibung bei der Nachbereitung dienen.

## **Bilder, Bildberichte, Bildarchive**

sind Sammlungen mit Bildern einer Reise. Eine Spezialisierung sind *Panoramabilder*, die einen besonders breiten Ausschnitt der Umgebung abbilden können. Als Gedächtnisstütze für das Wiedererleben einer eigenen Wanderung eignen sich Photos besonders gut (s.o. Raumwahrnehmung). Sie sind also von besonderer Bedeutung für die persönliche Nachbereitung.

Bilder bzw. Bildsammlungen können einen guten Eindruck von einem Reisegebiet vermitteln, vor allem wenn die Bilder mit weiteren Informationen wie genauem Aufnahmeort und -zeitpunkt, geographischer Einordnung und einer kurzen Beschreibung versehen sind. Insbesondere *Panoramabilder* bieten einen guten Überblick über die Umgebung. Auch wenn *Panoramabilder* in größeren Maßstäben für den Betrachter nicht auf einmal betrachtbar sind und er seinen Kopf hierfür schwenken muss, stellt dies kein Problem dar, sondern kommt der natürlichen Weise der Raumwahrnehmung vor Ort nahe, in der der Mensch auch immer nur Ausschnitte seiner Umgebung sehen kann. Die Unbewegtheit von Photos stellt keinen Nachteil dar, da Landschaften an sich als eher unbewegt wahrgenommen werden. Auch wenn sich am Meer die Wellen brechen, der Wind große Waldgebiete im Tal vor einem bewegt oder Sanddünen zum Wandern bringt, ist der Gesamteindruck einer Landschaftsansicht eher statisch. Photos unterstützen also insbesondere die Raumwahrnehmung in der Vor- und Nachbereitungsphase, in annotierter Form auch während der Wanderung.

## **Audio-, Videoaufzeichnungen**

entsprechen inhaltlich Photosammlungen auf einem anderen Medium. Insbesondere sind diese Medien ausschließlich durch Abspielen, also mittels Wiedergabe über die Zeit wahrnehmbar. Sie können vor allem in der Vor- und Nachbereitung die Raumwahrnehmung unterstützen.

## Eigene Aufzeichnungen

sind die auf der Reise gemachten Notizen. Sie dienen als Erinnerungshilfen und können als Grundlage für die Erstellung von Reiseberichten in der Nachbereitungsphase dienen. Aufzeichnungen zu eigenen Erfahrungen und Wahrnehmungen, wie sie in Tagebucheinträgen, Bildern und sonstigen auf der Reise erhobenen Daten vorliegen können, spielen bei der Nachbereitung die wichtigste Rolle.

In der folgenden Abbildung (Abb. 3) werden die genannten Unterstützungsmöglichkeiten für Wanderer nach ihrem primären Unterstützungspotential in den Phasen Vorbereitung, Wanderung, und Nachbereitung nochmals eingeordnet.

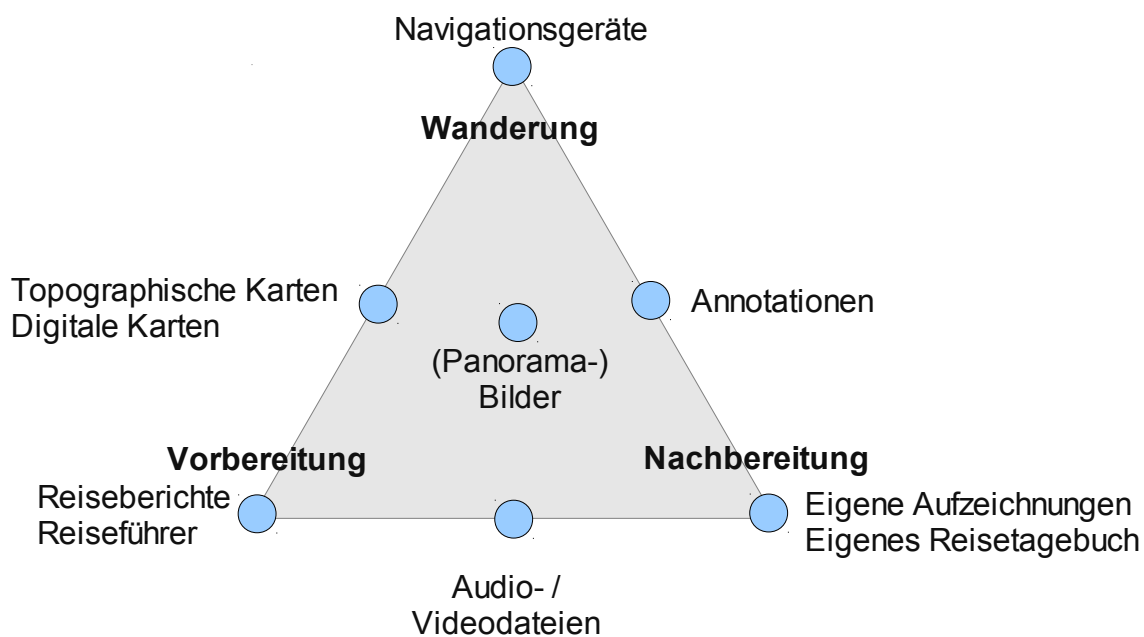


Abbildung 3: Einordnung von Unterstützungsmöglichkeiten der Raumwahrnehmung für Wanderer



### **3 Analyse von Systemanforderungen an ein Raumwahrnehmung unterstützendes Assistenzsystem für Wanderer**

Bei der Analyse von Systemanforderungen an ein Raumwahrnehmung unterstützendes Assistenzsystem für Wanderer sind alle drei Phasen einer Wanderung mit ihren speziellen Anforderungen von Bedeutung. Da eine erschöpfende Bearbeitung aller Phasen den Rahmen dieser Masterthesis sprengen würde, soll sich im Folgenden auf die Phase der Wanderung konzentriert werden.

Nach May et al. (2003) konzentrieren sich viele vorliegende Arbeiten zu den Themenbereichen menschliche Raumwahrnehmung, Orientierung und Navigation darauf zu verstehen, wie Menschen räumliche Informationen verarbeiten und diese in einer kognitiven Karte speichern. Ein Schwerpunkt in diesem Forschungsbereich sei es, empirisch herauszufinden, welche räumlichen Informationen Menschen in welcher Frequenz nutzen, um Wege zu beschreiben und diese Beschreibungen kognitiv möglichst leicht verarbeitbar darzubieten.

#### **3.1 Vergleich von Navigationskonzepten**

Es sind verschiedene Navigationsunterstützungsmöglichkeiten durch computergestützte Systeme mit jeweils eigenen Vor- und Nachteilen denkbar. Eine Möglichkeit besteht in der Adaption klassischer Unterstützungsmöglichkeiten der Wanderernavigation (wie topographische Karten), wobei sich die Frage stellt, welches Medium für die Adaption geeignet ist. Im Folgenden soll ein Überblick über die aktuelle Forschungslage gegeben werden.

##### **3.1.1 Audionavigation**

Um dem Wanderer die Möglichkeit zu geben, sich visuell auf seine Umgebung zu konzentrieren, könnte man Navigationsanweisungen per Audioausgabe anbieten. Wilson et al. (2007) verwenden hierfür im Bereich der Navigationsunterstützung für visuell eingeschränkte Menschen Töne, die sich in ihrer Länge und Tonhöhe zu unterscheidbaren Mustern zusammensetzen. Wilsons Studienergebnisse besagen, dass für die reine Angabe von Richtungsangaben Tonmuster ausreichend seien, diese für die Beschreibung der Umgebung aber nicht ausreichten. Es sei zwar möglich, „Orte“ wie Parkbänke, oder Bushaltestellen über Tonmuster zu referenzieren, die Vermittlung eines Gesamtbildes des umgebenden Raumes sei so aber nicht möglich. Nach Stark (2007) sollten Audioinstruktionen wie „Bitte in 50m rechts abbiegen“ vermieden werden, solange das Navigationssystem eine Genauigkeit von >10m habe.

### **3.1.2 Schilder: Kein Signal, Textuelles Signal, Graphisches Signal**

O'Neill (1991) vergleicht in einer Studie drei verschiedene Arten von in Gebäuden platzierten Schildern: Übersichtskarten, Übersichtskarten ergänzt mit textuellen Schildern und Übersichtskarten ergänzt mit graphischen Schildern. Dabei stellten sich textuelle Schilder als die effektivste Variante heraus, um Wegfindungsfehler zu vermeiden. Nach Carpmann (1985) in O'Neill helfen Schilder bei der Navigation in Gebäuden, aber die Sichtbarkeit des Ziels hat einen deutlich positiveren Einfluss auf die Wegfindepformance. Nach Bishop (1972) in O'Neill sollten Übersichtstafeln einfach gehalten und an Entscheidungspunkten angebracht werden.

### **3.1.3 Symbolische Beschreibungen von Navigationsanweisungen**

Nach Yamabe (2008) und Lin et al. (2008) lassen sich Karten auf den kleinen Bildschirmen mobiler Geräte schlecht ablesen. Dies gelte insbesondere bei eingeschränkten Sichtbedingungen, beispielsweise durch eine helle Umgebung, und wenn Benutzer sich während der Nutzung weiter fortbewegen. Einfache Textausgaben wie „Gehe rechts“ ließen sich deutlich besser ablesen. Die Ausgabe sollte multimodal erfolgen, Textausgaben also z.B. durch Audio- und Vibrationssignale ergänzt werden. Symbole und Bilder können dann besonders hilfreich sein, wenn die verwendete Alphabet bzw. die Sprache einer Beschilderung dem Menschen unbekannt ist, so Yamabe et.al..

### **3.1.4 Nutzung von Photos in Fußgängernavigationssystemen**

Ob die Verwendung von Photos die Navigation von Fußgängern unterstützen kann, wurde durch Beeharee (2006) im urbanen Kontext untersucht. Dort wurde eine vorhandene Sammlung von touristischen Bildern genutzt (die also nicht für Wegbeschreibungen erstellt wurden). Die Photos lagen in geographisch annotierter Form vor, wie sie mobile Geräte mit GPS-Empfängern erzeugen können. Es zeigte sich, dass ein Photo nicht von der Position aufgenommen sein muss, an der es als Routenanweisung verwendet wird. Wichtig war lediglich, dass das Photo ein zur Navigation nutzbares Objekt enthielt, es konnte dabei auch von einer anderen Seite abgebildet sein. Ein Bild konnte in der Mitte einer Straße aufgenommen werden und trotzdem zur Entscheidung beim Eintritt in eine Straße genutzt werden. Jedoch wurde die Navigationsentscheidung deutlich vereinfacht, wenn ein Photo eine Entscheidungsstelle darstellte. Wenn die Probanden jedoch den Aufnahmepunkt bereits passiert hatten, konnte das Problem auftreten, dass fälschlich angenommen wurde, man hätte den falschen Weg gewählt. Daher sei es wichtig, dass das Bild im System mit den geographischen Daten des dargestellten Objektes und nicht der Aufnahmeposition

versehen werde. Die Autoren nutzten in der Studie ein System, in dem die Orientierung, Aufnahme- und Objektposition manuell angegeben werden mussten. Aktuell stehen bereits Verfahren zur Verfügung, die diese Angaben bei Verfügbarkeit mehrerer, die gleiche Szene darstellende Bilder, berechnen können Snavely (2007). Das Experiment aus Beeharee zeigte, dass Photos einerseits für die Wegfindung, noch mehr jedoch zur Wegbestätigung genutzt werden könnten. Insbesondere bei unbenannten Wegen, etwa Durchgänge zwischen Gebäuden oder in einer Fußgängerzone, konnten Photos sehr hilfreich sein. Photos erleichterten die Entscheidungsfindung für den richtigen Weg bei mehreren nahe beieinanderliegenden Möglichkeiten deutlich. Dies galt insbesondere dann, wenn die Navigationsangaben Entfernungen enthielten, da die Probanden reine Entfernungen häufig als zu kurz oder zu weit einschätzten. Saisonale Unterschiede (Belaubung von Bäumen) und Unterschiede in der Beleuchtung (Tag/Nacht, Sonne/Regen) zeigten sich als relevant für die Qualität der Unterstützung.

### **Einblendung von Navigationsangaben in Photos**

Hille et.al. gehen in einer Studie zu der auf Landmarken basierten Fußgängernavigation unter Verwendung von Sammlungen geographisch annotierter Photos davon aus, dass Bilder allein nicht ausreichend als Navigationsunterstützung sind (Hille et al. 2008). Im urbanen Kontext wurde untersucht, inwieweit die Einblendung von Pfeilen und textuellen Navigationsanweisungen in Photos die Navigation unterstützen kann. Basierend auf einer Datenbank mit vorhandenen geographisch annotierten touristischen Photos wurden Bildschirmdarstellungen erzeugt, in denen auf Photos Navigationspfeile und eine textuelle Beschreibung eingeblendet wurden.

Landmarken zur Orientierung wurden dabei automatisiert identifiziert. Für ihre Gewichtung wurde die Anzahl vorhandener Bilder pro Position genutzt. Dabei schien die Popularität und insbesondere die Sichtbarkeit einer Landmarke eine Rolle zu spielen, da in der Studie die Anzahl der Bilder mit der Anzahl der möglichen Punkte, von denen aus die Landmarke aufgenommen werden kann, korrelierte.

Die Umgebung wurde in Bereiche von 30m x 30m aufgeteilt und die Photos diesen Bereichen zugeordnet. So wurde ein Kartenraster mit Landmarken erstellt, das anhand von Pfadangaben traversiert werden kann. Die eigentlichen Landmarken lagen dabei i.d.R. außerhalb der Bereiche, in denen sie zur Navigation genutzt wurden. Es entstand eine Ansicht, die Googles Street-View<sup>2</sup> ähnelte, jedoch auf einer deutlich geringeren Anzahl von Bildern

---

2 Bei der Darstellung von Street-View handelt sich um eine digitale Karte, auf der auf gekennzeichneten Strecken ca. alle 10m ein 360°-Panoramabild zur Verfügung gestellt wird. Durch Verknüpfung der einzelnen Panoramabilder ist es möglich, eine Strecke virtuell in Google Maps oder Google Earth „abzufahren“.

aufsetzt und dadurch besser für mobile Geräte nutzbar ist. Für Navigationsaufgaben nutzen die Probanden hauptsächlich einen Kartenmodus und vergewisserten sich an kritischen Stellen anhand der Photos, dass sie auf dem richtigen Weg seien. Dadurch erhöhte sich die Nutzbarkeit des Navigationssystems signifikant. Die Kartenansicht wurde aufgrund der besseren Übersicht vorgezogen. So könne hier besser abgeschätzt werden, wo man sich auf der Route befinde und wann man wieder eine Richtungsentscheidung treffen müsse. An den Photodarstellungen sei bemängelt worden, dass die Gebäude (hauptsächlich auf Grund sie verdeckender Bäume) nicht immer leicht zu identifizieren seien. So sollten die Photos besser in der Navigationsrichtung aufgenommen werden und es sollten möglichst mehrere Photos aus unterschiedlichen Perspektiven pro Landmarke zur Verfügung gestellt werden. Eine reine Konzentration auf Landmarken reichte den Probanden nicht, sie wünschten sich Zwischenansichten der vor ihnen liegenden Route. Eine Bestätigung, dass man sich auf dem richtigen Streckenabschnitt befindet, schien also wichtig.

Die eingeblendeten Pfeile konnten nicht immer exakt interpretiert werden, so Hile et al.. Dies läge vor allem daran, dass die Pfeile als 2-D Darstellung in ein als 3-D wahrgenommenes Photo eingeblendet wurden. 80% der Probanden forderten zusätzlich zur bildlichen Darstellung eine textuelle Angabe von Navigationshinweisen, insbesondere wenn ihnen die Photos nicht eindeutig erschienen.

### **Panoramabilder und 3D-Darstellungen**

Es wurden bereits verschiedene Prototypen erstellt, die ihre Benutzer mit Hilfe von *Panoramabildern* leiten. Hier fiel es den Benutzern leicht, die Navigationshinweise mit der Realität in Übereinklang zu bringen, so Kimber et al. (2001) nach Miyazaki (2006). Gleiches gilt für Prototypen, die ihre Benutzer mit Hilfe von 3D-Modellen leiten, so Chittaro und Burigat (2004), Laakso et al. (2003) und Vainio und Kotala (2002) nach Miyazaki.

### 3.1.5 Digitale Kartendarstellungen

In ihrem Bericht zu einem Feldexperiment zu Designfragen von Fußgängernavigationssystemen kommen Stark et.al. zu den Ergebnissen, dass dynamische digitale Karten besser als reine Textangaben für die Navigationsunterstützung geeignet sind. Karten sollten hier nach mindestens:

- die aktuelle Position,
- die geplante Route,
- Landmarken entlang des Weges,
- Straßennamen

zeigen. Für Karten solle eine Zoomfunktion vorhanden sein.

Nach Wood (1982) solle man auf Wanderungen Karten in zwei Maßstäben mitführen: Detaillierte für die Navigation und grobe, um entfernte Landmarken identifizieren zu können. Die Karten sollten laut Castagne (2001) im Maßstab nicht über 1:50.000 vorliegen.

#### 3.1.5.1 Automatische und manuelle Kartenrotation

Viele Menschen empfinden es als angenehmer, wenn Karten nicht das bekannte Schema „Norden ist oben“ aufweisen, sondern das Schema „Die Richtung, in der Du gehst, ist oben“ (Stark, Klippel (2003), Aretz und Wickens (1992), Rossano et al. (1998&95), Shepard (1984)). Klassische Karten kann man mental rotieren (Fischer et al. (2008)) oder so in der Hand drehen, dass sie zur Umgebung passend gedreht sind. Bei mobilen Geräten ließe sich neben dem Gerät aber auch die Darstellung auf dem Gerät drehen. In welcher Form eine Karten-Rotation auf mobilen Geräten den Nutzer am besten unterstützt, untersucht Seager (2007). Die Auswertung eines Feldexperimentes ergab, dass die physikalische Drehung des Gerätes die beste Variante sei, gefolgt von der automatischen Kartenrotation (s.Tab. 2).

	Gerät drehen	Automatik	Manuel drehen	Norden Oben
Bevorzugung durch die Probanden	++	+	-	--
Kognitive Last	++	+	-	--
Fehler in der Navigation	++	+	--	-

Tabelle 2: Bewertung von Drehmodi nach Seager (2007)

Bei der von den Probanden bevorzugten Variante „Gerät drehen“ äußerten die Probanden die Befürchtung, sie könnten das Gerät bei der Drehung fallen lassen. Dies könne laut Seager eventuell durch robustere Geräte (oder zumindest robuster aussehende Geräte)

abgemildert werden. Die Variante „Automatik“ wurde zwar als gute Möglichkeit angesehen, es gab aber auch automatische Kartendrehungen, wenn die Probanden gerade nicht auf den Bildschirm schauten, so dass sie sich erst einmal wieder auf der Karte zurechtfinden mussten. Es wurden auch Landmarken aus der Darstellung herausgedreht, nach denen die Probanden gerade suchten. Bei solchen technisch bedingten Fehldrehungen sank das Vertrauen auf das System. Diese beiden Punkte könne man laut Seager lösen, indem eine automatische Drehung nur nach einem Knopfdruck des Nutzers erfolge. Um Beschriftungen bei Rotationen weiterhin gut lesen zu können, sollten sie nicht mit rotiert werden, sondern immer so ausgerichtet werden, dass sie für den Betrachter waagrecht stünden.

### **3.1.6 Audio – Route – Richtung – Beschreibung**

Welches Darstellungsmittel für die Navigationsunterstützung von Fußgängern am besten geeignet ist, ist ohne direkten Vergleich nicht entscheidbar. Stark hat im urbanen Kontext einen Vergleich von vier Varianten durchgeführt:

1. Kartendarstellung des näheren Umgebungsbereiches mit eingeblendeter Route. Navigationsanweisungen erfolgen via gesprochener Audioausgaben.
2. Kartendarstellung des näheren Umgebungsbereiches mit eingeblendeter Route.
3. Kartendarstellung des näheren Umgebungsbereiches mit eingeblendeter eigener Position und Pfeil in Zielrichtung sowie textuelle Angabe der Entfernung zum Ziel.
4. Rein textuelle Listendarstellung mit kommenden Straßennamen und Abbiegeanweisungen.

Stark beschreibt, dass für einfache Routen Variante 1 gut geeignet war. Bei komplizierteren Routen boten die Varianten 2-4 eine deutlich bessere Unterstützung. Bei Variante 3 waren die Nutzer viel mehr mit der Navigation beschäftigt als in den anderen Varianten, konnten aber in einer Nachbefragung viel korrektere Angaben zur Umgebung machen. Straßennamenangaben und ungefähre Richtungsbeschreibungen waren effektiver als detaillierte Rechts-Links-Angaben.

Eine weitere Untersuchung im urbanen Kontext hat vier Navigationskonzepte auf Ihre Anwendbarkeit für Menschen mit kognitiven Einschränkungen untersucht Fickas et al. (2008). Dabei wurde Probanden in vier Gruppen je ein Darstellungsmodus auf einem am Handgelenk tragbaren *PDA* angeboten:

1. Reine Textanweisung zu Entscheidungspunkten
2. Photographische Darstellung von Entscheidungspunkten mit eingeblendeten Pfeilen
3. Luftbilder von Entscheidungspunkten mit eingeblendeten Pfeilen
4. Reine Audiobeschreibung von Navigationsanweisungen

Diese Modi wurden ausgewählt, um das Spektrum der verschiedenen räumlichen Wissensarten abzudecken, der Luftbildmodus (3.) für Umgebungswissen und die Modi 1., 2. und 4. für Routenwissen. Auf einen Modus für Landmarkenwissen wurde verzichtet, da eine Vorstudie ergeben habe, dass die Zielgruppe von Menschen mit kognitiven Einschränkungen nicht in der Lage wäre, einen solchen Modus nutzen zu können, da sie die Landmarken in ihrer Umgebung nicht erkannten.

Fickas et al. kommen zu den Ergebnissen, dass der Audio-Modus (4.) eine deutlich bessere Unterstützung darbietet als der Photo-Modus (2.) und der Luftbild-Modus (3.). Andere paarweise Vergleiche der Modi ergaben keine signifikanten Unterschiede.

### **3.2 Benutzungsschnittstellen zur Bedienung**

Für eine gute Benutzbarkeit eines mobilen Systems für Wanderer ist aus Sicht des Autors zu bedenken, dass Wanderer mit Gepäck häufig Wanderstöcke benutzen, um die Trittsicherheit zu erhöhen und Gewicht von Rücken, Beinen und Füßen zu nehmen und über die Arme auf den Boden zu übertragen. Bei kühlerem Wetter tragen sie Handschuhe. Es ist daher damit zu rechnen, dass sie für die Gerätebedienung nicht dauerhaft eine Hand frei haben, bzw. eine Nutzung und Bedienung in der Hand auch mit Handschuhen oder mit an den Handgelenken hängenden Wanderstöcken möglich sein sollte. Nach Seager haben Probanden (wie bereits erwähnt) bei der Bedienung von *PDA*s die Sorgen geäußert, das Gerät bei der Nutzung fallen zu lassen. Diese Sorge sei aber eventuell durch eine robustere äußere Erscheinungsform der Geräte abzumildern. Eine Möglichkeit könnte auch sein, das Gerät fest an der Kleidung zu tragen. Um das Gerät nicht festhalten zu müssen, befestigen Baca und Picone (2005) das Gerät außerhalb der Kleidung am Handgelenk. So wird aber auch die zweihändige Bedienung unmöglich.

## **Zweihand / Einhandbedienung**

Wenn die Bedienung per Hand erfolgen soll, stellt sich die Frage, in welcher Form dies am besten geschieht. Wobbrocka et al. (2008) vergleichen drei Studien, die sich mit der Frage beschäftigen, ob eine Steuerung mobiler Geräte über Handgesten auf der Gerätevorder- oder -rückseite effektiver ist. Zusammenfassend kommen sie zu dem Schluss, dass diese auf der dem Nutzer zugewandten Seite erfolgen sollte und dass der Zeigefinger das effektivste Eingabegerät ist, wenn eine Bedienung über Handgesten auf druckempfindlichen Flächen zum Einsatz kommen soll.

## **Menünavigation**

Oaekley und Park (2009) stellten eine Methode der Menünavigation vor, bei der das horizontale und vertikale Navigieren durch ruckartige Bewegungen des mobilen Gerätes in der Luft gesteuert wird. Hier wird technisch die Beschleunigung des Gerätes als Eingabewert verwendet. Da das Menü, in dem man navigiert, hierbei ruckartig bewegt werde, sei es nicht gut wahrzunehmen, so die Autoren. Daher werde die Gestensteuerung mit Audioausgaben als Rückkopplung versehen. So werde es möglich, die Navigation im Menü ganz ohne Blickkontakt vorzunehmen. Die gute Nutzbarkeit dieser Eingabemethode für Menüstrukturen sei durch Experimente belegt worden.

## **Navigation auf Landkarten**

Nutzt man für die Navigation auf einer Landkarte nicht die Beschleunigung, sondern die Lage des Gerätes zum scrollen, so ist eine präzise Navigation möglich (Mock 2008). Hierzu sollte keine lineare Beschleunigungsfunktion verwendet werden, nach der die Verschiebung der Karte umso schneller erfolgt, je weiter man das Gerät neigt. Vielmehr sollte eine S-Kurven-Funktion Anwendung finden, wodurch man bei geringen Neigungen eine deutlich größere Neigungsänderung vornehmen müsse, um einen Effekt zu erzielen, als bei großen Neigungen. Dadurch lässt sich bei kleinen Neigungen sehr präzise navigieren und bei großen Neigungen sehr schnell der Kartenschnitt anpassen.

Mooser et al. (2008) verwenden zum zoomen die dritte Beschleunigungsachse des Gerätes. Man zoomt hier, indem man das Gerät von sich weg stößt oder zu sich heranzieht.

Aus dem Desktopbereich ist ein Verfahren zum Scrollen in großen Texten bekannt, bei dem während des Scrollens allmählich aus dem Dokument heraus gezoomt wird. Dadurch bleibt die Scrollgeschwindigkeit konstant, aber die zurückgelegte Strecke im Text nimmt zu (Igarashi und Hinkley 2000).

Neigungsbasierte Eingaben sind nach Kratz (2008) gegenüber den Eingaben durch 4-



Wege-Knöpfe deutlich im Vorteil. Während Knöpfe binäre Schalter sind, also entweder gedrückt oder nicht gedrückt sind, hat die Neigung als Eingabewert einen deutlich höheren Wertebereich und lässt dadurch eine feingranulärere Navigation zu. Kratz führt weiter aus, dass die Navigation auf Karten nicht nur auf der horizontalen und vertikalen Verschiebung von Bildausschnitten beruht, die mittels neigungsabhängigen Eingaben sehr gut steuerbar ist, sondern dass man auch die Möglichkeit benötigt, in Karten hinein und aus ihnen heraus zu zoomen. Kratz kombiniert neigungsabhängiges Scrollen und automatisches Zoomen. Da sich gezeigt habe, dass das rein automatische Zoomen durch die Benutzer nicht immer als positiv angenommen werde, stellt Kratz zusätzlich die Möglichkeit zur Verfügung, das Zoomverhalten über einen auf dem Touchscreen dargestellten Scrollbalken zu modifizieren, so dass sowohl automatisch als auch manuell gezoomt werden kann.

### **3.3 Benutzungsschnittstellen zur Dateneingabe**

Um seine Eindrücke festzuhalten, soll der Wanderer die Möglichkeit erhalten, eigene Eingaben zu machen, die im Bezug zur Position gespeichert werden. Dafür sind mehrere Varianten denkbar.

#### **Texteingaben**

Zunächst könnte man die Möglichkeit schaffen, einfache Texteingaben vorzunehmen. Die Texteingabe gestaltet sich auf mobilen Geräten jedoch z.T. schwierig (Schwabe und Groth 2005). Entweder die Geräte haben keine Tastatur, sondern bilden die Tasten auf dem Bildschirm ab, die dann mit Fingern oder einem Eingabestift angetippt werden müssen, oder eine vorhandene Tastatur hat so kleine Tasten, dass sie mit größeren Fingern oder in Handschuhen nicht bedienbar ist.

#### **Photos**

Als Gedächtnisstütze eignen sich Photos, wie oben erläutert, besonders gut. Daher sollte die Möglichkeit gegeben werden, Photoaufnahmen zu erstellen. Als Gedächtnisstütze können die gemachten Bilder dabei auch minderwertige Qualität haben.

#### **Vergleich verschiedener Eingabemodi**

Bei sehr heller Umgebung, sei es durch starken Sonnenschein oder auch Schneereflektionen, sind die kleinen Bildschirme mobiler Geräte nur schwer lesbar (Yamabe (2008), Arikawa et al. (1994) nach Osagari und Onozuka (2005)), und die Eingabe wird hierdurch erschwert.

Welche der drei Möglichkeiten (Texteingaben, Audioaufzeichnungen oder Photoaufnahmen) zur Aufzeichnung bei der Erkundung unbekanntes Gebietes mittels mobiler Geräte besonders geeignet ist, wurde von Goth und Lueg (2006) untersucht. Hier stellte sich heraus, dass einige Benutzer textuelle Eingaben gegenüber Audioaufzeichnungen bevorzugten, weil sie nicht gerne ihre eigene Stimme aufgezeichnet hörten. Die Benutzer, die Audiokommentare aufzeichneten, hätten jedoch deutlich mehr und ausführlichere Annotationen vorgenommen. Die Form der Audioaufzeichnung schien deutlich besser (im Sinne von Bedienbarkeit und Zeitbedarf) nutzbar zu sein als die der Texteingabe. Die meistgenutzte Annotationsform war die der Photoaufnahme. Diese sollte jedoch um Text- oder Audiokommentare ergänzt werden, um eine bessere spätere Einordbarkeit zu ermöglichen, so Goth et.al.. Hier wurde das Beispiel angeführt, dass man bei der späteren Betrachtung einer Reihe von Bildern alter Gebäude sonst Schwierigkeiten habe, diese klar auseinanderzuhalten.

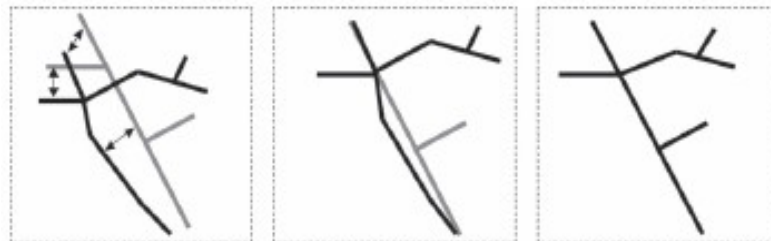
### **3.4 Erstellung, Erweiterung und Aktualisierung des Datenbestandes**

Wanderer sollten stets mit aktuellen Daten in angemessener Qualität und Quantität unterstützt werden, um die Verlässlichkeit der darauf beruhenden Entscheidungen zu erhöhen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Routen technisch für die weitere Verwendung aufzuarbeiten und zu speichern. Durch unterschiedliche Datenquellen und Verwendungszwecke der Daten werden bei der Erhebung unterschiedliche Faktoren fokussiert. Im Indoor- und PKW-Navigationsbereich bewegen sich die Teilnehmer auf definierten Korridoren, die sie an definierten Kreuzungspunkten wechseln können. Hier kann eine vektorisierte Darstellung des Wegenetzes sinnvoll sein. Auch große Plätze, die von Fußgängern beliebig überschritten und über eine Vielzahl von Wegen betreten und verlassen werden können, lassen sich so darstellen. Fußgänger sind aber nicht auf Wege und Kreuzungen festgelegt, sondern können auch Straßen an beliebigen Stellen zwischen Kreuzungen passieren und behandeln Routen als eine Aneinanderreihung von Wegpunkten (Würsch und Caduff 2005). Wanderer sind, wie Fußgänger allgemein, nicht an ein festes Wegenetz gebunden.

Gerade im Bereich außerhalb von Gebäuden basieren viele Navigations- bzw. Positionierungslösungen auf der Verwendung von GPS-Daten, die zum einen nicht immer die exakte Position wiedergeben und zum anderen nicht immer verfügbar sind. Hier müssen Routen also mit einer gewissen Unschärfe betrachtet werden. Im Backcountry-Bereich bewegen sich Wanderer z.T. überhaupt nicht auf bekannten Wegen, sondern frei in der Landschaft.

### **Kombination unterschiedlicher Kartendatenquellen**

Um vorhandene Daten aus verschiedenen Systemen zu einem allgemein verwendbaren GEO-Datenbestand für Fußgänger zu integrieren, müssen bei der Zusammenführung verschiedene konzeptuelle Punkte Beachtung finden. Dies ist nach Elias (2007) u.A. der Detailgrad einzelner Datenbestände. Wären die zusammenzuführenden Datenbestände vom gleichen Detailgrad, würde durch die Kombination nur dann ein Mehrwert entstehen, wenn sie unterschiedliche Bereiche abbilden. Würde bei der Zusammenführung der Daten eines Gebietes ein Datenbestand einen höheren Detailgrad haben, so könnte dieser einfach die entsprechenden Daten des anderen Datenbestandes ersetzen. Sind jedoch in den Datenbeständen zu einem Bereich unterschiedliche Details vorhanden, so müssen diese aufwendig abgeglichen werden. In Abb. 4 werden die Wegenetze zweier Datenbestände zusammengeführt, die unterschiedliche Wege enthalten und sich im Detailgrad der Darstellung der einzelnen Wege unterscheiden.



*Abbildung 4: Zusammenführende Wegenetze zweier Datenbestände aus Elias (2007).*

### **Erweiterung des Wegenetzes durch selbst adaptierende Karten**

Bei Systemen, die Positionsdaten mobiler Geräte verwenden, ist das Mitschreiben der Positionen eine Möglichkeit, das Wegenetz eines Datenbestandes zu erstellen, zu erweitern und zu aktualisieren. Ein solches System für selbst-adaptierende Karten stellt Mayr (2007) vor und beschreibt folgende Möglichkeiten der Nutzung und Interpretation der Positionsdaten: Wird beim Abgleich aktueller Positionsdaten mit den gespeicherten Kartendaten festgestellt, dass sich das Gerät (und somit der Nutzer) an Positionen befindet, die in den Kartendaten nicht als Weg oder navigierbare Fläche verzeichnet ist, so kann die zurückgelegte Wegstrecke als Aktualisierung der Kartendaten gewertet und gespeichert werden. So ließe sich über die Zeit ein erweitertes Netz navigierbarer Wege in den Kartendaten abbilden. Werden die neuen Kartendaten zwischen Benutzern ausgetauscht, so könne man deutlich schneller auf ein größeres Wegenetz zurückgreifen, als wenn man es alleine erstellen müsste. Die neuen Streckendaten können auch so klassifiziert werden, dass einem Benutzer etwa nur Wege angezeigt werden, die von als vertrauenswürdig eingeordneten

Personen stammen oder bereits mehrfach genutzt wurden und somit als bestätigt gelten können.

## **3.5 Kollaboratives Wissensmanagement und Kollektive Intelligenz**

Unter kollaborativem Wissensmanagement versteht man die Erfassung, Bewertung und Einordnung von Wissen zu einem Thema durch eine Gruppe von Benutzern. Im Gegensatz zu dem Wissen und der Expertise einzelner Benutzer entsteht so eine Kollektive Intelligenz. Wie kollaboratives Wissensmanagement für Wanderer Vorteile bringen kann, soll im Folgenden am Beispiel von Streckenbewertungen dargestellt werden.

### **3.5.1 Streckenbewertungen**

Grundsätzlich scheint mit den in Kap. 2 gezeigten Grundlagen die formale Beschreibbarkeit von Wegen, Abbiegeanweisungen und Routen gegeben. Hierauf aufbauend können algorithmische Lösungen adaptiert werden, die (zumindest angenähert) optimale Routen berechnen können. In vielen Studien, etwa May et al. (2003), wird davon ausgegangen, dass die primäre Anforderung von Fußgängern bei der Nutzung von Navigationssystemen die Erreichung eines bestimmten Ziels auf kürzestem Wege sei. Koide und Kato (2005) hingegen führen aus, dass bei Fußgängern im urbanen Raum durchaus nicht immer der kürzeste Weg bevorzugt werde. So könnten z.B. aus Sicherheitsgründen Umwege bevorzugt werden, wenn man etwa Strecken mit Gehwegen gegenüber solchen ohne Gehwege als sicherer bewerte. Solche Wünsche bzw. Bewertungen könnten über Kostenfunktionen abgebildet werden, über die Algorithmen bedarfsangepasste Routen aus Streckennetzen extrahieren könnten. So könne man laut Koide und Kato im Bereich der Fußgängernavigation beispielsweise Höhenunterschiedsfunktionen oder eine Priorisierung von Zeit vs. Strecke zur Berechnung der Wegkosten heranziehen. Die Verwendung einer hieraus resultierenden Kostenfunktion ermöglicht es, dieselben Routenberechnungsalgorithmen in verschiedenen Anwendungsgebieten (wie Fußgänger-, Radfahrer-, Rollstuhlfahre navigation) zu verwenden, indem lediglich die Kostenfunktion an das Anwendungsgebiet angepasst wird. Eine noch bessere Berücksichtigung des Kontextes werde jedoch durch die direkte Fokussierung auf den Kontext bei der Erstellung von Routenbeschreibung ermöglicht (Kambara et al. 2007) wie sie in Klippel et al. (2009) vorgenommen wird.

Nach Holone et al. (2008) ist eine Hauptvoraussetzung dafür, dem Benutzer individualisierte Routen anbieten zu können, die Kenntnis über persönliche Präferenzen. Um diese zu erlernen, schlagen Haigh et al. (1997) nach Holone et al. vor, dass die Benutzer die

Möglichkeit haben sollten, zu bewerten, ob ein Routenabschnitt bei späteren Routenberechnungen erneut verwendet werden sollte oder ob eine Route durch unbekanntes Gebiet zu bevorzugen sei. Diese Bewertungen, so Holone et al., lassen sich nach Akasaka und Onisawa (2003) auf der Basis eines klassifizierten Bewertungsschemas vornehmen und nach Akasaka und Onisawa (2005) mittels Fuzzy-Logik automatisiert auswerten.

Holone (2007) führt aus, dass bereits eine geringe Menge von Bewertungen einzelner Streckenabschnitte ausreichte, um die Routen eines Streckennetzes in ihrer Benutzbarkeit bewerten zu können. Dies sei sowohl in Feldexperimenten, als auch Laboruntersuchungen bestätigt worden.

### **3.5.2 Kollaborative Streckenbewertungen**

Die Problematik der sehr individuellen Bewertung, was für Wanderer ein „optimaler“ Weg ist, wurde oben bereits erwähnt. Hinzu kommt, dass für die Bewertung sehr genaue Maßstäbe, was wie zu bewerten sei, herangezogen werden müssen, um eine möglichst objektive Bewertung von Wegstrecken vornehmen zu können. Selbst wenn diese vorliegen, neigt der Mensch dazu, Wegstrecken nicht absolut, sondern relativ zur vorhergehenden Strecke zu bewerten. So zeigte sich in Experimenten im urbanen Umfeld, dass die Bewertung von Wegstrecken deutlich besser ausfiel, wenn die direkt zuvor begangene Wegstrecke deutlich schlechter zu begehen war, als die aktuell zu bewertende Holone (2007). Ebenso wurde dort festgestellt, dass die Probanden das Eingeben guter Bewertungen häufig vernachlässigten und vor allem negative Bewertungen zu Wegstrecken eingaben. Selbst wenn die Nutzer zuvor explizit auf den Wert von detaillierten und möglichst objektiven Bewertungen hingewiesen wurden, gaben sie Bewertungen nur zwischendurch und nicht rational begründet ab.

Durch solche „Unfairness“ der Bewertungen entstünden in kollaborativen Systemen einige besondere Effekte, so Holone. Werden etwa wertbasierte Bewertungen der Benutzer einfach addiert und bewerten zwei Benutzer eine Wegstrecke so, dass der eine Benutzer eine negative Bewertung und der andere Benutzer eine wertgleiche positive Bewertung abgibt, so entsteht in der Summe eine neutrale Bewertung. Durch den oben geschilderten Umstand, dass Menschen positive Bewertungen eher unterlassen, entsteht so eine Tendenz zu immer negativeren Bewertungen. Dies könnte auf Dauer dazu führen, dass das gesamte Wegenetz mit der Zeit negativ bewertet würde bzw. dass einmal negativ bewertete Wegstrecken nur schwer wieder auf eine positive Bewertung kommen könnten. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn sich der Zustand der Wegstrecke zum Positiven verändert, da neue positive Bewertungen zunächst die zuvor abgegebenen negativen

Bewertungen ausgleichen müssten. Eine Möglichkeit, dies zu umgehen, könnte nach Holone sein, stets die letzte Bewertung als alleiniges Maß zu verwenden, wie dies in Wiki-basierten Systemen geschehe. Bei Uneinigkeit in der Nutzergemeinschaft würden solche Wegstrecken eine deutlich aktivere Bearbeitung erfahren, während Wegstrecken, über die eine einheitliche Meinung bestünde in ihrer Bewertung stabil blieben. Beschreibungen würden kontinuierlich modifiziert, bis es keine Unstimmigkeiten in deren Bewertung durch die Nutzer mehr gebe.

In Holone et al. (2008) wurde festgestellt, dass Menschen Bewertungen von Wegstrecken absichtlich falsch eingaben, um vom System bestimmte Verhaltensweisen zu erzwingen. So beschreiben die Autoren, dass bei einem Experiment die Bewertung einer Wegstrecke auf „unpassierbar“ gesetzt wurde, damit das System dem Nutzer nicht die von seinem Standpunkt aus kürzeste Strecke vorschlägt, sondern eine alternative Route angibt. Diese „Manipulation“ sei nicht bösartig vorgenommen worden, bewirkte aber in dem geschilderten Fall, dass die Wegstrecke für sämtliche Nutzer dauerhaft gesperrt wurde. Solche Effekte sollten beim Systemdesign bedacht werden, wofür ein Wiki-basiertes System einen Ansatz anbieten würde.

Holone et al. führen erklärend aus, dass das Bewerten einer Strecke als „unpassierbar“ und die anschließende Anforderung einer neuen Route einen unmittelbaren positiven Effekt auslöst, nämlich die „Belohnung“ durch eine neue, bessere Strecke. Hingegen führt die Bewertung einer Strecke als „unbequem“ zu keiner unbedingten Neuberechnung einer Route und somit zu keiner „Belohnung“. Selbst wenn eine Neuberechnung manuell angefordert werde, so habe die zuvor abgegebene Bewertung keinen Effekt auf die neu berechnete Route, da der vorige Streckenabschnitt ja bereits passiert wurde. Es sei also ein gewisses Maß an Altruismus erforderlich, damit andere Nutzer zu einem späteren Zeitpunkt von den aktuellen Erfahrungen eines Nutzers profitieren können. Weiter stellten Holone et al. fest, dass es der Überschreitung einer (nicht in der Anzahl benannten) kritischen Menge von Bewertungen bedarf, um für die Nutzer einen positiven Unterstützungseffekt zu gewährleisten. Dies sei in einer bestehenden Nutzergemeinschaft sicherlich einfacher und in Form einer anfänglichen Bewertungskampagne gut zu erreichen. Eine in Holone et al. erläuterte Idee wäre, für eine Erstbewertung eines Streckennetzes Scouts vorweg zu schicken, die die Streckenabschnitte einzeln bewerten.

### 3.5.3 Wiki – Ein System für kollaboratives Wissensmanagement

Die oben dargestellte Studienlage legt nahe, für den Systementwurf ein Wiki-basierendes System in Betracht zu ziehen, das um Module zur einfachen Übertragung, Bearbeitung und Integration der Reisedaten erweitert wird. Ein solches System wurde in Stein et al. (2008) bereits beschrieben und soll hier kurz vorgestellt werden. Basierend auf einer Wiki-Engine wurde das prototypische System „mGeoWiki“ erstellt. Es kommt ein Client-Server-System zum Einsatz, bei dem Smartphones in einem Online-Szenario stets Zugriff auf das System haben. Basierend auf eingebundenen Google-Maps-mobile(GMM)–Karten (GMM 2010) wird eine Darstellung auf dem Client angeboten, die es dem Benutzer ermöglicht, ortsbezogene Suchen und Annotationen vorzunehmen. Die hierfür benötigten Positionsdaten werden von einem GPS-Empfänger bereitgestellt. Viele Wikipedia-Artikel verfügen heute über ein "coordinates"-Tag, das für den entsprechenden ortsbezogenen Artikel die genauen Längen- und Breitengrade des Artikelinhaltes angeben. So ist es möglich über die Angabe der Position die Informationen zu Orten zu finden.

Beispiel: Galcier National Park, USA, 48° 41' 43" N, 113° 43' 5" W ist über die Suche nach „48.69528\_N\_113.717959\_W“ zu finden ([LINK](#)<sup>3</sup>). Die übliche Längen und Breitenangabe muss zunächst in das richtige Format überführt werden. Leider ist in Wikipedia direkt noch keine Umkreissuche möglich, so dass exakt die im Artikel verwendete Koordinate angegeben werden muss. Eine Umkreissuche wird in den kartenbasierten Diensten von Wikipedia WPG (2010) angeboten, so dass sie von technischen Systemen bereitgestellt werden kann.

„mGeoWiki“ bindet die vorhandenen Wikipedia-Artikel ortsbezogen ein. Stein et al. führen weiter aus, dass durch die Verwendung von Komponenten auf Wiki- und GMM-Basis die Grundlagen für ein kollaboratives System gelegt werden, was ein schnelles Wachstum der vorhanden Informationen ermöglicht.

---

3 [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spezial%3ASuche&redirs=0&search=48.69528\\_N\\_113.717959\\_W&fulltext=Search&ns0=1](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spezial%3ASuche&redirs=0&search=48.69528_N_113.717959_W&fulltext=Search&ns0=1)

## 4 Diskussion

Bei den in diesem Kapitel diskutierten Ergebnissen handelt es sich i.d.R. um Ergebnisse aus Experimenten mit sehr kleinen Stichproben, so dass nicht sicher ist, ob die Ergebnisse einer Überprüfung durch größere Stichproben standhalten würden, auch wenn die Autoren z.T. von signifikanten Unterschieden sprechen. Nichtsdestoweniger scheinen dem Autor die Ergebnisse in Verbindung mit den in den Studien verwendeten Quellen in Ihrer Gesamtheit ein schlüssiges Gesamtbild zu ergeben, so dass weitere Betrachtungen hierauf zunächst aufbauen können.

### 4.1 Orientierung und Navigation

In der Forschungsgemeinschaft herrscht weitestgehend Einigkeit darüber, dass Landmarken (Lynch 1956) die wesentlichen Objekte für die Orientierung in der Umgebung und Bestimmung der Wegrichtung für Fußgänger sind. Sie unterstützen bei der Entscheidung zwischen mehreren Wegalternativen und können als Bestätigung genutzt werden, dass man sich auf einer geplanten Strecke befindet (May et al. 2003). Diese Bestätigung wird in den oben vorgestellten Experimenten und Probandenbefragungen immer wieder als wichtig herausgestellt (etwa Hile 2008, Beeharee 2006). Landmarken alleine reichen für diese Aufgaben aber nicht aus (Stark 2007). Sie müssen auch in einen räumlichen Zusammenhang gestellt werden. Mental geschieht dies, so die vorherrschende Forschungsmeinung (etwa Anders 2009, Downs und Stea 1985), in einer kognitiven Karte, real auf klassischen (topografischen) Landkarten. Für die Wandererorientierung und -navigation ist also der Zusammenhang zwischen Landmarken und Karten interessant. Landmarken können alle Objekte sein, die sich von ihrer Umgebung visuell abheben (Lynch). Im Backcountrybereich können dies beispielsweise sein: Berge und Täler, Wälder und einzelne Bäume, Flüsse, Wege u.s.w.. Topografische Karten werden seit langem für die Orientierung und Navigation draußen erstellt. Die dabei gemachten Erfahrungen führten zu definierten Katalogen von Objekten und ihrer Repräsentation auf Karten. Nach Höh (2008), Castagne (2001) und Wood (1982) sind erfahrene Wanderer mit einer guten topografischen Karte und einem Kompass ausreichend ausgestattet, um sich in der Umgebung zurecht zu finden. Auch erfahrene Wanderern könnten von einer darüber hinausgehenden Unterstützung profitieren. Und unerfahrene Wanderer sind eventuell auf weitere Hilfsangebote angewiesen, um sich sicher im Backcountry bewegen zu können. Eine einfache Variante könnte sein, die geplante Route auf der Karte einzuzeichnen und immer wieder die letzte bekannte Position zu vermerken, um einen leichteren Überblick darüber zu haben, ob man sich auf dem richtigen Weg befindet und wie weit man auf diesem vorangekommen ist.



## Digitale Karten

Bei digitalen Karten können solche Markierungen beliebig häufig geändert werden, ohne das Kartenmaterial zu zerstören. Eine Digitalisierung und Darstellung auf einem mobilen Gerät ermöglicht viele weitere Ergänzungen. Auf Wanderungen sollte man Karten in zwei Maßstäben mitführen, detaillierte für die Navigation und grobe, um entfernte Landmarken identifizieren zu können (Castagne). Die Karten sollten im Maßstab nicht über 1:50.000 vorliegen (Wood 1982). Diese Anforderungen lassen sich durch digitale topographische Karten leicht erfüllen, da für sie lediglich eine Datenbasis mitgeführt werden muss, die einem bestimmten, detaillierten Maßstab entspricht. Niedrigere Auflösungen für eine bessere Übersicht lassen sich dann durch eine Zoomfunktion darstellen, ohne die für eine gröbere Darstellung benötigten Daten zusätzlich zu speichern. Dabei sollte beachtet werden, dass die gezoomte Darstellung nicht einfach durch Verkleinerung der Darstellung erstellt wird, sondern je nach Maßstab auch mehr oder weniger Details eingezeichnet werden sollten. Darüber hinaus lassen sich für digitale Karten Zusatzfunktionalitäten realisieren, wie etwa verschiedene Kartenebenen, auf denen spezielle Informationen dargestellt werden, wie etwa optionale Wege, die nur mit einem bestimmten Fortbewegungsmittel benutzbar sind, oder Übernachtungsmöglichkeiten, die nur bestimmten Benutzergruppen zur Verfügung stehen. Des Weiteren ist eine Verknüpfung zu weiteren Mediendaten (Photos, Beschreibungen) bzgl. des Ortes leicht möglich. Dadurch ließe sich für den Benutzer eine individuelle Kartendarstellung konfigurieren, die seinen Bedürfnissen entspricht, wie sie nach Yao (2007) wünschenswert wäre. Digitale Karten haben aber auch Nachteile. So müssen sie auf einem Bildschirm wiedergegeben werden, der bei mobilen Geräten Defizite in der Erkennbarkeit haben kann (Arikawa et al. (1994) nach Osagari und Onozuka (2005)). Ebenso zu bedenken ist der durch die Auflösung bedingte darstellbare Detailgrad und die zur Darstellung zur Verfügung stehende Fläche, so dass bei mobilen Geräten viel gezoomt und gescrollt werden müsste.

Um gute digitale Karten zu erstellen, sollte man nach der Studie von Osagari und Onozuka auf vorhandene Karten zurückgreifen, da in diesen eine Menge Wissen und Erfahrungen stecken. Dabei sollten vorhandene Karten nicht einfach digitalisiert werden. Es sollte vielmehr eine Datenextraktion erfolgen, die beispielsweise Angaben zu Landmarken enthalte, die über reine topografische Daten hinausgehen.

## **Orientierungs- und Navigationsunterstützung**

Unter anderem nach Beeharee (2006) und Snavely (2007) können Photos beim Abgleich von kognitiver Karte und Umwelt hilfreich sein, es sind aber auch einige Schwachpunkte zu beachten. Ein Photo sollte, damit es zur Orientierung und Navigation genutzt werden kann, „ein zur Navigation nutzbares Objekt“ (Beeharee), also eine Landmarke enthalten. Dabei muss diese Landmarke nicht von dem Punkt aus aufgenommen worden sein, von dem sie später aus zur Navigation genutzt werden soll. Diese Erkenntnis dürfte aus Sicht des Autors in der Fähigkeit des Menschen zur mentalen Rotation begründet liegen. Im Backcountrybereich könnte dies eventuell nur eingeschränkt gültig sein, da etwa Berge von verschiedenen Seiten so unterschiedlich aussehen können, dass man nicht unbedingt von einer Ansicht auf eine andere schließen kann. Zur Übertragbarkeit von Photos auf die Umgebung haben (Hile et al. 2008) bei Gebäuden festgestellt, dass diese nur schwer zu identifizieren waren, wenn sie etwa teilweise durch Bäume verdeckt waren, was sich mit den Erkenntnissen aus Beeharee (2006) deckt, dass saisonale Unterschiede (Belaubung von Bäumen) und Unterschiede in der Beleuchtung (Tag/Nacht, Sonne/Regen) relevant für die Eignung zur Unterstützung sind. Im Backcountry dürfte dies noch stärker der Fall sein, wenn man z.B. bedenkt, dass die Fernsicht eine wesentliche Rolle bei der Erkennbarkeit von Landmarken spielen kann. So können ferne Berge bei guter Fernsicht über zig Kilometer erkennbar sein, während sie bei eingeschränkter Sicht nicht erkennbar und dadurch für die Orientierung nicht nutzbar sind. In einer solchen Situation müssen deutlich dichter liegende Landmarken genutzt werden. Photos für das geplante Unterstützungssystem sollten daher möglichst in einer Vielzahl von Varianten bzgl. Ausrichtung, Tages- und Jahreszeit und Witterung verfügbar sein. Photos können neben der Unterstützung der Erkennung von Landmarken auch einen guten Dienst als Bestätigung dafür anbieten, dass man sich auf dem richtigen Weg befindet. Dass eine solche Bestätigung für Fußgänger sehr wichtig ist, stellte sich in nahezu jeder in Kap. 3 aufgeführten Studien aus dem Bereich Orientierung und Navigation heraus. In den Studien ergab sich auch das einheitliche Bild, dass Photos hierfür eine gute Unterstützungsmöglichkeit sein können, aber alleine nicht ausreichen. Wenn Probanden den Aufnahmeort eines Photos auf ihrer Strecke bereits passiert hatten, konnten sie fehlerhaft zu der falschen Annahme kommen, man habe den falschen Weg gewählt. Daher sollte man nach Beeharee ein Photo im System nicht mit der Position des Aufnahmestandortes annotieren, sondern mit der Position der dargestellten Landmarke. Diese sollte möglichst in Wegrichtung aufgenommen werden (Hile et al.). Die Erkennbarkeit, welcher Weg weiter eingeschlagen werden sollte, lässt sich auf Photos durch die Einblendung von Navigationspfeilen deutlich erhöhen. Diese benötigen dabei eine hohe

Darstellungspräzision, um nicht fehlinterpretiert zu werden (Hile et al.), und sollten durch Textangaben ergänzt werden (Hile et al.). *Panoramabilder* bieten eine gute Übertragbarkeit (Kimber et al. 2001 nach Miyazaki 2006), sind aber durch einen höheren Ressourcenbedarf nur bedingt für die Verwendung auf mobilen Geräten geeignet. Einen Lösungsansatz für die Verwendung von *Panoramabildern* beschreiben die Vorarbeiten des Autors (Kluth 2008,2008b,2009,2009b) in denen ein System zur ressourcensparenden Aufnahme und Darstellung von *Panoramabildern* unter Verwendung eines digitalen Kompasses vorgestellt wird. Es ist auch belegt, dass 3D-Darstellungen gut geeignet sind, um dem Benutzer die Übertragbarkeit von Bildschirmdarstellungen auf die Umwelt zu ermöglichen (Chit-taro und Burigat 2004, Laakso et al. 2003, Vainio und Kotala 2002 nach Miyazaki). Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese gute Übertragbarkeit auch im Bereich des Wanderns erhalten bliebe. Im urbanen Bereich gibt es ein stark strukturiertes Umfeld etwa aus Straßen, Wegen und Häusern, die sich in einem 3D-Model darstellen lassen. Allerdings kann eine direkte Übertragbarkeit der Ergebnisse nicht sicher angenommen werden. Es könnte sein, dass die Forschungserkenntnisse stark mit dem strukturierten urbanen Umfeld zusammenhängen. Für den Wanderbereich gäbe es die Möglichkeit, ein 3D-Model auf den Höhendaten der Umgebung aufzubauen und zusätzliche Objekte wie etwa Wege, Wälder, Moore, Furten, oder ganz allgemein Objekte, die die Begehrbarkeit beeinflussen, zu annotieren. Die Informationen hierfür müssen für eine digitale Karte gleichermaßen mitgeführt werden, so dass hier der wesentliche Unterschied in der Darstellung liegt, die unterschiedlich Aufwändig sind und entsprechend einen unterschiedlichen Berechnungs- und damit Energiebedarf haben. Zusätzlich können 3D-Darstellungen einen hohen Ressourcenbedarf haben. Im Backcountry-Bereich benötigt man Daten für ein deutlich größeres Gebiet, als im urbanen Kontext mitgeführt werden müssen, wo diese dank Onlineanbindung nachladbar sind. Dafür benötigt man hier keine zusätzlichen Bilder, die etwa zur Darstellung von Häuserfronten benötigt werden, so dass der Speicherbedarf insgesamt geringer sein könnte.

In den vorliegenden Studien hat sich gezeigt, dass Fußgänger sich besser durch Karten als durch Bilder unterstützt fühlen, wenn es um die Orientierung und Abschätzung geht, wann wieder eine Navigationsentscheidung anliegt. Auch nach Erfahrungen des Autors werden im Bereich der Backcountrywanderung über die Bestätigung, auf dem geplanten Weg zu sein, auch relative Fortschrittsangaben von Teilstrecken und der Gesamtstrecke für eine Abschätzung der Streckenbewältigung als hilfreich empfunden. So wechselten die Probanden in der Studie von Hile et al. immer wieder von den Photos auf eine Kartenansicht, da diese eine bessere Übersicht bot und eine bessere Einschätzbarkeit ermöglichte,

wo man sich auf der Route befand. In Verbindung mit dem Ergebnis von May et al. (2003), dass die Angabe von absoluten Entfernungen nicht genutzt/beachtet wird oder werden kann, wäre eine abgewandelte Möglichkeit, Entfernungsangaben für Abschnitte eines Weges relativ anzugeben. Für eine Abschätzung der Erreichbarkeit entfernterer Landmarken bietet sich zusätzlich eine absolute Entfernungsangabe an.

Eine weitere Möglichkeit eine bestätigende Information anzubieten, dass sich der Wanderer auf der geplanten Strecke befindet, ist, Tonausgaben zu verwenden. Aus Sicht des Autors kann eine regelmäßige Ausgabe von Tonsignalen oder auch Sprachausgaben das Erleben einer Wanderung deutlich beeinträchtigen. Auf Wanderungen werden z.T. längere Passagen ohne jegliche Entscheidungspunkte überwunden. Audioausgaben dürften hier als störend empfunden werden. Hier böte sich eventuell taktiles Feedback an, wie in Lin et al. (2008) beschrieben. Mehr noch als bei der Verwendung von Photos ist bei diesen Arten der Bestätigung aber Voraussetzung, dass das System exakt weiß, wo man sich befindet, damit die korrekten Signale zur richtigen Zeit wiedergegeben werden können.

### **Problem der Positionierungsgenauigkeit**

In absehbarer Zeit dürfte die Genauigkeit und Aktualität von Orientierungs- und Navigationsunterstützungen nicht ausreichen, um eine absolut zuverlässige Navigation in allen Situationen zu ermöglichen. Bei dichtem Nebel etwa wird man als Wanderer in bestimmtem Terrain auch weiterhin gezwungen sein, stehen zu bleiben und eine Wanderung zu unterbrechen, wenn die Sicht so gering wird, dass man die Strecke vor sich nicht mehr erkennen kann. Selbst wenn Navigationsassistenten eine metergenaue Positionierung gewährleisten könnten, wie sie mit dem im Aufbau befindlichen System „Galileo“ geplant ist, müssten zusätzlich ggf. aktuelle Daten über die Beschaffenheit des Untergrundes der nächsten Schritte geliefert werden, um die Sicherheit des Wanderers zu gewährleisten. Es würde einem Wanderer nicht viel nützen, wenn die reine Route 100prozentig präzise angegeben würde und er ein Schneebrett vor sich nicht als solches erkennen könnte. Die Erreichung dieser benötigten Genauigkeit und Aktualität ist aus Sicht des Autors für die nächste Zeit nicht abzusehen. Man wird hier also weiterhin auf klassische Unterstützungsmittel angewiesen sein. Unabhängig von mobilen Unterstützungsmöglichkeiten können Markierungen in der Umgebung der Orientierung und Navigation dienen.

Ein Beispiel: In Skandinavien werden auf ausgewiesenen Wanderrouten in regelmäßigen Abständen Stangen mit Farbmarkierungen aufgestellt, die neben der Bestätigung auch eine Unterstützung bei der eigentlichen Navigation anbieten, da man sich von Stange zu Stange „durchhangeln“ kann. Da hierdurch eine Route erkennbar vor-

gegeben wird, müssen an den Stangen keine Richtungshinweise angebracht sein. Solche künstlichen Landmarken bieten etwa gegenüber Steinhaufen den Vorteil der besseren Erkennbarkeit im Gelände.

Auch, wenn solche Markierungen den Wanderer nicht vor Schneebrettern schützen können, können sie (wie Kompass und Karte) eine sinnvolle Hilfe sein. Zum einen, falls das mobile System einmal ausfällt, zum Anderen, da man den Blick nicht von der Umgebung auf ein Gerät wenden muss und sich so auf die Wahrnehmung der Landschaft konzentrieren kann.

Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus O'Neill (1991) zu Ausschilderungen im urbanen und Indoorbereich erscheint auf den Backcountrybereich nicht direkt gegeben, denn dies würde bedeuten, dass an allen Wegkreuzungen Hinweisschilder und Übersichtstafeln angebracht werden sollten. Die Wegkreuzungen sollten möglichst so liegen, dass Landmarken von ihnen aus deutlich erkennbar sind. Gerade im Backcountrybereich gibt aber die Geographie die Lage von Wegnetzen vor, wenn überhaupt Wege angelegt sind. Die Erkenntnisse scheinen also nur in Bereichen mit angelegten Wegen verwendet werden zu können. In ausgewiesenen Wandergebieten ist es bereits häufig üblich, an den Einstiegspunkten zu Wanderungen Übersichtstafeln zum Gebiet aufzustellen. In einem geringeren Teil werden auch in den Gebieten selbst Übersichtstafeln zu Teilgebieten angeboten. Aus den Ergebnissen von Bishop (1972) abzuleiten, dass an jedem Entscheidungspunkt eine Übersichtstafel angebracht werden sollte, ist aus Sicht des Autors nicht zielführend, da dies ein Überangebot an Informationen darstellen würde, das das Erlebnis von Backcountry-Wanderungen beeinträchtigen würde. In Bezug auf eine mobile Unterstützung könnten diese Ergebnisse aber bedeuten, dass man die Möglichkeit schaffen sollte, sich aktiv eine Übersichtstafel anzeigen zu lassen, wenn der Bedarf dafür gegeben ist, und zwar unabhängig von Weg- oder Entscheidungspunkten. Hier könnte ein Computersystem z.B. auch auf neu sichtbar werdende Landmarken aufmerksam machen. So könnte beim Überqueren eines Passes ein Panorama angezeigt werden, auf dem die nächsten Landmarken markiert und annotiert sind. Dabei sollten vor allem Landmarken verwendet werden, die einem eine längere Zeit für die Einschätzung der Richtung von Nutzen sein können.

Eine Möglichkeit, Landmarken in der Umgebung zu identifizieren wäre auch, Mittel aus dem Bereich der erweiterten Realität (engl. augmented reality) zu verwenden. Hier wäre (neben der bereits besprochenen Ressourcenbeachtung) zu klären, inwieweit eine aktive Veränderung der Raumwahrnehmung die Nutzer beeinflusst. Mit den oben diskutierten Erkenntnissen und Einschätzungen stellt sich die Frage der geeigneten Kombination verschiedener Unterstützungsmöglichkeiten.

Aus Starks Erkenntnissen aus dem Vergleich von Navigationskonzepten schließt der Autor, dass durch eine geringere Unterstützung eine stärkere Beschäftigung mit der Umgebung erfolgen muss. Dies kann bei Wanderungen durchaus gewünscht sein. Es muss also ein angemessenes Verhältnis zwischen Eigenständigkeit und Unterstützung gefunden werden. Im Idealfall sollte dies situationsabhängig adaptierbar sein. Für den Fall, dass es eine vorschlagbare Route gibt, sollte diese auf einer Kartenansicht eingezeichnet werden. Für den Fall, dass es keinen Routenvorschlag gibt, etwa weil gar keine Wege vorhanden sind, sollte die Richtung zum Ziel angezeigt werden. In beiden Fällen sollten die eigene Position und die Entfernung zum Ziel angegeben werden, im ersten Fall die Streckenlänge entlang der vorgeschlagenen Route und im zweiten Fall die Entfernung der Luftlinie. Für Entscheidungspunkte und entfernte Landmarken sowie zur Wegbestätigung sollten Photos nutzbar gemacht werden (ggf. mit eingeblendeten Navigationspfeilen, die optional textuell beschrieben werden).

## **4.2 Bedienung**

Um ein Gerät nicht festhalten zu müssen, befestigen Baca und Picone (2005) das Gerät außerhalb der Kleidung am Handgelenk. So wird aber auch die zweihändige Bedienung unmöglich. Es wäre zu klären, wie wetterfest und stoßresistent Geräte sein müssten, die stets außen an der Kleidung getragen werden, und ob diese verfügbar sind. Es wäre dann zu klären, ob eine gute Bedienbarkeit auch für die Erstellung von Photos so zu gewährleisten ist.

Eine Lösung für eine Bedienung ohne die Nutzung der Hände könnte sein, die Bedienung mittels Spracheingabe zu ermöglichen. Diese Möglichkeit ist aus Sicht des Autors aber nur bedingt geeignet, da sich weitere Mitwanderer durch die Bedienung gestört fühlen könnten. Die für die Erkennung von Steuerungsbefehlen aus den Audioeingaben nötige Spracherkennung kann außerdem rechenintensiv sein.

Für die Bedienung eines mobilen Gerätes sollte angestrebt werden, mit wenigen Knöpfen auszukommen, die so groß und unterscheidbar sind, dass sie sich auch mit Handschuhen bedienen ließen. Für die Navigation in Texten und auf Karten stehen Lösungen für eine neigungsgesteuerte Bedienung zur Verfügung, die durch die Nutzung eines digitalen Kompasses verfeinert werden könnten.

Nach Baca und Picone, so Fickas et al. (2008), erzeugt eine bildschirmfreie Navigationsunterstützung eine signifikant höhere kognitive Last. Um die kognitiven Ressourcen für die Raumwahrnehmung zur Verfügung zu haben, sollte daher aus Sicht des Autors die Navi-

gationsunterstützung bildschirmgeführt erfolgen. Aus Sicht des Autors sollte für die Kartenrotation eine über die Ergebnisse aus 3.1.5 hinausgehende Möglichkeit in Betracht gezogen werden. Unter Verwendung eines digitalen Kompasses könnte die Lage der Karte automatisch an die Lage des Gerätes im Bezug auf die Umgebung ausgerichtet werden. Dabei sollte die automatische Drehung nur manuell ausgelöst erfolgen. Es erscheint dem Autor dabei sinnvoll, auch einen Modus anzubieten, bei dem die Karte so auf dem Bildschirm ausgerichtet wird, dass ein möglichst großer Teil der noch vor einem liegenden Wegstrecke angezeigt werden kann. Eine Erwägung für die Rotation wäre, die Darstellung beim Rotieren so zu verkleinern, dass die ursprünglich dargestellte Fläche weiterhin auf dem Bildschirm sichtbar wird. So würde sichergestellt, dass Landmarken, die gerade auf der Karte betrachtet werden, weiterhin wieder findbar sind. Nach Abschluss der Rotation sollte dann mittels eines einfachen Knopfdruckes (optional automatisch) der vorherige Maßstab wiederhergestellt werden können.

Während die Sprachsteuerung des Systems vom Autor als nicht ideal bewertet wird, könnten Spracheingaben für die Aufzeichnung von Annotationen und Texten jedoch sehr gut geeignet sein, weil man dem Gerät lediglich mitteilen müsste, wann die Aufzeichnung starten und wann sie enden sollte, und weil das Sprechen von Freitexten deutlich schneller sein dürfte als Texteingaben. Dies gilt insbesondere, wenn diese auf kleinen Geräten oder etwa mit Handschuhen erfolgen sollte. Eine Spracherkennung der Audioaufzeichnungen erscheint dem Autor sinnvoll, um später eine bessere Zugreifbarkeit der Daten zu ermöglichen. Eine Spracherkennung würde aber hohe Anforderungen an die Rechenleistung stellen und wäre für ein mobiles System z.Z. nicht leistbar. Eine Spracherkennung ließe sich aber zu einem späteren Zeitpunkt auf einem leistungsfähigeren Gerät ausführen, wenn das Aufnahmegerät über ausreichend Speichermöglichkeiten verfügt, dass es die unbearbeiteten Audioaufzeichnungen zunächst zwischenspeichern kann.

### **4.3 Kollaboratives Erweitern des Wegenetzes**

Im Bereich der Erweiterung und Bewertung von Wegenetzen besteht die Idee, Positionsdaten einzelner Benutzer zu protokollieren und mit dem im Datenbestand vorhandenen Wegenetz abzugleichen, sobald Positionsdaten mit einer zu bestimmenden Genauigkeit den Rückschluss darauf zulassen, dass ein Teilnehmer das bekannte Wegenetz verlassen hat. Hier kann es sich um einen Datenfehler, um die Entdeckung eines neuen Weges oder ein Querfeldeingehen des Benutzers handeln. Es ist zu klären, ab wann das Querfeldeingehen ebenfalls einen neuen Weg darstellt. Durch die Verwendung statistischer Mittel, wie z.B. dass ein potentiell neu entdeckter Weg erst in den Datenbestand übernommen wird,

wenn mehrere Benutzer ihn genutzt haben, kann man die Verlässlichkeit der Daten erhöhen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, neue Wege einfach in den Datenbestand zu übernehmen und als nicht verifiziert zu markieren. So hat der Nutzer die Möglichkeit, den Weg bereits vor der Bestätigung durch weitere Benutzer kennenzulernen, und kann ihn in seine Planung mit einbeziehen und bei eigener Nutzung bestätigen oder als nicht passierbar rückmelden.

Bei der Verwendung von zeitlichen Angaben, wann ein bewerteter Weg begangen wurde, ließen sich später Angaben zur Aktualität der Daten machen. Wenn dabei Wege in bestimmten zeitlichen Abständen wechselnd als passierbar und nicht passierbar gemeldet werden, lassen sich daraus auch weitere Rückschlüsse ziehen. Ist ein Weg beispielsweise stets nur im Sommer- und Winterhalbjahr begehbar, so kann dies eventuell mit jahreszeitlich bedingten Regenfällen und Schneeschmelzen zu tun haben, die eine Passage im Frühjahr und Herbst erschweren. Auch tageszeitliche Indikationen wie die Wasserstandshöhe einer Furt könnten so eventuell erkannt werden. Die Einordnung, wann ein Weg passierbar ist, kann aber nicht immer allein daran erkannt werden, ob Wanderer einen Weg benutzen. Hier können auch ganz individuelle Faktoren, wie die aktuelle Tagesform der Wanderer oder die verbleibende Tageszeit, die für Wanderungen genutzt werden kann, die Entscheidung für oder gegen einen Weg motivieren. Daher sollten die Wanderer Routenabschnitte klassifiziert annotieren können. Basierend auf den Annotationen könnte das System dann eine weitere Einordnung vornehmen. Durch eine größere Menge von Nutzern besteht die Möglichkeit der vielfachen gegenseitigen Kontrolle, wodurch die Daten insgesamt verlässlicher werden.

Laut Stein et al. (2008) sei ein Bereitstellen größerer Informationsmengen für Systemanbieter nicht möglich, die Informationen sollten durch die Nutzergemeinschaft gesammelt werden. Der Systemanbieter stelle lediglich den Nutzungsrahmen zur Verfügung. Ob diese Aussage so korrekt ist, lässt sich jedoch nicht einfach mit „ja“ oder „nein“ beantworten, sondern bedarf einer gründlichen Kosten-Nutzen-Analyse, wie sie für jedes Informationssystem erstellt werden sollte.<sup>4</sup>

Stein et al. führen weiter aus, dass durch die Verwendung von Komponenten auf *Wiki*- und GMM-Basis die Grundlagen für ein kollaboratives System gelegt werden, was ein schnelles Wachstum der vorhandenen Informationen ermöglicht. Bezüglich *Wiki* ist dem sicherlich zuzustimmen. Es ist aber genauso denkbar, eine alternative Datenquelle für das Kartenmaterial zu verwenden, ohne auf die Vorteile eines kollaborativen Systems verzichten zu

---

<sup>4</sup> Für Kosten-Nutzen-Analysen unter besonderer Berücksichtigung mobiler Systeme siehe Fuschs und Ritz (2008).



müssen. Hier sollte die Auswahl besser nach der Datenqualität und Verfügbarkeit getroffen werden. Ein Opensource- (und ebenfalls kollaboratives) System ist OpenStreetMap (OSM) (OSM 2010). Wesentliche Einschränkung für die Nutzung eines *Wiki*-Systems im Backcountry dürfte sein, dass es sich bei der Standard *Wiki*-Engine um ein Online-System handelt, das um einen Offline-Modus ergänzt werden müsste. Hierbei ist zu bedenken, dass Backcountry-Wanderer teilweise mehrere Wochen offline sind und in dieser Zeit auch aus dem kollaborativen Datenbestand kopierte Datensätze editieren. Die Bearbeitung ist dabei ausdrücklich gewünscht. Durch die lange Zeit ohne Verbindung ergeben sich aber potentiell deutlich mehr Synchronisationskonflikte, da in der Zwischenzeit andere Benutzer ebenfalls denselben Datensatz bearbeitet haben können. Ein Ausweg könnte sein, bei der Offlinebearbeitung nicht zu gestatten, den Datensatz an sich zu ändern, sondern nur zusätzliche Ergänzungen zu gestatten, die dann bei der Synchronisation eingearbeitet werden können.

Unter <http://wiki-walk.net/walking/> findet sich die beispielhafte Beschreibung einer 10-Tages-Wanderung an der U.S.-Ostküste im „WikiWalk“, einem *Wiki* für Wanderer. Hier wird auch die Datenkopplung zur GoogleMapsMobile Fußgängernavigation demonstriert.<sup>5</sup>

### **Beschreibungen und Bewertungen**

Nach Roger (2007) zeigen Erklärende ein unterschiedliches Beschreibungsverhalten abhängig von der angenommenen Expertise des Erklärungsempfängers. Isaac und Clark (1987) beschreiben nach Roger (2007) das Phänomen am Beispiel von Bewohnern von New York, die bei Erklärungen für andere New Yorker die Namen von Gebäuden nutzten, während sie in Erklärungen für Nicht-Ortskundige eher die Gebäude beschrieben. Dieses Phänomen werde durch die Bildung homogener Gruppen reduziert. Homogene Gruppen können sich nach Holone (2007) in *Wiki*-basierten Systemen selbständig bilden. Es ist jedoch offen, wie diese Gruppenbildung vonstatten geht. Wenn sich Benutzer selbständig Gruppen (z.B. entsprechend ihrer Wandererfahrung, Fähigkeiten oder Interessen) zuordnen, ist zu bedenken, dass nicht jeder Benutzer in der Lage ist, selbstreflektiv verlässliche Eingaben über seine Fähigkeiten und Einschränkungen zu machen (Yao 2007). Das bedeutet, dass die Einordnung von Benutzern zu Gruppen zwar die Auswahl von angebotenen Strecken beeinflussen sollte, aber nicht verhindert werden sollte, die Auswahl durch den Benutzer anpassen zu lassen. Dieser Umstand ist auch mit einer Klassifikation von Wegen relevant. So ist die Einordnung, ob ein Weg „leicht“ oder „schwer“ zu begehen ist, nicht eindeutig interpretierbar, wenn unbekannt ist, ob diese Bewertung von einem geüb-

---

<sup>5</sup> Diese befindet sich noch im Betastadium und macht grobe Streckenberechnungsfehler. So wird die Laufzeit hier mit 6 Tagen errechnet.

ten Wanderer, einem Anfänger, oder einem Rollstuhlfahrer stammt. Wie im Grundlagenkapitel ausgeführt, sind die Wahrnehmung und Repräsentation der Umgebung und die Möglichkeiten, Bedürfnisse und Erfahrungen von Wanderern sehr individuell. Dennoch müssten sich basierend auf einer Auswahl von Faktoren annähernd homogene Benutzergruppen bilden lassen, was Vorteile für ein einheitliches Beschreibungsverhalten (Isaac und Clark 1987 nach Roger 2007) haben kann. Dabei sollte die Möglichkeit gegeben sein, dass Benutzer ihre Gruppenzugehörigkeit temporär ändern. Ein Wanderer kann ein völlig unterschiedliches Navigationsverhalten aufweisen, je nachdem, ob er etwa allein, in einer Gruppe, oder mit Kindern wandert. Ein Einordnen von Benutzern lässt sich im Rahmen des sog. Usermodelings vornehmen. Ronald et al. (2005) nach Holone et al. (2008) stellen ein Rahmenwerk für die Spezifikation und Entwicklung eines Fußgängermodells vor. Rogers und Langley (1998) nach Holone et al. (2008) stellten zuvor in Frage, ob sich eine explizite Benutzermodellierung lohne und diese ein ausreichendes Maß an Präzision aufweise. Dieser Punkt wäre zu klären.

Als Beispiel für ein weiteres Problem bei kollaborativen Bewertungen schilderte Holone (2007) den Fall, dass Nutzer absichtlich falsche Streckenbewertungen abgaben, um ein bestimmtes Verhalten des Systems zu erzwingen. Hier fehlte aus Sicht des Autors eine Klassifizierung der Bewertungseingaben. Wäre es dem Benutzer möglich gewesen, den vorgeschlagenen Streckenabschnitt als „unerwünscht“ zu markieren, hätte er ihn nicht als „unpassierbar“ markieren müssen, um ihn bei der weiteren Routenberechnung auszuschließen. Es sollte daher ein Klassifizierungssystem angeboten werden, aus dem der Nutzer für Bewertungen vorgegebene Optionen auswählt. Damit alle Benutzer ein einheitliches Verständnis von der Bedeutung der Optionen haben, sollten diese durch eindeutige Beispiele erläutert werden.

Bei Uneinigkeit in der Nutzergemeinschaft würden Wegstrecken eine deutlich aktivere Bearbeitung erfahren, während Wegstrecken, über die eine einheitliche Meinung bestünde, in ihrer Bewertung stabil blieben. Beschreibungen würden kontinuierlich modifiziert, bis es keine Unstimmigkeiten in deren Bewertung durch die Nutzer mehr gebe, so Holone et al.. Auf diese Weise werden aus Sicht des Autors auch die Form und Qualität einer Beschreibung an die Bedürfnisse einer Benutzergruppe angepasst. Es wäre aus Sicht des Autors somit zu eruieren, welche Effekte es bei der Verwendung durch nicht-homogene Nutzergruppen gäbe.

Wenn viele, häufig dem einzelnen unbekannte, Teilnehmer einer Gemeinschaft den Datenbestand verändern können, spielt die Frage der Vertrauenswürdigkeit des Einzelnen

eine Rolle. Dies könnte bei Streckenbewertungen auch implizit geschehen, indem man Strecken als verifiziert ansieht, wenn sie durch eine bestimmte Anzahl von Nutzern bewertet wurde.

## 4.4 Netzabdeckung

Wie bereits ausgeführt, ist im Backcountrygebiet damit zu rechnen, dass mangels Netzabdeckung keinerlei Onlineverbindung möglich ist und deshalb in einem Offlineszenario zu arbeiten ist.

Die Ausbausituation von GSM-Netzen variiert stark. Während einige Länder so gut wie gar nicht abgedeckt sind, gibt es z.B. in Japan nahezu eine Vollabdeckung mit 3G-GSM-Netzen, wobei sich nach Tarumi et al. (2006) Flatrates für Datenübermittlung und GPS-Dienste durchgesetzt haben. Welche Sensorsysteme für die Fußgängernavigation zur Verfügung stehen, wurde in einem Vergleich von 12 Studien Retscher (2004) eruiert. Es gibt aber bereits hierüber hinausgehende Lösungsansätze für alternative Anbindungsmöglichkeiten. Gegenüber GSM-Netzen nur mit geringen Bandbreiten (2,4 – 9,6 kBits/s) bereits verfügbar ist die Nutzung von Satellitentelefonnetzen, die ein deutlich größeres Abdeckungsgebiet haben. Die Kosten für die Nutzung liegen hierbei pro Zeit deutlich unter den aktuellen Roomingkonditionen europäischer GSM-Netzanbieter. Pro übertragene Daten sind die Kosten auf Grund der geringen Bandbreite aber deutlich höher (s. Netzbetreiberseiten (Globalstar 2010, Iridium 2010, Thuraya 2010). Für die Nutzung stehen spezielle mobile Geräte für IP-Verbindungen zur Verfügung, die in Maßen, Gewicht und Akkukapazität älteren GSM-Handys oder kleinen Notebooks entsprechen. Aus Sicht des Autors dürfte es auch hier zu einer aus dem GSM-Telefoniebereich bekannten Entwicklung zu kleineren, leistungsfähigeren Geräten und sinkenden Kosten bei steigender Bandbreite kommen.

Es gäbe auch die Möglichkeit, für die Datenübertragung Funkverbindungen im UHF-Band zu nutzen, die Bandbreiten im Mbit/s-Bereich zur Verfügung stellen (Bahl et al. 2009). Man benötigt aber recht große Antennen für den Empfang, wie man sie vom Fernsehempfang als Dachantenne kennt, um Reichweiten von 50-70km zu erreichen. Mit noch größeren Antennen und sehr starken Sendern könne eine Reichweite von 180km erreicht werden, so Bahl et al.. Für den Datenversand durch die mobilen Endgeräte scheint dieses Verfahren nicht praktikabel. Der Empfang ist jedoch mit sehr geringen Mengen an Energie und Rechenaufwand möglich, so dass ein solches System für den Versand von Datenaktualisierungen zum mobilen Endgerät im Push-Verfahren interessant sein könnte. So ließen

sich zwar die auf einer Wanderung erhobenen Daten noch nicht zu einem Server übertragen, aber die mobilen Clients könnten mit den jeweils aktuellsten Daten breitbandig und ressourcenschonend versorgt werden. Dabei wäre zu bedenken, ob nur personalisierte Informationen, verschlüsselt gesendet werden, oder ob stetig wiederholend die jeweils aktuellen Informationen in einem Empfangsgebiet ausgestrahlt werden. Zu bedenken ist dabei, dass das Empfangen größerer Datenmengen und die Überprüfung, welche hierdurch übermittelten Informationen relevant sind, auch Energie verbraucht.

Bei allen Anbindungsvarianten ist zu bedenken, dass eine Verbindung nicht überall und jederzeit (bidirektional) möglich ist, so dass beim Systemdesign für die Wanderung von einem Offlineszenario mit gelegentlichen Updatemöglichkeiten ausgegangen werden sollte.

## **4.5 Szenarien**

Aus den vorliegenden Erkenntnissen, Abwägungen und diskutierten Vorgaben lassen sich für eine spätere Entwicklung die folgende Übersichts-Szenarien ableiten. Die Phasen einer Wanderung unterscheiden sich hinsichtlich ihres Anwendungsortes. Während die Phasen Vor- und Nachbereitung vorwiegend in einer stationären Bürosituation stattfinden und man sich hier in einem Kontext befindet, der sich durch eine gute Ressourcenausstattung, insb. eine gute Konnektivität, auszeichnet, befindet man sich bei der eigentlichen Wanderung in einem nicht-urbanen, mobilen Kontext, potentiell ohne Konnektivität. Ein zu entwerfendes kollaboratives System muss also zumindest Teile der Anwendung in einem Offline-Kontext auf einem mobilen Gerät ausführen können, während für andere Teile in einem Online-Kontext auf einem leistungsfähigeren, stationären Gerät mit der Möglichkeit des Datenaustausches zu weiteren Geräten gearbeitet werden kann. Einige Teile der Anwendung (z.B. die Anpassung einer Route, die Darstellung von Gebietsinformationen oder die Aufzeichnung neuer Inhalte) werden in beiden Kontexten benötigt und müssen hierfür in angepassten Versionen vorliegen.

### **4.5.1 Szenario Vorbereitung einer Backcountry Wanderung**

Über ein stationäres Gerät gibt der Nutzer Einschätzungen zu seinen Wünschen, Fähigkeiten und Möglichkeiten vor, die in einem individuellen Profil gespeichert werden. Da Menschen laut Yao (2007) nicht in der Lage sind, diese Angaben objektiv zu machen, werden sie nur für grobe Einordnungen genutzt. Bei der Vorbereitung einer Backcountry-Wanderung geht es zunächst um die Auswahl eines ungefähren Zielgebietes. Dies wird dem Benutzer anhand seiner Profildaten aus einer Datenbank vorgeschlagen, die bereits Informationen über abgeschlossene Wanderungen dieses und anderer Benutzer enthält. Dabei

kann der Benutzer zunächst nach geographischer Lage oder nach Kategorien bzgl. der Routen (wie Schwierigkeitsgrad oder Frequentierung) eine Vorauswahl anzeigen lassen, die er weiter einschränken und erweitern kann, bis ein oder mehrere in Frage kommende Wandergebiete ausgewählt sind. Hier werden ihm nun mehrere Wanderrouten präsentiert, die mit detaillierteren Informationen versehen sind. Anhand seiner Vorgaben werden auch Vorschläge zu möglichen Kombinationen verschiedener Routen und Ausweichstrecken genannt. Neben reinen Fakten zur Route und benötigter bzw. hilfreicher Ausrüstung in tabellarischer Form werden auch Reiseberichte mit (*Panorama*-)Photos und Videos angeboten. Der Benutzer kann nun verschiedene Streckenabschnitte zu einer Wanderung zusammenfassen. Nach der Zusammenstellung einer Route werden sämtliche Fakten zum Wandergebiet, zu der ausgewählten Route und möglichen Alternativen zu einem Paket zusammengefasst, das später auf einem mobilen Endgerät mitgeführt werden kann. Dabei werden die Daten (insb. Bilder und Videos) so reduziert, dass sie sich auf dem später verwendeten mobilen Gerät gut speichern und darstellen lassen.

#### **4.5.2 Szenario Backcountry Wanderung**

Auf der Wanderung wird ein mobiles Endgerät verwendet, das mangels zuverlässiger Konnektivität i.d.R im Offlinemodus arbeitet. Das System bietet dem Nutzer hauptsächlich drei Möglichkeiten:

Informationsdarstellung: Zunächst die Darstellung von Strecken- und Umgebungsinformationen mit Unterstützung zur Navigation. Durch das Mitführen der Daten eines größeren umgebenden Wandergebietes inkl. Alternativrouten ist es möglich, auch während der Wanderung in Gebieten ohne Netzabdeckung die Wahl des Wanderweges anzupassen. Dies kann z.B. witterungsbedingt nötig werden, wenn etwa die Schneefallgrenze unerwartet fällt.

Informationserfassung: Des Weiteren die Erfassung von Informationen, wobei diese automatisch um Orts- und Zeitangaben ergänzt werden. Der Nutzer hat ebenso die Möglichkeit, Texteingaben, Photo-, Audio- und Videoaufnahmen vorzunehmen. Die Abwägung, welches Aufzeichnungsverfahren der Nutzer verwendet, liegt bei ihm. Das System unterstützt ihn dabei insbesondere durch die detaillierte Angabe der verfügbaren und benötigten Ressourcen (insb. Speicherplatz und Energie).

Texteingaben werden, je nach verwendetem mobilen Gerät, über dessen Eingabemöglichkeiten ermöglicht. Es wird davon ausgegangen, dass während der Wanderung nur kurze Notizen vorgenommen werden. Abends, witterungsgeschützt im Zelt,

können dann längere Texte (etwa Tagebucheinträge) in Ruhe und bei gleichbleibenden Beleuchtungsbedingungen vorgenommen werden.

Audioaufzeichnung werden für die Aufnahme von Spracheingaben vorgesehen, die für die Beschreibung der Raumwahrnehmung verwendet werden. Dabei wird zunächst nur eine Audiodatei aufgezeichnet und gespeichert, die in der Nachbereitungsphase mittels Spracherkennung in Text umgesetzt werden kann. Dabei ist eine von Gerät, verfügbarer Energie und Speicherplatz abhängige Abwägung vorzunehmen. Sollte die technische Entwicklung dazu führen, dass die direkte Spracherkennung und Speicherung als Text ressourcenschonender ist, so wäre diese Variante als Standard vorzugeben. Der Benutzer hat die Möglichkeit, sich bewusst für eine der beiden Varianten zu entscheiden.

Photos werden als Einzelbilder, Panoramabilder nach dem ressourcensparenden Quasi-Stitch-Verfahren (Kluth 2009b) aufgenommen. Dabei werden hochauflösende Bilder für die spätere Verwendung im System und für Photoabzüge gespeichert. Zusätzlich wird eine an die Darstellungsmöglichkeiten des Bildschirms des Endgerätes angepasste, reduzierte Version gespeichert und zur Darstellung verwendet.

Photos und Videos werden mit einem hierfür spezialisierten Gerät, wie einer Spiegelreflexkamera bzw. Videokamera, aufgezeichnet, wobei das mobile Gerät die Aufnahme steuern kann. Dadurch wird es möglich, etwa Panoramabilder mit hervorragender Qualität nahezu vollautomatisiert und mit GPS und Zeitdaten synchronisiert aufzunehmen und vom System automatisch aufzubereiten, ohne die Speicherressourcen des mobilen Gerätes zu belasten. Der Benutzer wird auf dem Bildschirm des mobilen Gerätes nur noch dazu angeleitet, wie er die Kamera halten muss, damit diese die benötigten Bildauschnitte belichten kann (Dieses Verfahren wurde durch den Autor bereits erfolgreich erprobt [Noch zu veröffentlichen]).

Datenaustausch: Treffen sich mehrere Wanderer bzw. Wandergruppen, besteht die Möglichkeit zum selektiven Datenaustausch. Zuletzt besteht die Möglichkeit, seine Reiseplanung an geänderte Begebenheiten und Wünsche anzupassen. Besteht zwischenzeitlich Konnektivität zum Server, ist eine Übermittlung der gesammelten Daten möglich, so dass Speicherressourcen auf dem Endgerät eingespart werden können.

### 4.5.3 Szenario Nachbereitung einer Backcountry Wanderung

Hier hat der Nutzer die Möglichkeit, die Daten auf seinem mobilen Endgerät mit einem stationären Gerät zu synchronisieren, an dem dann die Reise aufbereitet werden kann. Dazu bekommt der Nutzer sowohl die ursprünglich für die Reiseplanung verwendeten Informationen als auch die auf der Reise gesammelten Daten dargeboten. Nun kann der Nutzer die neu gesammelten Daten in die ursprünglichen Reisedaten einbinden und aufbereiten. Dabei ist es möglich, die Informationen selektiv für andere Nutzer freizugeben, damit diese für ihre Reiseplanung davon profitieren können. Es ist ebenso möglich, sämtliche Daten manuell zu erstellen und einzugeben, was notwendig ist, um nicht (auf der Reise mit dem mobilen Endgerät) erfasste Informationen einzubinden oder Reisegebiete gänzlich neu zu erschließen.

### 4.5.4 Architektonische und technische Implikationen

Bei einem Anwendungssystem, das die Dienstleistungen für obige Szenarien erbringen kann, handelt es sich um ein heterogen verteiltes Client-Server-System, das eine *Wiki-Engine* für kollaboratives Arbeiten nutzt. Durch den Umstand, dass das System während der Wanderung ohne Konnektivität auskommen muss, müssen die dort benötigten Informationen mitgeführt werden. Dadurch ergibt sich die Problematik der getrennten Datenhaltung und Replikation.

Um eine einheitliche Benutzungsschnittstelle anbieten zu können, die möglichst unabhängig von den verwendeten, heterogenen Geräten ist, sollte diese auf Smart-Clients aufsetzen. Es wäre zwar gut möglich, für die stationären Szenarien eine leichtgewichtige, browserbasierte Benutzungsschnittstelle anzubieten. Die Verwendung von Smart-Clients auch in diesen Szenarien bietet aber neben dem Vorteil der einheitlicheren Benutzungsschnittstelle auch die Möglichkeit, dass das System auch im stationären Kontext zeitweise offline genutzt werden kann und dass auf den stationären Geräten umfangreichere Berechnungen ausgeführt werden können. So ergibt sich der Vorteil, dass z.B. das endgültige *Stitchen* oder das Konvertieren von Videoaufnahmen auf lokalen Geräten erfolgen kann, was die zu transferierenden Datenmengen deutlich reduzieren kann und den/die Server von der Berechnungsarbeit befreit.

Sollen Videoaufnahmen aufwändiger bearbeitet werden, wäre die Nutzung separater Videoschnittsoftware vorzuziehen.

Für die verteilte Datenhaltung, Replikation und Abwägung der Clientarchitektur kann auf Standardverfahren zurückgegriffen werden. Im Anhang wird erläutert, warum ein Primär-Offline-Dienst unter Verwendung von Smart-Clients genutzt werden sollte (s.Anhang S.71ff.).

Die mobilen Clients sollten auf bereits weit verbreiteten Geräten aufsetzen, da die Nutzer diese Geräte bereits mit sich führen, ihre Bedienkonzepte gewohnt sind und dadurch letztlich auch die Anschaffungskosten gering bleiben. Waren 1991, als Weiser die Allgegenwärtigkeit von Computern vorhersagte, tragbare Computer für die Allgemeinheit noch nicht verfügbar, so wurden 2009 bereits mehr Smartphones als normale Mobiltelefone verkauft (Gartner 2009). Zusätzlich verfügen moderne Smartphones heute über technische Ausstattungen wie Kameras, GPS-Empfänger, Gyroskope und neuerdings Kompass, so dass die Geräte eventuell auch ohne Hardwareerweiterungen für Navigationsaufgaben genutzt werden können.



## 5 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde der Frage nachgegangen, wie die Raumwahrnehmung als Orientierungs- und Navigationsaufgabe während der Wanderung unterstützt werden kann. Studienergebnisse hierzu wurden abgewogen, um in Verbindung mit Ideen des Autors diskutiert und zu einem schlüssigen Gesamtkonzept verwoben zu werden. Wanderungen bestehen aus drei Phasen, der Vor- und Nachbereitung und der eigentlichen Wanderung, für die sich unterschiedliche Möglichkeiten zur computerbasierten Unterstützung der Raumwahrnehmung anbieten. In der Vorbereitung steht im Bereich Raumwahrnehmung im Vordergrund, welche Medien in welcher Form nutzbar gemacht werden können, um unbekanntem Nutzern Landschaften vor einer Wanderung erlebbar zu machen. Die entsprechenden Informationen müssen zuvor als Nachbereitung einer bereits abgegangenen Wanderroute bekannt gemacht werden. Die obigen Fragen sind jedoch im wesentlichen im Bereich der Psychologie verortet und nicht Gegenstand der Informatik. Diese könnte aus vorliegenden Erkenntnissen Unterstützungsmöglichkeiten entwickeln.

Das am besten zur Orientierungs- und Navigationsunterstützung für Wanderer nutzbare klassische Medium ist die topographische Wanderkarte. Landmarken sind, so die überwiegende Forschungsmeinung, das wesentliche Element der menschlichen Orientierung und Navigation. Sie sind aus topographischen Karten herauslesbar und werden auf sog. kognitiven Karten gespeichert und in Beziehung gesetzt. Orientierungs- und Navigationshilfen wie digitale Karten, Texte, Bilder, Richtungspfeile oder Audioausgaben wurden in Studien auf ihre Nutzbarkeit durch Fußgänger untersucht und die Ergebnisse in dieser Arbeit geschildert. Darauf aufbauend wurde ausgeführt, dass die Bedienung bildschirmgeführt gestaltet werden sollte und die Eingabe möglichst auf der Neigung des Gerätes und auf der Bedienung weniger Knöpfe, die mit einer Hand in Handschuhen genutzt werden können, basieren sollte. Das Augenmerk lag insbesondere auf der Nutzung und Erstellung von Bildern, insbesondere *Panoramabildern*, da diese sich als Ankerpunkte für die individuelle Erinnerung und die Darstellung von Landschaften bewährt haben. Hierzu wurde diskutiert, dass ein ressourcenschonendes Verfahren für die Erstellung und Darstellung auf mobilen Geräten von Nöten ist und sich als Lösung das QuasiStitch-Verfahren anbietet. Es wurde aufgezeigt, dass unterschiedliche Medien unterschiedliche Aspekte bei der Orientierung und Navigation unterstützen können und kombiniert verwendet werden sollten.

Es wurde begründet, warum ein *Wiki*-basiertes System zur Unterstützung kollaborativen Arbeitens verwendet werden sollte und welche besonderen Effekte kollaborativen Arbeitens, insbesondere im Bereich von Bewertungen zu Strecken und anderer Inhalte für Wanderer, auftreten können. Abschließend wurden aus den gewonnenen Erkenntnissen Übersichts-Szenarien als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten entwickelt.

## 6 Fazit und Ausblick

Die Thematik dieser Arbeit ist dem Teilgebiet der Informatik „Mensch-Computer-Interaktion“ (engl. Human-Computer Interaction, HCI) zuzuordnen, das sich der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen und ihren Mensch-Maschine-Schnittstellen widmet. Dieses Spezialgebiet ist unter anderem auch Teil der Wissenschaften Psychologie und Kognitionswissenschaft, die kein Teil des Informatikstudiums sind. Da es sich bei der vorliegenden Arbeit nicht um eine psychologische Abschlussarbeit handelt, wurden diese Bereiche nicht in dem vom Autor gewünschten Maße bei der Bearbeitung berücksichtigt, wie dies für die umfassende Bearbeitung der Thematik in ihrem Gesamtkontext vonnöten gewesen wäre. Durch diesen Umstand und dadurch, dass eine Masterthesis nicht den Umfang für eine umfassende Studie bietet, musste an einigen Stellen auf eine breitere und eingehendere Betrachtung von Themenbereichen verzichtet werden.

Das Hauptanliegen des Autors war es, ein Konzept für die Raumwahrnehmungsunterstützung für Wanderer in allen drei Phasen einer Wanderung mittels eines Computersystems zu entwerfen. Durch die Konzentration auf die eigentliche Wanderphase wurden Aspekte der Vor- und Nachbereitung weitgehend ausgeklammert. Zu diesen Phasen und nicht verfolgten Aspekten der Wanderphase sollen hier nun einige Gedankenansätze gegeben werden.

Es wurde dargelegt, dass Bilder ein hervorragendes Medium sind, um als Gedächtnisstütze für Situationen und darin erfahrene Emotionen zu dienen und dass sie auch von dritten genutzt werden können, um sich in eine Situation einzufühlen. Texte sind für die Aufzeichnung und Wiedergabe von Emotionen eventuell genauso gut - wenn nicht sogar besser - geeignet wie Bilder. Einen (guten) Text zu erstellen, fordert jedoch einen deutlich höheren zeitlichen Aufwand und sprachliche Fertigkeiten als die Aufnahme eines geeigneten Bildes. Sowohl für eine bildliche als auch für eine textuelle Beschreibung muss man sich mit der zu beschreibenden Szene/Situation auseinandersetzen. Für die Bildaufnahme sind dabei viele technische Unterstützungsmöglichkeiten bis hin zur (nahezu) automatischen Bilderstellung realisierbar. Die Erstellung von Texten ist ein deutlich stärker intellektuell geprägter Prozess, der schwerer technisch zu unterstützen ist.

Zusätzlich zu der Hypothese der unterschiedlichen Eignung von Bild und Text zur Erinnerungsunterstützung gibt es Ereignisse, die sich ggf. gar nicht bildlich festhalten lassen. So kann eine Situation bereits vergangen sein, bis man ein Photo gemacht hat, oder die Situation erstreckt sich über einen längeren Zeitraum, der nicht auf einem (oder mehreren) Bild aufgenommen werden kann. Bisher bleibt offen, ob und in welcher Weise sich Medi-

enaufzeichnungen als eigene Erinnerungshilfen von solchen zur Unterstützung von anderen Wanderern unterscheiden und ob der einzelne Wanderer bereit und in der Lage wäre, diese Unterschiede bei der Erstellung von Aufzeichnungen zu berücksichtigen. Interessant wäre, in welcher Form die Erstellung eines Tagebuches über das System erfolgen sollte, oder ob es separat geführt später in das System übertragen werden sollte.

In der Vorbereitungsphase ist der Nutzer Konsument von Informationen, während er sie in den folgenden Phasen erstellt und aufbereitet. Es stellt sich die Frage, in welcher Weise sich hieraus Unterschiede im Umgang mit den Informationen und den sie wiedergebenden Medien ergeben. So erhebt man in der Vorbereitung aus Sicht des Autors andere Ansprüche an Informationen, als wenn man sie selbst erstellt, was zu überprüfen wäre. Diese Unterschiede zu kennen, würde eine bessere Unterstützung in den drei unterschiedlichen Phasen einer Wanderung ermöglichen. Mögliche Fragen, die sich hieraus ableiten lassen, sind: Wie sollten Medien beschaffen sein, damit sie als gute Erinnerungsstütze wirken können? Und wie, um einen treffenden Eindruck unbekannter Landschaften zu vermitteln oder die Orientierung und Navigation zu erleichtern?

Es wurde ausgeführt, dass Menschen sehr individuelle Wesen sind. Dieser Umstand wird in dieser Arbeit besonders im Bereich von Streckenbewertungen behandelt. Es bleibt zu klären, inwieweit Individualitäten das Nutzungsverhalten der anderen Systembereiche beeinflussen. Diese Individualität und das erwähnte Unvermögen vieler Menschen, sich selbst in ihren Fähigkeiten objektiv einzuschätzen, legt die Erstellung und Verwendung eines Klassifikationssystems nahe. Zum einen könnten die Nutzer anhand von Fertigkeiten und Erfahrungen klassifiziert werden, damit man deren Bewertungen etwa auf Seriosität und Präzision einschätzen kann. Zum anderen bietet es sich an, auch für die Bewertung von Wegstrecken und Anderem ein Klassifikationssystem zu verwenden, um eine einheitliche Bewertung zu ermöglichen. Dabei sollte es nicht nur um die Begehrbarkeit oder Schönheit von Strecken gehen, sondern auch alle anderen Faktoren wie Übernachtungsmöglichkeiten, die Verfügbarkeit von Trinkwasser oder Gefahrenquellen bedacht werden. Ob die Generierung dieser Klassifikationssysteme auf Basis von Studien mit der Nutzergruppe stattfinden sollte oder anhand von *Folksonomien* durch die Nutzer selbst erstellt werden kann, bedarf der weiteren Überprüfung. Eventuell bietet die *Taxonomie* nach Wiener (2004) einen guten Ausgangspunkt zur weiteren Bearbeitung.

Auch wenn Klassifikationen bereit stehen, muss eruiert werden, wie ein Bewertungssystem am besten aufgebaut würde. Sollten einfach positive und negative Werte genutzt und gegeneinander aufgerechnet werden? Oder sollte nur die letzte Bewertung ausschlagge-

bend sein? Sollten freitextliche Beschreibungen zur Bewertung genutzt werden?

Für die Bearbeitung der obigen Aspekte sollte die Gruppe der Wanderer als Nutzer in die Erarbeitung mit einbezogen werden, und zwar in deutlich stärkerem Umfang als dies bei den Nutzergruppen der Studien in Kap. 3. erfolgt ist, um zuverlässige Aussagen treffen zu können. Insbesondere sind hier Effekte, die durch kollaborative Systeme entstehen können, etwa die gegenseitige Aufhebung von Bewertungen bei gegensätzlicher Einschätzung, zu beachten. Auch Effekte, die sich durch geschlechtsspezifische Aspekte ergeben, sollten Eingang finden. In der bearbeiteten Literatur wurde hier von unterschiedlichen Objekten gesprochen, die Männer und Frauen zur Orientierung und Navigation nutzen, und davon, dass Männer bei Navigationsaufgaben eher riskantere Entscheidungen treffen. Hier wäre zu klären, ob dies auch für den Bereich Backcountry-Navigation gilt und inwieweit dies für das vorgestellte Systemkonzept relevant ist. Je nach Möglichkeit zur Bewertung und Klassifikation (nur „Benotung“ vs. Möglichkeit zur Freitextbewertung) ist auch zu überprüfen, inwieweit Prozesse der Meinungsbildung in Gruppen, wie sie die Sozialpsychologie erforscht, entstehen. Wann ist ein bestimmter Zeltplatz toll? Wann entstehen Kulte (im Sinne von „da muss man gewesen sein“)? Und wie wirkt sich dies wiederum auf den Gegenstand der Bewertung aus?<sup>6</sup>

In dieser Arbeit wird von einem kollaborativen System ausgegangen. Einem System also, das auch vom Vertrauen der Nutzergemeinschaft zu ihr unbekanntem Teilnehmern lebt. Hier sind Aspekte interessant, welche Möglichkeiten sich durch das kollaborative Agieren der Nutzer noch ergeben könnten. Könnte etwa anderen Wanderern ein Teil der eigenen Daten anvertraut werden, damit diese sie der Nutzergemeinschaft zur Verfügung stellen können, bevor man selbst die Möglichkeit dazu hat? In der kollaborativen Nutzergemeinschaft würden wahrscheinlich auch ähnliche Effekte wie in anderen virtuellen sozialen Netzen zu beobachten sein. Welchen Effekt hätte z.B. die Titulierung der Nutzer (Friend vs. User)? Welche Effekte entstehen durch soziale Reputationssysteme? Welche Sicherheits- und Datenschutzfragen entstehen?

Der Autor geht von einer mentalen Karte als kognitivem Basiskonstrukt aus, obwohl es hierzu noch keine eindeutigen Belege und sogar anderslautende Forschungstheorien gibt. Es ist unklar, ob eine Widerlegung der kognitiven Karte Relevanz für ein zu erstellendes System hätte. Auch ist der Autor nicht der Frage nachgegangen, ob topographische Karten die beste Wahl bei einer kartenbasierten Navigation sind oder ob sie einfach den Vorteil der langen Tradition haben.

---

<sup>6</sup> Bspw. wird seit dem Erfolg der „Herr-der-Ringe“-Filme Neuseeland von Wanderern deutlich stärker frequentiert. Frei nach dem Motto: „Tausende kommen zu uns, um die Einsamkeit zu genießen.“

Neben den inhaltlichen Punkten sind auch technische Fragen während der Bearbeitung aufgetaucht. Wäre Energie auf der Wanderung unbegrenzt (o.a. beliebig erneuerbar) verfügbar, so stünde auch die Berechnungskapazität in unbegrenztem Maße zur Verfügung. Lediglich die Berechnungszeit wäre dann noch zu beachten. Hier wäre interessant, wie ein mobiles System über einen längeren Zeitraum mit ausreichend Energie versorgt werden könnte, ohne die zu transportierende Last deutlich zu erhöhen. Im Bereich der Konnektivität gibt es verschiedene Ansätze, die Bereiche mit Netzabdeckung zu erweitern, so dass irgendwann überall eine Onlineanbindung möglich ist. Hier wäre interessant, welche Möglichkeiten sich dann in der Phase der Wanderung ergäben.

Der Austausch von Daten wird durch Standardisierung erleichtert. Welche Standards ließen sich nutzen, bzw. wie müssten sie aufgebaut sein, um das eigene System auch an andere Systeme zu koppeln? Inhaltlich wäre eine Anbindung etwa an Wetterdienste oder Nationalparkverwaltungen wünschenswert, so dass die Nutzer auf der Wanderung mit aktuellen Daten versorgt werden könnten, die nicht nur durch die Nutzergemeinschaft eingebracht werden. Für die Verteilung im Wege einer unidirektionalen Verbindung gibt es bereits heute Lösungen, etwa via Satellit oder über eine Adaption des bekannten „Weltempfängers“. Eine interessante Frage wäre auch, in welchem Maße die Aktualität der Daten relevant ist und ob sich nicht eine bidirektionale Onlineanbindung via Satellitentelefonen anböte.

Letztlich wären Fragen interessant, die die Bedienbarkeit des Systems betreffen, sowohl im stationären, als auch im mobilen Kontext. Wie lassen sich emotionale Wahrnehmungen festhalten, aufbereiten und weitergeben? Der Autor geht davon aus, dass es in allen drei Phasen ein emotionales Erleben gibt. Für das System relevante Fragen sind z.B.: Wie lassen sich die benötigten Informationen leicht zugreifen? Und wie lässt sich entscheiden, welche Informationen benötigt werden? Der Autor sieht die Notwendigkeit der Datenerhebung auf der Wanderung als Ausgangsmaterial für seine eigene Erinnerung und die Aufbereitung für andere. Denkbar ist aber auch, dass mit zunehmender Intensität der Datenerhebung das emotionale Erleben der Wanderung beeinträchtigt werden kann. Eine Möglichkeit, Landmarken in der Umgebung zu identifizieren wäre, Mittel aus dem Bereich der erweiterten Realität (engl. augmented reality) zu verwenden. Es stellt sich jedoch die Frage (neben der bereits besprochenen Ressourcenbeachtung), inwieweit diese die emotionalen Aspekte der Raumwahrnehmung beeinflusst oder auch beeinträchtigt.

# 7 Danke

Basti

vår andra

Gunter

Jutta

Kai

'Lona

Malin

Marion

Matthias

Piefge

Susi

# 8 Anhang

## 8.1 Anforderungsklassifikationen mobiler Dienste

Durch eine Klassifikation von Anforderungen wird eine Auswahl von Implementationsvarianten erleichtert. Durch eine Standardisierung der Klassifikation wird dann die Wiederverwendbarkeit von Entscheidungen erleichtert. Bei jeder Softwarekonzeption spielen diverse Aspekte eine Rolle, beispielsweise sind Punkte wie Wartbarkeit und Testbarkeit zu nennen. Eine vollständige Klassifikation kann umfangreich werden, daher hier der Schwerpunkt auf Aspekten, die für mobile Dienste eine besondere Rolle spielen. Folgende (in Anlehnung an Ortner (2006) erweiterte) Klassifikation kann als Ausgangspunkt genutzt werden:

<b>Datenvolumen</b>	Hoch		Niedrig			
<b>Datentaktung</b>	Relevant		Irrelevant			
	Hoch	Niedrig				
<b>Datenverzögerung</b>	Relevant		Irrelevant			
	Hoch	Niedrig				
<b>Sicherheit</b>	Vertraulichkeit	Authentizität	Integrität	Aktualität	Nicht-abstreibarkeit	Verfügbarkeit
<b>Abhängigkeit von weiteren Diensten</b>	Vorhanden		Keine			
	Dynamisch	Fest				
<b>Kommunikation</b>	Zustandslos		Zustandsbehaftet			
<b>Ressourcenverbrauch</b>	Datenübertragung	Kompression	Berechnung	Datenspeicher	Energie	
<b>Positionsbestimmung</b>	Exakt		Ungefähr		Grob	
<b>Ortswechsel</b>	Keiner (stationär)		Selten		Häufig	
	Regelmäßig (getaktet)		Unregelmäßig			
<b>Netzverfügbarkeit</b>	Immer online		Teilweise online		Offline	
<b>Aktuallitätsbedarf</b>	Sporadisch		Regelmäßig		Echtzeit	

Statisch	Partiell	Komplett
----------	----------	----------

## 8.2 Anwendungsarchitekturen

Nach Raasch (2007) und Zukunft (2007) hat sich die in Tanenbaum und Steen (2007) beschriebene Drei-Schichten-Architektur für die Komponentenaufteilung verteilter Anwendungen bewährt. Tanenbaum und Steen unterscheiden drei Schichten, Präsentations-, Anwendungs- und Persistenzschicht. Anwendungsarchitekturen klassifizieren Tanenbaum und Steen bezüglich ihrer Komponentenaufteilung zwischen Client und Server in 5 Stufen (Abb. 5). Vom Leichtgewichtigen Client (a), bei dem lediglich Teile der Präsentationsschicht auf dem Client liegen und der Rest der Anwendung auf dem Server ausgeführt wird, bis hin zum Schwergewichtigen Client (e), bei dem nur Teile der Persistenzschicht auf dem Server liegen und der Rest der Anwendung auf dem Client ausgeführt wird.

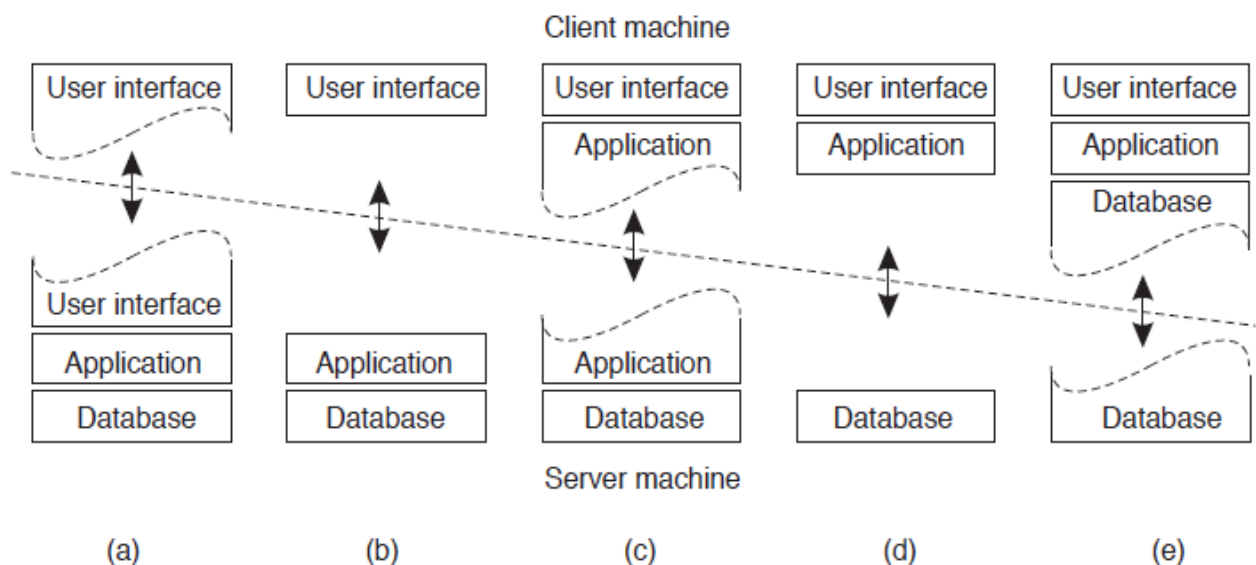


Abbildung 5: Komponentenaufteilung verteilter Anwendungen nach Tanenbaum und Steen (2007)

### 8.2.1 Leichtgewichtige Clients

Bei Systemen mit Leichtgewichtigen Clients werden die Anwendungsdaten auf dem Server gehalten und die Anwendungslogik ebenfalls auf dem Server ausgeführt. Wie beispielsweise bei browser basierten Anwendungen wird die Darstellung der Benutzerschnittstelle ebenfalls auf dem Server vorbereitet und auf dem Client nur noch dargestellt. Dies bietet die Vorteile, dass potentiell sehr wenig Daten von und zum Client übertragen werden müssen. Sämtliche Daten werden zentral gehalten, so dass es keine Versionskon-



flikte gibt. Auch stellt dieses Konzept relativ geringe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Clients. Der Mangel, dass die Benutzungsschnittstelle nur über einfache Darstellungsmittel verfügt, wird durch aktuelle Techniken bereits ausgeglichen (→ Ajax etc.). So spricht viel für die Verwendung Leichtgewichtiger Clients im Rahmen einer Backcountry-Anwendung. Leichtgewichtige Clients müssen für die Nutzung der Anwendung aber stets Online sein, so dass dieses Konzept für Offlineszenarien nicht tragbar ist.

### **8.2.2 Schwergewichtige Clients**

Bei Systemen mit Schwergewichtigen Clients wird neben der Repräsentationsschicht auch die eigentliche Anwendung ausgeführt und die Daten (zumindest zum Teil) auf dem Client vorgehalten, so dass neben komfortableren Darstellungsmöglichkeiten auch geringere Antwortzeiten zu realisieren sind, da kein potentiell langwieriger Datentransfer zwischen Client und Server stattfinden muss. Dafür müssen jedoch die Anwendungsdaten zwischen Client und Server abgeglichen werden, wobei es zu Versionskonflikten kommen kann, die dann zu lösen sind. Zusätzlich werden deutlich höhere Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Clients gestellt. Dies Problem reduziert sich mit der Zeit, da mobile Geräte mit jeder Generation leistungsfähiger werden. Bereits heute sind anspruchsvolle Benutzungsschnittstellen mit guten Reaktionszeiten auf mobilen Geräten realisierbar. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass hier auf gerätespezifische Eigenschaften zu achten ist, so dass die Anwendung für verschiedene Geräte angepasst werden muss. Eine Möglichkeit diesem Problem zu begegnen ist, die Anwendung für eine Laufzeitumgebung zu erstellen, die auf vielen verschiedenen Geräten zur Verfügung steht.

### **8.2.3 Abwägung Clientkonzepte nach Tanenbaum und Steen**

Die Komponentenaufteilung nach Tanenbaum und Steen (2007) sieht keine Möglichkeit vor Anwendungs- UND Persitensschicht zwischen Client und Server zu verteilen. Für eine Backcountryanwendung wäre es jedoch notwendig, Informationen im Offlinemodus zu erfassen und diese zu verarbeiten, wobei weitere auf dem Client lokal gespeicherte Informationen verarbeitet werden. Dabei müssen aufgrund der Ressourcen mobiler Geräte Einschränkungen bei der Verarbeitung gemacht werden. Nach einer Synchronisation mit dem Server sollen die erfassten Daten dann erneut verarbeitet und erweitert aufbereitet werden. Dies entspräche aber genau einer Aufteilung von Anwendungs- und Persitensschicht zwischen Client und Server. Des weiteren könnte man für einen einfachen Onlinezugriff auch ein zusätzliches Browserinterface zur Verfügung stellen, so dass auch die Präsentationsschicht zu verteilen wäre.

## 8.3 Verteilungsmuster nach Dienstkonnektivität

Brooks stellt Verteilungsmuster nach Dienstkonnektivität vor (Brooks). Das Muster für Online-Dienste entspricht dabei dem Leichtgewichtigen Client bei Tanenbaum. Als Gegenstück beschreibt Brooks einen Offlinedienst, bei dem sämtliche Anwendungskomponenten auf Clientseite vorgehalten werden. Als zwei Varianten dazwischen werden hier Hybrid-Offline- bzw. Hybrid-Online-Dienste vorgestellt.

Beim Hybrid-Offline-Dienst werden die Präsentationsmodule und der Hauptteil der Geschäftslogik (also der Anwendungsschicht nach Tanenbaum und Steen) auf dem Client angeordnet. Ebenso befindet sich ein Teil der Persistenzschicht in Form von Anwendungsdaten auf dem Client. Der Hauptbestandteil der Anwendungsdaten befindet sich auf dem Server und wird über einen Synchronisationsmechanismus abgeglichen. Ebenso befindet sich ein Teil der Geschäftslogik auf dem Server.

Beim Hybrid-Online-Dienst wird die Bereitstellung der Daten durch die im Server angesiedelte Hauptgeschäftslogik vorgenommen. Die im Client befindliche Teilgeschäftslogik cached Daten lediglich für eine temporäre Offlinenutzung. Die Präsentationsmodule liegen primär auf dem Server, lediglich die Dialoge werden auf dem Client angesiedelt.

Während man beim Hybrid-Offline-Dienst einen stärkeren Client benötigt, kann man beim Hybrid-Online-Dienste auf schwächere Geräte zurückgreifen. Weder Achitekturen nach dem Hybrid-Offline- noch nach dem Hybrid-Online-Dienst Muster werden den Anforderungen für die Backcountry-Anwendung gerecht. Hier wird eine Mischung aus beidem benötigt. Das benötigte Muster, quasi ein Primär-Offline-Dienst, folgt im Wesentlichen dem Hybrid-Offline-Dienst von Brooks, jedoch befindet sich die Hauptgeschäftslogik auf dem Server und nur ein Teil der Geschäftslogik auf dem Client und die Datensynchronisation wird zur Optimierung des Datentransfers durch die Geschäftslogik gesteuert.

## 8.4 Anforderungen in mobilen Prozessen

In „Anforderungen in mobilen Geschäftsprozessen und ihre Auswirkungen auf die Architektur mobiler Systeme“ ordnen die Autoren verschiedene Anforderungen mobiler Dienste den verschiedenen Architekturen ähnlich Brooks zu (siehe Gruhn und Köhler (2007)).

	Always-Online Webbasiert	Always-Online Rich-Client	Hybrid Rich-Client	Offline Fat-Client
<b>Point of Service</b>				
Büro	+	+	+	+
Urbanes Gebiet	0	0	+	+
Ländliche Gegend	-	-	+	+
<b>Datenqualität</b>				
Echtzeitdaten gewünscht	+	+	-	-
Relativ hohe Aktualität akzeptiert	+	+	+	-
Geringe Aktualität akzeptiert	+	+	+	+
<b>Redundanz des Quellcodes</b>				
Keine Redundanz akzeptiert	+	+	+	+
Geringe Redundanz akzeptiert	+	+	-	-
Keine Redundanz gewünscht	+	-	-	-
<b>Softwareverteilung</b>				
Verteilung offline akzeptiert	+	+	+	+
Verteilung online akzeptiert	+	+	+	0
Keine Verteilung gewünscht	+	-	-	-
<b>Oberflächendesign und Interaktionstechniken</b>				
Sollen umfassend sein	-	+	+	+
Kann HTML sein	+	+	+	+
<b>Sicherheit</b>				
dezentrale Organisation	+	+	+	+
zentrale Organisation	+	+	0	-

## 8.5 Hardwareplattformen

Neben den geschlossenen Plattformen, für die keine separaten Anwendungen erstellt werden können, wie sie beispielsweise von Navigationsgeräteherstellern wie Garmin (Garmin 2010) genutzt werden, gibt es Plattformen, die für Anwendungsentwickler nutzbar sind. Hierzu gehören neben den dem von Mobiltelefonherstellern wie Nokia (Nokia 2009) verwendeten SymbianOS (2009), auch Plattformen wie Microsoft .net oder Apples Mobile OS der iPhones (iPhone 2009). Während Symbian- und MobileOS-Anwendungen in einer compilierenden Programmiersprache speziell für eine Plattform erstellt werden, nutzt .net

eine sog. Laufzeitumgebung.

### **8.5.1 Native Anwendungen**

Neben einer potentiell deutlich höheren Ausführungsgeschwindigkeit bieten native Anwendungen den Vorteil, dass sie sich nahtlos in bestehende mobile Systeme integrieren lassen.

Jedoch muss ggf. für jede neu verwendete Hardware oder Betriebssystemversion die Anwendung neu erstellt und natürlich auch getestet werden, was den Produktionsaufwand erhöht. Da die Anwendungen direkt im Betriebssystem ausgeführt werden, bestehen hier deutliche höhere Sicherheitsrisiken als bei Systemen, in denen die Anwendung in einem abgegrenzten Bereich, einer sog. Sandbox, ausgeführt werden.

### **8.5.2 Mobile Laufzeitumgebungen**

Bei Systemen mit einer Laufzeitumgebung setzt auf dem eigentlichen Betriebssystem eine vereinheitlichte Zwischenschicht, die Laufzeitumgebung, auf. Diese stellt gegenüber der Anwendung Funktionalitäten des Betriebssystems bereit, wobei die für diese Überetzung benötigte Rechenkapazität nicht der Anwendung zur Verfügung steht und die Ausführungsgeschwindigkeit dadurch reduziert werden kann, wie Domer et al. (2004) belegen. Da die Laufzeitumgebung ebenfalls auf den mobilen Geräten installiert sein muss, steht weniger Speicherkapazität für Anwendungen und deren Daten zur Verfügung. Daher stehen die Laufzeitumgebungen für mobile Geräte i.d.R. in einer im Funktionsumfang eingeschränkten Version bereit.

### **8.5.3 .net, .net compact**

Microsoft stellt mit seinem .net-Framework (.Net 2010) für PC-Systeme ein Rahmenwerk für die Entwicklung von Anwendungen in verschiedenen Programmiersprachen. So können Anwendungen beispielsweise in VisualBasic, J#, oder C# erstellt werden, die dann in einen Zwischencode, der in der .net-Umgebung ausgeführt werden kann, übersetzt werden.

Dieser Zwischencode wird modulweise bei der ersten Ausführung auf einem System kompiliert. Dadurch steht das Anwendungsmodul nun in einer für die ausführende Version angepassten Version zu Verfügung. Gegenüber interpretierenden Systemen, wie Sun Java, bietet dies eine potentiell höhere Ausführungsgeschwindigkeit. Die erste Ausführung dauert dafür länger als die weiteren Ausführungszeiten, so dass hier kein homogenes Laufzeitverhalten erzeugt wird. Es gibt in der .net-Ausführungsumgebung die Möglichkeit, eine

Anwendung vor dem ersten Start komplett zu übersetzen. So kann dieser zeitaufwändige Prozess vorgezogen werden.

Das .net compact – Framework ist eine abgespeckte Version des sehr funktionsmächtigen .net – Frameworks. Dabei wird vor allem auf für mobile nicht so relevante Funktionalitäten verzichtet. Auch das .net compact – Framework bietet die Möglichkeit, Anwendungen zunächst in Gänze zu compilieren. Da der so entstehende Code jedoch größer sein kann als der Zwischencode, ist dies im Bezug auf den vorhandenen Speicherplatz mobiler Geräte abzuwägen.

Beide .net – Frameworks sind nur für Microsoft Betriebssysteme verfügbar und somit nur auf entsprechend ausgestatteten Geräten nutzbar.

#### **8.5.4 Java Plattform, Micro Edition (Java ME)**

Die von Sun (SunJava 2009) bereitgestellte Java Plattform zielt insbesondere auf hohe Portabilität. So steht für nahezu jedes Betriebssystem eine Java-Laufzeitumgebung und für mobile Geräte entsprechend eine sog. Java Micro Edition bereit. Selbst für eingebettete Systeme steht dieses System zu Verfügung. In Java erstellte Anwendungen werden in einen Zwischencode, den Java-Bytecode, übersetzt, der von einer virtuellen Maschine interpretiert wird. Dabei kommt das Konzept der Sandbox zum tragen, so dass nicht reagierende Java-Anwendungen nicht das ganze System blockieren.

#### **8.5.5 Android**

Die von der Open Handset Alliance vorgestellte Plattform Android (Android 2009) umfasst sowohl das eigentliche Linux-basierende Betriebssystem, als auch eine Laufzeitumgebung für Java-Anwendungen. Sämtliche Bestandteile liegen im Quelltext vor. Android basierte Geräte sind noch nicht lange erhältlich und haben, z.T. noch einige „Kinderkrankheiten“.

Gegenüber den oben vorgestellten .net- und Java-Umgebungen steht für Android auch ein Emulator zur Verfügung, so dass nicht für alle Programmtests die entsprechenden mobilen Geräte zur Verfügung stehen müssen. Im Funktionsumfang gibt es beim Emulator aber noch Einschränkungen (Androidemulator 2009).

So ist es nicht möglich eingehende oder ausgehende Telefonanrufe zu simulieren, den USB-Anschluss, Kopfhörer-, Lautsprecher, Bluetooth oder eine Videokamera zu nutzen. Diese Defizite lassen sich jedoch durch Anpassung des Emulators und der Umleitung von Hardwareanfragen auf separate Webservices beheben (Kluth 2009).

Android steht z.Zt. offiziell nur für Geräte der Open Handset Alliance zur Verfügung. Es gibt aber diverse Projekte, die sich mit der Portierung auf andere Hardwareplattformen beschäftigen (Openmoko (2009), iPhone (2009) u.w.). So gibt es bereits Bestrebungen die Android-Laufzeitumgebung z.B. auch auf iPhones (AndroidiPhone 2009) verfügbar zu machen.

#### **8.5.5.1 Android-Native**

Da es auch bei Android das Problem von Laufzeitumgebungen gibt, dass diese potentiell langsamer sind als native Anwendungen Domer et al. (2004) und nicht sämtliche Geräte spezifische Hardware vereinheitlicht angesprochen werden kann, hat Google Android-Native vorgestellt. Hierbei handelt es sich um eine Schnittstelle, mit der aus Android-Anwendungen heraus auf native Bibliotheken zugegriffen werden kann. Diese Bibliotheken können vom Entwickler selbst erstellt werden, so dass rechen- oder speicherintensive Algorithmen (auf Kosten der Übertragbarkeit) gerätespezifische Hardwareeigenschaften zur laufzeit- oder speicheroptimierten Ausführung nutzen können. So werden die Bibliotheken als C-Compilat zur Verfügung gestellt und direkt vom Linuxsystem ausgeführt. Neben Robustheitsproblemen sind hier auch Sicherheitsaspekte zu bedenken. Ein großer Vorteil liegt darin, dass auch nicht von Android unterstützte, Spezialhardware der Geräte nutzbar wird. Dies ist insbesondere interessant, wenn Geräte über Zusatzhardware wie beispielsweise einen Kreiselkompass, ergänzt werden.

#### **8.5.6 Plattform-Bewertung**

Der Autor hat sich auf Grund der offenen Sourcen für die Androidplattform entschieden. Für bereits erstellte Prototypen wurden der um Hardware ergänzte Emulator und Androidgeräte erfolgreich eingesetzt (s. Kluth 2009,2009b).

#### **8.5.7 Hardwareergänzungen**

Um höherwertige Spiegelreflexkameras durch ein mobiles Gerät steuern zu können ist eine Anbindungsmöglichkeit und die Kenntnis des entsprechenden Übertragungsprotokolls notwendig. Leider werden diese Protokolle, sofern es eine Anbindungsmöglichkeit überhaupt gibt, von den Herstellern nicht veröffentlicht. Es ist aber möglich, etwa bei einer Anbindung über einen USB-Anschluss, die hier auftretenden Signale mitzuschreiben, zu interpretieren und somit eine Befehlsbibliothek zur Kamerasteuerung zu erstellen.

## 9 Glossar

**Augmented reality** – Erweiterte/angereicherte Realität bezeichnet Systeme, die durch einblenden von Zusatzinformationen in unsere Wahrnehmung diese ergänzen. Beispielsweise mittels halb durchsichtiger Brillen, durch die man seine Umgebung sehen kann und die zusätzlich Objekte einblenden können.

**Backcountry** - bezeichnet Gebiete, die zu Fuß in mehr als einem Tagesmarsch zu erreichen sind. Dabei wird keine Entfernung zur nächsten befestigten Straße o.Ä. festgelegt, da Wanderer eine sehr unterschiedliche Leistungsfähigkeit haben. I.A. kann aber davon ausgegangen werden, dass das Backcountry nach 15-50km Wanderstrecke beginnt.

**Daten** - „... sind das Gegebene zur Verarbeitung ohne Verwendungshinweise“ DIN-44300 nach [Krcmar (1996)]

**GPS** - Das **Global Positioning System** ist ein Satellitengestütztes Navigationssystem, dass die Position von Navigationsgeräten anhand der Laufzeitunterschiede synchronisierter Satellitensignale ermittelt.

**Informationen** - „... sind in den Kontext eines Problemzusammenhangs gestellte Daten“ Wittmann (1959) nach Krcmar (1996)

**Kontext** - bezeichnet „...alle Elemente einer Kommunikationssituation, die das Verständnis einer Äußerung bestimmen. ... Als allgemeiner Kontext der Sprechsituation wird dabei der Ort, die Zeit und der Handlungszusammenhang der Äußerung bezeichnet.“ nach Bußmann (2008)

**Panorama** - wird im Rahmen dieses Dokumentes als Synonym für aus Einzelbildern erstellten Kompositionsbildern verwendet.

**PDA** - (persönlicher digitaler Assistent), ein kompakter, tragbarer Computer, der hauptsächlich für die persönliche Kalender-, Adress- und Aufgabenverwaltung benutzt wird und durch weitere Programme erweitert werden kann.

**Stitching** - bezeichnet in der Fotografie das Erstellen einer großen Fotografie aus verschiedenen kleineren Einzelaufnahmen. Der Begriff stitch bedeutet übersetzt aus dem Englischen „nähen“ oder „zusammenheften“ (to stitch together). (Wikipedia 2009)

**Wiki** - Ein Wiki ... , ist ein Hypertext-System für Webseiten, dessen Inhalte von den Benutzern nicht nur gelesen, sondern auch online direkt im Browser geändert werden können. Diese Eigenschaft wird durch ein vereinfachtes Content-Management-System (CMS), die sogenannte ... Wiki-Engine, bereitgestellt. ... Eine bekannte Anwendung ist die Online-En-

zyklopädie Wikipedia. ... Wikis ermöglichen das gemeinschaftliche Arbeiten an Texten. Ziel eines Wikis ist es im Allgemeinen, die Erfahrung und den Wissensschatz der Autoren kollaborativ auszudrücken (Kollektive Intelligenz). ... Eine wesentliche Funktion der meisten Wiki-Engines ... ist die Versionsverwaltung, die es den Benutzern im Fall von Fehlern oder Vandalismus erlaubt, eine frühere Version einer Seite wiederherzustellen. Wie bei Hypertexten üblich, sind die einzelnen Seiten eines Wikis durch Querverweise (Hyperlinks) miteinander verbunden; zur Vernetzung verschiedener Wikis dient das Verfahren der Inter-Wiki-Verweise. Wikis gehören zu den CMS, setzen aber – im Unterschied zu teils genau geregelten Arbeitsabläufen (engl. workflow) in Redaktionssystemen – auf die Philosophie des offenen Zugriffs. Die Änderbarkeit der Seiten durch jedermann setzt eine ursprüngliche Idee des World Wide Web konsequent um. Jedoch nicht jedes Wiki ist öffentlich lesbar oder schreibbar, es gibt auch Systeme, die eine Zugriffssteuerung für bestimmte Seiten und Benutzergruppen erlauben. Ein wesentlicher Unterschied zu typischen CMS ist, dass bei Wiki-Software weniger Wert auf ein differenziertes Layout der Webseiten, als vielmehr auf eine auch für Laien möglichst einfache Formatierbarkeit gelegt wird. Dazu dient oft die Verwendung einer speziellen einfachen Auszeichnungssprache. ... Wikis sind im Gegensatz zu klassischen CMS dann sinnvoll, wenn eine hohe Anzahl an Nutzern Informationen einstellt. Ein Wiki entfaltet seine volle Wirkung meistens erst dann, wenn eine kritische Masse erreicht ist. In diesem Fall kann ein Wiki zu einem „Selbstläufer“ werden. (Wikipedia 2009)

### **Strukturierungsmittel**

**Glossar** - Ein Glossar ist eine Sammlung von Begriffen mit jeweils einer kurzen Erläuterung, die dazu dienen soll, dass alle Verwender eines Begriffes die gleiche Vorstellung von seiner Bedeutung haben. Ein Glossar wird i.d.R. von einem oder wenigen Autoren erstellt. Im Rahmen eines Reviews können dann Präzisierungen durch die Nutzergruppe eingebracht werden.

**Taxonomien** - sind hierarchische Klassifikationen von Inhalten in Klassen und Unterklassen s.A. Wiener (2009).

**Folksonomien** - Besteht für jeden Nutzer die Möglichkeit, die Begriffswelt zu erweitern, so spricht man von einer Folksonomie. Durch die deutlich größere Menge an Autoren kann davon ausgegangen werden, dass eine größere Einigkeit über die Bedeutung der einzelnen Begriffe besteht. Taxonomien fokussieren mehr den Aspekt der Einordnung und in Beziehungsetzung von Begriffen zueinander. (s.a. Hinweis auf Taxonomie Wegfindung...)



**Theasauri** - Noch etwas formaler sind Thesauri, bei denen ein weiteres Augenmerk auf der Erfassung von Synonymen liegt. Wie ein Thesaurus aufgestellt und verwendet wird regeln die Normen DIN 1463-1 und ISO 2788.

**Topic Maps** - Eine weitere Präzisierung von Begriffswelten ergibt sich durch die Verwendung von Topic Maps, die durch die Verwendung von Standard Generalized Markup Language (SGML <http://www.w3.org/MarkUp/SGML/>) definiert werden. Durch die Verwendung einer formalen Sprache wird insbesondere auch die automatisierte Verarbeitung erleichtert.

**Ontologien** - Eine Ontologie ist eine:

*„explizite formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“ nach Gruber (2009)*

*Zitat Informatiklexikon: In diesem Sinne beschreibt eine Ontologie also einen Wissensbereich (knowledge domain) mit Hilfe einer standardisierenden Terminologie sowie Beziehungen und ggf. Ableitungsregeln zwischen den dort definierten Begriffen. Das gemeinsame Vokabular ist in der Regel in Form einer Taxonomie gegeben, die als Ausgangselemente (modelling primitives) Klassen, Relationen, Funktionen und Axiome enthält. (GI-Ontologien 2009)*

Sollen verschiedene Begriffswelten, also etwa zwei Glossars, zusammengeführt werden, so ist es wichtig, dass die Bedeutungen der Begriffen und ihre Verknüpfungen zueinander passen. Für Ontologien stehen hier formale Vorgehensweisen zur Verfügung (S. IEEE 4422708 , 519874, 5276671) Hilfreich hierfür ist die Verwendung einer standardisierten Beschreibungssprache, wie sie von W3C (<http://www.w3.org/TR/owl2-overview/> Stand 27.10.09) OWL2 vorgeschlagen wird.

## **10 Bildnachweis**

Abbildung 1,2: Klippel (2003)

Abbildung 4: Elias (2007)

Abbildung 5: Tanenbaum und Steen (2007)

Sämtliche weiteren Abbildungen wurden vom Autor erstellt.

# 11 Quellen

- Adeyemi (1982): Adeyemi, E.O.; The effect of map orientation on human spatial orientation performance; *The Cartographic Journal*, 19(1), 28-33.
- Akasaka und Onisawa (2003): Akasaka, Y.; Onisawa, T.; Pedestrian Navigation System Reflecting Users' Subjectivity and Taste; *Proc. of Int'l Conf. on Control, Automation and Systems*; 995–1000, 2003.
- Akasaka und Onisawa (2005): Akasaka, Y.; Onisawa, T.; Individualized Pedestrian Navigation Using Fuzzy Measures and Integrals. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 2:1461–1466, 2005.
- Anders (2009): Anders, Christian; Dissertation "Mündliche Wegauskünfte von Kindern und Jugendlichen im Spannungsfeld von Sprache, Interaktion, Kognition und Multimodalität"; Pädagogischen Hochschule Freiburg; 18.6.2009
- Android (2009): Google Inc.: android; <http://code.google.com/android/index.html> – Zugriffsdatum: 03.06.2008 und Google Inc.; Google Android Webseite, <http://code.google.com/intl/de-DE/android/> Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Androidemulator (2009): Google Inc.: android; <http://developer.android.com/guide/developing/tools/emulator.html#limitations> - Zugriffsdatum: 17.09.2009
- AndroidiPhone (2009): <http://linuxoniphone.blogspot.com/2008/11/linux-on-iphone.html> Zugriffsdatum: 17.09.2009
- Aretz und Wickens (1992): Aretz, A.J. und Wickens, C.D.; The mental rotation of map displays. *Human Performance Volume 5, Issue 4*, 1992; [http://www.informaworld.com/10.1207/s15327043hup0504\\_3](http://www.informaworld.com/10.1207/s15327043hup0504_3) – Zugriffsdatum: 04.02.2010
- Arikawa et al. (1994): Arikawa, M., Kawakita, H. and Kambayashi, Y., "An environment of generation interactive maps with compromises between users' requirements and limitations of display devices", *Theory and Applications of GIS*, Vol.2, No.1, pp.21-31, 1994 (in Japanese).
- Baca und Picone (2005): Baca, J., Picone, J., 2005. Effects of displayless navigational interfaces on user prosodics. *Speech Communication* 45, 187–202.
- Bahl et al. (2009): Bahl, Paramvir et.al.; White Space Networking with Wi-Fi like Connectivity; *SIGCOMM'09*, August 17–21, 2009, Barcelona, Spain; ACM 978-1-60558-594-9/09/08; <http://blog.seattlepi.com/microsoft/library/20090831whitefipaper.pdf>
- Baudisch et al. (2005): Baudisch, Tan, Steedly, Rudolph, Uyttendaele, Pal, Szeliski; Microsoft Research; „PANORAMIC VIEWFINDER“; 2005; <http://research.microsoft.com/research/vision/VisionBasedModeling/Publications/Baudisch-OZCHI05.pdf?0sr=p> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Beeharee (2006): Beeharee, Ashweeni Kumar; A Natural Wayfinding - Exploiting Photos in Pedestrian Navigation Systems: in *MobileHCI'06*, September 12–15, 2006, Helsinki, Finland; ACM 1-59593-390-5/06/0009
- Buhl (1996): Buhl, Heike, M.; *Wissenserwerb und Raumreferenz. Ein sprachpsychologischer Zugang zur mentalen Repräsentation*; ISBN 978-3-484-30357-7
- Bußmann (2008): Bußmann, Hadumod; *Lexikon der Sprachwissenschaft*; 2008; ISBN:

978-3-520-45204-7

- Carpman et al. (1984): Carpman, J.; Grant, M.; Simmons, D.; No more mazes: Research about design for wayfinding in hospitals; in: An Arbor: Patient and Visitor Participation Project, university of Michigan Hospitals
- Castagne (2001): Castagne, Tim; Bergwandern: Basiswissen für Draussen; Februar 2001; ISBN: 3893921095
- Chittaro und Burigat (2004): Chittaro, Luca ; Burigat, Stefano; "Location-aware visualization of a 3D world to select tourist information on a mobile device"; in Proceedings of the 3rd International Workshop on HCI in Mobile Guides, Glasgow, UK, 2004
- Duden (2009): Bibliographisches Institut AG und Duden Paetec GmbH; <http://www.duden.de> – Zugriffsdatum: 01.09.2009
- Domer et al. (2004): Domer, Jason ; Nanja, Muthi ; Srinivas, Suresh: Comparative performance analysis of mobile runtimes on Intel XScaleR technology. In: Proceedings of the 2004 workshop on Interpreters, virtual machines and emulators 3 (2004), S. 51–57
- .Net (2010): Microsoft Inc.: .Net <http://www.microsoft.com/NET/> – Zugriffsdatum: 02.02.2010
- Downs und Stea (1973): Downs R. und Stea D.; Image and environment. Cognitive mapping and spatial behavior; Chicago 1973; ISBN: 0202307662
- Elias (2007): Elias, Birgit; Pedestrian Navigation - Creating a tailored geodatabase for routing; in 4th WORKSHOP ON POSITIONING, NAVIGATION AND COMMUNICATION 2007 (WPNC'07), HANNOVER, GERMANY; IEEE 1-4244-0871-7/07/
- Encyclopedia britannica (2009): Encyclopedia britannica; 2009; <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/557415/space-perception> – Zugriffsdatum: 09.01.2010
- FbKi Fachbereich Künstliche Intelligenz der Gesellschaft für Informatik; <http://fbki.kuenstliche-intelligenz.de>
- Fickas et al. (2008): Fickas, Stephen; Sohlberg, McKay; Hung, Pei-Fang; Route-following assistance for travelers with cognitive impairments: A comparison of four prompt modes; in International Journal of Human-Computer Studies, Volume 66, Issue 12, December 2008, Pages 876-888, Mobile human-computer interaction
- Fischer et al. (2008): Fisher, Maryanne; Cox, Anthony; Zhao, Lin; Using Sex Differences to Link Spatial Cognition and Program Comprehension"; in 22nd IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM'06); DOI 0-7695-2354-4/06
- Fuschs und Ritz (2008): Britta Fuchs, Thomas Ritz Kosten-Nutzen-Bewertungen bei mobilen Anwendungen; in Mobile und ubiquitäre Informationssysteme - Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit : proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008), 26. - 28. Februar 2008, München; ISBN: 978-3-88579-217-8
- Freksa et al. (1997): Freksa, C.; Werner, S.; Krieg-Brückner, B.; Mallot, Y.; Schweizer, K.; "Spatial Cognition: The Role of Landmark, Route and Survey Knowledge in Human and Robot Navigation"; in GI Jahrestagung 1997, pp. 41- 50.
- Fritz (2007): Fritz, Jürgen; Computerspiele. Virtuelle Spiel- und Lernwelten.

- Medienpädagogik. bpb. Bonn. 2003; ISBN 3-89331-477-6 ; <http://www.uni-marburg.de/~feldbusc/page12/files/03FRITZ.PDF> – Zugriffsdatum: 01.09.2009
- Frohlich 2004: Frohlich, D.M.; Audiophotography: Bringing Photos to Life with Sounds; KluwerAcademic, Dordrecht, 2004; ISBN: 1402022093
- Garmin (2010): Garmin Ltd.; <https://buy.garmin.com/shop/shop.do?cID=145&pID=26876> – Zugriffsdatum: 24.01.2010
- Gartner (2009): Gartner Inc.; Gartner Says Worldwide Mobile Device Sales on Pace for Flat Growth in 2009; Press release 15.12.09; <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1256113> - Zugriffsdatum 02.09.2009
- GI Gesellschaft für Informatik e.V. (GI); <http://www.gi-ev.de>
- GI-Ontologien (2009); Gesellschaft für Informatik e.V., Informatiklexikon, [http://www.gi-ev.de/no\\_cache/service/informatiklexikon/informatiklexikon-detailansicht/meldung/ontologien-57/](http://www.gi-ev.de/no_cache/service/informatiklexikon/informatiklexikon-detailansicht/meldung/ontologien-57/) - Zugriffsdatum: 20.11.2009
- Globalstar (2010): Globalstar ; <http://www.Globalstar.com> - Zugriffsdatum: 02.02.2010
- GMM (2010): Google Inc.; Google Maps; <http://www.google.com/intl/de/mobile/gmm/index.html> - Zugriffsdatum 02.02.2010
- Goth und Lueg (2006): Goth, Christoph und Lueg, Christopher Peter; First Experiences With a Mobile Device Supporting Reflective Exploration of Unknown Terrain; in Mobile Informationssysteme - Potentiale, Hindernisse, Einsatz : 1. Fachtagung Mobilität und Mobile Informationssysteme (MMS), 20. - 22. Februar 2006, Passau; ISBN: 3-88579-170-6
- Gruber (2009): Gruber, Tom: What is an Ontology?, <http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. – Zugriffsdatum: 20.11.2009
- Gruhn und Köhler (2007): Gruhn, Köhler: Anforderungen in mobilen Geschäftsprozessen und ihre Auswirkungen auf die Architektur mobiler Systeme, S.115-126; in MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme : 2nd conference of GI-Fachgruppe MMS, March 6th, 2007 in Aachen, Germany, ISBN: 978-3-88579-198-0
- Haigh et al. (1997): Haigh, K. Z.; Shewchuk, J. R.; Veloso, M.M.; Exploiting Domain Geometry in Analogical Route Planning; in Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence, 9:509–541, 1997
- Hile et al. (2008): Hile, Harlan et.al.; Landmark-Based Pedestrian Navigation from Collections of Geotagged Photos; in MUM'2008, December 3-5, 2008, Umeå, Sweden; ACM 978-1-60558-192-7
- Holone (2007): Holone, Harald; Users Are Doing It For Themselves: Pedestrian Navigation With User Generated Content; in The 2007 International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST 2007); IEEE 0-7695-2878-3/07
- Holone et al. (2008): Holone, Harald; Misund, Gunnar; Tolsby, Håkon; Kristoffersen, Steinar; Aspects of Personal Navigation with Collaborative User Feedback; in Proceedings; NordiCHI 2008, Lund, Sweden; ACM ISBN 978-1-59593-704-9
- Höh (2008): Höh, Rainer; Orientierung mit Kompass und GPS; März 2008; ISBN: 3831710503

- Igarashi und Hinckley (2000): Igarashi, Takeo; Hinckley, Ken; Speed-dependent automatic zooming for browsing large documents; in UIST '00: Proceedings of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology ,2000; Seiten 139-148; ISBN 1-58113-212-3; DOI <http://doi.acm.org/10.1145/354401.354435>
- iPhone (2009): Apple Inc. Iphone Produkt-Webseite; <http://www.apple.com/de/iphone/specs.html> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Iridium (2010): Iridium Communications Inc.; <http://www.iridium.com> - Zugriffsdatum: 02.02.2010
- Isaac und Clark (1987): Isaacs, E. A., & Clark, H. H. (1987). References in conversation between experts and novices . Journal of Experimental Psychology: General, 116, 26–37.
- Jonsson (2004): Jonsson, Erik; Der innere Kompass. Warum wir uns verirren und wie wir unseren Weg finden.; 2004; ISBN: 3530421782
- Kambara et al. (2007): Kambara, Tomoya et.al.; Context-dependent Route Generation Scheme Using Network Voronoi Diagrams; in: Databases for Next Generation Researchers, 2007. SWOD 2007. IEEE International Workshop 15 April 2007; ISBN: 1-4244-0903-9; [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=4163071](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4163071) – Zugriffsdatum: 20.01.2010
- Kimber et al. (2001): Don Kimber, Jonathan Foote, and Surapong Lertsithichai, “FlyAbout: Spatially Indexed Panoramic Video”; Proceedings of the ninth ACM international conference on Multimedia, pp. 339-347, Ottawa, Canada, 2001.
- Klippel (2003): Klippel, Alexander; Wayfinding Choremes In: W. Kuhn, M.F. Worboys, and S. Timpf (Eds.), Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science (pp. 320-334). Berlin: Springer (2003); <http://www.cosy.informatik.uni-bremen.de/staff/klippel/publications/klippel-cosit2003.pdf> - Zugriffsdatum 24.01.2010
- Klippel et al. (2009): Klippel, Alexander; Richter, Kai-Florian; Hansen, Stefan; Cognitively Ergonomic Route Directions; <http://www.cosy.informatik.uni-bremen.de/staff/richter/pubs/klippeletal-geoinformatics.pdf> - Zugriffsdatum 24.01.2010
- Kluth (2008): Kluth,Sascha; HAW; 2008; „Anwendungen 1 – Bericht Backcountrynavigation für Wanderer“; <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2008/kluth/bericht.pdf> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Kluth (2008b): Kluth,Sascha; HAW; 2008; „Anwendungen 2 – Rechercheergebnisse zu verfügbaren Arbeiten zum Themengebiet „Photogestütztes System zur Backcountrynavigation für Wanderer““; <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master08-09-aw/bericht.pdf> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Kluth (2009): Kluth,Sascha; HAW; 2009; „Tätigkeitsbericht im Projekt Pervasive Gaming Framework“
- Kluth (2009b): Kluth,Sascha; HAW; 2009; „Seminar – Weiterentwickelte Ideen zum Themengebiet „Backcountrynavigation für Wanderer““; <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2009/kluth/bericht.pdf> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Koide und Kato (2005): Koide, S.; Kato, M.; 3-D human navigation system considering various transition preferences; in Systems, Man and Cybernetics, 2005 IEEE International Conference of Science & Technologie, Sophia Univ., Tokyo, Japan; Seite 859-864; ISBN: 0-7803-9298-1; DOI: 10.1109/ICSMC.2005.1571254
- Kratz (2008): Kratz, Sven; Navigating Dynamically-Generated High Quality Maps on Tilt-

Sensing Mobile Devices; in Informatik 2008 : beherrschbare Systeme - dank Informatik ; Beiträge der 38. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 8. - 13. September in München; ISBN: 978-3-88579-227-7

Krcmar (1996): Krcmar, H.: Informationsproduktion; 1996;  
[http://www.winfobase.de/lehrstuhl/publikat.nsf/intern01/A71B6E07CF7A0EF6412566500029C499/\\$FILE/96-01.pdf](http://www.winfobase.de/lehrstuhl/publikat.nsf/intern01/A71B6E07CF7A0EF6412566500029C499/$FILE/96-01.pdf) – Zugriffsdatum: 10.01.2010

Laakso et al. (2003): Laakso, Katri; Gjesdal, Ove; Sulebak, Jan Rasmus; “Tourist information and navigation support by using 3D maps displayed on mobile devices”; in Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Udine, Italy, 2003

Levine (1982): Levine, M. (1982). You-are-here maps - Psychological considerations. Environment and Behavior, 14(2), 221-237;  
<http://eab.sagepub.com/cgi/content/abstract/14/2/221>

Lessing (1766): Lessing, Gotthold Ephraim: Laokoon oder über die Grenzen der Malerei und Poesie, 1766

Lin et al. (2008): Lin, Ming-Wei; Cheng, Yun-Maw; Yu, Wai; Sandnes, Frode Eika; Investigation into the Feasibility of Using Tactons to Provide Navigation Cues in Pedestrian Situations; in OZCHI 2008 Proceedings; ISBN: 0-9803063-4-5

Lynch (1965): Lynch, Kevin; Das Bild der Stadt; Ullstein; 1965

May et al. (2003): May, Andrew J.; Ross, Tracy; Bayer, Steven H.; Tarkiainen, Mikko J.; Bayer, Steven H.; Pers Ubiquit Comput; Pedestrian navigation aids information requirements and design implication; in Pers Ubiquit Comput (2003): 7: 331–338; ACM 30070331; DOI 10.1007/s00779-003-0248-5

Mayr (2007): Mayr, Herwig; I-Navigate: Intelligent, Self-adapting Navigation Maps; in Proceedings of the 14th Annual IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'07); IEEE 0-7695-2772-8/07

Millonig (2005): Millonig, A.; “Menschliches Orientierungsverhalten – Eine Gegenüberstellung von Landmarkenbasierten und Zeichenbasierten Fußgängerleitsystemen“, Diploma Thesis, Dept. F. Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung, Vienna University of Technology, Wien, Österreich 2005

Miyazaki (2006): Miyazaki, Yoji; Pedestrian Navigation System for Mobile Phones Using Panoramic Landscape Images; in Proceedings of the 2005 Symposium on Applications and the Internet (SAINT'06); IEEE 0-7695-2262-9/06

Mock (2008): Mock, Michael; A GPS Tracking Application with a Tilt- and Motion-Sensing Interface; in Informatik 2008 : beherrschbare Systeme - dank Informatik ; Beiträge der 38. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 8. - 13. September in München; ISBN: 978-3-88579-227-7

Moggridge (2007): Moggridge, Bill; Designing Interactions; The MIT Press; Oktober 2007; ISBN 0262134748;  
[http://www.designinginteractions.com/downloads/DesigningInteractions\\_4.pdf](http://www.designinginteractions.com/downloads/DesigningInteractions_4.pdf) – Zugriffsdatum: 20.01.2010

Mooser et al. (2008): Mooser, Jonathan; You, Sua; Neumann, Ulrich; Large document, small screen: a camera driven scroll and zoom control for mobile devices; in I3D '08: Proceedings of the 2008 symposium on Interactive 3D graphics and games, ISBN 978-1-

59593-983-8; DOI <http://doi.acm.org/10.1145/1342250.1342254>

- Nokia (2009); Nokia Deutschland AG: <http://www.nokia.de> – Zugriffsdatum: 03.06.2009
- Oakley und Park (2009): Oakley, Ian und Park, Junseok; Motion marking menus: An eyes-free approach to motion input for handheld devices; in *International Journal of Human-Computer Studies* Volume 67, Issue 6, June 2009, Pages 515-532; Science direct „doi:10.1016/j.ijhcs.2009.02.002“
- O'Neill (1991): O'Neill, Michael J.; Effects of Signage and Floor Plan Configuration on Wayfinding Accuracy; in *Environment and Behavior*, Vol. 23, No. 5, 553-574 (1991); DOI: 10.1177/0013916591235002
- O'Neill (1991)b O'Neill, Michael J.; Evaluation of a Conceptual Model of Architectural Legibility; in *Environment and Behavior*, Vol. 23, No. 3, 259-284 (1991); DOI: 10.1177/0013916591233001
- Openmoko (2009): Openmoko Inc.; Neo Freerunner-Produktseite; <http://www.openmoko.com/product.html> – Zugriffsdatum: 23.02.2009
- Ortner (2006): Ortner, Lonthoff; Klassifikations- und Lösungsansätze für Web Services im mobilen Umfeld, S.73-84; in *Mobile Informationssysteme - Potentiale, Hindernisse, Einsatz : 1. Fachtagung Mobilität und Mobile Informationssysteme (MMS)*, 20. - 22. Februar 2006, Passau, Germany, ISBN: 3-88579-170-6
- Osagari und Onozuka (2005): Osaragi, T.; Onozuka, S.; Map element extraction model for pedestrian route guidance map; in: *Fourth IEEE Conference on Cognitive Informatics, 2005. (ICCI 2005)*; 144-153; ISBN: 0-7803-9136-5; DOI: 10.1109/COGINF.2005.1532626; [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=1532626](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1532626)
- OSM (2010): OpenStreetMap; Wikimedia Deutschland - Gesellschaft zur Förderung Freien Wissens e.V.; <http://www.openstreetmap.org> - Zugriffsdatum 24.01.2010
- Paivio (1986): Paivio, Allan; *Mental Representations. A Dual Coding Approach*; ISBN 0195066669
- Paivio (1991): Paivio, Allan; *Images in Mind: The Evolution of a Theory*; ISBN 0745009387
- Raasch (2007): Raasch, Jörg; Skript zur Vorlesung "Softwareentwicklung", HAW Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2007
- Raubal und Winter (2002): Raubal, S. und Winter, S.; Enriching wayfinding instructions with local landmarks. *Geographic Information Science. Lecture Notes in Computer Science*, 2478:243–259, 2002; ACM 978-1-59593-593-9/07/0004
- Retscher (2004): Retscher, Günther; Pedestrian navigation systems and location-based services; in *3G Mobile Communication Technologies, 2004*; ISBN 0-86341-388-9
- Richter et al. (2008): Richter, Kai-Florian, Duckham, Matt; Simplest Instructions: Finding Easy-to-Describe Routes for Navigation; in *Geographic Information Science - 5th International Conference, GIScience 2008*, pp. 274–289, LNCS 5266. Springer, Berlin.; <http://www.cosy.informatik.uni-bremen.de/staff/richter/pubs/richter-duckham.pdf> – Zugriffsdatum: 15.09.2009
- Roger (2007): Roger, Morgane; Spatial Cognition in a Navigation Task: Effects of Initial Knowledge of an Environment and Spatial Abilities on Route Description; in *Proceedings of the ECCE 2007 Conference, 28-31 August 2007, London, UK*; ACM p237-roger



- Rogers und Langley (1998): Rogers,S.; Langley,N.; Personalized Driving Route Recommendations; in Proceedings of the AAAI Workshop on Recommender Systems, 1998
- Ronald et al. (2005): Ronald, N.; Sterling, L.; Kirley,M.;A conceptual framework for specifying and developing pedestrian models; in Proceedings of the 16th Biennial Conference of The Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand (MODSIM 2005)
- Rossano et al. (1998): Rossano, M. J. and Warren, D.H. Misaligned maps lead to predictable errors. Perception 18, (1989), 215-229.; doi:10.1068/p180215; <http://www.perceptionweb.com/abstract.cgi?id=p180215>
- ROSSANO95 Rossano, M.J., Warren, D.H., Kenan, A.; Orientation specificity: How general is it?; in American Journal of Psychology 108, 3, (1995), 359-380.; <http://www.jstor.org/stable/1422895>
- Schumann (2008): Schumann, Alewtina; HAW: Ein einfach benutzbares mobiles Navigationssystem für Fußgänger; 21.4.2008; <http://opus.haw-hamburg.de/volltexte/2008/568/> - Zugriffsdatum 24.01.2010
- Schwabe und Groth (2005): Schwabe, Gerhard und Goth, Christoph; "Navigating and interacting indoors with a mobile learning game," wmtc, pp.192-199, IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05), 2005; ISBN: 0-7695-2385-4
- Seager (2007): Seager, Will; Comparing Physical, Automatic and Manual; in CHI 2007 Proceedings • Mobile Interaction Techniques II April 28-May 3, 2007
- Shepard (1984): Shepard, R. N.; und Hurwitz, S.; Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps; in Cognition; 1984 18(1-3); Seite 161-93. PMID: 6543162; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6543162>
- SymbianOS (2009): Symbian Limited, SymbianOS; <http://www.symbian.com/symbianos/> – Zugriffsdatum: 03.06.2009
- Skubic et al. (2008): Skubic, M. et.al.; Qualitative analysis of sketched route maps: translating a sketch into linguistic descriptions. Systems, Man, and Cybernetics, Part B, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 34(2):1275–1282, 2004
- Snavely (2007): Snavely, Noah; Modeling the World from Internet Photo Collections; in International Journal of Computer Visualisation; Springer Link; DOI 10.1007/s11263-007-0107-3
- Stark (2007): Stark, Annegret; How to Design an Advanced Pedestrian Navigation System: Field Trial Results; in IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 6-8 September 2007; IEEE 1-4244-1348-6/07
- Stein et al. (2008): Stein, Stefan; Lange,Thomas; Zittlau,Stefanie; Jakob,Sandra; Ehrenstein,Matthias; Hampe,J. Felix: mGeoWiki, S.67-80; in Mobile und ubiquitäre Informationssysteme - Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit : Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008), 26. - 28. Februar 2008, München, Germany, ISBN: 978-3-88579-217-8
- SunJava (2009): Sun Microsystems, Inc., <http://java.sun.com/> - Zugriffsdatum 02.09.09
- Tanenbaum und Steen (2007): Tanenbaum, Andrew S. ; Steen, Martin van: Verteilte

- Systeme - Grundlagen und Paradigmen. Pearson Studium, 2007 ISBN: 3827372933
- Tarumi et al. (2006): Trumi, Hiroyuki et.al.; KOTOHIRAGU NAVIGATOR: An Open Experiment of Location-Aware Service for Popular Mobile Phones; [http://research.microsoft.com/en-us/um/people/jckrumm/loca2006\\_papers/1568978608tarumi.pdf](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/jckrumm/loca2006_papers/1568978608tarumi.pdf)
- Thuraya (2010): Thuraya (2010): Telecommunication Company; [http://www.Thuraya \(2010\).com](http://www.Thuraya(2010).com) - Zugriffsdatum: 02.02.2010
- Tolman (1948): Tolman, E. C.; Cognitive maps in rats and men; in Psychological Review, Vol 55, S.189-208. <http://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm> – Zugriffsdatum: 15.01.2010
- Vainio und Kotala (2002): Vainio, Teija; Kotala, Outi; “Developing 3D information systems for mobile users: some usability issues”; in Proceedings of the second Nordic conference on Humancomputer interaction, Aarhus, Denmark, 2002, pp. 231-234
- Van House et al. 2005: Van House,N.; Davis,M.; Ames,M.; Finn,M.; Viswanathan,V.,2005; The uses of personal networked digital imaging: an empirical study of cameraphone photos and sharing; in CHI'05 Extended Abstractson Human Factors in Computing Systems; ACM, NewYork, pp. 1853–1856.
- Waren und Scott (1993): Warren, W.H. und Scott, T.E. (1993). Map alignment in traveling multisegment routes; Environment and Behavior, 25(5), 643-666.
- Weiser (1991): Weiser, Mark; The Computer for the 21st Century. 1991. <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> – Zugriffsdatum: 15.09.2009
- Wiener et al. (2004): Wiener, Jan M., Schnee, A., Mallot,H. A.; “Navigation Strategies in Regionalized Environments”; in Technical Report No. TR-121, Max- Planck-Institut für biologische Kybernetik, Universität Tübingen, 2004.
- Wilson et al. (2007): Wilson, Jeff; Walker,Bruce N.;Lindsay, Jeffrey; Cambias, Craig; Dellaert, Frank;SWAN: System for Wearable Audio Navigation; IEEE 1-4244-1453-9/07 – Zugriffsdatum: 15.09.2009
- Wikipedia (2009): Wikimedia Deutschland - Gesellschaft zur Förderung Freien Wissens e.V.; <http://www.wikipedia.de> – Zugriffsdatum: 01.09.2009
- Wiktionary (2009): Wikimedia Foundation Inc.; <http://de.wiktionary.org/wiki/Wiktionary:Hauptseite> – Zugriffsdatum: 15.09.2009
- Wittmann (1959): Wittmann, W.;Unternehmung und unvollkommene Information; 1959
- Wobbrocka et al. (2008): Wobbrocka, Jacob O.; Myersb, Brad A. und Aung, Htet Htet; The performance of hand postures in front- and back-of-device interaction for mobile computing; in International Journal of Human-Computer Studies, Volume 66, Issue 12, December 2008, Pages 857-875, Mobile human-computer interaction
- Wood (1982): Wood, Robert; The 2 Oz. Backpacker: A Problem Solving Manual for Use in the Wilds; Mai 1982; ISBN: 0898150701
- WPG (2010): Wikipedia.org; [http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProject\\_Geographical\\_coordinates](http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProject_Geographical_coordinates)  
[http://wapedia.mobi/de/Wikipedia:WikiProjekt\\_Georeferenzierung](http://wapedia.mobi/de/Wikipedia:WikiProjekt_Georeferenzierung) - Zugriffsdatum 02.02.2010

- Würsch und Caduff (2005): Würsch, M.; Caduff, D.; Refined Route Instructions Using Topological Stages of Closeness.; in Proceedings of Web and Wireless Geographical Information Systems, 5th International Workshop, Lecture Notes in Computer Science, Ausgabe 3833, Lausanne, Schweiz, Dezember 2005. Springer.
- Yamabe (2008): Yamabe, Tetsuo; Demonstration of a Mobility-enhanced Pedestrian Navigation on Mobile Devices; in MobiQuitous 2008, July 2008; ISBN 978-963-9799-27-1
- Yao (2007): Yao, Xiangkui; Pedestrian Navigation Systems: a Case Study of Deep Personalization; in First International Workshop on Software Engineering for Pervasive Computing Applications, Systems, and Environments (SEPCASE'07); IEEE 0-7695-2970-4/07
- Zetsche et al. (2007): Zetsche, Christoph; Galbraith, Christopher, Wolter, Johannes; Schill, Kerstin; Navigation based on a sensorimotor representation: a virtual reality study.; in Proceedings of SPIE, volume 6492 of Human Vision and Electronic Imaging XII, Feb 2007
- Zukunft (2007): Zukunft, Olaf; Skript zur Vorlesung "Architektur von Informationssystemen", HAW Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2007

# Versicherung über die Selbständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit im Sinne der Prüfungsordnung nach §22(4) bzw. §24(4) bzw. §25(4) ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, 27. Februar 2010

Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift