



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

Sascha Kluth

Seminar – Weiterentwickelte Ideen zum Themengebiet  
„Backcountrynavigation für Wanderer“

Sascha Kluth

Seminar – Weiterentwickelte Ideen zum Themengebiet  
„Backcountrynavigation für Wanderer“

Seminarbericht 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

Abgegeben am 28. Februar 2009

**Sascha Kluth**

**"Seminar – Weiterentwickelte Ideen zum Themengebiet Backcountrynavigation für Wanderer"**

**Stichworte**

Stitch, SIFT, SURF, MOPS, Photosynth, Andorid, Kompass, Panorama, QuasiStitch

**Kurzzusammenfassung**

Das Thema „Backcountrynavigation für Wanderer“ [AW1] wurde vom Autor weiterverfolgt. Im Rahmen des Seminars wurden Aspekte der graphischen Repräsentation eines Photogestützten Systems für die Backcountrynavigation für Wanderer betrachtet. Nach einer Einführung in Kapitel 1 und 2 wird zur Veranschaulichung in Kapitel 3 eine Beispielszene eingeführt, die in bestehenden Prototypen und bei Programmtests genutzt wurde. Diese Beispielszene wird für einen Test des Programms „Photosynth“ [PHOTOSYNTH] genutzt. Aus den sich hier zeigenden Berechnungs- und Darstellungsproblemen sowie der hohen benötigten Rechenleistung leitet der Autor die These ab, dass auch die Verfahren SIFT und SURF ([SIFT] bzw. [SURF]) für eine Implementation auf mobilen Geräten ausscheiden. Als Lösungsmöglichkeit erläutert der Autor das von ihm angedachte „QuasiStitch“-Verfahren in Kapitel 3.5ff. In Kapitel 4 wird kurz das System „Panoramic Viewfinder“ [VIEWFINDER] eingeführt, das als Basis für die Benutzungsschnittstelle des im Rahmen der Masterarbeit des Autors zu erstellenden Systems verwendet werden soll. Abschließend gibt der Autor einen kurzen Ausblick auf die sich aus diesem Bericht ergebenden Punkte auf seine geplante Masterarbeit.

## **Darstellungskonventionen**

In dieser Arbeit werden folgende Darstellungskonventionen verwendet:

Glossareinträge Das Glossar befindet sich im Anhang, Seite 16.

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	6
2 Thema.....	6
3 Graphische Repräsentation.....	7
3.1 Beispielszene.....	7
3.2 Auswahl der Implementation zur Reproduktion der Beispielszene.....	7
3.3 Vergleich der benötigten Rechenzeit zur Reproduktion einer Szene aus 2500 Einzelaufnahmen.....	8
3.4 Reproduktion der Beispielszene in Photosynth.....	8
3.5 QuasiStitch.....	10
3.6 Bildrotation.....	13
3.7 Übergang zwischen Aufnahmestandorten.....	13
4 Benutzerunterstützung zur Auswahl des Aufnahmebereiches von Einzelbildern.....	14
5 Ausblick.....	15
6 Glossar.....	16
7 Bildnachweis.....	16
8 Quellen.....	17

# 1 Einleitung

Die Veranstaltungen „Anwendungen 1“, „Anwendungen 2“, „Seminar“ und „Projekt“ im Rahmen des Masterstudiums im Studiengang Angewandte Informatik am Department Informatik der Fakultät Technik und Informatik der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg stehen in engem Zusammenhang. Sie beschäftigen sich mit Teilaspekten einer Projektidee, die in der Erstellung der Masterarbeit zusammengeführt werden sollen. In „Anwendungen 1“ (s. [AW1]) wird eine grundlegende Idee formuliert und im „Seminar“ weiter entwickelt wird. Sie soll in diesem Bericht dargestellt werden. Dabei konzentriert sich der Autor auf Probleme und Lösungsideen rund um die Benutzungsschnittstelle des zu erstellenden Systems. Weitere Problematiken sollen in der bevorstehenden Masterarbeit behandelt werden. Im Rahmen des „Projekt“ konnte der Autor Vorarbeiten, die im Rahmen der Veranstaltung „Anwendungen 1“ begonnen wurden, weiter führen und im Rahmen eines Softwareprojektes erproben, siehe [PROJEKT]. In „Anwendungen 2“ liegt der Fokus auf der Beschäftigung mit wissenschaftlichen Arbeiten, die zu dem gewählten Themengebiet bereits vorliegen. Diese Rechercheergebnisse werden daher im Rahmen dieses Dokumentes nur kurz erwähnt. Vertiefend sei auf den Bericht zu „Anwendungen 2“ [AW2] des Autors hingewiesen.

## 2 Thema

Im Bericht zu „Anwendungen 1“ des Autors wurde die Problematik erörtert, dass die Datenqualität von Kartendiensten, wie z.B. GoogleEarth [GOOGLEARTH] oder Microsoft Maps [MSMAPS] im *Backcountry* deutlich abnimmt und zu Navigationszwecken für Wanderer nicht mehr ausreichend ist. Dies gilt zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokumentes weiterhin. Lediglich topographische Daten können von weiteren Anbietern in ausreichender Qualität bezogen werden.

Um die Navigation von Wanderern zu unterstützen, wurde die Idee eines Systems formuliert, das mit Hilfe von Photos, die von Wanderern aufgenommen wurden und topographischen Karten die Navigation über die Möglichkeiten einfacher topographischer Karten hinaus unterstützen soll. Siehe hierzu auch [AW1].

Im Rahmen der Seminarveranstaltung hat der Autor diese Idee verfeinert. Die Überlegungen hierzu sollen im folgenden dargestellt werden.

## 3 Graphische Repräsentation

### 3.1 Beispielszene

Die dargestellte Szene umfasst einen Blickwinkel von ca. 160° und wurde in 32 Einzelbildern von einem einzigen Standpunkt aus aufgenommen. Die reale Gesamtansicht ist zur Übersicht in Abbildung 1 als *Panoramabild* dargestellt.



Abbildung 1: 160°-Ansicht, errechnet aus 32 Einzelaufnahmen

Aus den 32 Bildern wurden für einen ersten Prototypen (s. Abb. 4) 4 Bilder ausgewählt, die sich jeweils zu min. 25% überdecken.

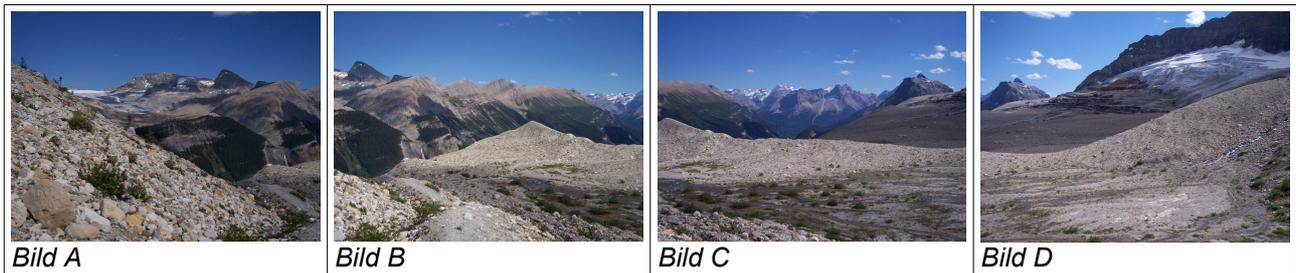


Abbildung 2: Vier Einzelbilder

### 3.2 Auswahl der Implementation zur Reproduktion der Beispielszene

Wie in [AW2] ausführlicher dargestellt sind in der aktuelleren Literatur verschiedene Verfahren beschrieben, die charakterisierende *Merkmalspunkte* in Bildern ausfindig machen. Anhand der Verteilung der *Merkmalspunkte* werden Muster ermittelt, die in zwei zu überlagernden Bildbereichen vorkommen, so dass hierauf basierend (i.d.R. notwendige) Verzerrungen berechnet werden können, so dass zwei Bildbereiche nahtlos überlagert werden können. SIFT, SURF und MOPS sind solche Verfahren (s. [SIFT],[SURF],[MOPS],[AW2]) wobei SURF und MOPS Weiterentwicklungen von SIFT sind.

Verschiedene SIFT- und SURF-Implementationen wurden in [SIFTVSSURF] verglichen. Diese Implementationen sind für eigene Tests als Closed-Source-Librarys verfügbar. Das Programm Photo Tourism [PHOTOTOURISM] nutzt eine Implementation des SURF-Ver-

fahrens, das i.d.R. schneller als das SIFT-Verfahren, aber nicht so präzise ist. Photosynth [PHOTOSYNTH] ist eine Weiterentwicklung von Photo Tourism, das in den Microsoft Labs entstanden ist. Da Photosynth von den selben Menschen erstellt wurde, die zuvor MOPS vorgestellt und zum Patent angemeldet haben, vermutet der Autor, dass in Photosynth ein Verfahren auf Basis des MOPS-Algorithmus implementiert ist. Da dies das schnellste der betrachteten Verfahren ist, wurde Photosynth für eine Reproduktion der Beispielszene ausgewählt.

### **3.3 Vergleich der benötigten Rechenzeit zur Reproduktion einer Szene aus 2500 Einzelaufnahmen**

Für den Fall, dass die obige Annahme nicht korrekt ist, wurde in Photosynth ein Test zur Rekonstruktion einer Szene auf Basis von ca. 2500 Bildern, auf einem Pentium 4, 3,4 Ghz-System, durchgeführt. Dieser Test entspricht dem Test, wie er in [PHOTOTURISM] beschrieben wird. Der dort beschriebene Test benötigte ca. zwei Wochen, wohingegen Photosynth mit einer Berechnungszeit von ca. 32 Stunden auskam. Damit ist Photosynth, unabhängig vom verwendeten Verfahren, die schnellste und somit rechenintensivste verfügbare Implementation im Bereich der betrachteten Verfahren. Dabei wurde jedoch nicht berücksichtigt, ob sich dieses Laufzeitverhalten mit unterschiedlichen Szenen und unterschiedlicher Anzahl von Einzelaufnahmen ebenso zeigt. Dies scheint daher vernachlässigbar, da die in der betrachteten Literatur dokumentierten und vom Autor durchgeführten Experimente deutlich zu hohe Berechnungszeiten ergaben, um das jeweilige Verfahren auf mobilen (Android-)Geräten in Echtzeit ausführen zu können.

### **3.4 Reproduktion der Beispielszene in Photosynth**

Die in Abbildung 2 vorgestellten Bilder wurden zur Erstellung einer Szene in Photosynth [PHOTOSYNTH] verwendet. Photosynth benötigte ca. 3 Minuten auf einem Pentium 4, 3,4 GHz-System, um die Bilder zu verarbeiten, war aber nicht in der Lage, alle vier Bilder zu einer Szene zusammen zu fügen. So entstanden eine Szene mit den linken zwei und eine Szene mit den rechten zwei Bildern. Zur besseren Veranschaulichung wurden die beiden Teilszenen für Abbildung 3 in einer Bildmontage gemeinsam dargestellt.

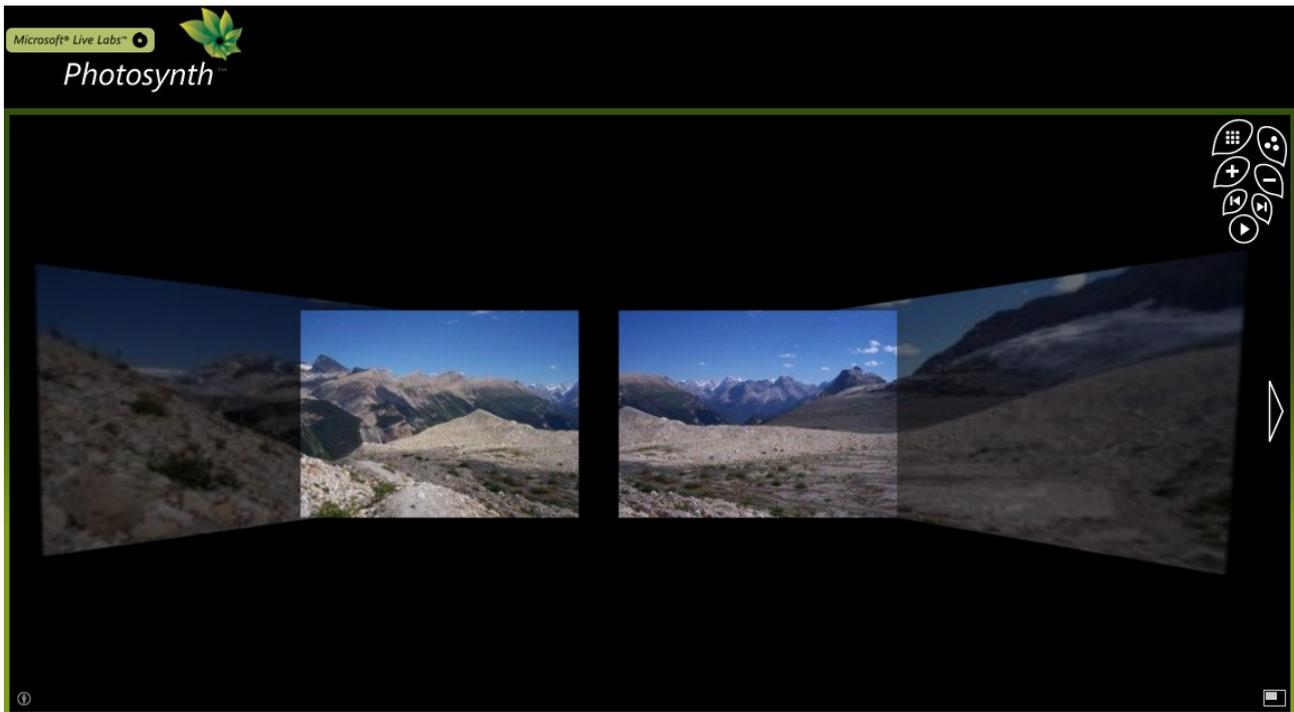


Abbildung 3: Szenentest in Photosynth

Auch unter Hinzufügen von 12 weiteren Bildern mit je 75% Überdeckung, die vom selben Standpunkt aus aufgenommen wurden, konnte Photosynth die beiden Teilszenen nicht verbinden. Daraufhin wurde aus den Einzelbildern ein Panorama berechnet, das zusätzlich zu den vier Einzelaufnahmen genutzt wurde. Nun konnten die Einzelbilder korrekt überdeckt werden.

Hier scheint sich eine Schwäche des in Photosynth verwendeten Verfahrens zu zeigen, da die Einzelbilder zu ca. 40% überlappen und es dem Programm eigentlich möglich sein sollte, die notwendige Anzahl an Merkmalspunkten zu finden, mit deren Hilfe die Bilder korrekt überlagert werden können.

Das in Photosynth implementierte Verfahren ist in der verwendeten Parametrisierung nicht in der Lage, die Bilder B und C (s. Abb. 2) korrekt zu überdecken. Die Parametrisierung ist in Photosynth vom Benutzer nicht änderbar.

Um sicher zu stellen, dass die Berechnungszeit von 3 Minuten für vier Bilder nicht daraus resultiert, dass zufällig Bilder ausgewählt wurden, die von Photosynth nur unter großem Aufwand zusammenfügbar sind, wurden acht weitere Szenen mit je vier Bildern in Photosynth berechnet. Diese Szenen konnten alle korrekt zusammengesetzt werden und wurden in 2:40 bis 3:21 Minuten berechnet. Es kann also davon ausgegangen werden, dass unabhängig von den Einzelbildern ca. 3 Minuten für die Berechnung einer Szene aus vier Einzelaufnahmen benötigt werden.

Als weitere Tests wären nun Testreihen mit Programmen, die das SIFT- oder SURF-Verfahren anwenden, möglich. Diese Verfahren sind präziser, aber auch deutlich rechenintensiver. Da bereits Photosynth mit der Berechnungszeit von 3 Minuten für vier Bilder auf ei-

nem Standard-PC ausscheidet, um es für ein mobiles Gerät zu implementieren, wurde auf weitere Tests verzichtet.

Es muss somit nach anderen Wegen gesucht werden, Teilbilder korrekt zu einem Panorama zu verbinden. Der Autor schlägt dazu das im Folgenden beschriebene Verfahren „QuasiStitch“ vor.

### 3.5 QuasiStitch

Die in Abbildung 4 gezeigte Darstellungsart wurde erdacht, um eine Repräsentationsmöglichkeit zur Verfügung zu haben, die mit geringem Berechnungsaufwand dargestellt werden kann.

Die einfache Nutzung von Einzelaufnahmen, die in Ihrer Lage korrekt im Raum angeordnet dargestellt werden, ist eine sehr rechenextensive Darstellungsart, da für den Rechner pro Bild lediglich die vier Eckpunkte berechnet und die dazwischenliegenden Bildpunkte linear verzerrt abgebildet werden müssen. Jedoch ist bereits bei den vier Einzelaufnahmen in Abbildung 4 zu erkennen, dass auch unbenötigte Bildbereiche dargestellt werden. So wird z.B. der rechte Bildbereich von Bild A gezeichnet, der später von Bild B verdeckt wird (in Abb. 4 schraffiert). Lediglich durch die Zeichenreihenfolge der Einzelbilder (Bild A vor Bild B) wirkt der Übergang zwischen den Einzelbildern nahtlos.

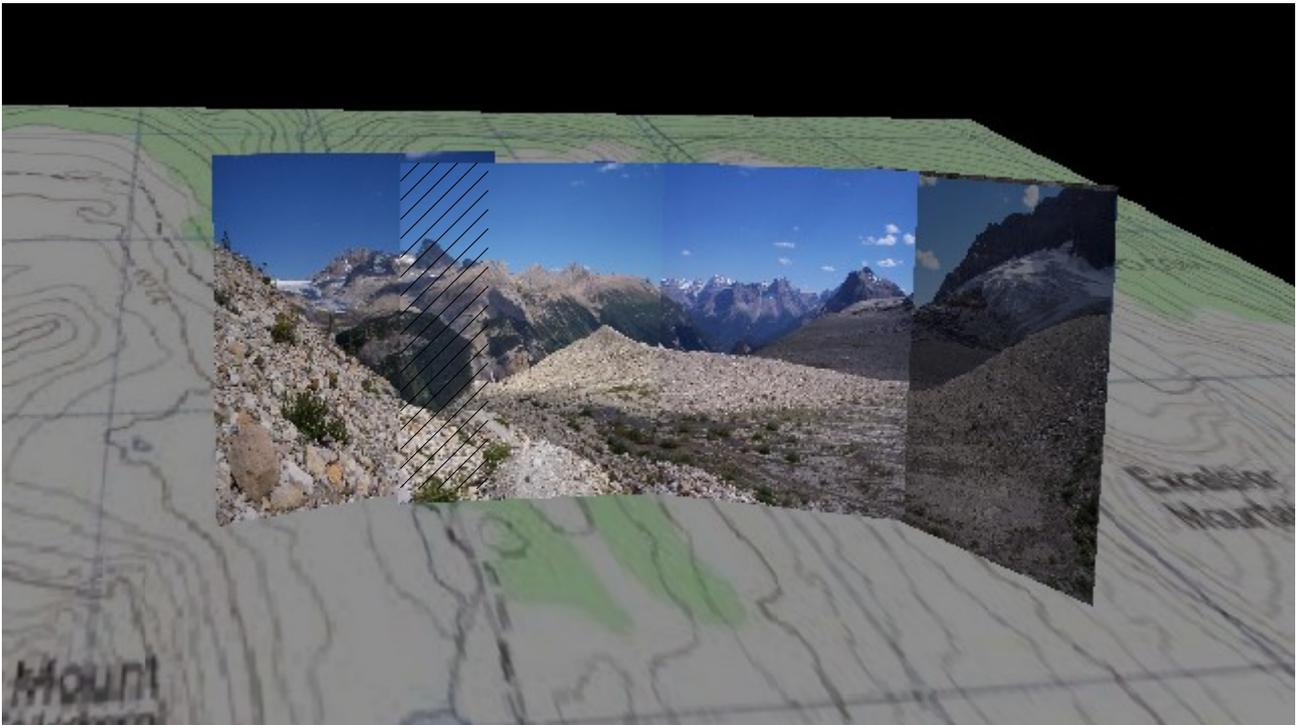


Abbildung 4: Screenshot eines explorativen Prototypen

Überträgt man die Einzelbilder in ein 3D-Model, in dem die Darstellungsroutinen die Tiefe der zu zeichnenden Bildbereiche berücksichtigen (sog. Z-Buffering), entfallen solche Darstellungsprobleme auf Kosten einer höheren Berechnungsleistung. Die einfache lineare Verzerrung von Bildern, wie auch die Darstellung mittels OpenGL wird von mobilen Geräten, wie dem htc magic [HTCMAGIC] oder OpenMoko [OPENMOKO] durch spezielle Hardware unterstützt.

Werden die Einzelbilder zunächst so beschnitten, dass sie nur noch die später dargestellten Bildbereiche enthalten und nahtlos aneinander gesetzt werden können, kann auf das Z-Buffering verzichtet werden.

Wählt man den zu verwendenden Bildbereich mittig und verwendet nur Pixelspalten, in denen die Verzerrungen durch die Kameraoptik gering sind, kann auf eine Verzerrungskorrektur verzichtet werden. Bei 360°-Ansichten können bei gleichmäßiger Verteilung der Einzelaufnahmen jeweils gleichmäßige Bildbereiche aus den Einzelaufnahmen gewählt werden. Bei kleineren Winkeln müssen jedoch zusätzlich zur Bildmitte noch die jeweils weiter außen liegenden Bildbereiche der Randaufnahmen (s. Abb. 5 Die genutzten Bildbereiche sind schraffiert) genutzt werden. Wie in Abbildung 6 dargestellt ergeben sich im Beispiel zwei Darstellungsbilder je 40° am Rand und acht Darstellungsbilder je 10° in der Darstellungssmitte.

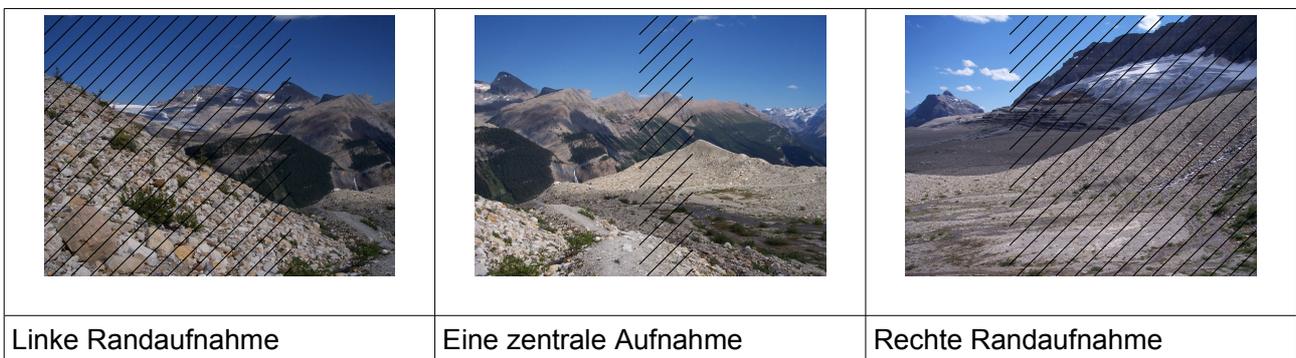


Abbildung 5: Einzelbilder

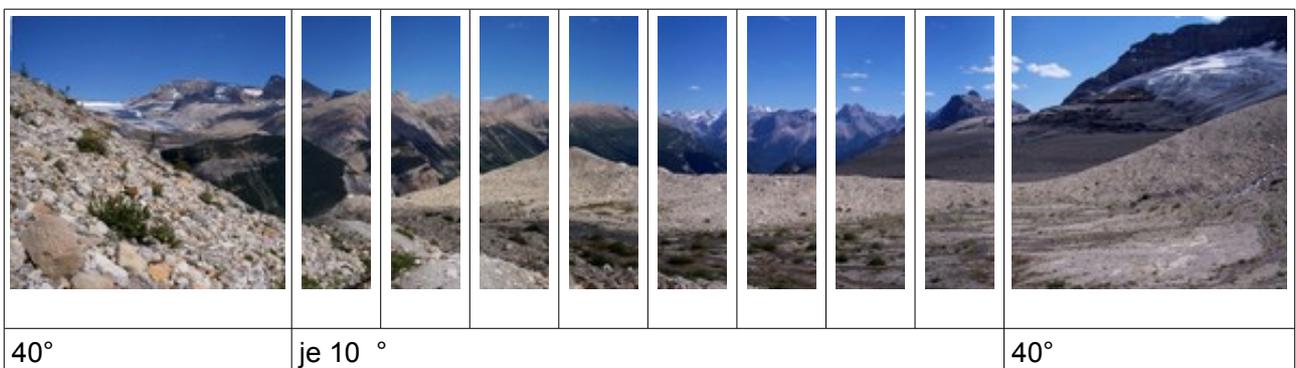


Abbildung 6: Zehn Bildausschnitte aus Einzelbildern

In einem weiteren Prototypen (s. Abb. 7) wurden diese zehn Bilder in einer 3D-Szene angeordnet und ohne *Z-Buffering* dargestellt. Dabei wurden die Bilder auf eine Abmessung von 128x128 bzw. 32x128 Pixel reduziert. Die Position der Einzelbilder in der 3D-Szene wurde manuell vorgegeben und soll später aus den *GPS*- & Kompassdaten errechnet werden. Ein weiterer Prototyp stellt die Szene im Android-Emulator [ANDROID] mittels *OpenGL* dar, so dass der Blickwinkel des Betrachters leicht zu ändern ist. Bewegt sich der Betrachter in der Szene, zeigt sich, dass eine subjektiv verzerrungsfreie Darstellung möglich ist, solange man direkt auf die einzelnen Bildabschnitte schaut.



Abbildung 7: Screenshot eines explorativen Prototypen unter Verwendung der Aufnahmewinkel

### 3.6 Bildrotation

Die im Beispiel verwendeten Bilder wurden ohne größere horizontale Rotation aufgenommen. In der realen Anwendung ist jedoch damit zu rechnen, dass die Anwender Bilder frei Hand schießen, wobei es zu einer Rotation der Einzelaufnahmen kommen kann, wie in Abbildung 9 dargestellt. In Verbindung mit einem mit der Kamera verbundenen Kreiselkompass (wie z.B. [OS5000]) kann diese Rotation wieder ausgeglichen werden.

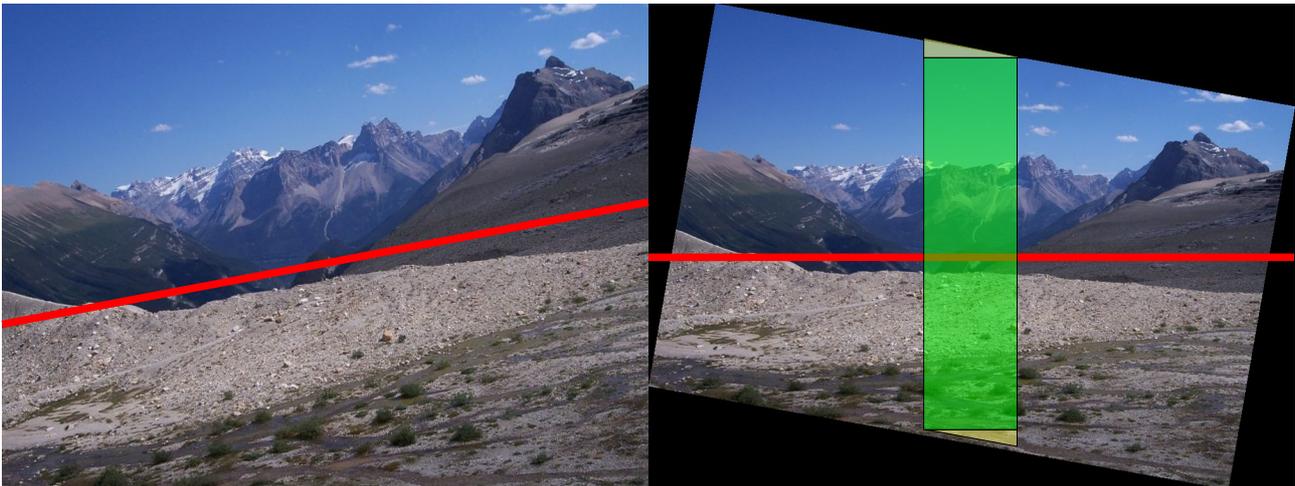


Abbildung 8: Um  $10^\circ$  geneigt aufgenommenes Bild, Horizontale in Rot

Abbildung 9: Anhand von Kompassdaten rotiertes Bild, nutzbarer Bildbereich Grün, Horizontale in Rot

Die Anbindung eines Kompasses unter Verwendung des Androidframework wurde in einem Prototypen realisiert und vom Autor in [Projekt] beschrieben. Dabei kann das aufgenommene Bild rotiert verwendet und dargestellt werden, was in der Darstellung aber den Effekt eines „Flickenteppiches“ ergeben könnte. Um dies zu vermeiden, sollte aus einem Einzelbild nur der Bildbereich verwendet werden, der durch Rückrotation zur Horizontalen durch ein Rechteck ausgeschnitten werden kann (Abbildung 8). Dabei ist jedoch zu beachten, dass Bildbereiche verloren gehen, die durch andere Einzelaufnahmen abgedeckt werden müssen. Wird die Einzelaufnahme als mittige Aufnahme verwendet ist der so verlorene Bildbereich jedoch nicht groß (Abbildung 8, gelbe Dreiecke)

### 3.7 Übergang zwischen Aufnahmestandorten

Für die Darstellung von Szenen zwischen verschiedenen Aufnahmestandorten könnte weiterhin ein reduziertes Morphingverfahren eingesetzt werden (s. [Phototourism]).

Sobald ein Datenabgleich mit einem Server möglich ist, wird die Szene nochmals nach einem genaueren Verfahren berechnet. Die serverseitig berechneten Daten stehen dann allen Wanderern, die das entsprechende Gebiet bereisen zum Download und zur Ergänzung zur Verfügung.

## 4 Benutzerunterstützung zur Auswahl des Aufnahmebereiches von Einzelbildern

Baudisch hat mit Panoramic Viewfinder [VIEWFINDER] ein System vorgestellt, bei dem das Aufnahmegerät auf einem Display das bereits aufgenommene Gesamtbild zeigt und mit Hilfe eines Rahmens die Position des aktuell über die Kameraoptik wahrnehmbaren Bildbereich darstellt (s. Abb. 10).

Diese Form der Benutzerunterstützung erscheint dem Autor sinnvoll und soll in dem zu erstellenden System integriert werden. Dabei soll die Anzeige so erweitert werden, dass dem Benutzer über weitere Rahmen die relative Lage der nächsten aufzunehmenden Bildbereiche angezeigt wird.

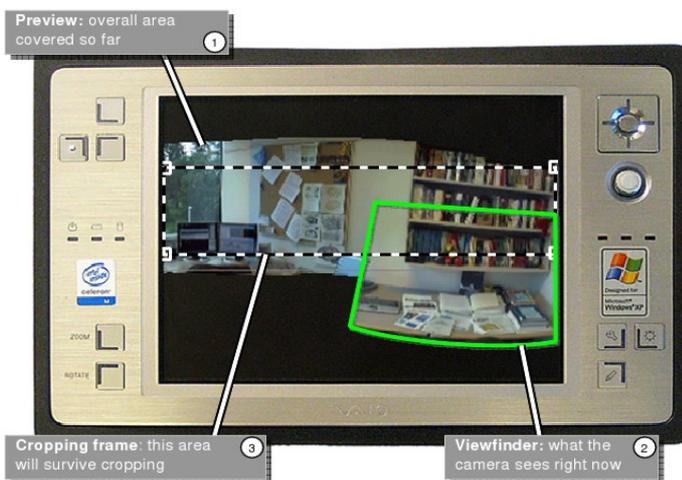


Abbildung 10: Baudisch: Panoramic Viewfinder

## 5 Ausblick

Da die aktuellen in der Literatur beschriebenen Verfahren SIFT und SURF für die Anwendung auf Grund der hohen benötigten Rechenleistung in auf mobilen Geräten in den vorliegenden Implementationen nicht verwendbar sind, könnte die Berechnung in einem Onlineszenario von einer Serveranwendung übernommen werden. Das in [AW1] formulierte Szenario geht aber gerade von den Situationen aus, in denen nur ein Offlineszenario Anwendung finden kann. Baudisch nutzt für die Implementation des Panoramic Viewfinder das MOPS-Verfahren, bedient sich aber eines tragbaren PCs mit einer Intel Celeron CPU, die deutlich leistungsfähiger, als die aktuellen Android-Endgeräte sind. Ein Wechsel der Hardwareplattform z.B. zu dem iPhone [IPHONE] würde diese Problematik eventuell mindern, aber nicht beseitigen. Da das Android-Betriebssystem auf vielen Hardwareplattformen lauffähig ist, wird von einem potentiell höheren Verbreitungsgrad von Android-Geräten ausgegangen. Da bereits verfügbare Module aus Vorarbeiten vorliegen, sprechen mehrere Gründe für ein Festhalten an Android als Plattform für die Entwicklung im Rahmen der Masterarbeit des Autors. Es soll somit eine Verfeinerung und Implementierung des in Kapitel 3.5. vorgestellten QuasiStitch-Verfahrens auf Android-Basis erfolgen.

Ein nicht dargestellter Prototyp des Autors verwendet die selbe Darstellung, wie der in Abbildung 7 dargestellte Prototyp7, nutzt jedoch OpenGL um einfache Änderungen des Betrachtungspunktes für Benutzungstests zu ermöglichen. Es soll im Rahmen der Masterarbeit u.A. geklärt werden, in wie weit die von den zur Verfügung stehenden Geräten ([HTC-MAGIC] und [OPENMOKO]) hardwareunterstützte OpenGL-Darstellung die Benutzbarkeit des Systems im Verhältnis zum Energieaufwand gegenüber der nicht hardwareunterstützte Darstellung des Prototyp7 verändert.

## 6 Glossar

**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.

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

**Merkmalspunkt** - Ein, für ein auf einem Bild dargestelltes Objekt, charakteristischer Punkt mit dessen Hilfe Objekte auf Bildern erkannt werden können.

**Open GL** – ist ein Grafikstandard, der die Darstellung von 3D-Modellen ermöglicht. (s.a. <http://www.opengl.org/documentation/specs/>)

**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.de)

**Z-Buffering** – ist ein Verfahren bei dem neben den normalen Informationen von Bildpunkten wie der Farbwert und die Transparenz eine Tiefeninformation vorgehalten wird, anhand der ermittelt werden kann, welches von zwei Objekten sich bei der Darstellung vor dem anderen befindet.

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

## 7 Bildnachweis

Abbildung 10: [Viewfinder]

Sämtliche weiteren Bilder wurden vom Autor erstellt.

## 8 Quellen

[ANDROID] Google Inc.; Google Android Webseite, <http://code.google.com/intl/de-DE/android/> Zugriffsdatum: 23.02.2009

[AW1] 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

[AW2] 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

[HTCMAGIC] htc Cooperation; Magic-Produktseite; <http://www.htc.com/de/product/magic/overview.html> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[GOOGLEEARTH] Google Inc., Google Earth, <http://maps.google.de/> – Zugriffsdatum: 03.06.2008

[IPHONE] Apple Inc. Iphone Produkt-Webseite; <http://www.apple.com/de/iphone/specs.html> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[MOPS] Brown, Department of Computer Science University of British Columbia, Szeliski, Winder, Vision Technology Group Microsoft Research; „MOPS Multi-Image Matching using Multi-Scale Oriented Patches“; 2005; <http://research.microsoft.com/research/vision/VisionBasedModeling/Publications/Brown-cvpr05.pdf?0sr=p> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[MSMAPS] Microsoft Inc.: Live Search Maps <http://maps.live.com> – Zugriffsdatum: 03.06.2008

[OPENMOKO] Openmoko Inc.; Neo Freerunner-Produktseite; <http://www.openmoko.com/product.html> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[OS5000] OceanServer Technology Inc.; Compassmodules product page; OS5000-US; [http://www.ocean-server.com/download/Compass\\_OS5000\\_Family.pdf](http://www.ocean-server.com/download/Compass_OS5000_Family.pdf) – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[PHOTOSYNTH] Microsoft Live Labs; Photosynth; <http://livelabs.com/photosynth/> – Zugriffsdatum: 02.01.2009

[PHOTOTOURISM] Snavely, Seitz, Szeliski; SIGGRAPH Conference Proceedings; “Photo tourism: Exploring photo collections in 3D“; 2006; ISBN 1-59593-364-6

[PROJEKT] Kluth Sascha; HAW; 2009; „Tätigkeitsbericht im Projekt Pervasive Gaming Framework“

[SIFT] „SIFT Object recognition from local scale-invariant features“ Computer Vision, 1999.

The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Volume 2;  
<http://doi.ieeecs.org/10.1109/ICCV.1999.790410> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[SIFTVSSURF] Bauer, Sünderhauf, Protzel; Comparing several implementations of two recently published feature detectors; Chemnitz University of Technology; 2007;  
<http://www.tu-chemnitz.de/etit/proaut/rsrc/iav07-surf.pdf> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[SURF] Bay, Tuytelaars, Van Goo; ETH Zurich; "SURF: Speeded Up Robust Features"; 2006; <http://www.vision.ee.ethz.ch/~surf/eccv06.pdf> – Zugriffsdatum: 23.02.2009

[VIEWFINDER] 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