TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Institut für Kartographie, Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen

N. Prechtel, M. Buchroithner, G. Ehlers, B. Hetze, H. Kohlschmidt:

Bergrettungsassistenz mittels GPS-Tracking in digitalen Felswandmodellen

DGfK, Kommission Angewandte Kartographie, 8.5.2013

Inhalt

Motivation
Verwandte Arbeiten
Projektkonzept und Komponenten
- Texturiertes Wandmodell
- Mobilfunkübertragung
- Positionsgenauigkeit
- Visualisierung

Praxistest
- kurzer Ausschnitt aus Filmdokumentation
  (Beitrag in 3Sat, So., 16.10.2011, 19:10, orig. ca. 30 min)

Ausblick

Motivation

Szenario:

- Bergung aus Felswand extrem erschwert, wenn durch Tageszeit oder Nebel kein Sichtkontakt möglich
- Keine Unterstützung durch Bergungsleitstelle (hohes Sicherheitsrisiko, lange Bergungszeit)

Idee:

Technische Unterstützung der Bergungsaktion:

- Ortung des Verunglückten
- Ortung des Bergretters
- Navigationsunterstützung für Bergretter

Projektpartner

- TUD - Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen
- TUD - Institut für Kartographie
- TUD - Lehrstuhl für Rechnernetze der Fakultät Informatik

- Bergrettung Ramsau/Dachstein (Austria)

- Fa. Riegl (Horn, Austria)
- Garmin Germany (Garching bei München)

Verwandte Arbeiten

Abbildungen: Lechner (2006)

Arbeitsgebiet „Infomobility“:

Kopplung von Umfeld-beschreibenden Geodaten mit dynamischen Positionsdaten und Visualisierungskomponente

Beispielprojekt: **SARFOS** (Search And Rescue Forward Operation Support System), ARTES 4 program (ESA), 2004/2005

- Outdoor-Komponenten: PDA (Navigation), Mobile Communication Box (Sprache, Aktuelle Position)
- Statische Server-Komponente: Kommunikations-Gateway und Datenserver (Position, Geodaten)
- Ortsfeste oder mobile Einsatzleitungs-Komponente: PC/Notebook („Echtzeit“-Lokalisierung der Akteure in Karte)

Verwandte Arbeiten

Arbeitsgebiet „Infomobility“:

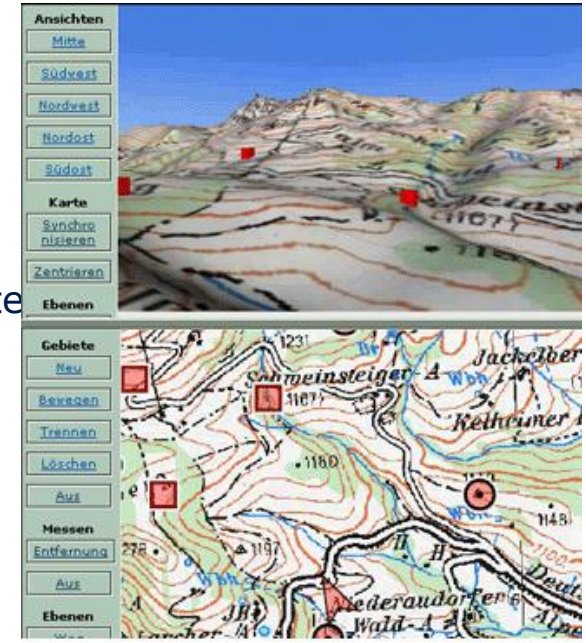
Beispielprojekt **PARAMOUNT** (Public Safety & Commmercial Info-Mobility Applications & Services in the Mountains), IST-Program, EU 4th Framework, 2002-2004)

- Zielsetzung ähnlich “SARFOS”
- Spezialisierte und dynamische Information für Bergwanderer (LBS) mit aktiver Komponente (Nutzer erweitert Informationsangebot)
- Outdoor-Komponente: Mit Smartphone + App Zugriff auf 3 Servicepakete:

  “Infotour” (Karten, POIs, dynam. Info zu Berggefahren),

  “Safetour” (Kontakt mit Bergrettung),

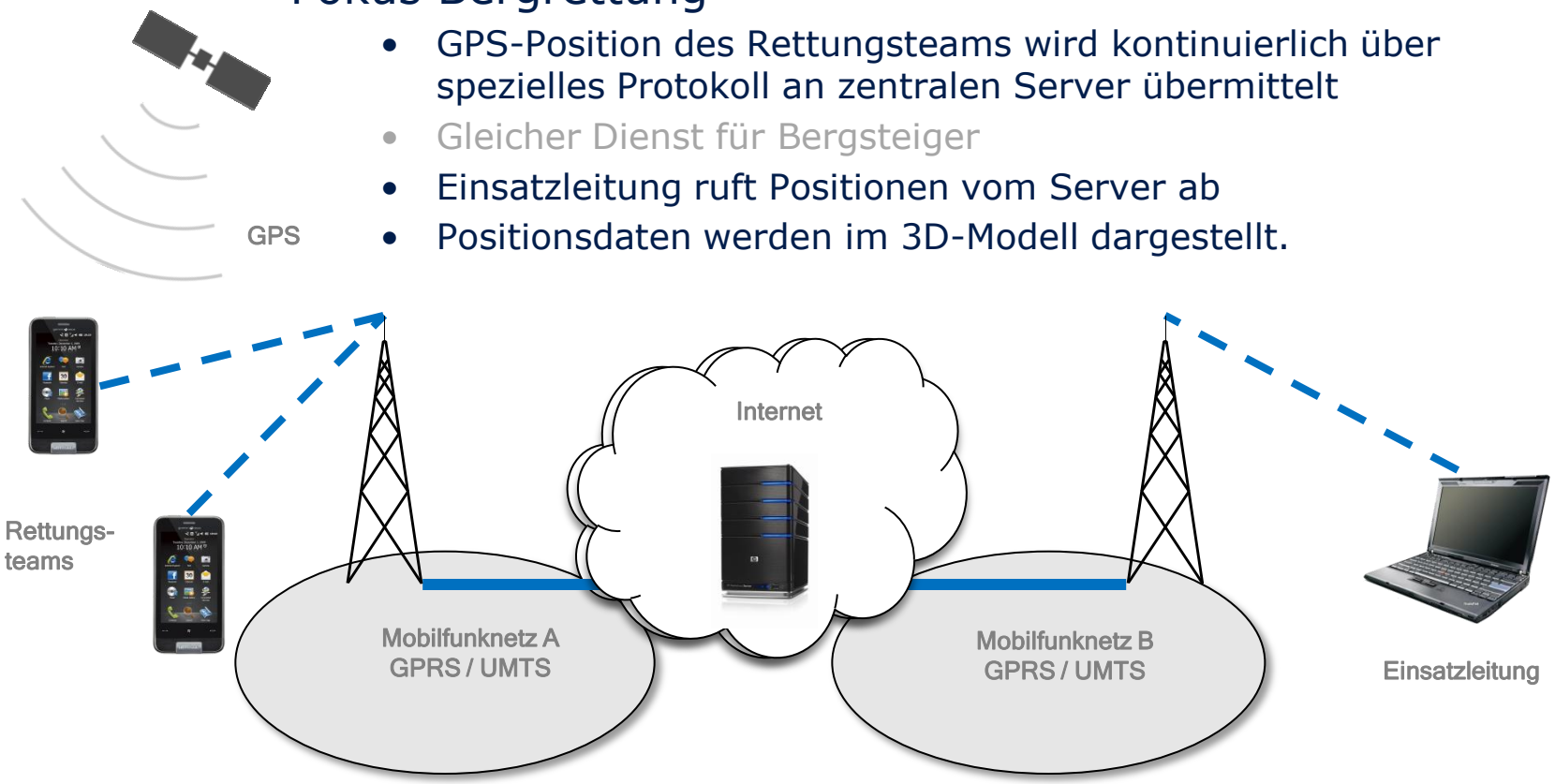
  “Datatour” (Speicherung von Trackinfos).



Projektkonzept

Fokus Bergrettung

- GPS-Position des Rettungsteams wird kontinuierlich über spezielles Protokoll an zentralen Server übermittelt
- Gleicher Dienst für Bergsteiger
- Einsatzleitung ruft Positionen vom Server ab
- Positionsdaten werden im 3D-Modell dargestellt.



Neue Ansätze

- **Hardware:**
  ausschließlich Standardgeräte: Smartphone (nur App benötigt), Notebook (angepasste Visualisierungssoftware benötigt), Standard-Sprechfunkgerät (Sprachkommunikation Einsatzleitung - Bergretter)

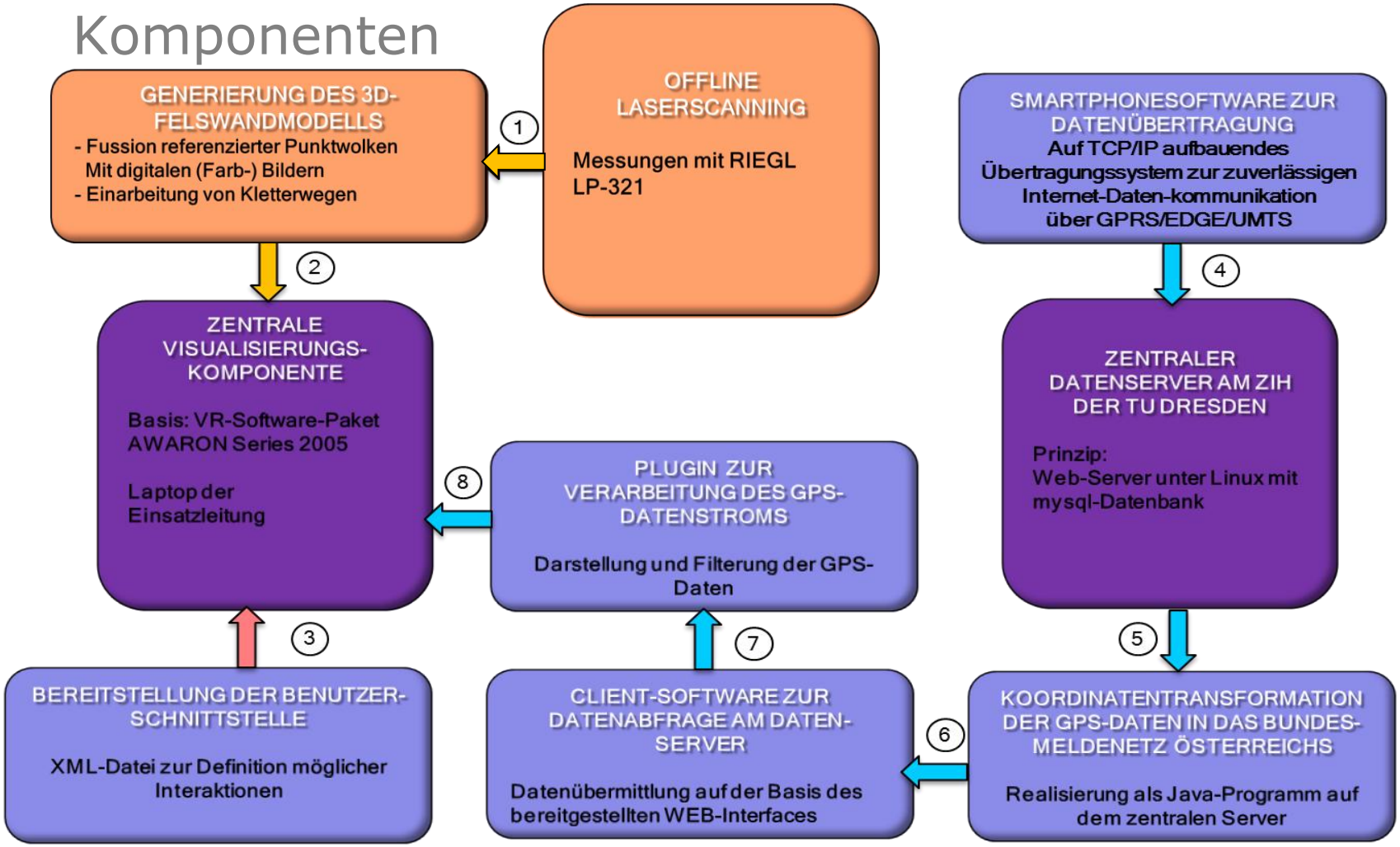
- **Georeferenz:**
  Texturiertes 3D-Wandmodell statt 2D-Landschaftsmodell (Karte)

- **Positionsdaten:**
  Nutzung der z-Komponente entscheidend für Ortung beim Klettern

- **Positionsübermittlung:**
  verlustfrei, dynamisch, komprimiert und autonom

- **Nachbearbeitung:**
  Positionsdatenfilterung

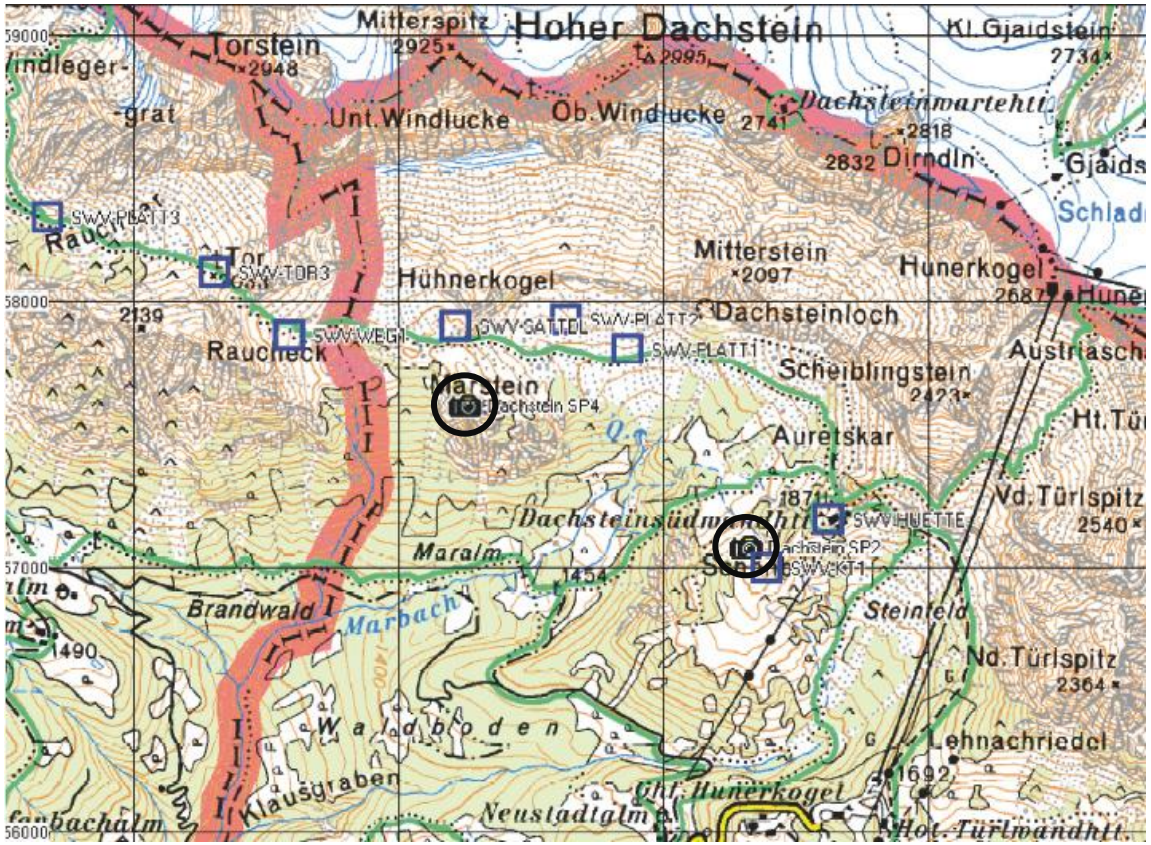
Komponenten



Texturiertes Wandmodell

Aufnahmegeometrie:

Konventionelle Landschaftsmodelle und Orthophotos aufgrund Aufnahmegeometrie ungeeignet.
Lösung: "Steep-Slope-Modell" mit näherungsweise "horizontaler" Aufnahmeachse



Texturiertes Wandmodell

Laser-Scan:

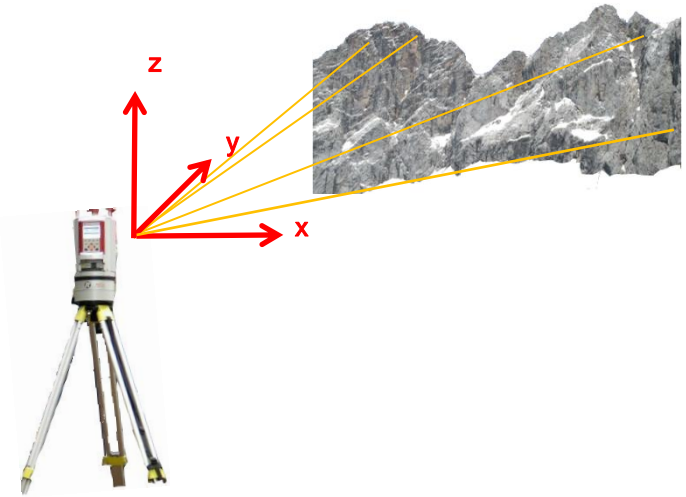
Scanner RIEGL LPM 321
mit Impulslaufzeitverfahren,
für anspruchsvolle Messumgebungen,
Einmannbedienung möglich,
sehr hohe Reichweite bis zu 6000 m

Photographische Aufnahme:

Nikon D100 mit kalibrierten
Objektiven (50 mm und 85 mm)

Photo: Klaus Habermann

Texturiertes Wandmodell

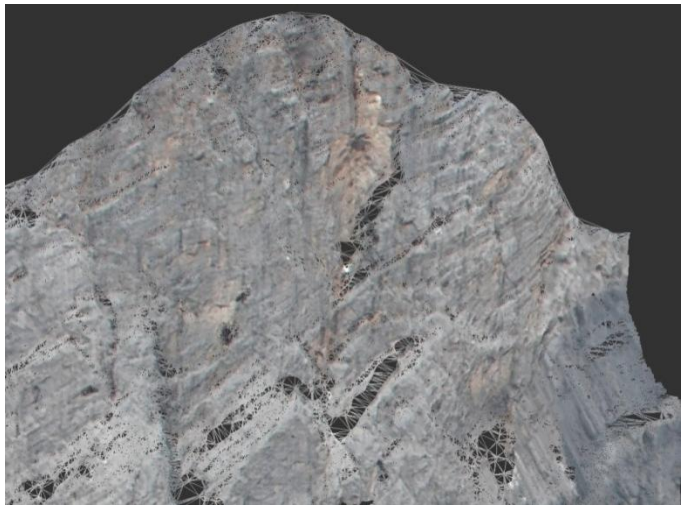


Felswandgeometrie:

Prozessierung mit RiPROFILE
Geometrie-Ausgabe in VRML-Format und Bezugssystem: Österr. Bundesmeldenetz

Polygonreduktion von 6 Mio. auf 2,5 Mio. für Handling in der Visualisierungs-software

Problem: Scanschatten



Felswandtextur:

Punktattribut RGB als primäre Texturinformation
Polygonfarbe nach RGB-Attributen

Problem: Verlust beim Editieren von Polygonen

Texturiertes Wandmodell

Resultat:

Photographie (links) und texturiertes Wandmodell (rechts)

Mobilfunkübertragung

Smartphone:

- Parallelbetrieb zur Handy-Applikation ohne Nutzerinteraktion
- Automatischer Verbindungsaufbau nach Abbruch
- Pufferung der ermittelten Positionsdaten
- Energiesparendes adaptives Senden: Abhängig von Positionsänderung, Zeit und Mobilfunkversorgung
- Datenversand über aufgabenspezifisch minimiertes Datenprotokoll

GPS-Datenserver:

- Originaldatenspeicherung in MySQL-Datenbank
- Bereitstellung HTML-Schnittstelle zur Datenabfrage
- Koordinatentransformation von WGS84 in Landeskoordinatensystem

Mobilfunkübertragung

Smartphone:

- Kommunikation

Einsatzleitung
private IP-Adresse
Webbrowser
TUCAN

Abbildungen aus G. Ehlert (2010)

Mobilfunkübertragung

LDTP-Protokoll:

- Zur Realisierung der Übertragungsstrecke zwischen Mobilgerät des Retters und dem Server wurde ein spezielles UDP-basiertes Protokoll entwickelt, das als **L**ocation **T**racking **D**atagram **P**rotocol (LTDP) bezeichnet wird.

- Es dient zur
  - Codierung und Decodierung der zu übertragenden Daten und Übergabe an die darüber liegende Anwendungsschicht,
  - Sicherung der Zuverlässigkeit der Datenübertragung (Bestätigungsmeldung, Warteschlange),
  - Authentifizierung und zum Session-Management.

- Die Größe einer Positionsmeldung (geografische Länge, Breite, Höhe) beträgt minimal 46 Byte, der Message Container beansprucht 21 Byte.

Genauigkeit der GPS-Position

Allgemein:

- Untersuchungen zur 3D-Lagegenauigkeit aus geodätischen DGPS-Empfängern einschließlich Korrekturmöglichkeiten existieren
- Wenig belastbare Daten zur „Consumer-Klasse" (z.B. smart phones)
- Schwer modellierbare Effekte durch kleinräumig wechselnde Abschattung.

Empirischer Test:

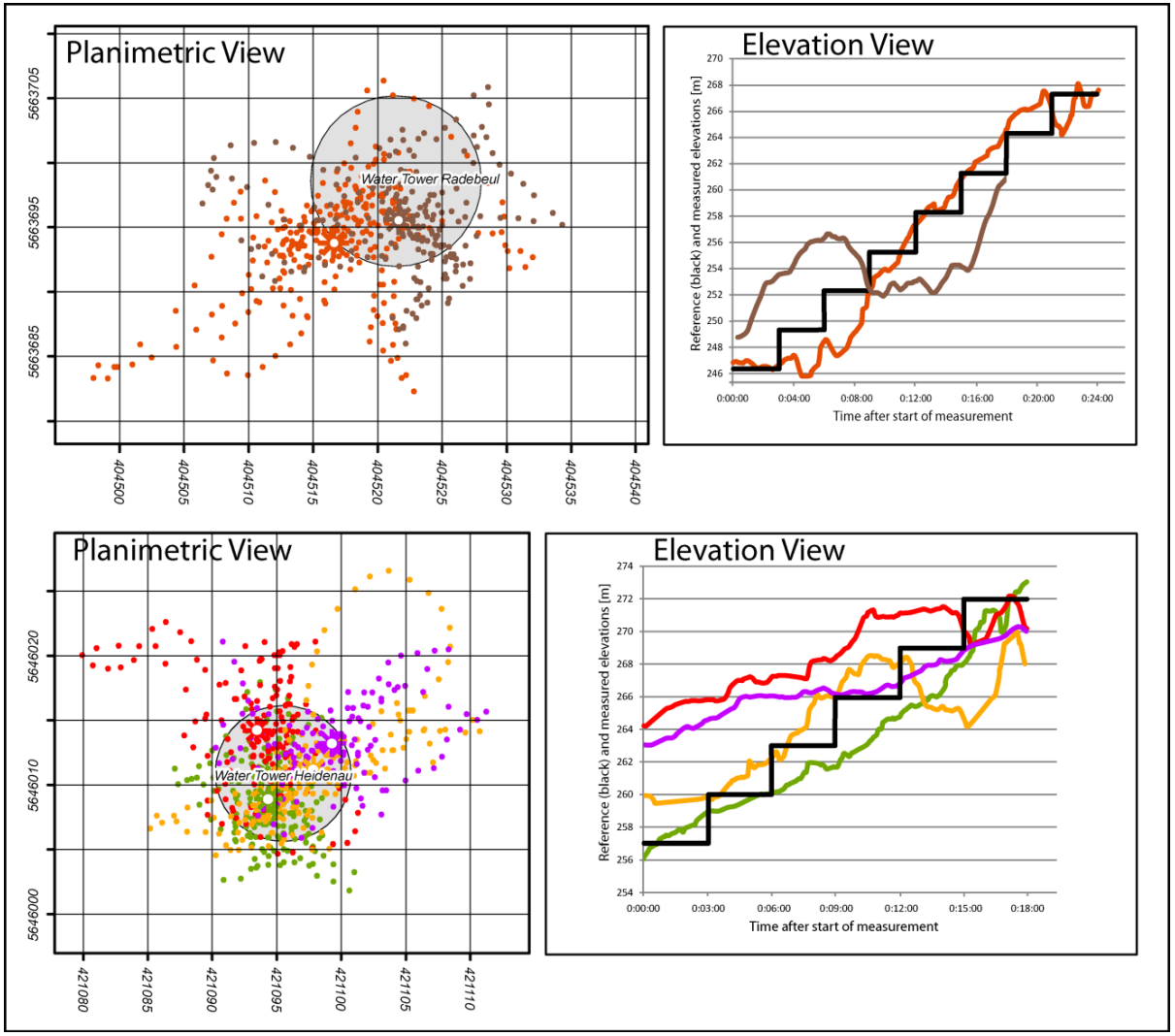
- „Simulierter vertikaler Durchstieg": Smartphone in angeseiltem Rucksack an Turmwänden
- Zwei Wassertürme mit rundem Grundriss, verschiedene Himmelsrichtungen
- Samsung Galaxy S3 (Smartphone neuster Generation)
- Automaisches Positions-Loggen in 4-Sekunden-Intervallen
- Ca. 1000 Messungen

Resultat:

Messung „Radebeul“:
(2 Standardabweichungen)
EW: 10,68 m - 11,37 m
NS: 7,51 m - 8,96 m
Höhe: 3,86 m - 9,74 m

Messung „Heidenau“:
(2 Standardabweichungen)
EW: 4,66 m – 10,20 m
NS: 6,40 m - 8,84 m
Höhe: 2,86 m - 7,08 m

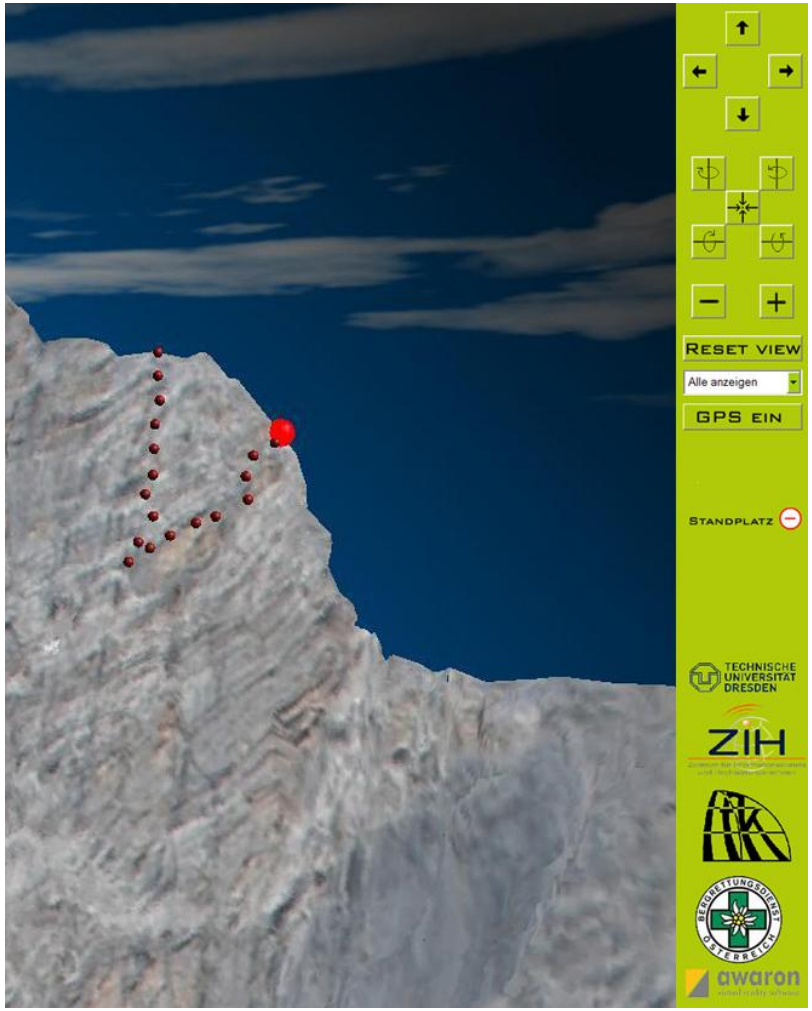
Relative Güte der Höhenwerte aufgrund einer unterstützenden barometrischen Höhenmessung im Gerät!



Visualisierung

Softwarelösung:

- Basierend auf einer C++-API der Visualisierungssoftware TUCAN wurde die dynamische Anzeige der Positionsdaten als Plugin implementiert.
- Spezielles User-Interface für ein effektives Navigieren im Modell durch Drehen, Verschieben und Zoomen über Buttons
- Plugin ruft über lokale Socketverbindung Datensätze einzeln vom Java-Programm ab.



Plausibilitätsprüfung

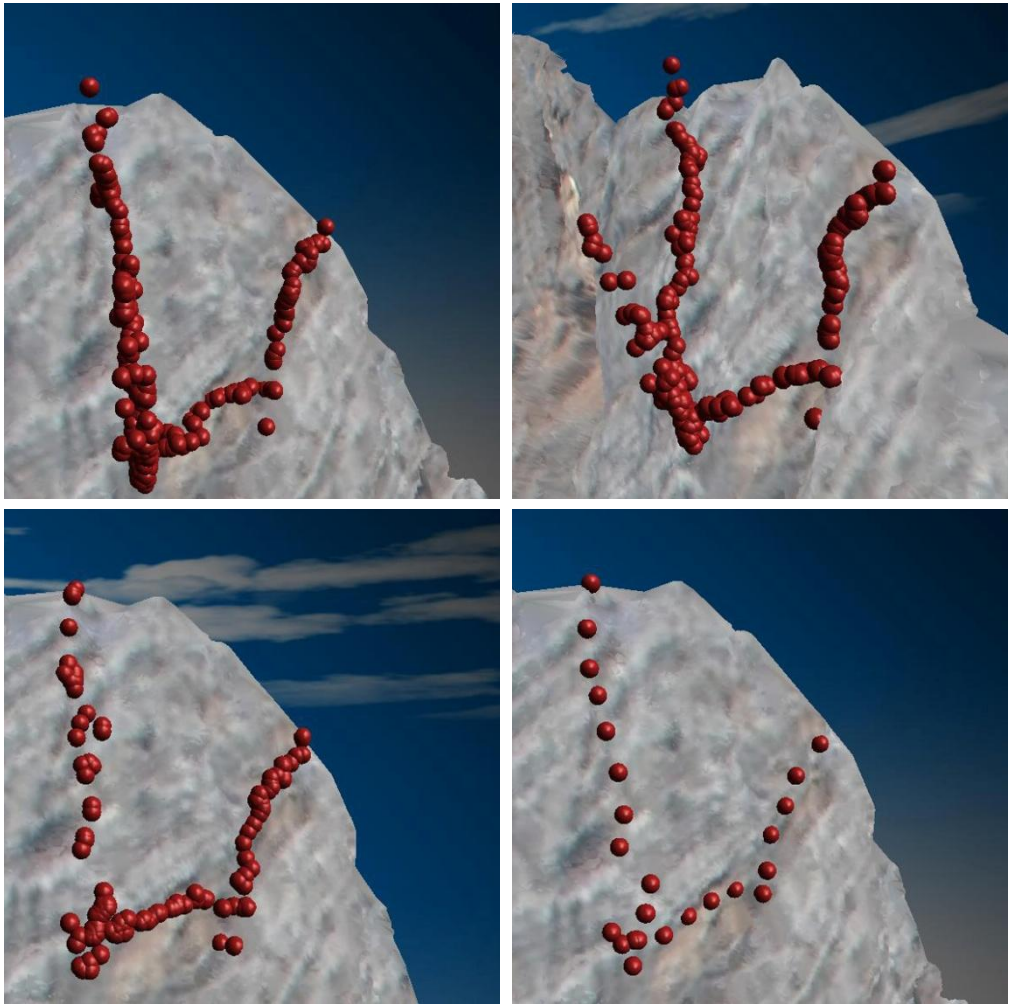
Eliminierung nicht-plausibler GPS-Positionen:

- Voraussetzungen:
  - Einstiegspunkt liefert plausible Koordinaten (normal: langer Aufenthalt)
  - Es existiert eine maximale Bewegungsgeschwindigkeit in der Wand.
- Punkt wird als plausibel eingeschätzt wenn:
  - Maximaldistanz vom Vorgänger $\leq$ Max.-Geschw. * Zeitinkrement, und
  - ermittelte Position nicht weiter von der Wandoberfläche entfernt als Snapdistanz.
- Der letzte plausibel eingeschätzte Punkt dient der Beurteilung des Folgepunktes.

Plausibilitätsprüfung

Filtern und Snappen:

- Rohdaten
- Punkte vor der Wand
- Punkte im Fels
- innerhalb Fangradius gesnappt
- für Daueranzeige ausgedünnt



Praxistest

Rettungsübung:

- August 2011 mit Bergrettern aus Ramsau/Dachstein
- typische Wetterbedingungen (schnelle Veränderung der Sicht)
- Zuverlässigkeit der Komponenten und Zusammenspiel bestätigt

- Filmbeitrag

Ausblick

Evaluierungsbedarf:

- Qualitative Heterogenität der Wandgeometrie und Wandtextur bedingt durch hoch variable Aufnahmedistanz von den zwei Scan-Standpunkten und Rauhigkeit der Felswand
  -> empirische Überprüfung der Lagefehler (welche Referenz?)
  -> Texturqualitätsprüfung (sichttote Räume, schleifende Schnitte)
- Umfangreichere Qualitätsprüfung der GPS-Ortung mit Geräten der Consumer-Class (Smartphone) unter Realbedingungen.

Technische Ergänzungen:

- Qualitative Homogenisierung und Verbesserung des Wandmodells
- Alternatives Wandmodell aus Bildflug mit ± horizontaler Aufnahmeachse
- Kachelung und sequentielles Nachladen des Modells in der Vis.-Software (Performanzlimit derzeit bei ca. 2,5 Mio. Polygonen erreicht)
- Integration von zusätzlichem bergsteigerisch relevantem Kontent (Sicherungssysteme, Routen, Gefahrstellen, Bergrettungshistory)
- Logging von Touren.

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Dr. Nikolas Prechtel
Institut für Kartographie
TU Dresden
Nikolas.Prechtel@tu-dresden.de

Dr. Bernd Hetze
Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen
TU Dresden
Bernd.Hetze@tu-dresden.de