

# **Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

**Institutsbericht 2012**

Stand: Juni 2013

# Inhalt

---

## **1 Adressen und Personen**

## **2 Lehre**

- Lehrveranstaltungen im Diplomstudium Geodäsie und Geoinformatik
- Lehrveranstaltungen im Bachelor-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik
- Lehrveranstaltungen im Master-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik
- Weitere Lehrveranstaltungen

## **3 Forschung und Entwicklung**

- Bild- und Datenanalyse in Computer Vision und Fernerkundung
- Geo-Informationssysteme
- Nahbereichsphotogrammetrie
- Projekte in Lehre und Ausbildung

## **4 Dissertationen, Diplom-, Bachelor-, Master- und Studienarbeiten**

## **5 Veröffentlichungen und Vorträge**

## **6 Mitarbeit in Gremien**

# 1 Adressen und Personen

---

Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Englerstr.7, 76131 Karlsruhe  
Postfach 6980, 76128 Karlsruhe  
Tel: (0721) 608 42315  
Fax: (0721) 608 48450  
WWW-Server: <http://www.ipf.kit.edu>

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Hinz, Stefan	Prof. Dr.-Ing. habil	<a href="mailto:stefan.hinz@kit.edu">stefan.hinz@kit.edu</a>
Bähr, Hans-Peter	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. (i.R.)	<a href="mailto:hans-peter.baehr@kit.edu">hans-peter.baehr@kit.edu</a>
Birkel, Heike	Fremdsprachensekretärin	<a href="mailto:heike.birkel@kit.edu">heike.birkel@kit.edu</a>
Alshawaf, Fadwa	M.Sc.	<a href="mailto:alshawaf.fadwa@kit.edu">alshawaf.fadwa@kit.edu</a>
Braun, Andreas	Dipl.-Geoökol.	<a href="mailto:andreas.ch.braun@kit.edu">andreas.ch.braun@kit.edu</a>
Bradley, Patrick Erik	Dr. rer. nat.	<a href="mailto:bradley@kit.edu">bradley@kit.edu</a>
Engelmann, Ilse	M. A.	<a href="mailto:ilse.engelmann@kit.edu">ilse.engelmann@kit.edu</a>
Ganzer, Birgit	Photogrammetrie-Auswerterin	bis 31.7.2012
Horn, Judith	Dr.-Ing.	<a href="mailto:judith.horn@kit.edu">judith.horn@kit.edu</a>
Jutzi, Boris	Dr.-Ing.	<a href="mailto:boris.jutzi@kit.edu">boris.jutzi@kit.edu</a>
Lucas, Christian	Dr.-Ing.	<a href="mailto:christian.lucas@kit.edu">christian.lucas@kit.edu</a>
Krimmelbein, Anna	Dipl.-Ing	<a href="mailto:anna.krimmelbein@kit.edu">anna.krimmelbein@kit.edu</a>
Leitloff, Jens	Dr.-Ing	<a href="mailto:jens.leitloff@kit.edu">jens.leitloff@kit.edu</a>
Richter, Daniela	Dipl.-Ing.	<a href="mailto:daniela.richter@kit.edu">daniela.richter@kit.edu</a>
Ringle, Konrad	Dipl.-Ing. (FH)	bis 31.7.2012
Schmidt, Florian	Dipl.-Ing.	bis 30.11.2012
Schuffert, Simon	Dipl.-Ing.	<a href="mailto:simon.schuffert@kit.edu">simon.schuffert@kit.edu</a>
Thiele, Antje	Dipl.-Ing	<a href="mailto:antje.thiele@kit.edu">antje.thiele@kit.edu</a>
Vögtle, Thomas	Dr.-Ing.	<a href="mailto:thomas.voegtle@kit.edu">thomas.voegtle@kit.edu</a>
Weidner, Uwe	Dr.-Ing.	<a href="mailto:uwe.weidner@kit.edu">uwe.weidner@kit.edu</a>
Weinmann, Martin	Dipl.-Ing	<a href="mailto:martin.weinmann@kit.edu">martin.weinmann@kit.edu</a>
Weisbrich, Werner	Dipl.-Ing. (FH)	<a href="mailto:werner.weisbrich@kit.edu">werner.weisbrich@kit.edu</a>
Wiesel, Joachim	Dr.-Ing.	bis 30.6.2012
Wursthorn, Sven	Dipl.-Ing.	<a href="mailto:sven.wursthorn@kit.edu">sven.wursthorn@kit.edu</a>

## **Gastwissenschaftler, externe Doktoranden und Stipendiaten**

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Dauer</b>
Centeno, Jorge	Uni Curitiba	August 2012
Guanhua Zhuo	School of Instrumentation Science and Opto-electronics Engineering, Beijing University of Aeronautics & Astronautics	Januar – März 2012

## 2 Lehre

---

### 2.1 Lehrveranstaltungen im Diplomstudiengang Geodäsie und Geoinformatik

Aufgrund der Umstellung vom Diplomstudiengang auf Bachelor- und Masterstudiengang wurden im Jahr 2012 nur noch Veranstaltungen ab dem 7. Semester angeboten.

#### **Geoinformatik III (7.Sem., Wiesel, Lucas, Wursthorn 2+1)**

- Visualisierung von Geoobjekten, Grafische Datenverarbeitung, Digitale Kartographie, Entwicklung neuer Strategien zur Visualisierung von Geodaten, Beispiele
- GIS und andere Informationssysteme, Struktur und Funktion von GIS, GIS-Klassen, Desktop-GIS, CAD-GIS, Geodatenserver, Client-/Server-Architekturen. Produkte: ESRI, Intergraph, Sicad, Mapinfo, Smallworld, Disy GISTerm
- ISO 191xx Standard, OpenGIS: Web-Mapping Interface, Feature Server Internet-Techniken, Web-Mapping, Produkte: ESRI, Intergraph, Sicad, Mapinfo, Smallworld, Disy, OpenSource-Projekte
- Datenmodelle für GIS
- Entwicklung und Anwendung von GIS, Beispiele: WAABIS Baden-Württemberg, GIS-GwD, Themenpark Boden,
- Internet-Adressen
- Übungen (Wursthorn):
  - Selbständige Bearbeitung einer kleinen Aufgabe mit einem GIS
  - Raumbezogene Abfragen und Analysen mit SQL nach OGC SFA (PostGIS)
  - OGC Webservices (WMS, WFS)
  - Web-Mapping mit OpenLayers, Geoserver und PostGIS

#### **Photogrammetrie IV (8. Sem., Vögtle, 2+2, Thema Sommersemester 2012: Industrielle Bildverarbeitung,)**

- Einführende Vorlesung zum Thema „Industrielle Bildverarbeitung“
- Vorträge der Studierenden (je 30-45 Minuten mit anschließender Diskussion) über ausgewählte Schwerpunkte: alternative Datenerfassungsmethoden (aktive und passive Methoden, Streifenprojektion, Lichtschnittverfahren), Barcode-Erkennung, Objekterkennung und Objektvermessung
- praktische Demonstrationen und Exkursionen zu Anwendungen von industrieller Bildverarbeitung

## **Terrestrisches Laserscanning (7. Sem., Vögtle / Juretzko, 1+1)**

Die Veranstaltung stellt eine Einführung in das terrestrische Laserscanning dar. Ziel ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse der Sensorik (Messprinzipien, Fehlerinflüsse, Messcharakteristiken etc.) sowie wesentlicher Methoden der Datenanalyse. Zu speziellen Themen werden Gastdozenten eingeladen.

- Hardware, Messprinzipien, Vergleich unterschiedl. Geräte
- Charakteristik der Messungen (Footprint, Kanten, Materialeigenschaften etc.)
- Full-Wave-Analyse
- Systeme für den industriellen Nahbereich
- Registrierung, Automationsansätze
- Datenanalyse-Strategien
- Segmentierung von Punktwolken
- 3D-Modellierungsmethoden
- Übungen:
  - Aufnahme eines komplexeren Innenraumes mit mehreren Standpunkten
  - Registrierung der Punktwolken mittels Targets
  - Editieren der Punktwolken
  - 3D-Modellierung des Raumes

## **Nahbereichsphotogrammetrie (7. Sem., Vögtle, 2+1)**

Die Veranstaltung baut auf den Grundlagen der Vorlesung Photogrammetrie II auf.

- Begriffsbestimmung, Anwendungsbereiche, geschichtliche Entwicklung
- Bildgebende Sensoren: Kamerateypen analog/digital, Bilderzeugung (Geometrie, CCD-Technik), Bildqualität (innere Orientierung, Bilddeformationen, Auflösung, Zeilensynchronisation, Aufwärmeeffekte, Lichtabfall, Rauschen, Blooming), Kalibrierverfahren, Laserscanner im Nahbereich
- Aufnahmeverfahren: Grundkonfigurationen, limitierende Faktoren, Signalisierung, Beleuchtungsverfahren, Motografie
- Auswerteverfahren: Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion (Linienverfolgung, Flächenwachstum, Bewegungen, spektrale Signatur, Textur), Mustererkennung – Detektion – Klassifizierung (Template-Matching, numerische und strukturelle Verfahren, Fourier-Deskriptoren, Selektionsverfahren), automatisierte Lagemesung im Bild (Korrelation, Schwerpunktbestimmung, ausgleichende Figuren, konjugierte Halbmesser, Schnittverfahren), Objektrekonstruktion
- Übungen (Vögtle):
  - Untersuchung von Parametern der Bildqualität (Auflösung, MTF, Lichtabfall, Blooming)
  - Programmerstellung zur Messung kreisförmiger Messmarken
  - Linienverfolgung
  - Flächenextraktion (mathematische Morphologie, Triangulationsnetze)
  - Bewegungsdetektion (direkte/indirekte Differenzbilder)

## **2. Programmiersprache (OO Softwareentwicklung, 8. Sem., Wiesel, 1+1)**

Ziel ist, die Programmiersprache Java auf der Basis von C-Vorkenntnissen in einer beliebigen Rechnerumgebung zum Entwickeln von Anwendungsprogrammen zu erlernen.

- OO-Softwareentwurf
- UML
- Einführung in Java
- Variablen, Typen, Klassen, Ausnahmen, Ausdrücke, Pakete
- die virtuelle Maschine
- Übungen (Wiesel):
  - Entwicklung von Java-Programmen

## **Interaktive Rechnergraphik (7. Sem., Wiesel, 1+2)**

Ziel ist, die Prinzipien von interaktiven 3D-Grafiksoftwaresystemen zu erlernen.

- mathematische Grundlagen
- Koordinatensysteme
- Einführung in OpenGL
- Events, 3D/2D-Transformationen, Beleuchtung, Texturen
- Geräte, Anwendungsbeispiele, Google-Earth
- Übungen (Wiesel):
  - Modellierung von Gebäuden des Campus mit Sketchup
  - Publizieren der modellierten Gebäude in Google-Earth

## **Geoinformatik IV (8. Sem., Wiesel, 2+1)**

Ziel ist, die Architekturen von GIS im Kontext des Internet zu identifizieren und die Stärken und Schwächen der verschiedenen technischen Lösungen zu bewerten.

- Geodatenserver: Oracle Spatial
- PostGIS, SDE
- Internet-GIS: Architekturen, Produkte, GDI
- Planung und Durchführung von GIS-Projekten
- Übungen (Wursthorn):
  - OGC Webservices, SOA (WSI, ESRI, ArcWeb), Google KML, GeoRSS, Implementierung in Python

## 2.2 Lehrveranstaltungen im Bachelorstudiengang

### Photogrammetrie I (5. Sem., Hinz, Wursthorn, 2+1)

- Mathematische Grundlagen von Einzelbild und Bildpaar
- Stereoskopisch sehen und messen
- Optische Grundlagen, Verzeichnung und Kalibrierung
- Mathematische Grundlagen der Mehrbild-Photogrammetrie (klassisch vs. projektiv)
- Bündelblock und Selbstkalibrierung
- Genauigkeitseigenschaften des Mehrbildfalles

### Photogrammetrie II (6. Sem., Hinz, Vögtle, 1+1)

- Konzepte und Algorithmen zur Automatisierung der Automatischen Aerotriangulation
- Digitale Geländemodelle
- Airborne Laserscanning

### Fernerkundungssysteme (4. Sem., Hinz, 1+1)

- Begriffe, Übersicht, Literatur
- Elektromagnetisches Spektrum
- Analoge Bildaufzeichnung und Farbtheorie
- Digitale Bildaufzeichnung, Abtastung und Aliasing
- Charakterisierung und Transformation digitaler Bilder
- Aktuelle Optische Sensoren
- Radar/SAR-Fernerkundung
- Grundlagen der SAR-Interferometrie
- Orbits und Missionskonzepte, aktuelle und künftige Satellitenmissionen
- Übungen (Weidner, Thiele):
  - Geometrische Bildtransformationen, Resampling
  - Georeferenzierung, Orthophotos
  - Beispiele Radarverfahren

## **Fernerkundungsverfahren (6. Sem., Weidner, 2+1)**

- Einfache Bildverarbeitungsverfahren für die Fernerkundung (Histogrammverarbeitung, multispektrales Prinzip, spektrale Signaturen, mehrdimensionale Histogramme)
- Datenvorprozessierung: Atmosphären- und Reliefkorrektur, Georeferenzierung
- unüberwachte Klassifizierung, Clusterverfahren
- Theorie der überwachten Klassifizierung (Bayes-Regel, Klassifizierungsgesetz, mehrdimensionale Verteilungen, Klassifizierungsverfahren – pixel- und segmentbasiert, Vergleich von Verfahren)
- Praxis der überwachten Klassifikation (Operationelle Landnutzungsklassifizierung, multitemporale Auswertung, Trainingsgebiete, Kontrollgebiete, Fehlereinflüsse, Analyse und Bewertung von Klassifizierungsergebnissen)
- Übungen (Weidner):
  - Aufbereitung und Visualisierung von Fernerkundungsdaten
  - unüberwachte Klassifikation / Clusteranalyse
  - überwachte Klassifikation und Vergleich von Verfahren
  - Genauigkeit der Ergebnisse
  - Visualisierung der Ergebnisse

## **Seminar Geodäsie und Geoinformatik (6. Sem., alle Dozenten des Lehrbereiches, 0+2)**

In einem selbständig erarbeiteten Seminarvortrag von 20 Minuten Dauer sollen die Studierenden Erfahrung gewinnen, vor einem fachkundigen Publikum über ein ausgewähltes Thema der Geodäsie und Geoinformatik zu sprechen und sich anschließend einer Diskussion zu stellen.

Präsentationstechniken werden in einem gesonderten halbtägigen externen Kurs erlernt.

Umfang: 2 Stunden pro Woche

## **Hauptvermessungsübung III im Kaiserstuhl (6. Sem., Hinz, Ringle, Weidner, Wursthorn)**

- Landschaft und Landschaftswandel im Kaiserstuhl
- Photointerpretation und „Ground Truth“ (Farbinfrarot - Hochbefliegung, panchromatische Luftbilder, historische Bilder, topographische Karten)
- Satellitenbildklassifizierung mit Verifizierung
- Exkursion „Forst“ (nur Geoökologen; Dr. von Wilpert, Forstliche Versuchsanstalt Freiburg)

Umfang: 0.5 Wochen

## 2.3 Lehrveranstaltungen im Masterstudengang

### **Numerische Mathematik (1. Sem., Bradley, 3+1, Pflicht)**

- Nichtlineare Gleichungen
- Polynome
- Interpolation
- Numerische Lineare Algebra
- Trigonometrische Funktionen
- Approximation
- Numerische Integration
- Gleitkomma-Arithmetik

### **2D Computer Vision (1. Sem., Vögtle, Hinz, 1+0, Pflicht)**

- Charakterisierung von Bildern mittels statistischer Merkmale
- Filterung im Orts- und Frequenzraum
- Segmentierung und Merkmalsextraktion
- Geometrische Bildtransformationen

### **3D Computer Vision (1. Sem., Jutzi, Hinz, Weinmann, 2+0, Pflicht)**

- Einführung (Motivation, Geschichte der 3D Computer Vision)
- Photogrammetrische Aspekte zur 3D Rekonstruktion
- Projektive Geometrie (Einführung und Grundlagen, Koordinatensysteme, Kameramodell, Exkurs: Quaternionen)
- Bildmerkmale und Korrespondenzen (Harris & SIFT Merkmale, Matching, RANSAC, Exkurs: Structured Light)
- 3D Rekonstruktion aus Bildpaaren (Ebene Szenen und Homographie, Epipolargeometrie und Fundamentalmatrix)
- Projektive und euklidische 3D Rekonstruktion aus mehreren Ansichten
- Anwendungen

### **Bildsequenzanalyse (1. Sem., Wursthorn, Hinz, 2+0, Wahlpflicht)**

- Einführung die Bildsequenzanalyse
- Aufnahmesysteme (Sensortypen, Eigenschaften, Farbkameras, Videostandards, Datenreduktion)
- Aktive Konturen (Level Sets, Snakes)
- Kalman Filter (Einführung, Beispiel mit MATLAB)
- Optischer Fluss und Scene Flow
- Ausgleichsmodelle für Bildsequenzanalysen
- Stereo Egomotion
- Modellbasiertes Tracking starrer Körper
- Partikelfilter
- Beispiel komplexer Trackingverfahrens: TLD und Erkennung und Verfolgung von Fahrzeugen und Personen aus Luftbildsequenzen

### **Struktur- und Objektextraktion in 2D und 3D (1. Sem., Hinz, 2+1, Wahlpflicht)**

- Texturanalyse (Ortsraum, Frequenzraum)
- Topologie und Graphen in der Bildanalyse
- Graphenbasierte Merkmals- und Objektextraktion in 2D
- Objekt(wieder)erkennung und -Kategorisierung in 2D (Generalisierte Hough-Transformation, Implicit Shape Models)
- 3D-Segmentierung und 3D-Rekonstruktion (3D Punktwolken- und Flächensegmentierung, Beispiel: Gebäuderekonstruktion und Schadensklassifikation)

### **Augmented Reality (Wursthorn, 1+2, Wahlpflicht)**

- Augmented Reality Anwendungen in Forschung, Industrie und Unterhaltung
- Sensoren und Technologien zur Positionierung und Orientierung
- Darstellungstechnologien
- Nutzerinteraktion

### **Aktive Sensorik für Computer Vision (2. Sem., Jutzi, 2+0, Wahlpflicht)**

- Messtechnik
  - Atmosphäre, Navigation, Puls & CW Modulation
  - Lasersstrahl
- Full Waveform (Signal)
- Laserscanning
  - Spezielle Systeme
  - Qualitätsaspekte

- Triangulationsverfahren
- Range imaging (Funktion & Systeme)
- Datenaufbereitung
  - Registrierung
  - Merkmalsbasierte Koregistrierung von Punktwolken ( Exkurs)
- Analyse von Punktwolken
  - Modell-Datengetrieben
  - RANSAC
  - Gebäudemodellierung
- Anwendungen

### **Industrielle Bildverarbeitung und Machine Vision (2. Sem., Hinz, Jutzi, 1+1, Wahlpflicht)**

- Aufnahmesysteme in industriellen Umgebungen
- Geometrische und radiometrische (Selbst-)Kalibrierungsverfahren
- Bildaufnahme- und Bildverbesserungsverfahren
- Generische Objekterkennungsverfahren in der Industrie
- Verfahren zur Qualitätskontrolle

### **Sensors and Signals in Remote Sensing (1.Sem. / GRACE, Jutzi, 2+1)**

Remote sensing in climate and environment is introduced and typical applications are presented. Lectures on signals and statistics as well as advanced single and multi-dimensional data processing are also given.

- Introduction
- Mathematical Principles
- Systems & Signals
- Fourier-Series
- Delta Function
- Convolution
- Fourier-Transformation
- LTI-Systems & Modulation
- Digital Signal Processing
- Random Signals
- Signal Reconstruction
- Interpolation
- Multi-dimensional System Theory

### **Schätztheorie (2. Sem., Hinz, Illner, 2+2, Pflicht)**

- Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie
- Herleitung und Fortpflanzung von Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen
- Statistische Detektionsmethoden
- Generative und diskriminative Klassifikationsverfahren
- Parameterschätzung, Cramer-Rao-Bound
- Fortgeschrittene Verfahren der Parameterschätzung in linearen und linearisierten Modellen
- Optimale Schätzung

### **Sensorik und Datenanalyse in Computer Vision und Fernerkundung (2. Sem., Vögtle, Weidner, 2+0, Pflicht):**

- Passive bildgebende Sensorik, CCD, CMOS
- Aktive Sensorik, time-of-flight Kameras, kinect
- Abbildungseigenschaften, Objektive (linear, telezentrisch, fisheye) und 3D Rekonstruktionsmodelle
- Laserscanning und Objektmodellierung in Punktwolken
- Aufnahmesysteme der Fernerkundung
- Auswerteverfahren der Fernerkundung

### **Statistische Mustererkennung und wissensbasierte Bildanalyse (2. Sem., Hinz, Wursthorn, 2+2, Wahlpflicht):**

- Objekt-, Sensor- und Bildmodelle
- Extraktionsstrategien und regelbasierte Methoden
- Repräsentationsformalismen in der Bildanalyse
- Beispiele wissensbasierter Bildanalyse
- Lernverfahren und aussehensbasierte Modellierung
- Graphische Modelle, Bayes-Netze
- Conditional und discriminative Random Fields

### **SAR und InSAR-Fernerkundung (2. Sem., Hinz, Westerhaus, 2+1, Wahlpflicht)**

- Methoden der SAR-Bildgenerierung
- Charakteristiken von SAR Bildern
- Bewegte Objekte in SAR Bildern

- InSAR und differentielles InSAR
- Persistent Scatterer InSAR
- Polarimetrisches SAR

### **Seminar Topics of Remote Sensing (Weidner, 1+0, Wahlpflicht)**

Die Veranstaltung vermittelt Studierenden einen Einblick in ausgewählte Themen der Fernerkundung. Das jeweils zu bearbeitende Thema wird in Anlehnung an laufende oder geplante Forschungsprojekte des Instituts gestellt.

### **Methods of Remote Sensing (Weidner, 1+1, Pflicht)**

Die Veranstaltung vermittelt Studierenden einen Überblick über Methoden der multi-spektralen Fernerkundung. Anhand von Anwendungsbeispielen wie der Landbedeckungsklassifizierung und der Änderungserkennung werden Anforderungen an Fernerkundungsdaten und deren Prozessierung, insbesondere pixel- und segmentbasierte Klassifizierungsverfahren, vorgestellt. Eine Auswahl von Methoden wird im Rahmen der Übung angewendet und hinsichtlich ihrer Eignung und Güte der Ergebnisse untersucht.

### **Visualisierung von Geodaten in 2D, 3D und 4D (2. Sem., Lucas, 1+1, Wahlpflicht)**

Die Veranstaltung vermittelt den Studierenden einen Überblick über die wesentlichen Konzepte im Bereich der Visualisierung von zwei und dreidimensionalen Geoobjekten. Die Wirkungsweise von Beleuchtungs- und Shadingmodellen wird vermittelt. Dabei fokussiert das Modul auf die Nutzung und Anwendung von Programmierschnittstellen wie OpenGL zur 2D und 3D Darstellung. Darauf aufbauend führt das Modul in die Web Graphics Library (WebGL) zur browserbasierten Visualisierung räumlicher Objekte sowie in Beschreibungssprachen für 3D-Modelle (z.B. X3D) und in den Prozess des Renderings (z.B. Mapnik für 2D, Blender für 3D und 4D) ein. Die theoretischen Aspekte werden anhand konkreter Anwendungen und praktischer Beispiele in Übungen umgesetzt.

### **Projekt Computer Vision (3. Sem., alle Dozenten, 0+3, Wahlpflicht)**

### **und Projekt Luftbildphotogrammetrie und Fernerkundung II (3. Sem., alle Dozenten, 0+3, Wahlpflicht)**

Den Studierenden werden durch die Bearbeitung von Fragestellungen im Rahmen eines Projektes vertiefte Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich Computer Vision bzw. Fernerkundung vermittelt. Die Projektarbeit umfasst den gesamten Ablauf von der

Planung über die Datenaufbereitung und –analyse bis zur adäquaten Präsentation der Ergebnisse.

Die Inhalte der Veranstaltung variieren von Semester zu Semester.

### **Hyperspektrale Fernerkundung (3. Sem., Weidner, 1+1, Wahlpflicht):**

- Unterscheidung multi- vs. hyperspektrale Fernerkundung
- hyperspektrale Fernerkundungssensoren (satelliten-, flugzeuggetragen)
- Verfahren zur Vorverarbeitung (Transformationen, Merkmalsauswahl, -reduktion)
- Klassifizierungsverfahren (Matched Filter, SAM, Unmixing; Support Vector Machines (SVM))
- Anwendungsbeispiele

## **2.4 Weitere Lehrveranstaltungen**

### **Blockkurs Einführung in die Photogrammetrie für Architekten (5. Sem., Vögtle)**

- Sensoren: Analoge und digitale Kameras, innere Orientierung, Rotationszeilenkamera, terrestrische Laserscanner
- Aufnahmeverfahren: Einzelaufnahmen, Stereomodelle, Bildverbände
- Auswerteverfahren: Entzerrung/Orthophoto, Modellorientierung, Bündelblockausgleichung
- Übungen (Vögtle):
  - perspektivische Entzerrung einer Fassadenaufnahme
  - relative und absolute Orientierung eines Stereomodells, stereoskopische Auswertung wesentlicher Fassadenelemente
  - monoskopische Bildkoordinatenmessung konvergenter Aufnahmen, Bündelblockausgleichung, Erzeugung eines virtuellen Gebäudemodells inkl. Texturmapping

Umfang: 6 Vorlesungsstunden + 14 Übungsstunden

### **Einführung in GIS für Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen (Rösch/Lucas, Wintersemester, 2+2)**

- Lernziel: Vermittlung der Grundlagen eines GIS, Kennenlernen des Ablaufs von der Datengewinnung über Datenverarbeitung bis zu Abfragetechniken und Analysemethoden im Zuge anwendungsbezogener Arbeiten.
- Teilnehmer: Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen

- Voraussetzungen: Basiscomputerkenntnisse
- Gliederung:
  - 1) Einführung: Was ist GIS, Überblick, Literatur, Internet, Beispiele
  - 2) Bezugssysteme: Koordinatensysteme, Koordinatentransformation
  - 3) Grundlagen der Informatik: Aufbau von Rechnersystemen, Betriebssysteme, Software, Compiler, Datentypen, Datenorganisation, Algorithmen, Netze / Protokolle
  - 4) Geoobjekte: Modellierung von Geoobjekten, Vektormodell, Rastermodell
  - 5) Digitale Geodaten: Direkte Messung terrestrisch, Direkte Messung GPS, A/D Wandlung, Fernerkundung, Datenqualität, ATKIS/ALKIS/DBTOPO, Metadaten, Georeferenzierung, Austauschformate
  - 6) Datenbanksysteme: Relationales Modell, SQL, Modellierung, Schnittstellen
  - 7) Analysen: Vektor basiert, Raster basiert, Graphentheorie
  - 8) Visualisierung: Computergrafik inkl. Farbenlehre, Thematische Kartografie, GIS-Projekte durchführen
  - 9) GIS-Software: Desktop, Geodatenserver, Web-GIS
  - 10) 3D-GIS am Beispiel ArcGIS-3D und ArcScene
  
- Übungen: Die folgenden Übungsabschnitte werden zu einer durchgehenden Übung möglichst in einem gemeinsamen Übungsgebiet verbunden. Die Übungsaufgaben werden mit der GIS-Software ESRI ArcView 9.x bearbeitet.
  - 11) Koordinatentransformationen und Datumsübergang (mit FME)
  - 12) Verknüpfung von Geometrie und Sachdaten
  - 13) Analysen (Verschneidung, Puffer, kürzeste Wege, Kostenfunktionen usw.)
  - 14) Georeferenzierung
  - 15) On-screen-digitizing
  - 16) Datenim- und -export bzw. Datenaustausch
  - 17) Übungen zu SQL mit Postgresql
  - 18) Übungen mit ArcGIS-3D und ArcScene

Umfang: 2 Vorlesungsstunden + 2 Übungsstunden pro Woche

### **Karten und Bilder als Datenbasis für Entscheidungen (Masterstudiengang Regionalwissenschaft, Weidner, Thiele, Wintersemester, 2+0)**

Die Veranstaltung richtet sich schwerpunktmäßig an ausländische Studierende im deutschsprachigen Masterstudiengang *Regionalwissenschaft*. Inhalte sind ausgewählte Kapitel aus Kartographie, Photogrammetrie und Fernerkundung. Ziel dieser praxisorientierten Lehrveranstaltung ist die Vermittlung von Basiswissen mit der Anregung zu eigener Vertiefung und zur Nutzung der Handwerkzeuge für Abschlussarbeiten wie auch in späterer beruflicher Praxis.

Übungen (Sturm) innerhalb des Vorlesungszyklusses widmen sich der Luftbildinterpretation, dem Kartenlesen und einer praktischen Einführung in die Arbeit mit GIS.

Umfang: 2 Vorlesungsstunden pro Woche mit einigen Übungen

## **Remote Sensing and Geoinformation Systems (Resources Engineering Master Course, Vögtle, Wintersemester, 2+0)**

- Definitions and Applications
- Sensors
- Introduction to Image Processing
- Basics of Photogrammetry and Remote Sensing
- GIS: Examples
- Demonstration and Laboratory (Weidner, Sturm):
  - ArcGIS introduction
  - unsupervised classification
  - supervised classification

Umfang: 2 Vorlesungsstunden pro Woche (zweijährig)

## 3 Forschung und Entwicklung

---

### 3.1 Bild- und Datenanalyse in Computer Vision und Fernerkundung

#### **Änderungsdetektion im städtischen Gebiet mittels Radarfernerkundung – Fallstudie Paris**

**Dissertation Clémence Dubois,  
Betreuer : Antje Thiele, Stefan Hinz**

Heutzutage ist die Änderungsdetektion im städtischen Gebiet von großem Interesse. Sie wird sowohl für stadtplanerische Zwecke angewendet, um die Karteninformation mit Neubauten und Abrissen zu aktualisieren, als auch im Krisenmanagement eingesetzt, um beschädigte Gebäude nach einer Naturkatastrophe schnell zu erkennen. In solchen Fällen ist die Radarfernerkundung besonders von Vorteil, da sie einen zeit- und wetterunabhängigen Einsatz ermöglicht.

In dieser Studie wurde ein Untersuchungsgebiet im Nord-Osten von Paris ausgewählt, wo im Rahmen eines Stadtentwicklungsprojektes zwanzig Gebäude abgerissen werden (Abbildung 1). Zwei Radarmethoden sollen eingesetzt werden, um Änderungen zu detektieren: SAR-Interferometrie (InSAR) und Stereo-Radargrammetrie. Die SAR-Interferometrie wird vor dem Abriss verwendet, um die Gebäudehöhe zu ermitteln und um Gebäudemerkmale zu extrahieren. Nach dem Abriss oder währenddessen ist die Signalkohärenz viel schlechter, wenn nicht verloren. Ein Einsatz der SAR-Interferometrie ist daher nicht mehr möglich. Außerdem werden nach Beendigung der TanDEM Mission (ca. 2014) 11 Tage benötigt, um mit TerraSAR-X ein repeat-pass Interferogramm zu erhalten. Dies verhindert einen schnellen Einsatz dieser Methode. Deswegen wird für die Änderungsanalyse die Stereo-Radargrammetrie verwendet. Änderungen werden dann durch Vergleich der interferometrischen Ergebnisse mit den durch radargrammetrisches Stereo ermittelten Gebäudehöhen und extrahierten Merkmalen detektiert.

Im Jahr 2012 wurde die Datenbasis erstellt. Sowohl single-pass InSAR, als auch Radargrammetrie geeignete SAR-Daten wurden aufgenommen. Für die radargrammetrische Analyse wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten Daten akquiriert, die verschiedene Abrisstadien der Gebäude zeigen. Die unterschiedlichen Aufnahme- und Schnittwinkel ermöglichen es, same-side und opposite-side Stereo in verschiedenen Konfigurationen zu untersuchen. Zudem wurden Verfahren weiterentwickelt, um die Gebäudehöhe in den InSAR-Daten zu extrahieren. Die Verwendung eines Goldstein-2D Phase Unwrapping Verfahrens erlaubt es, die Höhe von Gebäuden, die nicht durch einen einzigen Phasenverlauf erfasst werden können, zu bestimmen (Abbildung 2).



Abb.1: Untersuchungsgebiet und Gebäudezustände; a) April 2012; b) Dezember 2012

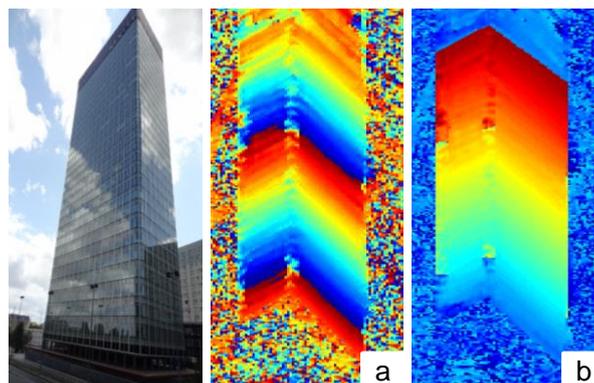


Abb. 2: Phase Unwrapping auf TanDEM-X Phasendaten; a) gefiltertes Phasenbild; b) abgewickelte Phase

Für diese Studie wurde eine Feasibility Study of Young Scientists (FYS) des Karlsruher House of Young Scientists erfolgreich eingeworben. Diese stellte ein Budget zur Erfassung der Daten und für Vorortbegehungen zur Verfügung.

# Auswirkungen der Entwaldung auf die Artenvielfalt im Biodiversitäts-Hotspot Zentral-Chile. Geoökologische Untersuchungen unterstützt durch multi-temporale Fernerkundungsdaten

Dipl. Geoökol. Andreas Ch. Braun

## Zielsetzung & Aufgabenstellung

Die Küstenregion von Zentral-Chile ist eines der 25 Zentren für die biologische Artenvielfalt der Welt (Biodiversitäts-Hotspot sensu Myers et al 2000).

Seit 1974 werden die naturnahen Primärwälder (Abb. 3a) durch Baumplantagen mit exotischen Arten (Abb. 3b) ersetzt. Die Plantagen werden durch nicht nachhaltige Kahlschlag-Bewirtschaftung geerntet (Abb. 3c). Naturnahe Wälder verbleiben fast ausschließlich auf Restflächen in Plantagen (Abb. 3d).

Das Ausmaß dieses Prozesses und seine Bedeutung für die Biodiversität werden im Rahmen der Arbeit erfasst. Dazu werden geoökologische Geländeaufnahmen mit Fernerkundungs-Ergebnissen kombiniert.



Abb. 3a: naturnaher Wald b: Baumplantage c: Kahlschlagfläche d: Waldrest

## Geoökologische Ergebnisse

Durch pflanzensoziologische Geländeaufnahmen (sensu Braun-Blanquet 1928) konnte bislang gezeigt werden: Die Artenvielfalt in Plantagen ist um mindestens 45% reduziert (Abb. 4a). In hinreichend großen naturnahen Wäldern ist sie hingegen hoch (Abb. 4b) Innerhalb von Plantagen sind die Baumart und Baumhöhe wichtige Einflussfaktoren der Artenvielfalt (Abb. 4c)

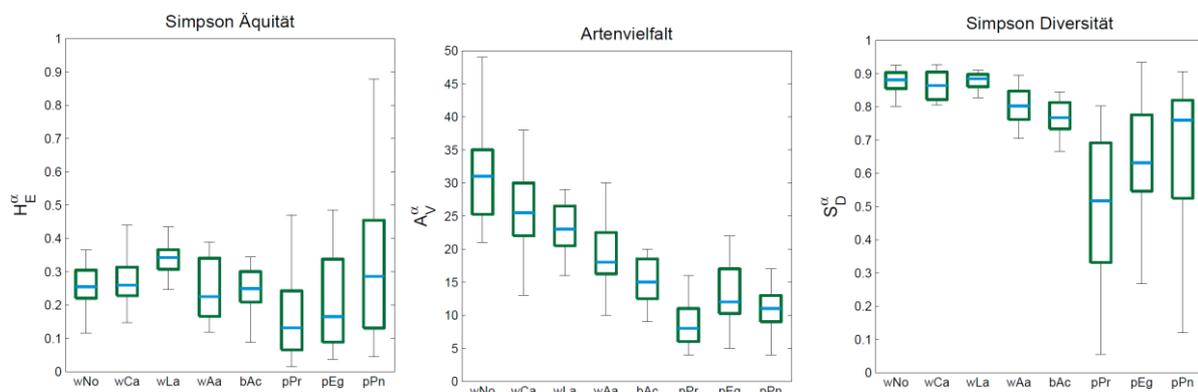


Abb. 4: Artenreichtum von a: verschiedene Formationen b: Plantagen c: Wäldern

## Fernerkundliche Ergebnisse

Durch multitemporale Klassifizierung (1975, 1990, 2000, 2009) konnte bislang gezeigt werden:

Es verbleiben weniger als 4% Bedeckung mit Wald (einst: über 25%). Die Entwaldung kann größtenteils der Plantagenwirtschaft zugeschrieben werden. In Zentral-Chile ist die Entwaldung weitestgehend abgeschlossen, in Patagonien hingegen setzt sie erst ein.

## Methodenentwicklung zur Nutzung von Parametern aus Satellitendaten im Rahmen der forstlichen Betriebsplanung und des forstlichen Katastrophenmanagements

Förderung durch BMWi (Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie) / Technische Universität München

Antje Thiele, Stefan Hinz

Das Hauptziel dieses Projektes ist die Entwicklung und die Demonstration eines Fernerkundungs-gestützten Inventur und Monitoring Systems für den Wald-Forst Bereich, wobei das Projekt in das Gesamtkonzept eines Entscheidungs-Unterstützungs-Systems (EUS) für die Forst-Holz Kette eingebettet ist.

Im Rahmen des dritten Projektjahres stand die Entwicklung von multitemporalen Extraktions- und Klassifikationsroutinen im Vordergrund. Hierbei sind die SAR-Daten aufgrund ihrer Wetter- und Tageszeitunabhängigkeit für schnelle Analysen geeignet. Im Folgenden wird eine multi-sensorielle Datenfusion zur Abschätzung einer Kalamität am Beispiel eines Sturmwurfes beschrieben.

In der Nacht von 13 auf den 14. Juli 2011 hatte ein regionales Sturmereignis im Nationalpark stattgefunden. Nachfolgend lag eine Schlechtwetterlage vor, die die Aufnahme von verwertbaren RapidEye-Daten verhinderte. Infolgedessen wurde die Aufnahme mit dem aktiven, wetterunabhängigen TerraSAR-X Satelliten in Auftrag gegeben. Vier Aufnahmen konnten im Laufe von acht Tagen aufgezeichnet werden, die die Szene unter unterschiedlichen Aufnahmewinkeln und Orbitrichtungen zeigt.

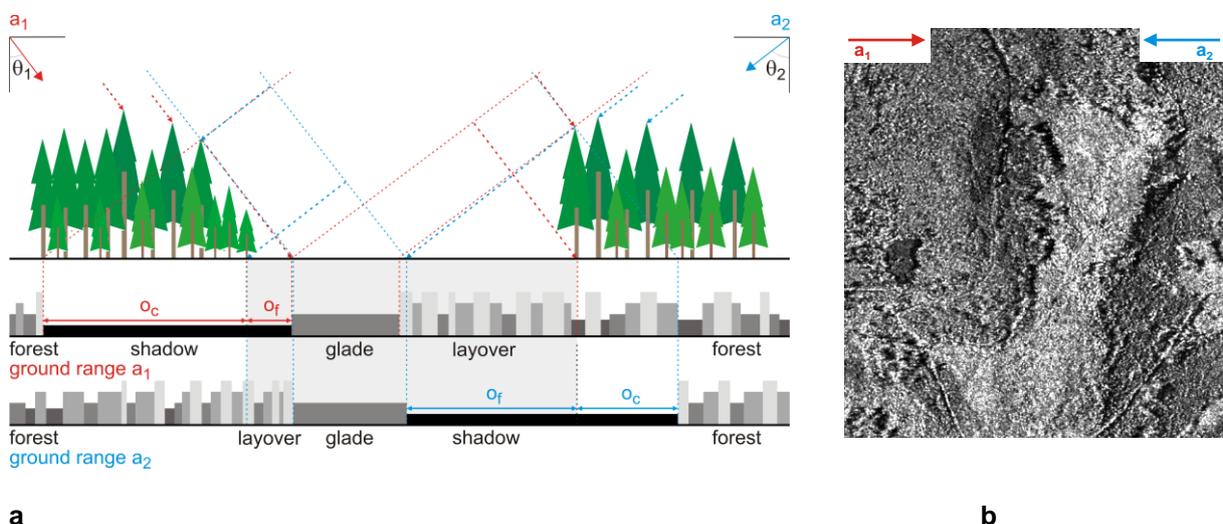


Abb. 5: Schematische Darstellung einer Windwurffläche in multispekt SAR-Daten (a); Fusion der multispekt Bilder zur Extraktion der neuen Waldgrenze (b)

Die Auswertung dieser multiaspekt SAR-Daten stützt sich auf die Extraktion von Waldgrenzen durch die Auswertung von Radarschatten, die am sensorfernen Waldrand entstehen. Dieser Schatten zeichnet sich durch einen niedrigen Amplitudenwert im SAR-Bild aus, da durch dicht stehende Bäume keine Radarstrahlung den dahinter liegenden Bereich erreicht. Für die Extraktion der geschlossenen Waldgrenze werden zwei Aufnahmen aus unterschiedlichen Orbits kombiniert, um für jeden Randbereich eine Schatteninformation zu erhalten. Die sich daraus ergebende Aufnahmekonfiguration ist in Abbildung 5 schematisch dargestellt (a) und in realen Daten gezeigt (b). Die Extraktion der Waldgrenzen aus SAR-Bildern (Abbildung 6a) wurde manuell (grün) und automatisch (gelb) durchgeführt.

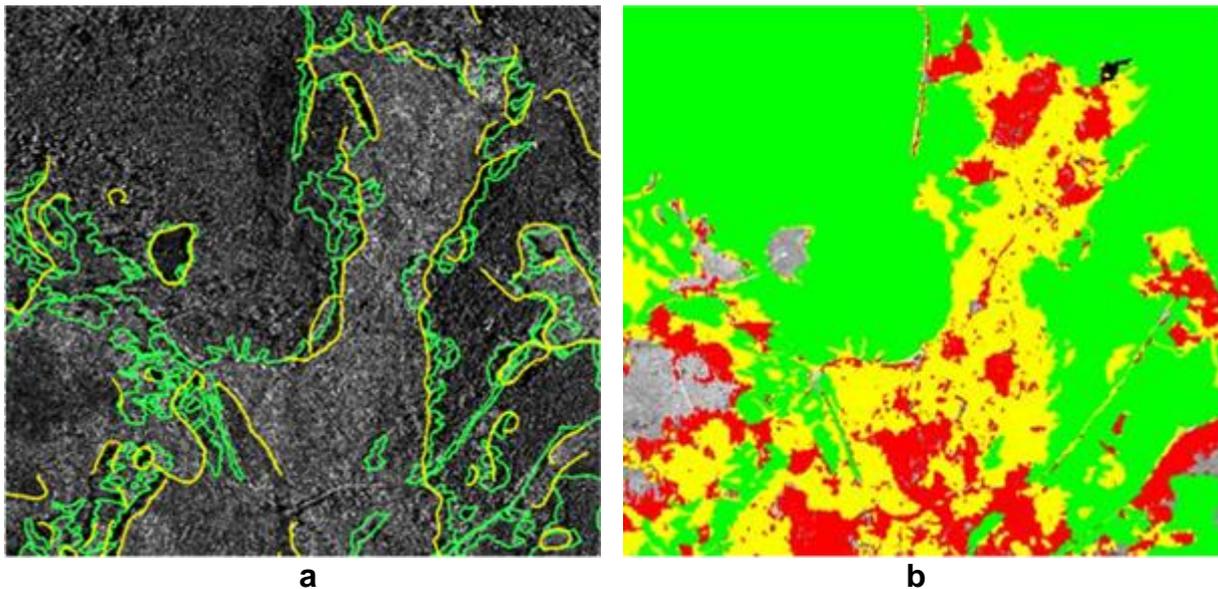


Abb. 6: Ergebnis der Wandrandextraktion (a) - manuell (grün) und automatisch (gelb), Überlagerung der multitemporalen Waldflächen (b) - Orthophoto (rot, 2007), RapiEye (gelb, 2011) und TerraSAR-X (grün, 2011)

Neben den SAR-Daten wurden Archivdaten ausgewertet, die die Waldgrenze zu früheren Zeitpunkten ausweisen. Die Überlagerung der Orthophotofläche (rot), der RapidEye-Fläche (gelb) und der TerraSAR-X-Fläche (grün) ist in Abbildung 6b dargestellt.

In Folge dieser Datenaufbereitung und -fusion konnte man bereits wenige Tage nach dem Sturmereignis, Informationen über die betroffenen Flächen (in Abbildung 6b gelb) und die Größe der Schadgebiete erhalten. Diese schnelle und zuverlässige Schätzung und Visualisierung des Schadausmaßes kann als Erstinformation für die Planung des Katastropheneinsatzes Verwendung finden.

### **Projektbeteiligte:**

Das Vorhaben wird federführend von der Technischen Universität München (TUM) durchgeführt und vom Fachgebiet Waldinventur und nachhaltige Nutzung (WnN) koordiniert. Die technisch/wissenschaftlichen Fragestellungen des Vorhabens werden gemeinsam von dem WnN, dem IPF und der Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bearbeitet.

## **Entwicklung und Validierung interferometrischer und radargrammetrischer Bildanalysemethoden zur automatisierten Extraktion und Charakterisierung von 3D-Gebäudestrukturen für energie- und krisenrelevante Geoinformation**

**Förderung durch BMBF (Bundesministeriums für Bildung und Forschung)**

**Antje Thiele, Stefan Hinz**

Das Hauptziel dieses Verbundprojektes ist die Entwicklung TanDEM-X-spezifischer Bildanalyseverfahren zur automatisierten Erfassung und Änderungskartierung von Gebäudestrukturen. Das Resultat soll eine objektbasierte Beschreibung des Szeneinhaltes sein, auf deren Basis gebäudespezifische Analysen durchgeführt werden können. Hierbei soll insbesondere das Verwertungspotenzial von monotemporalen TanDEM-X Daten für die flächendeckende Energiebilanzierung von Gebäuden demonstriert werden. Eine Erweiterung auf multitemporale Daten soll der raschen Gewinnung von Änderungskartierungen dienen, die als Kriseninformation z.B. während Überschwemmungen oder nach Erdbeben extrem wichtig sind.

Um eine optimale wissenschaftliche Durchführung und Verwertung der Projektarbeiten zu gewährleisten, ist dieses Projekt als Verbundvorhaben zweier Partner – Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF) des KIT und European Institute for Energy Research (ElFER) – mit ausgewiesener Expertise in den Bereichen SAR-Fernerkundung und Geoinformatik-gestütztes Energieplanung und -management konzipiert.

Im ersten Projektjahr wurde schwerpunktmäßig die Verarbeitungskette für die TanDEM-X-Daten entwickelt und die Gebäudesignatur in den High-Resolution Daten analysiert. Die entsprechende interferometrische Verarbeitungskette ist wie in Abbildung 1a aufgebaut. Der zweite Schritt – die Co-Registrierung – muss für diese neuen TanDEM-X-Daten nicht durchgeführt werden, da subpixelgenau registrierte Bildpaare geliefert werden. Im Anschluss erfolgten die Interferogrammberechnung und die Subtraktion des Flachen-Erde-Anteils. Die letzten beiden Schritte wurden zusammen mit unserem Kooperationspartners Fraunhofer IOSB umgesetzt. Ein entsprechend prozessiertes Interferogramm ist in Abbildung 7b,c dargestellt.

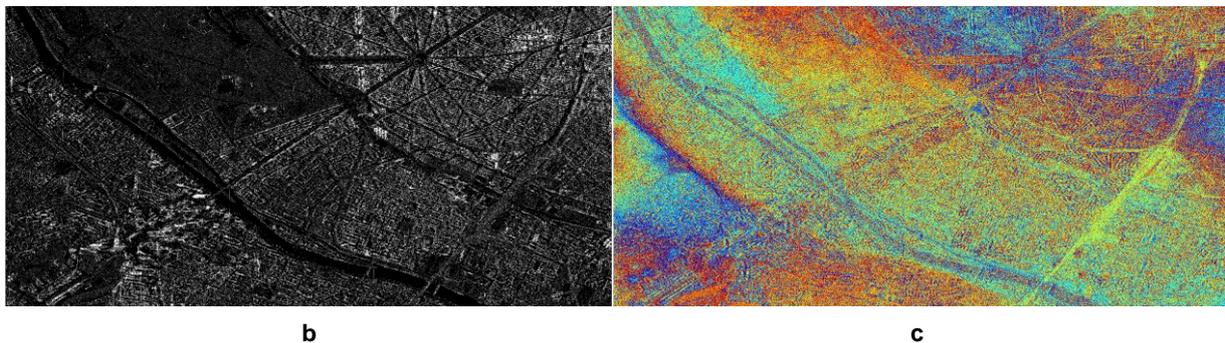
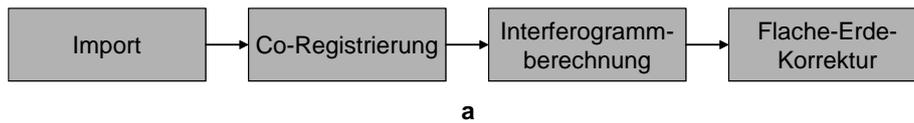
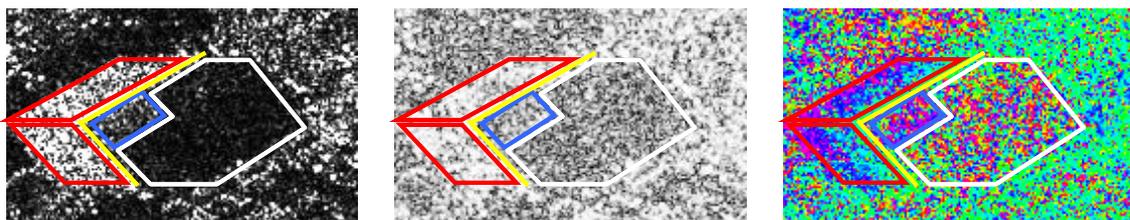


Abb. 7: Verarbeitungskette (a), HighResolution Spotlight Interferogramm von Paris – Intensitätsbild (b) und Phasenbild (c)

Die Signatur von Gebäuden wurde in Intensitäts-, Kohärenz- und interferometrischen Phasenbildern untersucht. Dabei konnten für die wichtigsten Signaturbereiche (veranschaulicht in Abbildung 8) – Layover (rot), Cornerlinie (gelb), Dachfläche (blau) und Schatten (weiß) – markante radiometrische und geometrische Eigenschaften identifiziert werden.



Signatur \ Daten	Intensität	Kohärenz	Phase	Form
Layover	hohe Werte (i.d.R. Muster)	hohe Werte	lineare Rampe	Parallelelogramme
Corner	hohe Werte	hohe Werte	konstante Werte $\approx$ Bodenhöhe	Linie
Dach	mittlere Werte (teilw. Muster)	mittlere Werte	konstante Werte $\approx$ Dachhöhe	Parallelelogramm
Schatten	sehr niedrige Werte	geringe Werte	zufällig	Fläche

Abb.8: Charakterisierung von Gebäudemerkmalen in Intensitäts-, Kohärenz- und Phasenbild

**Intensität:** Die Layover-Flächen zeichnen sich in der Regel durch kontrastreiche Muster aus, die durch regelmäßige Fassadenstrukturen hervorgerufen werden. Im Anschluss daran ist eine helle Linie erkennbar, die durch Zweifachreflexionen zwischen Gebäudewand und vorgelagerter Bodenfläche zustande kommt. Die blau markierte Dachfläche weist in den Intensitätsdaten mittlere Werte auf. Der anschließende Schattenbereich ist durch niedrige Intensitätswerte charakterisiert.

**Kohärenz:** Die Layover-Gebiete sowie die Cornerlinien zeigen im Kohärenzbild (mittleres Bild, Abbildung 8) hohe Werte. Abhängig vom Material kann der Dachbereich niedrige bis hohe Kohärenzwerte beinhalten. Der Schattenbereich von Gebäuden ist durch Signalrauschen dominiert und weist deshalb eine niedrige Kohärenz auf.

**Phase:** Die interferometrischen Phasen, dargestellt im dritten Bild der Abbildung 8, sind in der Regel durch einen linearen Rampenverlauf gekennzeichnet, der von near-range zu far-range abnimmt. Die Cornerlinie zeigt einen konstanten Phasenwert, wel-

cher der lokalen Geländehöhe entspricht. Die Phasen innerhalb der Dachfläche sind für ein Flachdachgebäude auch konstant, korrespondieren aber zur Dachhöhe. Die von Signalrauschen bestimmte Schattenfläche weist gleichverteilte Phasenwerte auf.

**Form:** Neben der radiometrischen und interferometrischen Signatur ist auch die geometrische Form dieser Signaturanteile sehr charakteristisch, wenn man quaderähnliche Gebäude voraussetzt. Die Layover-Flächen entsprechen Parallelogrammen, die in slant-range-Richtung abgegrenzt sind. Die L-förmigen Cornerlinien beschreiben, ergänzt zu einem Parallelogramm, den tatsächlichen Grundriss des Gebäudes. Die Dachfläche entspricht einem Parallelogramm und die Schattenfläche einer Gruppe von Parallelogrammen.

Diese Analyseergebnisse sind in Abbildung 8 tabellarisch zusammengefasst und werden bei der Definition des Gebäudemodells sowie bei der Entwicklung des Rekonstruktionsansatzes berücksichtigt.

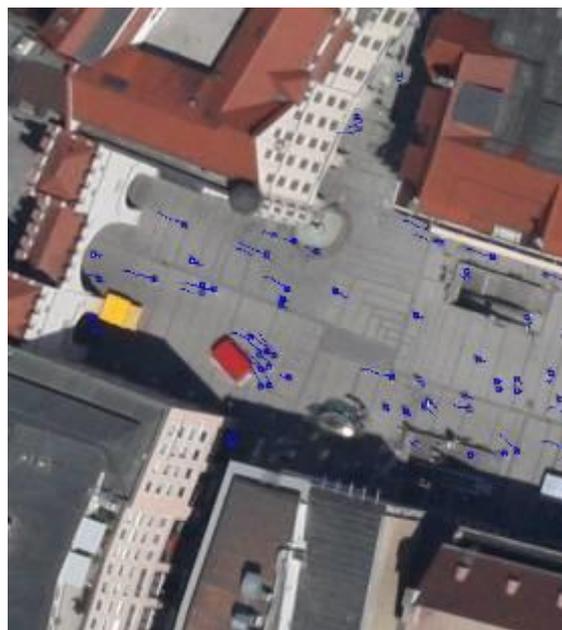
## **Analyse von Luftbildsequenzen zur Personendetektion und Bewegungsschätzung**

**Gefördert durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

**Florian Schmidt**

**Betreuer: Stefan Hinz (IPF), Peter Reinartz (DLR)**

Neuartige Aufnahmesysteme, wie die am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelte *3K-Kamera*, können eine Vielzahl von Luftbildern mit hoher Frequenz aufnehmen. Diese so erzeugten Luftbildsequenzen erlauben es erstmalig, schnell ablaufende Prozesse in einem sehr großen Gebiet zu beobachten.



Von besonderem Interesse sind hierbei sich auf der Erdoberfläche bewegendem

Objekten wie Fahrzeugen und Personen. Untersuchungen, die bisher nur in Bodennähe und punktuell möglich waren, sollen bald großräumig durchgeführt werden können. Hierfür werden neuartige, automatische Auswerteverfahren benötigt, die bestimmte Informationen zeitnah und in einheitlicher Qualität aus einer Vielzahl von Luftbildern extrahieren können.

Die am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF) durchgeführten Arbeiten beschäftigen sich mit der Fragestellung, welche Informationen über das Bewegungsverhalten von Personen aus den vom DLR erhobenen Luftbildsequenzen gewonnen werden können. Der Forschungsschwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von Methoden zum Erkennen und Verfolgen von Einzelpersonen.

Im Jahr 2011 ging es vor allem um die Weiterentwicklung des Trackingverfahrens. Dieses soll auch in anspruchsvollen Situationen, wie sie etwa bei Großereignissen auftreten, noch möglichst vollständige und korrekte Trajektorien in kurzer Zeit liefern. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde das *Multiple Hypothesis Tracking*-Verfahren (MHT) umgesetzt und der Detektionsprozess auf Basis von Wahrscheinlichkeiten vollständig darin integriert.

### **Automatische 3D Rekonstruktion komplexer Straßenkreuzungen aus Luftbildsequenzen durch semantische Modellierung von statischen und bewegten Kontextobjekten**

**in Zusammenarbeit mit IPI Leibnitz Universität Hannover (Prof. Christian Heipke)  
gefördert durch DFG**

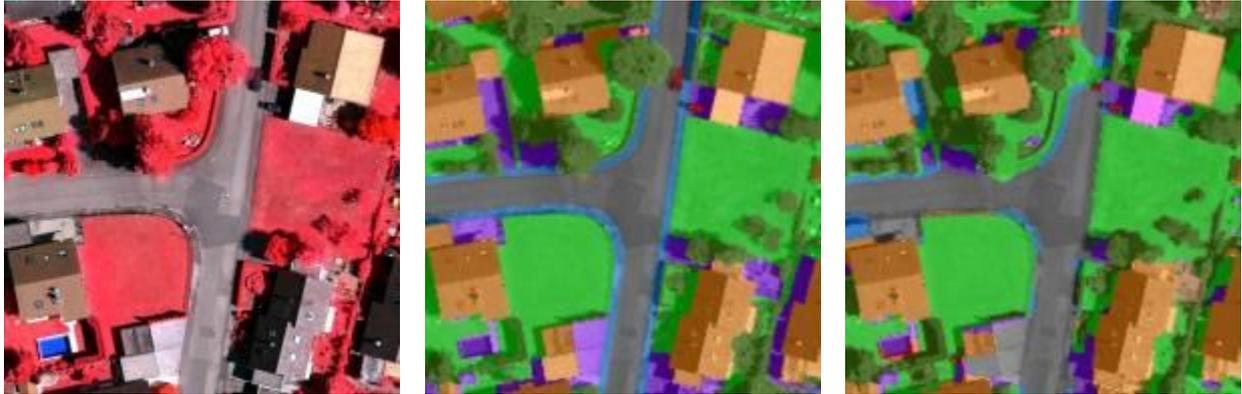
**Jens Leitloff**

Das Projekt befasst sich mit der semantischen Rekonstruktion von komplexen Kreuzungen aus Luftbildsequenzen. Die Rekonstruktionsaufgabe stützt sich auf semantische Objekte wie Straßenfläche und Fahrbahnmarkierungen sowie Kontextobjekte wie Fahrzeugen und Vegetation. Aufgrund der im Rekonstruktionsprozess inhärenten Unsicherheiten werden als mathematischer Rahmen Conditional Random Fields verwendet, die gegenüber bestehenden Arbeiten bezüglich einer 3D- und einer Zeitkomponente zu erweitern sind. Über die 3D Komponente soll eine korrekte Rekonstruktion der Kreuzungstopologie unterstützt werden. Die Integration der Zeitkomponente soll dagegen die Extraktion von Fahrzeugtrajektorien ermöglichen, die – Fahrbahnmarkierungen ergänzend oder ersetzend – zur Rekonstruktion der kreuzungsinternen Fahrspur- und Abbiegerelationen genutzt werden sollen.

Im Rahmen des Projektes werden zwei Problemstellungen verschränkt miteinander bearbeitet:

1. Durch die Projektpartner der Universität Hannover erfolgt die automatische Ableitung dreidimensionaler Modelle von Straßen in Kreuzungsbereichen.
2. Die automatische Erkennung und Verfolgung von Fahrzeugen wird von Seiten des KIT durchgeführt.

Erste Ergebnisse zeigen, eine deutliche Verbesserung der Szenenklassifikation bei Verwendung von Informationen aus der automatischen Fahrzeugerkennung.



Klassifikationsergebnisse des linken Bildes mit (mittleres Bild) und ohne (rechtes Bild) Verwendung von automatisch erkannten Fahrzeugen.

## **Mobile bildgestützte Systeme für die Vor-Ort-Visualisierung im Kontext kooperativer Trassenplanung (DFG-Forschergruppe „3D-Tracks“, Teilprojekt E)**

**Gefördert durch DFG**

**Sven Wursthorn, Jens Leitloff, Steffen Urban**

Kernpunkt der Arbeiten ist die Entwicklung der methodischen Grundlagen und des zugehörigen Systems zur Durchführung von Vor-Ort-Analysen und Bewertungen verschiedener Planungsalternativen und deren Kontrolle. Es soll gleichermaßen im Büro, wie auch simultan vor Ort am Standpunkt des Betrachters/Planers möglich sein, automatisch und in Echtzeit die Verschneidung von altem und neuen bzw. geplanten Bauten vornehmen zu können und auf einem mobilen System, bestehend aus Tablet-PC und Kameras in Form von Augmented Reality zu visualisieren. Dabei können Diskrepanzen erkannt und dokumentiert werden, um somit eine intensive Zusammenarbeit zwischen Verschiedenen Teams im Innen- und Außendienst über eine Kollaborationsplattform (Teilprojekt A) zu ermöglichen. Da innerhalb von Bauwerken und speziell in unterirdischen Bauten keine GPS-Signale empfangen werden können, soll die Lokalisierung des Systems rein bildgestützt erfolgen. Hierzu müssen mehrskalige 3D-Modelle den Bilddaten in Echtzeit zugeordnet werden. Hierzu wurde ein System bestehend aus drei Fisheye-Kameras konzipiert, kalibriert und getestet, das durch seinen großen Sichtbereich alle verfügbaren Merkmale der Umgebung abbildet. Anschließend wurde eine Methode entwickelt, die eine Selbst-Initialisierung des Systems ohne GPS innerhalb des 3D-Modells ermöglicht.

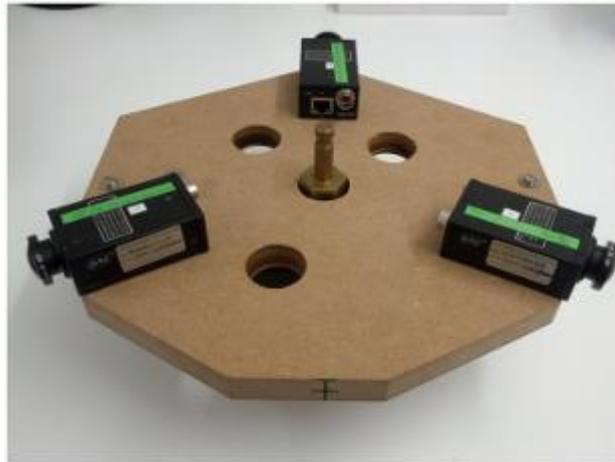


Abb. 9: Prototyp des Kamerasystems bestehend aus 3 Fisheyekameras

Hierbei werden in einem offline Schritt virtuelle Kamerapositionen erzeugt, von denen Ansichten des 3D-Modells gerendert werden. Diese werden dann in der online Phase durch Korrelations- und Matchingverfahren den Kamerabildern zugeordnet.

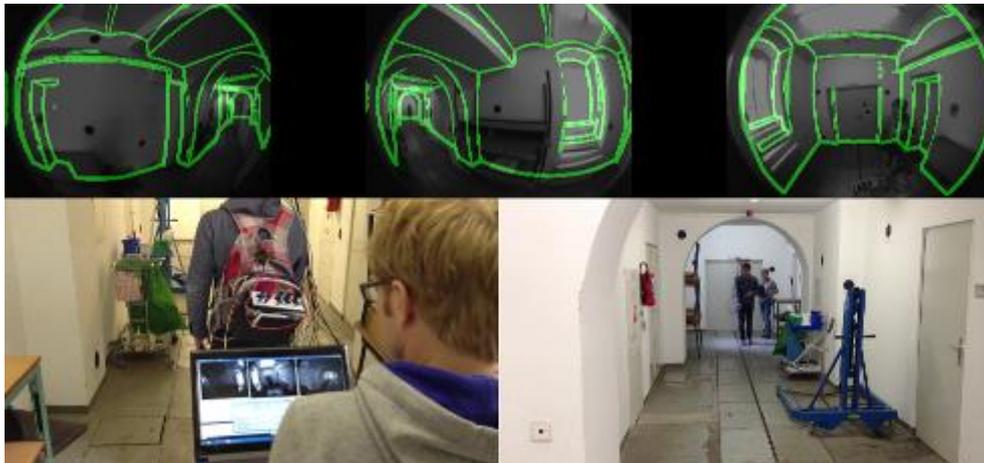


Abb.10: Einsatz des mobilen Systems und Zuordnung des 3D-Modells zu den Bilddaten

## **Entwicklung und Demonstration einer dynamischen, Web-basierten Plattform zur Bewertung erneuerbarer Energien (EAGLE)**

**Förderung durch EU – FP7- Programm**

**Simon Schuffert, Thomas Vögtle**

Ziel des Projektes ist es eine Plattform aufzubauen, die den unterschiedlichsten Nutzern umfassende und detaillierte Informationen zu erneuerbaren Energien liefert. Dabei stehen Photovoltaik und Solarthermie im Mittelpunkt der Entwicklungen. Das Projekt-Konsortium besteht im Wesentlichen aus drei Gruppen, zum einen Forschungsinstitutionen, die die benötigte Software für die Plattform entwickeln, zum anderen die Gruppe der potenziellen Nutzer (vertreten z.B. durch Solarverbände) und schließlich Firmen der Solar-Branche (z.B. Panel-Hersteller, Dienstleister etc.). Die Aufgabe des IPF als Forschungsinstitution besteht in der Entwicklung eines Verfahrens zur Extraktion geeigneter Dachflächen für die Nutzung durch Photovoltaik und Solarthermie, einerseits aus flugzeuggetragenen Laserscanner-Daten (ALS) andererseits aus digitalen Luftbildern jeweils ergänzt durch Zusatzinformationen in Form von Gebäudegrundrissen. Ziel dieses Verfahrens ist die Ermittlung des Solarpotenzials von Dachflächen bis hin zur Abschätzung der jährlichen Energieausbeute und des zu erwartenden Erlöses. Dazu muss nach der Extraktion (ebener) Dachflächen deren Größe, Neigung und Ausrichtung (Exposition) automatisch bestimmt werden sowie eine Schattenanalyse über ein gesamtes Jahr durchgeführt werden. Mit Hilfe detaillierter geobezogener Einstahlungsdaten und aktueller Einspeisevergütungen soll hieraus der zu erwartende Ertrag abgeschätzt werden. Spezielle Forschungsaspekte beziehen sich hierbei u.a. auf die jeweiligen Vor- und Nachteile unterschiedlicher Eingangsdaten (Digitale Luftbilder, ALS-Daten) sowie auf die erzielbaren Synergie-Effekte, falls beide Eingangsdaten zur Verfügung stehen.

Die Projektarbeiten konzentrieren sich aktuell auf die Analyse von ALS- und Luftbild-Daten aus zwei Testgebieten (Karlsruhe (D), Leicester (GB)) sowie die Validierung der erzielten Ergebnisse anhand von manuell erzeugten Referenzmodellen. Anschließend werden die Programm-Module in die EAGLE-Plattform integriert und getestet.

## **Fusion von GNSS-und InSAR Daten zur Bestimmung des atmosphärischen Wasserdampfs**

**Dissertation Fadwa Alshawaf**

**Betreuer: Stefan Hinz (IPF), Bernhard Heck (GIK)**

High spatially and temporally variable atmospheric water vapor causes an unknown delay in microwave signals transmitted by space-borne sensors. This delay is considered a major limitation in Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) applications as well as high-precision applications of the Global Navigation Satellite Systems (GNSS). On the other hand, this effect could be exploited to derive atmospheric parameters such as water vapor. Temporal variability of atmospheric

water vapor is well estimated from continuous GNSS measurements, while InSAR is used to study the spatial variability of water vapor. This project aims at assimilating InSAR phase observations and spatially-sparse GNSS measurements for the determination of atmospheric water vapor.

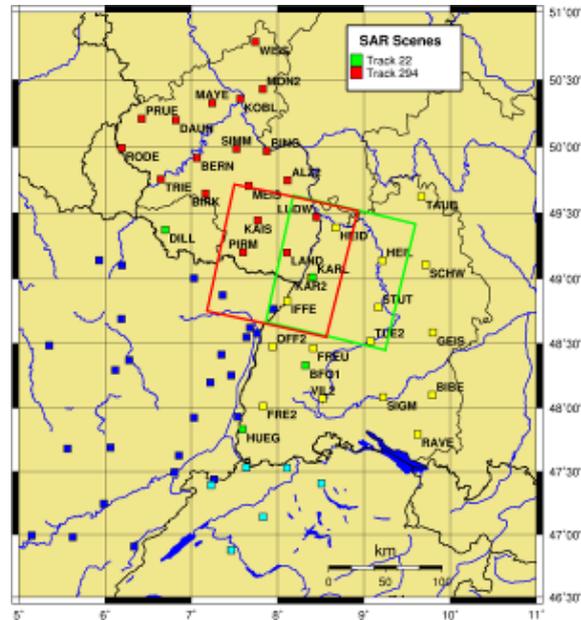


Abb. 11: GURN network including SAR footprints, shown by the green and red boxes

In this research the area of Upper Rhine Graben (URG) was selected where this region is well covered by the homogeneously distributed permanent sites of the GNSS Upper Rhine Network. URG area is located between Vosges mountains and the Palatine Forest on one side and the Black Forest on the other side which gives a good chance for atmospheric phenomena. Additionally, tectonic surface displacement rate in URG is very small which justifies the assumption that its contribution to the interferometric phase is minimal.

GNSS measurements are provided from the sites of GURN, which contains currently about 75 German, French, and Swiss permanently operating GNSS sites. Most of the German sites belong to SAPOS<sup>®</sup> (SATellite POSitioning Service of the German State Survey). InSAR interferograms are formed from SAR images, kindly delivered by European Space Agency (ESA). In this study, we could collect 34 ENVISAT scenes from descending tracks 22 and 294 with 100 km coverage (20 m resolution, 35 days repeat cycle). The scenes are acquired in a time period between 2003 and 2009. Fig. 1 shows the GRUN network and the footprints of the SAR images (shown by green and red boxes).

At the current stage of the work, 2D water vapor maps are derived from InSAR phase observations. Abb. 12 shows an example of InSAR phase image. Also, atmospheric water vapor is calculated at GNSS sites located within the SAR images. Both results are compared and later a proper fusion method will be investigated for assimilating both water vapor sets and achieving highly resolved water vapor maps. For improving the quality of water vapor calculated from GNSS and InSAR, it is required to use meteorological observations. These observations are acquired from numerical

weather models and from weather stations located in the area of URG.

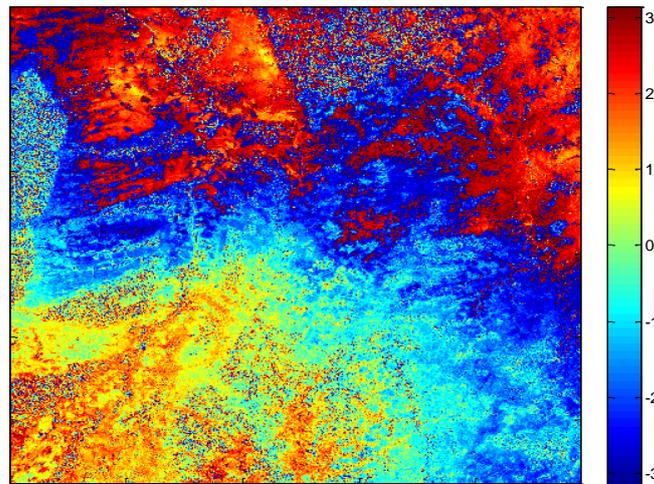


Abb. 12: InSAR wrapped phase in URG acquired 26-3-1996 and 27-3-1996, with topographic phase removed,  $2\pi = 28$  mm delay.

### **Automatisierte Ableitung von Vorlandrauheiten für hydro-dynamische Modellierungen auf der Basis von flugzeuggestützten Fernerkundungsdaten**

**Förderung durch BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung) in Kooperation mit BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz), BAW (Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe) und KIT-IWG (Institut für Wasser und Gewässerentwicklung) und**

**Jens Leitloff, Boris Jutzi**

Zur hydrodynamisch-numerischen Modellierung von Fließgewässern werden u. a. Parameter benötigt, die den Fließwiderstand von Rauheiten charakterisieren. In der Natur gegebene geometrische Größen, wie z. B. Korndurchmesser, Baumabstände und -durchmesser, werden durch spezifische Parameter repräsentiert, die beispielsweise aus hydraulischen Laboruntersuchungen gewonnen werden. Eine zusätzliche Anpassung der Rauheitsparameter erfolgt dann üblicherweise im Zuge einer Kalibrierung, um die Strömungsverhältnisse in der Natur möglichst gut zu beschreiben. Dabei gilt, je genauer Rauheitsparameter und unterschiedliche Rauheitsbereiche erfasst werden, umso präziser lässt sich ihr Strömungswiderstand im Rahmen der Kalibrierung beschreiben, was sich unmittelbar auch auf die Genauigkeit der Strömungsmodellierung auswirkt.

Da Messdaten zur Vorlandvegetation meist nicht verfügbar sind, wurden bisher Rauheitszonen semi-manuell aus z. B. ATKIS-Daten oder CORINE-Daten festgelegt, für die dann Standardparameter angenommen werden müssen. Diese Vorgehensweise, als auch die Auflösung und Aktualität der Rauheitszonen, wird den heutigen Qualitätsanforderungen zur Strömungsmodellierung kaum mehr gerecht. Hier können mit dem Flugzeug erfasste hochaufgelöste Full-Waveform Laserscannerdaten (mit mindestens 4 Punkten pro  $m^2$ ) und/oder mehrkanalige digitale Bilddaten (rot, grün, blau, infrarot; 8 cm Bodenauflösung) zur Ableitung von geometrischen Parametern für die Beschrei-

bung von Vorlandvegetation beitragen. Projektziel ist die Entwicklung und Validierung zielorientierter Algorithmen zur Transformation der abgeleiteten Landbedeckung in unmittelbar für die hydrodynamisch-numerische Modellierung nutzbare flächenhafte Vegetationsparameter (Klasse, Dichte, Höhe, Baumdurchmesser, -abstände, etc.) für ausgewählte Testgebiete einschließlich einer hydraulisch basierten Qualitätsbeurteilung.

Gemäß der im Projektantrag vorgeschlagenen Prozesskette wird zuerst sichergestellt, dass die Bearbeitung der Fernerkundungsdaten gewährleistet werden kann. Zielführend ist es eine Auswertung umzusetzen, die alle Komponenten der Prozesskette beinhaltet, jedoch zu diesem Zeitpunkt des Projekts keine Optimierung der Verfahrensschritte berücksichtigt. Damit konnten erste Erfahrungen im Berichtszeitraum mit den bereitgestellten Daten gesammelt werden, die Optimierung wird nachfolgend angestrebt.

Im Berichtszeitraum wurden erste Klassifikationsergebnisse für ein 1 Quadratkilometer großen Teilbereich (rotes Quadrat in Abb.13) des Gebiets Perrich (Rhein-km 815-824, ca. 39 km<sup>2</sup>) berechnet. Hierfür werden für die Klassifikation statistische Merkmale ohne Berücksichtigung von Nachbarschaften aus den Full-Waveform Parameter generierte. Zur Klassifikation wird eine Support Vector Machine (One-versus-all Methode) verwendet. Im weiteren Verlauf des Projekts sollen sowohl Nachbarschaften berücksichtigt werden, als auch die Auswertung für größere Bereiche erfolgen.



Abb. 13: Rauheitszonen des Gebiets Perrich mit ausgewählten Testbereich (rot umrandet).

## **Konzeption und Realisierung einer flexiblen Multi-Sensor Fernerkundungsplattform**

**Förderung durch KIT - Zentrum für Klima und Umwelt in Kooperation mit dem Fraunhofer-IOSB**

**Boris Jutzi, Stefan Hinz**

Im Rahmen der Kooperation soll eine flexible, multisensorielle Fernerkundungsplattform konzeptioniert und realisiert werden. Die Flugplattform – ein leistungsfähiger Quadkopter (Abb. 14) – wird vom IOSB beigesteuert und kann über die seit mehreren Jahren vertraglich geregelte Kooperation zwischen IOSB und IPF für gemeinsame Kampagnen genutzt werden.

Die Plattform kann für Datenerhebungen sowie Referenz- und Kalibriermessungen in Bereichen genutzt werden, die sich von der atmosphärischen Fernerkundung über die 3D-Erfassung anthropogener und natürlicher Räume bis hin zur hydraulischen/hydrologischen Modellierung und dem Monitoring von Ökosystemen erstrecken.

Im Berichtszeitraum wurde für die Plattform ein erstes Konzept für die Multi-Sensor-Konstellation erstellt und die hierfür erforderlichen Sensoren (fünf Kameras und ein Miniatur-Laserscanner) vom IPF beschafft.



Abb.14: Flexible und multisensorielle Fernerkundungsplattform.

## **Effiziente Registrierung von Punktwolken für eine bewegte Sensorplattform**

**Martin Weinmann, Boris Jutzi**

Eine Möglichkeit zur Beschreibung von 3D-Szenen ist durch Punktwolken gegeben, wobei diese üblicherweise aus einer sehr großen Anzahl von gemessenen 3D-Punkten bestehen. Optional können den 3D-Punkten noch zusätzliche Attribute wie Intensität oder Farbe zugeordnet werden. Um eine möglichst gute Abdeckung der Szene zu erreichen, werden in der Regel mehrere 3D-Scans an verschiedenen Positionen aufgenommen und zusammengeführt oder bewegte Sensorplattformen eingesetzt. Im Gegensatz zu statischen Szenen, bei denen es ausreicht, die Szene mit einem terrestrischen Laserscanner zu erfassen und dabei die einzelnen Punkte des re-

gulären Scanrasters sukzessiv zu durchlaufen, müssen bei bewegten Sensorplattformen pro Messzeitpunkt alle Messungen auf dem Scanraster gleichzeitig erfolgen. Moderne Entfernungskameras (z.B. Microsoft Kinect, MESA SR 4000 oder PMD[vision] CamCube 2.0) sind zu einer solchen flächenhaften Messung von Entfernungs- und Intensitätsinformationen mit hohen Update-Raten und daher auch zur Erfassung von dynamischen Szenen geeignet.

Zur Erfassung von dynamischen Szenen wurde ein operationelles System konzipiert. Hierbei wurde eine Sensorplattform mit zwei Entfernungskameras zur Datenerfassung, einem Notebook mit SSD-Festplatte zur effizienten Speicherung der erfassten Daten und einer 12 V Batterie zur Stromversorgung ausgestattet (Abb. 15). Um eine fliegende Plattform zu simulieren, wurde die Sensorplattform entlang eines Seiles bewegt.



Abb. 15: Sensorplattform im Einsatz.

Für jeden Messzeitpunkt werden von jeder Entfernungskamera flächenhaft und synchron Entfernungs- und Intensitätsinformationen aufgenommen (Abb. 16). Die erfassten Punktwolken können durch die bekannte relative Orientierung der beiden Entfernungskameras in ein gemeinsames Koordinatensystem transformiert werden. Somit beziehen sie sich auf das lokale Koordinatensystem der Sensorplattform. Infolgedessen muss zur Szenenrekonstruktion eine Registrierung der Punktwolken erfolgen, bei welcher die gesamte, erfasste 3D-Information in ein gemeinsames, globales Koordinatensystem transformiert wird. Diese Registrierung sollte idealerweise automatisch, schnell und mit hoher Genauigkeit erfolgen. Ein vielversprechender Ansatz wurde durch die Kombination eines Standardverfahrens mit einem modifizierten Gewichtungsschema basierend auf der Zuverlässigkeit einzelner 3D-Messungen realisiert (Weinmann & Jutzi, 2012). Dabei kann die extrahierte Information zusätzlich zur Objekterkennung genutzt werden (Abb. 17).



Abb. 16: Passives Intensitätsbild, Entfernungsbild und texturierte 3D-Punkt wolke.

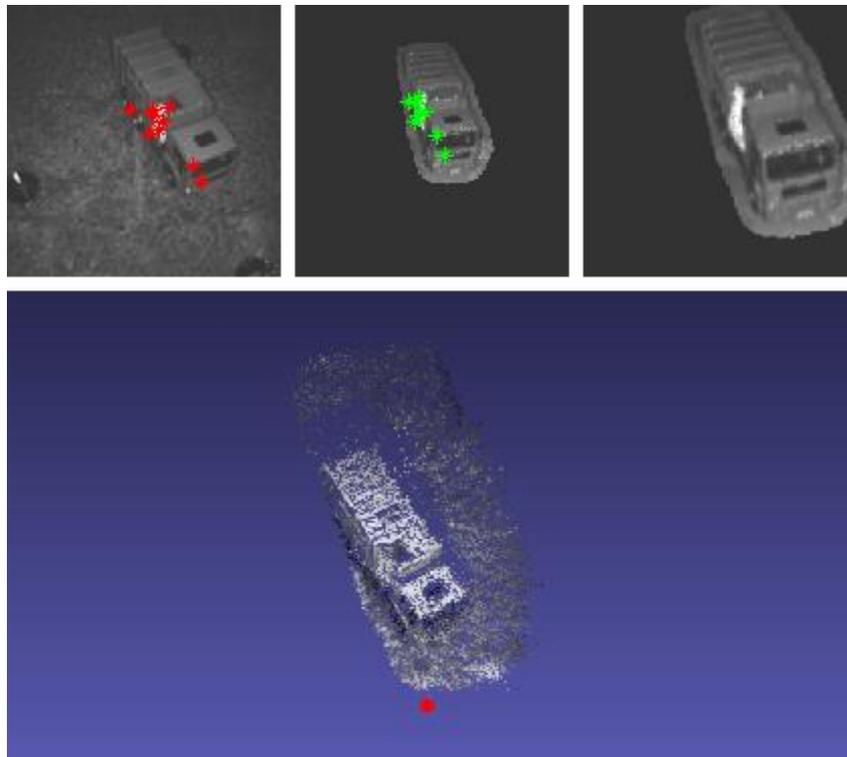


Abb. 17: Segmentierung und Erkennung von Objekten: Passives Intensitätsbild, Template aus einer Datenbank und transformiertes Template (oben, v.l.n.r.) sowie zum transformierten Template korrespondierende Punkt wolke (unten; der rote Punkt entspricht der Sensorposition).

## Synchrone Ko-Registrierung von aktiv erfassten 3D Punktwolken und passiv erfasster Bildinformation

Martin Weinmann, Boris Jutzi

Das zur Erfassung von dynamischen Szenen konzipierte System in Form einer bewegten Sensorplattform, welche mit zwei Entfernungskameras ausgestattet ist, dient vor allem zur dreidimensionalen Erfassung der lokalen Umgebung. Eine Erweiterung dieses Systems mit zusätzlichen Sensoren wie RGB-Kameras oder Wärmebildkame-

Das ist leicht möglich. Hierzu muss initial die relative Orientierung aller verwendeten Sensoren bestimmt werden. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die zusätzlichen Sensoren ebenfalls flächenhafte Informationen auf einem 2D-Raster und folglich Bilder liefern, jedoch aufgrund der unterschiedlichen Spektralbereiche wellenlängenunabhängige Eigenschaften zur Ableitung von korrespondierenden Bildinhalten herangezogen werden müssen. Dies ist beispielsweise durch ein formbasiertes Matching möglich. Zusätzlich muss die Datenerfassung mit allen verwendeten Sensoren synchron erfolgen. Da die Bestimmung der relativen Orientierung initial in einer kontrollierten Umgebung erfolgt, ist auch eine Betrachtung einer nahezu planaren Szene zulässig (Weinmann et al., 2012). Die entsprechende Beziehung zwischen den Bildern kann in diesem Fall über eine Homographie beschrieben werden. Durch die zusätzliche Verwendung des RANSAC-Algorithmus lässt sich ein Einfluss von falschen Punktkorrespondenzen vermeiden und somit kann eine robuste Schätzung der Homographie erfolgen. Die geschätzte Beziehung zwischen Bildern einer Wärmebildkamera und den Intensitätsbildern einer Entfernungskamera kann zur Erzeugung von infrarot-texturierten 3D-Modellen verwendet werden (Abb. 18).

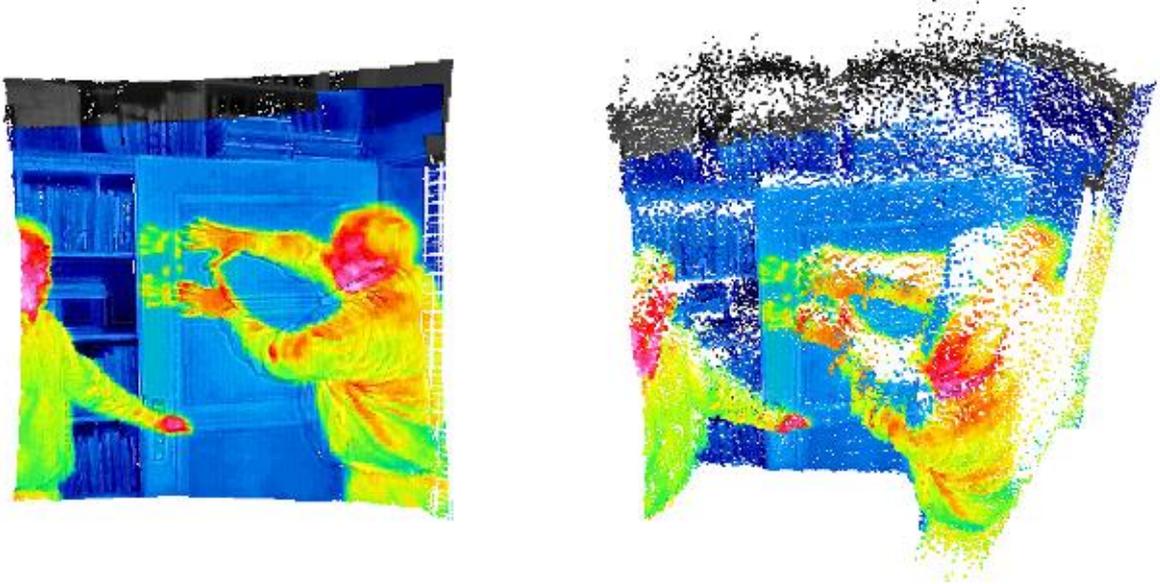


Abb. 18: Zwei Ansichten einer infrarot-texturierten 3D-Punktwolke.

## 3.2 Geo-Informationssysteme

### **Modellierung und Verwaltung der Topologie für Gebäudeinformationsmodelle unter besonderer Berücksichtigung von Planungsalternativen und Versionen**

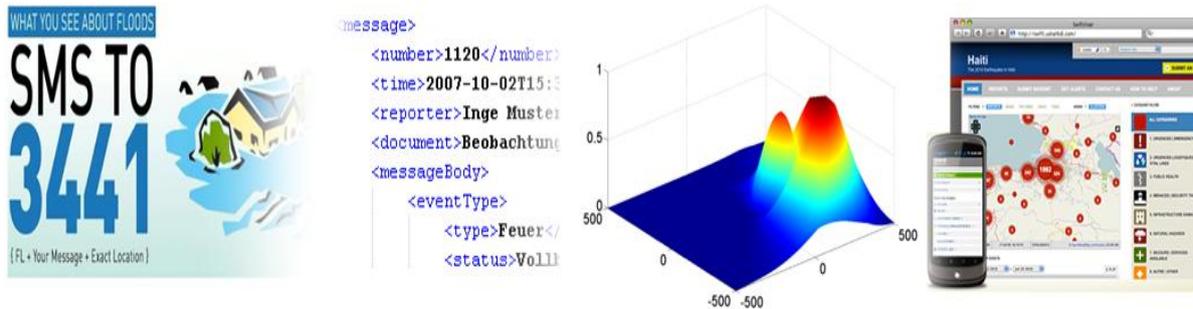
**in Zusammenarbeit mit dem Geodätischen Institut Karlsruhe (Prof. Dr. Martin Breunig)  
gefördert durch die DFG**

Um den räumlichen Aufbau konstruierter Objekte konsistent zu modellieren, müssen alle Gebäudemodelle in irgendeiner Form topologische Eigenschaften berücksichtigen. Beim Einsatz von Detailbibliotheken und bei der Diskussion von Planungsalternativen und Versionen kann die Topologie auf verschiedenen Detaillierungsebenen in Form von Nachbarschaften und Zusammenhangskomponenten eine zentrale Rolle spielen. Im beantragten Projekt soll untersucht werden, ob und wie sich durch konsequent topologisches Modellieren die Verwaltung verschiedener Detailebenen, Planungsalternativen und deren Versionen sowohl in der geographischen Planung als auch in der Gebäudeplanung vereinfachen lässt. In der ersten Projektphase wurden hierzu Konzepte und Methoden entwickelt, die nun in der zweiten Phase in die Entwicklung von Algorithmen sowie deren Implementierung und deren Evaluierung münden soll. Übergeordnetes Projektziel in der zweiten Phase ist die Entwicklung eines skalierbaren, dimensions- und domänenunabhängigen räumlichen Datenbankmanagementsystems, welches zur Integration räumlicher Daten aus unterschiedlichen Quellen eingesetzt werden kann. Es wird erwartet, dass dies die räumliche Datenmodellierung vereinfacht und die Integration von CAD- und GIS-Daten verbessert, was anhand eines Ausschnitts eines realen Gebäudemodells evaluiert werden soll.

### **CEDIM (Dr. Christian Lucas)**

Im neuen Programm „CEDIM Forensic Disaster Analysis“ werden Katastrophen und ihre Schäden ereignisnah analysiert. Ziel der forensischen Analysen von CEDIM ist es, die wichtigsten Risikotreiber und Ursachen von Katastrophen zu identifizieren und hieraus Implikationen für die Schadensminderung abzuleiten. Im „Research and Development“ Bereich des Programmes entwickelt das IPF Methoden zur Unterstützung der Lagefeststellung unter Nutzung von Crowd Sourcing Ansätzen. Crowd-Sourcing-Plattformen wie das Ushahidi-Framework nutzen die Internetgemeinde um beispielsweise tausende Notrufe aus Katastrophengebieten manuell auszuwerten. Dies unterstützt Hilfsorganisationen bei der Koordination ihrer Maßnahmen basierend auf aktueller Lageinformation und –karten. Gleichermäßen ermöglicht diese verteilt abgegebene Lageinformation die detaillierte Rekonstruktion eines Katastrophenereignisses und ist somit unerlässlich für eine forensische Analyse. Die manuelle Auswertung und Erstellung der sogenannten crowdmaps durch die meist anonyme Internetgemeinde erfolgt jedoch derzeit ohne die Möglichkeit, Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Information und deren Auswertung ableiten zu können. Für eine belastbare forensische Analyse

ist eine solche Qualitätsbewertung jedoch zwingend erforderlich. Ziel des Projektes ist es folglich, Methoden und Algorithmen zu entwickeln, welche die verteilt erfasste Rauminformation automatisch verarbeiten, hinsichtlich ihrer Qualität und Zuverlässigkeit bewerten und zur Analyse bereitstellen.



## 3.3 Nahbereichsphotogrammetrie

### Photogrammetrische Aufnahme von Teilbereichen des Asklepieions von Kos/Griechenland

gefördert durch die DFG

Konrad Ringle, Thomas Vögtle

Im Rahmen des Schwerpunktprogrammes der DFG "Die hellenistische Polis als Lebensform. Urbane Strukturen und bürgerliche Identität zwischen Tradition und Wandel" bearbeitet Prof. Dr. Wolfgang Ehrhardt von der Universität Freiburg ein Dokumentationsprojekt im Asklepieion von Kos (Griechenland). Das Asklepieion beansprucht unter den hellenistischen Heiligtumsanlagen eine herausragende Rolle. Aber trotz seiner architekturgeschichtlichen Bedeutung ist die Baugeschichte dieses überregionalen Heiligtums keineswegs geklärt – auch noch hundert Jahre nach der im Auftrag des Deutschen Archäologischen Institutes durchgeführten Grabungen. Eine photogrammetrische Dokumentation ist zunächst notwendig, weil in den Jahren 1930 – 1940 nicht mit dem antiken Befund übereinstimmende dreidimensionale Rekonstruktionen durchgeführt wurden.

In zwei Messkampagnen 2011 wurde die Zwischenterrasse photogrammetrisch, die weiteren Terrassen geodätisch aufgenommen. Dabei wurden die vorhandenen Mauerreste erfasst und dreidimensional ausgewertet. Die genaue Lage der baulichen Reste der Anlage in der Zwischenterrasse wurde in das nationale Koordinatensystem Griechenlands transformiert und in ein 3D-Geländemodell integriert. Damit stehen sie den Archäologen für weitere Untersuchungen zur Verfügung.



## **Photogrammetrische Erfassung der Burgruine Burkheim (Kaiserstuhl)** **Eigenmittel des Instituts**

**Konrad Ringle, Thomas Vögtle**

Für die Burgruine Burkheim (Kaiserstuhl) existieren zurzeit keine Baupläne oder -unterlagen. Daher wurde für die Belange des Denkmalschutzes sowie der touristischen Nutzung durch den privaten Eigner der Burgruine eine photogrammetrische Erfassung im Rahmen der studentischen Hauptvermessungsübungen vereinbart. So wurden über mehrere Jahre Raum für Raum aufgenommen und ausgewertet. Um die Arbeiten nun zeitnah abzuschließen, wurden die noch fehlenden Teile (z.B. die Giebelwände) durch einen Meßtrupp des IPF in diesem Jahr ergänzt. Hierzu waren aufgrund der extremen Topographie bzw. Unzugänglichkeit des Dachbereiches Hubwagen erforderlich (Abb. 19 und 20). Somit konnte ein vollständiges 3D-Modell des Ist-Zustandes der Burgruine erstellt werden, das in Kürze den Endnutzern zur Verfügung gestellt werden wird.



Abb. 19 : Aufnahme der Giebelwand der Burgruine von außen mittels Hubwagen



Abb. 20: Erfassung des Dachbereiches einschließlich der inneren Giebelwände

## 3.4 Projekte in Lehre und Ausbildung

### Graduate School for Climate and Environment (GRACE)

Die von der HGF finanzierte Graduiertenschule für Klima und Umwelt GRACE ist am gleichnamigen KIT Zentrum angesiedelt und hat im Juli 2011 Ihre Tätigkeit aufgenommen. Das GRACE-Programm begleitet Doktoranden und Doktorandinnen – mittlerweile über 80 –, auf vielfältige Weise im Rahmen einer strukturierten Promotion. So stehen den GRACE-Doktoranden/innen nicht nur ein umfangreiches Programm an fachspezifischen und interdisziplinären Lehrmodulen zur Verfügung sondern auch vielfältige Möglichkeiten zum Erwerb von Schlüsselqualifikationen. Eine Kooperation mit der ESADE Business School Barcelona verdeutlicht die Vielfältigkeit des GRACE Programms und den von Anfang an verfolgten Ansatz, Doktoranden/innen auch auf eine spätere Karriere in der Wirtschaft vorzubereiten.

Dieses Angebot wurde im Jahre 2012 von fünf GRACE-Doktoranden/innen in Anspruch genommen und wird aufgrund des regen Interesses und sehr positiven Feedbacks in den kommenden Jahren weiterhin angeboten. Ebenfalls intensiv genutzt wurden die umfangreichen Möglichkeiten zur Stärkung der internationalen Vernetzung. Mit Hilfe der finanziellen Unterstützung durch das GRACE-Programm wurde einer Vielzahl von Doktoranden/innen die Teilnahme an internationalen Tagungen und Konferenzen sowie internationale Forschungskuraufenthalte ermöglicht. 13 junge Wissenschaftler/innen haben ferner den als festen Bestandteil des Promotionsprogramms vorgesehenen mehrmonatigen Forschungsaufenthalt an renommierten ausländischen Institutionen wahrgenommen. Im Rahmen von kurzen Vortragsreihen (Technical Short Courses) haben GRACE-Doktoranden/innen zudem die Möglichkeit genutzt, führende Wissenschaftler ans KIT einzuladen. Diese Vorträge fanden wiederholt auch KIT weit Interessenten.

Einige statistische Daten verdeutlichen, dass das GRACE-Programm auf reges Interesse stößt und sich im Jahr 2012 positiv entwickeln konnte. So sind es zum Jahresende bereits über 80 Promovierende, die am GRACE-Programm teilnehmen. Sie kommen aus 14 Ländern (ca. 20 % aus dem Ausland) und forschen am KIT an 13 verschiedenen Instituten. Hervorzuheben ist der knapp 50%ige Anteil an Doktorandinnen, welcher die Bestrebungen zur Chancengleichheit sowie zur Vereinbarkeit von Forschung und Familie verdeutlicht. Insbesondere auch bei den Stipendien kann flexibel auf die persönliche und familiäre Situation der Doktoranden/innen reagiert werden. Bis Ende 2012 wurden an zwölf Promovierende Stipendien vergeben.

Nicht zuletzt ist es ein Anliegen des GRACE-Programms den Austausch und die Vernetzung auch in den eigenen Reihen zu fördern. Eine ideale Gelegenheit hierzu bieten die eigens organisierten Summer- und Linking-Schools. Im Rahmen einer solchen Veranstaltung wurde im August 2012 bereits die erste Absolventin der Graduiertenschule geehrt. Inzwischen zählt das GRACE-Programm drei Alumni.

**Hector-Seminar:** Im Rahmen des Hector-Seminars ( [www.hector-seminar.de](http://www.hector-seminar.de) ) bearbeitet eine Gruppe von 3 Schülern ein Projekt aus dem Bereich der Geoinformatik. Das Hector-Seminar ist ein Seminar zur Förderung von begabten Schülerinnen und Schülern im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT). Im Rahmen des Projektes werden Methoden zur 3D-Modellierung, Visualisierung, Bildverarbeitung und Präsentation von Objekten am Beispiel der Heimatschule der Gruppe (Otto-Hahn-Gymnasium Karlsruhe) erprobt. Ziel ist, die ersten Schritte zu einem 3D-Informationssystem auf der Basis der Google-Earth-Methodik zu tun.

## **Hochschulpakt 2020, „Lehre hoch Forschung“: Disziplinübergreifendes Modul "Natural GeoLab - Applied Remote Sensing"**

**Sven Wursthorn, Uwe Weidner**

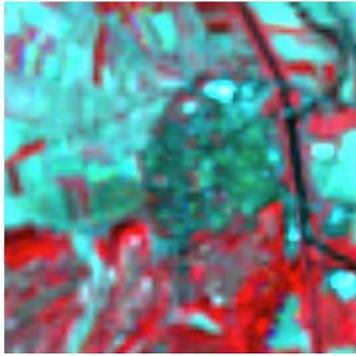
Die flugzeug- und satellitengestützte Fernerkundung hat sich innerhalb der vergangenen Jahre von einer Spezial- zu einer Querschnittsdisziplin weiterentwickelt.

Der Bedarf an fernerkundungsbezogenen Lehrveranstaltungen erstreckt sich nicht mehr nur wie früher über die Fachbereiche der Geodäsie/Geoinformatik, Geoökologie, Geographie und Meteorologie sondern wird in starkem Maße von anderen Disziplinen wie bspw. der Risikoforschung, Wirtschaftsingenieurwissenschaft oder Hydraulik und Hydro(geo)logie nachgefragt.

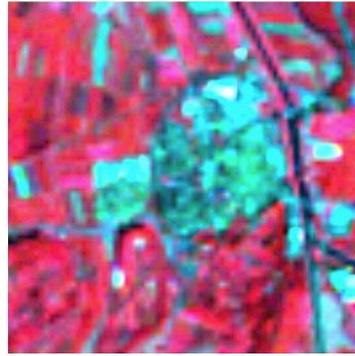
Die vorgeschlagene Maßnahme soll einerseits diesem Bedarf Rechnung tragen, andererseits das durch den neuen Querschnittscharakter erzeugte Potential zur Kompetenzvernetzung besser als bisher ausschöpfen.

Studierende verschiedener Disziplinen und Kurse, in denen die Fernerkundung bereits im Grundstudium verankert ist, sollen in Gruppen an einer transdisziplinären Problemstellung wie z.B. der Konzeption, Durchführung, Überwachung sowie Risiko- und „Impact“-Abschätzung von landschaftsökologischen und flurneuordnungsbedingten Verfahren arbeiten und damit die Möglichkeiten und Grenzen der angewandten

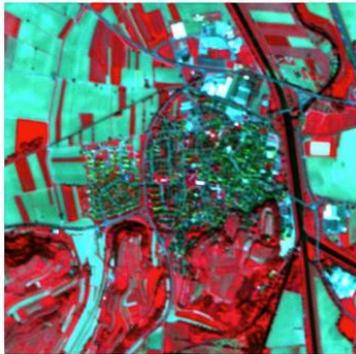
Fernerkundung als Querschnittsdisziplin problem- und projektorientiert erlernen können. Dadurch, dass die Fernerkundung sowohl im Universitäts- wie auch im Großforschungsbereich des KIT institutionell verankert ist, sind die strukturellen Voraussetzungen bereits gegeben, dass die Studierenden sowohl die grundlagenorientierten wie auch die großforschungsrelevanten Aspekte der Fernerkundung in solch einem Projekt kennen lernen können.



Landsat 05/2000



Landsat 09/2000



RapidEye 04/2010



RapidEye 07/2010

Anwendungsbeispiel: Änderungserkennung

# 4 Dissertationen, Diplom- und Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten

---

## 4.1 Dissertationen

### Hauptreferate:

Dipl.-Ing. Andreas Schmitt 22.12.2011

Dipl.-Ing. Florian Schmidt:, 23.11.2012

### Ko-Referate:

Dipl.-Geoökol. Ulrike Sturm-Hentschel:, 08.02.2012, KIT

Dipl.-Ing. Daniel Frey: 7.12.2012, TU München

## 4.2 Diplomarbeiten

**Moritz Maximilian Wurth 04.11.2012:** Extraktion von geeigneten Merkmalen aus single-pass InSAR Daten zur Gebäuderekonstruktion.

**Marc Schumacher 14.04.2012:** Detektion und Bestimmung wesentlicher Parameter von Einzelbäumen aus flugzeuggetragenem Laserscanning (ALS)

**Andreas Lenz 02.09.2012:** Optimierung direkter Georeferenzierung bei luftgetragenen Zeilenscannern durch bildgestützte Verbesserung der Navigationsdaten

**Steffen Urban 01.10.2012:** Transformation und Rendering of 3D-Models into Image Sequences of a Multi Fisheye Camera System.

**Sarina Hoffmann 30.11.2012:** Detektion und Analyse von Störobjekten auf Dachflächen zur Photovoltaiknutzung

**Arkadius Andreas Skiba 30.11.2012:** Entwicklung eines Verfahrens zur 3D-Nahterfassung industrieller Objekte mit Hilfe eines optischen Systems

**Dirk-Richard Seliger 21.12.2012:** Einpassung von bekannten Regelgeometrien in Punktwolken eines Lichtschnittscanners

## 4.3 Studienarbeiten

**Jan Püschel 09.01.2012:** Vergleich eines 3D-Modells zwischen Bundler und Breuckmann

**Steffen Urban 13.02.2012:** Untersuchung der Abbildungseigenschaften von Fisheye-Kameras zur Generierung von Panoramabildern

**Arkadius Andreas Skiba 25.04.2012:** Generierung eines 3D-Modells für das modellbasierte Tracking

**Dirk-Richard Seliger 20.06.2012:** Analyse von Dachflächen hinsichtlich der Eignung für Photovoltaikanlagen

## 4.4 Bachelor- und Masterarbeiten

**Sabine Mann 27.08.2012:** Gebäudeerfassung und –auswertung mittels unterschiedlicher photogrammetrischer Verfahren

**Danny Tröger 31.08.2012:** Assessment of landscape transformation through plantation forestry and its impact on bio-diversity in Chilean Patagonia. Untersuchungen zur Landschaftstransformation durch Plantagenwirtschaft und deren Einfluss auf die Biodiversität im chilenischen Patagonien.

**Markus Hillemann 28.09.2012:** Untersuchungen zur Berechnung der Eigenbewegungen eines Kinect-Sensors mit dem ICP-Algorithmus

**Marko Gasparac 28.09.2012:** Invertierung des Mogi Modells mittels der Methode der kleinsten Quadrate

# 5 Veröffentlichungen und Vorträge

---

## Artikel und Konferenzbeiträge (inkl. Präsentation)

**Alshawaf, F.; Fuhrmann, T.; Heck, B.; Hinz, S.; Knöpfler, A.; Luo, X.; Mayer, M.; Schenk, A.; Thiele, A.; Westerhaus, M. (2012):**

*Integration of InSAR and GNSS observations for the determination of atmospheric water vapor.* In: Krisp, J. M. et al. (eds.), Earth Observation of Global Changes (EOGC), Proceedings of EOGC2011, Munich, Germany, April 13-15, 2011, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 147-162, doi:10.1007/978-3-642-32714-8\_10.

**Alshawaf, F.; Fuhrmann, T.; Heck, B.; Hinz, S.; Knöpfler, A.; Luo, X.; Mayer, M.; Schenk, A.; Thiele, A.; Westerhaus, M. (2012):**

*Atmospheric water vapour determination by the integration of InSAR and GNSS observations.* In: Ouwehand, L. (ed.), Proceedings of the ESA Fringe Workshop 2011, Frascati, Italy, September 19-23, 2011 (ESA SP-697).

**Alshawaf, F.; Fuhrmann, T.; Heck, B.; Hinz, S.; Knöpfler, A.; Luo, X.; Mayer, M.; Schenk, A.; Thiele, A.; Westerhaus, M. (2012):**

*Analysis of Atmospheric Effects in Spaceborne InSAR - Towards Water Vapour Mapping Based on Multiple Sensors.* In: Proceedings of the 9th European Conference on Synthetic Aperture Radar, Nuremberg, Germany, April 23-26, 2012, VDE-Verlag, Berlin Offenbach, pp. 219-222.

**Alshawaf, F.; Fersch, B.; Hinz, S.; Kunstmann, H.; Mayer, M.; Thiele, A.; Westerhaus, M.; Meyer, F.:** *Analysis of atmospheric signals in spaceborne InSAR - Toward water vapor mapping based on multiple sources.* IEEE Conference Publications, Proceedings, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) Remote Sensing for a dynamic Earth, 22.-27. Juli 2012, München, Digital Object Identifier: 10.1109/IGARSS.2012.6351118, 1960-1963.

**Bradley, P. E. (2012):** p-adic methods in stereo vision.  Proceedings of the 34th Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V., Karlsruhe, July 21 - 23, 2010. Springer series Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization (2012), 173-182. DOI: 10.1007/978-3-642-24466-7

**Breunig, M., Borrmann, A., Rank, E., Schilcher, M., Hinz, S., Donaubaue, A., Mundani, R. (2012):** Towards 3D Geoinformatics and Computational Civil Engineering Support for Cooperative Tracks Planning. In: Proceedings of FIG Working Week 2012, Rome

**Braun, A.C.; Weidner, U.; Hinz, S. (2012):** Kernel composition for Change Detection in Medium Resolution Remote Sensing Data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIX-B7, XXII ISPRS Congress, 25.08. - 01.09.2012, Melbourne, Australia, 2012, 281-286

**Braun, A.C.; Weidner, U.; Jutzi, B.; Hinz, S. (2012):** Kernel composition with the one-against-one cascade for integrating external knowledge into SVM classification. *Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation*, 2012/4, pp. 371-384

**Braun, A.C.; Weidner, U.; Hinz, S. (2012):** Classification in High-Dimensional Feature Spaces – Assessment Using SVM, IVM and RVM With Focus on Simulated EnMAP Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, Vol. 5, No. 2, pp. 436-443

**Centeno, J.; Jutzi, B.; De Oliveira, A. (2012):** Noise reduction for range imaging devices. In: Mayer M, Krueger CP, Heck B (Eds) *Highly Precise Positioning and Height Determination using GPS*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, KIT Scientific Reports 7604: 53-57

**Dubois, C. (2012) :** *Développement et expérimentation de filtres adaptés au lissage d'images de phase InSAR appliqué aux bâtiments*, *Revue XYZ de l'Association Française de Topographie* n° 130, 1er trimestre 2012, ISSN 0290-9057, pp.13-20. **Ausgezeichnet mit dem Prix de l'AFT 2011 (Association Française de Topographie, Französischer Verband für Topographie)**

**Dubois, C.; Thiele, A.; Hinz, S. (2012):** *Adaptive Filtering of Interferometric Phases at Building Location*, Proc. 'IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2012', Munich, Germany, 22-27 July 2012, pp. 6625 - 6628.

**Gernhardt, S.; Cong, X.; Eineder, M.; Hinz, S. & Bamler, R. (2012):** *Geometrical Fusion of Multitrack PS Point Clouds*. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 9 (1), pp. 38-42

**Hedman, K.; Hinz, S. (2012):** The application and potential of Bayesian network fusion for automatic cartographic mapping; *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, pp 6848-6851

**Hinz, S.; Alshawaf, F.; Fuhrmann, T.; Heck, B.; Knöpfler, A.; Luo, X.; Mayer, M.; Schenk, A.; Thiele, A.; Westerhaus, M. (2012):** *Atmosphärenkorrekturen durch Integration von InSAR und GNSS Beobachtungen*. In: Niemeier, W. et al. (Hrsg.), *Tageband GeoMonitoring 2012*, 8.-9. März 2012, Braunschweig, S. 87-96.

**Jutzi B (2012) Bericht:** ISPRS Joint Workshop „PIA11 - Photogrammetric Image Analysis“. PFG *Photogrammetrie – Fernerkundung - Geoinformation*. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. 2012 (1): 71-73

**Jutzi B (2012)** Extending the range measurement capabilities of modulated range imaging devices by time-frequency-multiplexing. *AVN - Allgemeine Vermessungsnachrichten*, Ausgabe 2/2012: 54-62

**Jutzi, B.; Rottensteiner, F. (2012):** Reports of ISPRS Events: ISPRS Joint Workshop „PIA11 - Photogrammetric Image Analysis“. *ISPRS e-Bulletin*, Issue No 2 – 2012

**Kosov, S.; Rottensteiner, F.; Heipke, C.; Leitloff, J.; Hinz, S. (2012):** 3D classification of crossroads from multiple aerial images using Markov random fields. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXIX-B3, S. 479-484, 2012

**Rappl, A., Elatawneh, A., Thiele, A., Troycke, A., Schneider, T., Knoke, T., Hinz, S. (2012):** Einsatz der Fernerkundungssysteme TerraSAR-X und RapidEye im Katastrophenmanagement von Windwurfereignissen. In: Informationstechnologie für eine nachhaltige Landwirtschaft - Referate der 32. GIL-Jahrestagung, GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI), ISBN: 978-3885792888, vol. 194, pp. 235-238.

**Schneider, T., Elatawneh, A. Rahlf, J., Kindu, M., Rappl, A., Thiele, A., Boldt, M., Hinz, S. (2012):** Parameter Determination by RapidEye and TerraSAR-X Data: A Step Toward a Remote Sensing Based Inventory, Monitoring and Fast Reaction System on Forest Enterprise Level. In: Krisp, J.M.; Meng, L.; Pail, R.; Stilla, U. (Eds.), Earth Observation of Global Changes (EOGC), Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, ISBN: 978-3-642-32713-1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, doi: 10.1007/978-3-642-32714-8\_6, pp. 81-107.

**Stilla, U.; Rottensteiner, F.; Mayer, H.; Jutzi, B.; Schmitt, M. (Eds) (2012):** Special Issue: Photogrammetric Image Analysis. PFG Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. 2012 (5)

**Sturm-Hentschel, U.; Braun, A.C.; Hinz, S.; Vogt, J. (2012):** Detecting and Characterizing Settlement Changes in Developing Countries using VHRS data – case of the Coastal Area of Benin. Springer Book on 3rd EOGC – Earth Observation on Global Changes, (in print).

**Thiele, A.; Boldt, M.; Hinz, S. (2012):** Automated Detection of Storm Damage in Forest Areas by Analyzing TerraSAR-X Data. In: Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2012, doi: 10.1109/IGARSS.2012.6351205, pp. 1672-1675.

**Thiele, A., Dubois, C., Cadario, E., Hinz, S. (2012):** GIS-supported Iterative Filtering Approach for Building Height Estimation from InSAR Data. In: Proceedings of 9th European Conference on Synthetic Aperture Radar, EUSAR 2012, VDE Verlag GmbH, Berlin Offenbach, ISBN: 978-3800734047, pp. 19-22.

**Vonderach, C.; Voegtle, T.; Adler, P.; Norra, S. (2012):** Terrestrial laser scanning for estimating urban tree volume and carbon content. International Journal of Remote Sensing, Volume 33, Issue 21, Taylor & Francis, London, pp. 6652-6667

**Vonderach, C.; Voegtle, T.; Adler, P. (2012):** Voxel-based approach for estimating urban tree volume from terrestrial laser scanning data. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress Melbourne, Aug. 2012

**Voegtle, T.: (17.01.2012):** „Contribution of IPF to the EAGLE project“, University of Leicester (GB)

**Voegtle, T.: (21.03.2012):** „Eintauchen in die 3D-Welt“, Geo-BOGY, KIT, Karlsruhe

**Voegtle, T.: (25.04.2012):** „Technique and Quality of CCD/CMOS sensors“, Yildiz University, Istanbul (TR)

**Voegtle, T.: (26.04.2012):** „Detection and Measurement of Trees from Airborne Laser Scanning (ALS)“, Yildiz University, Istanbul (TR)

**Voegtle, T.: (21.11.2012):** „Eintauchen in die 3D-Welt“, Uni-für-Einsteiger Tag am KIT, Karlsruhe

**Weinmann, Ma.; Hoegner, L.; Leitloff, J.; Stilla, U.; Hinz, S.; Jutzi, B. (2012):** Fusing passive and active sensed images to gain infrared-textured 3D models. In: Shortis M, El-Sheimy N (Eds) XXII ISPRS Congress: Imaging a sustainable future. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 39 (B1): 71-76 [doi:10.5194/isprsarchives-XXXIX-B1-71-2012]

**Weinmann, Ma.; Jutzi, B. (2012):** A step towards dynamic scene analysis with active multi-view range imaging systems. In: Shortis M, Paparoditis N, Mallet C (Eds) XXII ISPRS Congress: Imaging a sustainable future. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 39 (B3): 433-438 [doi:10.5194/isprsarchives-XXXIX-B3-433-2012]

**Yao, W.; Zhang, M.; Hinz, S.; Stilla, U. (2012):** Airborne traffic monitoring in large areas using LiDAR data – theory and experiments. International Journal of Remote Sensing, 33(12): 3930-3945

## 6 Mitarbeit in Gremien

---

### S. Hinz:

- Dekan Fakultät Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
- Sprecher der Dekane und Senatsdelegierter am KIT
- Co-Chair ISPRS WG III/5 „Image Sequence Analysis“
- Sprecher der Helmholtz-Graduiertenschule am KIT für Klima und Umwelt, GRACE (Graduate School for Climate and Environment)
- Mitglied des Prüfungsausschusses für Studiengang „Regionalwissenschaften“
- Leiter der HGF-CAS Dt-Chin. Forschergruppe „Microwave Remote Sensing“
- Mitglied von IEEE, DAGM und DGPF

**B. Jutzi:**

- Chair (2008-2012) International Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ISPRS) Working Group I/2 “LIDAR, SAR and optical sensors for Airborne and Spaceborne Platforms”
- Vice President (2012-2016) International Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ISPRS) Technical Commission I “Sensors and platforms for remote sensing”

**U. Weidner :**

- Mitglied im DIN - Ausschuss 03.02.00 Photogrammetrie und Fernerkundung
- Leitung des Arbeitskreises Bildanalyse und Bildverstehen der DGPF

**J. Wiesel:**

- Mitglied im Koordinierungsausschuss Forschung und Entwicklung IuK/UIS beim Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
- Mitglied im Begleitausschuss GDI-BW beim Ministerium für den ländlichen Raum Baden-Württemberg

**T. Vögtle :**

- Mitglied der Kommission Studium und Lehre des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Karlsruhe (TH)