

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 101 (2003)

**Heft:** 9: 75 Jahre SGPBF = 75 ans SSPIT

**Artikel:** Aktuelle Forschung in Photogrammetrie und Fernerkundung in der  
Schweiz

**Autor:** Grün, A. / Kölbl, O. / Itten, K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236050>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Aktuelle Forschung in Photogrammetrie und Fernerkundung in der Schweiz

Die Entwicklung der Photogrammetrie hat in den vergangenen fast 150 Jahren aus der Schweiz wichtige Impulse erhalten. Ein anderer Artikel dieses Heftes beschäftigt sich näher mit diesem Thema. In diesem Beitrag möchten wir speziell den aktuellen Stand der Forschungsarbeiten in der Photogrammetrie und Fernerkundung in der Schweiz darstellen. Generell unterscheiden wir in einer Disziplin die Arbeitsbereiche Praxis, Entwicklung und Forschung. Es ist uns bewusst, dass gerade die Bereiche Entwicklung und Forschung nicht scharf voneinander zu trennen sind. So werden bei Systemherstellern und Softwarehäusern durchaus Arbeiten gemacht, die Forschungscharakter haben, und an Hochschulen werden Forschungsergebnisse gelegentlich direkt in Entwicklungen umgesetzt. Nicht zuletzt aus diesem Grund wird die Zusammenarbeit zwischen Hochschule, Entwicklung und Praxis immer wichtiger. Technologietransfer hat heute in der Forschungspolitik einen hohen Stellenwert.

Als Mitglieder der Bildwissenschaften haben Photogrammetrie und Fernerkundung grosse Schnittmengen gemeinsam mit Computer Vision, Machine Vision, Robot Vision, Computer Graphik, Virtuelle Realität, Animation, Räumliche Informationssysteme und anderen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn auch in diesen Gebieten photogrammetrische und fernerkundliche Fragestellungen in Forschung und Entwicklung behandelt werden. Wir können allerdings hier nicht auf all diese Arbeiten einer sehr heterogenen und weit ausgreifenden Forschungsszenerie im Detail eingehen, sondern müssen uns auf die zentralen Akteure beschränken. Unser Beitrag besteht aus drei Teilen: Aktivitäten des Lehrstuhls für Photogrammetrie und Fernerkundung der ETH Zürich, Übersicht über die Aktivitäten in der Romandie und ein Übersichtsbeitrag zur Organisation und Forschung der Fernerkundung in der Schweiz.

*Le développement de la photogrammétrie dans les 150 dernières années a reçu d'importantes impulsions de la Suisse. Un autre article de ce cahier traitera plus en détail de ce thème. Dans cet article, nous aimerions plus spécialement présenter l'état actuel des travaux de recherche en photogrammétrie et télédétection en Suisse. D'une façon générale, l'on distingue dans une discipline les domaines de travaux suivants : travaux pratiques, développement et recherche. Nous sommes conscients que les domaines du développement et de la recherche ne sont pas faciles à séparer de façon claire. Ainsi, les producteurs de systèmes et les firmes de software font des travaux qui ont un caractère de recherche et aux Hautes Écoles, les résultats de recherche sont quelque fois directement suivis des travaux de développement. C'est aussi pour cette raison que la collaboration entre Hautes Écoles, développement et pratique devient toujours plus importante. Le transfert de technologies revêt une très haute importance en politique de recherche. Comme membres des sciences de l'image, la photogrammétrie et la télédétection ont beaucoup de lignes de recoupement avec Computer Vision, Machine Vision, Robot Vision, graphiques par ordinateur, réalités virtuelles, animations, systèmes d'information spatiale et autres. Il n'est donc pas étonnant que, dans ces domaines aussi, des questions photogramétriques et de télédétection soit traitées sur le plan de la recherche et du développement. Nous ne pouvons toutefois pas, à cet endroit, entrer dans les détails de tous ces travaux très hétérogènes et d'un vaste contexte de recherche, mais nous devons nous concentrer sur les acteurs principaux. Notre article comprend trois parties : activités de la Chair de photogrammétrie et de télédétection de l'EPF Zürich, aperçu des activités en Suisse romande et aperçu de l'organisation et de la recherche en matière de télédétection en Suisse.*

A. Grün, O. Kölbl, K. Itten

## Photogrammetrie und Fernerkundung am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (IGP) der ETH Zürich

A. Grün

In einem früheren Beitrag in dieser Zeitschrift (Grün, 1995) wurde über «Ein Jahrzehnt Forschung in Digitaler Photogrammetrie am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich» berichtet. Es wurden dort die Forschungsarbeiten der Professur Photogrammetrie und Fernerkundung während der Jahre 1984–1994 dargestellt. Diese Professur hatte sich schon sehr früh mit grundlegenden Forschungsthemen, aber auch mit systemnahen Fragen der Digitalen Photogrammetrie, welche damals noch in den Kinderschuhen steckte, beschäftigt. Zunächst stand dabei die Nahbereichsphotogrammetrie im Zentrum des Interesses, weil dort wegen der Entwicklung der CCD-Kameras und der entsprechenden Computerperipherie die schnellsten Umsetzungen zu erwarten waren. Heute ist die Digitale Nahbereichsphotogrammetrie eine Standardtechnologie, die in vielen verschiedenen Anwendungen und Disziplinen eingesetzt wird und weit über den Kernbereich der Photogrammetrie hinausgewachsen ist. Neben den klassischen Anwendungsbereichen, die durch diese neue Technologie eine Auffrischung erfahren haben, wird sie in so unterschiedlichen neuen Bereichen wie Animation, Motion Analysis, Virtuelle Realität, Human Userinterface u.v.a. eingesetzt.

Die wesentlich grösseren Bildformate der Luftbildphotogrammetrie erlaubten nicht einen so schnellen Umstieg auf voll digitale Methoden. Durch die Entwicklung von Digitalen Stationen, Präzisionsscannern, automatisierten Methoden der Bildauswertung und heute auch von grossformatigen digitalen Luftbildkameras hat sich aber auch diese Technologie selbst in der Praxis auf breiter Basis durchgesetzt.



Negli ultimi 150 anni lo sviluppo della fotogrammetria ha ricevuto forti impulsi. Un altro articolo di questa rivista approfondisce questa tematica. Quindi, qui ci limitiamo, in particolare, a presentare lo stato dei lavori di ricerca nella fotogrammetria e nel telerilevamento in Svizzera. In generale, facciamo una differenziazione disciplinare nei campi di lavoro: pratica, sviluppo e ricerca. Nella consapevolezza della difficoltà di fare una netta distinzione tra sviluppo e ricerca. Infatti, i produttori di sistemi e di software effettuano dei lavori che hanno un carattere di ricerca mentre le università inseriscono i risultati della ricerca direttamente negli sviluppi. Per questo motivo diventa sempre più importante instaurare una collaborazione tra università, sviluppo e pratica. Nella politica della ricerca, il trasferimento tecnologico assume una posizione sempre più rilevante.

Quali componenti delle scienze visive, la fotogrammetria e il telerilevamento hanno tanti punti in comuni con la computer vision, la machine vision, la robot vision, la grafica computerizzata, la realtà virtuale, l'animazione, i sistemi d'informazione spaziale, ecc. Quindi non deve meravigliare il fatto che anche in questi settori si esaminano le problematiche della fotogrammetria e del telerilevamento a livello di ricerca e sviluppo. Purtroppo, in questa sede è impossibile esaminare nel dettaglio tutti i lavori realizzati su questa piattaforma molto eterogenea e variegata. Si è quindi optato di concentrarsi su tre segmenti centrali: i lavori realizzati dalla Cattedra di fotogrammetria e telerilevamento dell'ETH di Zurigo, un decalogo delle attività svolte in Romandia e una panoramica sull'organizzazione e sulla ricerca nel telerilevamento in Svizzera.

Wir hoffen, dass unsere eigenen Arbeiten in all den vorerwähnten Sektoren einen kleinen Teil zum Fortschritt in der Leistungsfähigkeit und somit auch zur Akzeptanz in der Praxis dieser neuen Technologie beigetragen haben. Wir werden im Folgenden die Forschungsprojekte in Photogrammetrie und Fernerkundung am Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich kurz beschreiben, wie sie seit 1994, dem Berichtsende in Grün, 1995 durchgeführt wurden. Nähere Einzelheiten sowie weiterführende Literatur ist folgender Homepage zu entnehmen: [www.photogrammetry.ethz.ch/research](http://www.photogrammetry.ethz.ch/research). Fast allen Projekten ist gemeinsam, dass sie mit rein digitalen Methoden arbeiten und dass sie stark interdisziplinär ausgerichtet sind. Wir glauben, dass nur in enger Kooperation mit den Anwendern unserer Technologie exotische Fehlentwicklungen vermieden werden können.

### Nahbereichsphotogrammetrie

Laboratorium Digitale Nahbereichsphotogrammetrie

- Unterhalt eines 3D-Testfeldes zur geometrischen Kalibrierung von CCD-Kameras

- Kalibrierung eines industriellen Roboters mit CCD-Kameras mit 0.1–0.2 mm Genauigkeit in einem Arbeitsvolumen von 1,5 m Seitenlänge (Relativgenauigkeit 1:10 000).

### Particle Tracking Velocimetry

Messung von Strömungen mit CCD-Kameras und eingebrachten Partikeln in diversen Anwendungen: Sedimentationsprozesse, Marangoni Konvektion, Fluid Columns, Zero Gravity Experimente auf Maserraketen und zur Vorbereitung auf Installationen in der Spacestation, Multispectrale PTV für Experimente mit Brown'scher Bewegung, Untersuchung

von Bildkompressionstechniken. Kooperation: Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH Zürich, ESA/ESTEC, Alenia, Swedish Space Cooperation, Universität Brüssel.

### DIPAD (Digital Photogrammetry and Architectural Design)

System zur halbautomatischen CAD-basierten Auswertung von digitalen Architekturaufnahmen. Prototyp für den Einsatz objektorientierter Messmethoden, vorwiegend gedacht zur Dokumentation von Architekturobjekten. Kooperation: Professur für CAAD, Departement Architektur, ETH Zürich.

### Messung von chemischen Reaktionen in turbulenten Strömungen

Einsatz einer Highspeed CCD-Kamera (Aufnahme von 512x512 Bildern mit 500 Hz) zur Generierung von 3D-Bildern chemischer Reaktionsprozesse in turbulenten Strömungen. Weiterentwicklung des Least-Squares Matching zu einer vollen 3D-Methode zum Verfolgen von kleinen Volumenbildelementen (Voxeldaten). Kooperation: Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft und Institut für Technische Chemie, beide ETH Zürich.

### Automatische Messung von Bewegungsabläufen in Echtzeit (Motion Analysis)

Anwendungen in Animation (Filmindustrie), Sport, Medizin und Biomechanik. Methodenentwicklung und Softwareintegration zur Kalibrierung eines kommerziellen 3D-Motion-Analysis-Systems



Abb. 1: Automatische Gesichtsvermessung. Von links: Texturprojektion, 3D-Punkthaufen, schattiertes 3D-Modell, photorealistisches texturiertes 3D-Modell.



(Bündelmethode, Systemkalibrierung mit Messlaten). Kooperation: Motion Analysis Cooperation, Santa Rosa, CA, USA.

#### Face++

System zur automatischen Messung menschlicher Gesichter. Anwendungen: Gesichtschirurgie, heute auch in Überwachungssystemen und in der Kosmetikindustrie. Einsatz von bis zu fünf CCD-Kameras und eines Projektors zur Musterprojektion. Auswertung mit LS-Matching. Kooperation: Computer Graphik Gruppe, Departement für Informatik, ETH Zürich und Departement für Cranio-Maxillofacial Chirurgie, Universität Zürich.

#### Realistic Full Body Modeling

Messung und Verfolgung ganzer menschlicher Körper. Einsatz von gegenwärtig drei CCD-Kameras zur Aufnahme. Verschiedene Daten und Algorithmen zur Rekonstruktion: Körperoberfläche mit LS-Matching, Körpersilhouetten, Tracking einzelner Keypoints. Kooperation: Computer Graphics Laboratorium, EPF Lausanne.

#### CAUSE (Character Animation and Understanding from Sequences of images)

3D-Extraktion und Modellierung von Schauspielern aus bereits bestehenden Bildsequenzen von Film und TV. Weiterentwicklung der Methoden der Full Body Modellierung unter erschwerten Umständen (Aufnahmesituation nicht kontrollierbar). Anwendung: Realitätstreue Animationen von verstorbenen Schauspielern für Kinofilme. Kooperation: Computer Graphik Laboratorium, EPF Lausanne.

#### Rekonstruktion und Analyse des Pfyffer Reliefs, Gletschergarten Luzern

Aufnahme des Reliefs gemäss «Luftbildfall». Triangulation, DTM Generierung, realitätstreue Visualisierung und Analyse der Reliefgenauigkeit und der Vermessungsmethoden von F. Pfyffer. Kooperation: A. Bürgi, Universität Zürich, Gletschermuseum Luzern, Schweizerische Gesellschaft für Kartographie.

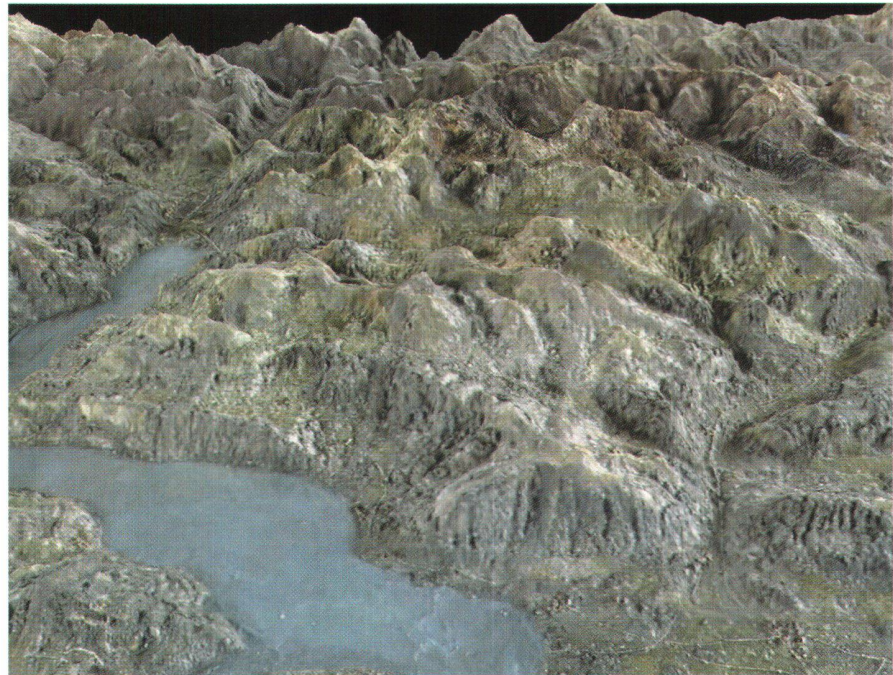


Abb. 2: Computerrekonstruktion des Pfyffer-Reliefs, Gletschergarten Luzern.

#### 3D-Rekonstruktion des Grossen Buddhas von Bamiyan, Afghanistan

Automatische Generierung des 3D-Modells aus Internetbildern. Entwicklung und Anwendung neuer Image-Matching-Strategien. Manuelle Messung der Feinstruktur aus digitalisierten Messbildern. 3D-Modellierung und Visualisierung. Kooperation: Afghanistan Museum Bubendorf, New 7Wonders Foundation, Zürich, Prof. Kostka, TU Graz, Vexcel Inc., Graz.

#### Luftbildphotogrammetrie

##### Rasterdatenverarbeitung in GIS durch Monoplotting

Objektextraktion unter besonderer Berücksichtigung der GIS-Technologie. Luft- und Satellitenbilder. Neu entwickelt: Globally enforced Least Squares Template Matching, Semi-automated road extraction by Dynamic Programming und LSB-Snakes. Insbesondere die LSB-Snakes sind sehr leistungsfähig in Bezug auf Extraktion von Linienelementen. Kooperation: STI Strässle AG.

#### AMOB (Automated DTM generation and Man-made Object Extraction from aerial images)

Entwicklung neuer Verfahren zur DTM Ge-

nerierung und vollautomatischen Hausextraktion aus Mehrfach-Farbluftbildern. AMOBell: Konzentration auf Verfeinerung der Detektion und Rekonstruktion von Gebäudemodellen. Kooperation: Gruppe Bildwissenschaften am Institut für Kommunikationstechnik, ETH Zürich.



Abb. 3: Rekonstruktion des Grossen Buddhas von Bamiyan, Afghanistan.



## 3D-Modellierung und Analyse der Geoglyphen von Nasca, Peru

Vollständige 3D-Aufnahme, Visualisierung und GIS-Implementierung der berühmten Geoglyphen als Voraussetzung für die Überprüfung verschiedener Hypothesen bezüglich dem Zweck dieser Scharrbilder. Kooperation: SLSA (Schweizerisch-Liechtensteinische Stiftung für Archäologische Forschungen im Ausland), Rietberg Museum, Zürich, KAWA, Bonn.

## ATOMI (Automated Reconstruction of Topographic Objects by Aerial Images Using Vectorized Map Information)

Nachführung, Verbesserung und 3D-Modellierung der Elemente Strassen und Gebäude der topographischen Karte 1:25 000 mit automatischen Methoden der Luftbildanalyse. Kooperation: Bundesamt für Landestopographie, Bern.

## Multi-temporale Analyse von Gletscher-oberflächen

Kombination von Luftbild- und Laserscandaten zur schnellen und möglichst automatischen Ableitung von Gletscher-oberflächen und deren Analyse. Kooperation: Versuchsanstalt für Wasserbau, Professur für Geodäsie und Geodynamik, beide ETH Zürich.

## CyberCity Modeler

Methode zur halbautomatischen Extraktion von 3D hybriden Stadtmodellen aus Luft- und Satellitenbildern unter möglicher Einbeziehung auch von terrestrischen Bildern. Kooperation: Stadtverwaltung Zürich, CyberCity AG, Zürich.

## Processing of TLS (Three-Line-Scanner) data

Entwicklung von neuen Methoden und Software zur Auswertung der Bilddaten der neuen digitalen Drei-Zeilen-Luftbildkamera STARIMAGER von Starlabo Inc., Tokyo. Folgende Produkte sind betroffen: Userinterface in Mono und Stereo, Triangulation, Entzerrung, DSM/DTM Generierung, Orthobildherstellung, halbautomatische Objektextraktion. Kooperation: Starlabo Inc., Tokyo, Japan.

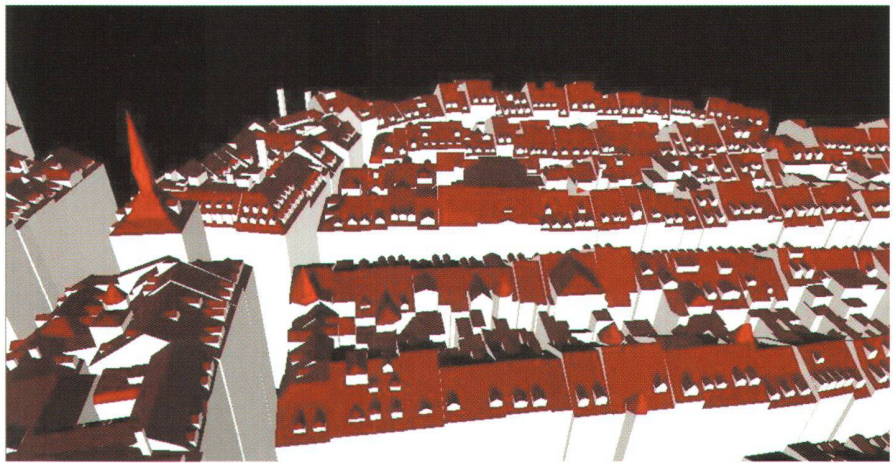


Abb. 4: Ausschnitt des 3D-Stadtmodells Bern, produziert mit CyberCity Modeler. Referenz: CyberCity AG, Zürich.

## AIM (Automated Image Matching)

Entwicklung eines speziellen Image Matchers für die neue digitale Drei-Zeilen-Luftbildkamera ADS 40. Kooperation: LH Systems, Heerbrugg.

## Hydrologisches Management System für den Okavango, Botswana

Nutzung von Luftbildern zur DTM Generierung und von Satellitenbildern zur Landnutzungsanalyse. Kooperation: Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH Zürich.

## Satellitenplattformen

### Processing of Space Imagery

Entwicklung von Methoden und Evaluierung bestehender Verfahren zur 3D-Auswertung von Satellitenaufnahmen verschiedener Sensoren. Beispiel: Auswertung von MOMS-02/D2 Daten (Methoden zur Modellorientierung, DTM durch LS-Image Matching, Generieren von Orthobildern). Projekt Australien: Kooperation mit dem Department of Geomatics, University of Melbourne.

### ORFEAS (Optical-Radar Sensor Fusion for Environmental Applications)

Kombination von optischen Sensordaten (Beispiel StereoSPOT) und interferometrischen Radardaten (InSar) zur Generierung Digitaler Geländemodelle. Beide Sensoren/Daten haben komplementäre Eigenschaften. Durch Kombination lassen sich die Einzelergebnisse deutlich verbessern.

Kooperation: verschiedene Partner auf EU Projekt.

### CIRSTEN (Combined Remote Sensing Natural Disaster Monitoring)

Kombinierte Auswertung interferometrischer Radaraufnahmen und Stereoszenen optischer Sensoren zur schnellen Detektion, Lokalisierung und Kartierung von Naturschäden (praktisches Beispiel: Sturmschäden Lothar). Kooperation: Gamma Remote Sensing AG, Muri.

### Entwicklung eines Sensormodells für ALOS/PRISM

Entwicklung von 3D-Auswerteverfahren für diesen neuen Satellitensensor der NASDA, dessen Start für April 2004 vorgesehen ist. Software wurde bereits ausgeliefert an GSI, Tokyo. Kooperation: Starlabo Inc., Tokyo.

### 3D-Auswertung von IKONOS und Quickbird Szenen

Entwicklung und Testen von verschiedenen Verfahren zur Modellorientierung. Anpassung unserer Matchingverfahren zur DSM/DTM-Generierung. Kombination von CC-Modeler mit diesem Sensormodell zur Generierung und Visualisierung von 3D-Stadtmodellen. Kooperation: CyberCity AG, Zürich.

## Kombinierte Plattformen und allgemeine Studien

Adaptive Kleinste Quadrate Korrelation



Weiterentwicklung, Verfeinerung und Vergleich dieser Methode der Bildkorrelation. Testbeispiele: SPOT Stereomodelle Katalonien; Hochbefliegungen 1:68 000 der Schweiz (Vergleich mit Digitalen Stationen DPW 700 und VirtuoZo, DHM25). Testen von Digitalen Stationen (DPW 770, PHODIS ST, VirtuoZo, ImageStation, MATCH-T). Gletschervermessung aus Luftbildern.

#### *Untersuchung von Filmscannern*

Testen und Evaluation von bestehenden Scannern, Entwicklung von Kalibrierungsmethoden. Kooperationen mit OEEPE/ISPRS WG «Analysis of Photo-Scanners», Bundesamt für Landestopographie, Bern, LH Systems, Swissphoto, Zeiss Oberkochen.

#### *CLOUDMAP I und II*

Automatische 3D-Vermessung und Verfolgung von Wolken mit Satellitenstereobildern und terrestrischen CCD-Kameras. Eigenentwicklungen: Terrestrisches System, bestehend aus drei CCD-Kameras, Sensormodelle und Modellorientierung für stereofähige Satellitensensoren (MISR, Aster etc.), automatische Bildanalyseverfahren zur 3D-Modellierung. Mehrere Messkampagnen, operationelles System. Kooperation auf EU Projekt: Department of Geomatics Engineering/University College London, Institut für Physik der Atmosphäre/DLR, Institut für Weltraumwissenschaften/Freie Universität Berlin, Dutch Weather Forecast Service (KNMI), Swedish Meteorological and Hydrological Institut (SMHI), Rutherford Appleton Laboratory/UK, MeteoSwiss.

#### *Generierung von 3D-Modellen*

Für verschiedene bekannte und aus unterschiedlichen Gründen interessante Objekte haben wir unsere eigenen Verfahren und Software, aber auch Fremdsoftware eingesetzt, um die Herstellungsverfahren für solche Modelle zu optimieren. Neben den vielen bisher produzierten Stadtmodellen stehen noch folgende, zum Teil sehr hochauflösende Modelle zur Verfügung (siehe auch [www.photogrammetry.ethz.ch/research](http://www.photogrammetry.ethz.ch/research)): Mat-

terhorn, Mount Everest, Kunming/China, Geoglyphen Nasca/Peru, vorspanische Siedlung Xochicalco/Mexiko, Pfyffer Relief/ Gletschergarten Luzern, Felsenkirche Lalibela/Äthiopien, Bayon Tempel Angkor/Kambodscha, Ayers Rock/Australien. Die Galerie dieser Modelle wird ständig erweitert.

#### **Neue Projekte im Anfangsstadium**

*Extraktion der Schneeeauflage aus METEOSAT/MSG Bildern*

Integration der Ergebnisse in Klimamodelle und Modelle der Wettervorhersage. EUMETSAT Projekt in Vorbereitung.

*Softwarepaket für hochauflösende satellitenbasierende Linear Array CCD-Scanner*

Zusammenfassung unserer neuentwickelten Verfahren der Modellorientierung, DTM-Generierung, Orthobildherstellung, Monoplotting, Objektextraktion für Linear Array Sensoren. Anwendbar auf SPOT, INS, ALOS PRISM, IKONOS, Quickbird.

*Modellierung, Kalibrierung und Objektextraktion mit digitalen Panoramakameras*

Aufnahmen von EyeScan- und Spherocam-Kameras. Eigenes Testfeld. Neues Sensormodell. Kooperation: Prof. Hovestadt, Departement Architektur, ETH Zürich.

*Entwicklung von Verfahren zur Objektextraktion aus Laserscandaten*

Methoden zur Koregistrierung mehrerer Punktwolken ohne explizit markierte Verknüpfungspunkte. Modellieren von Objektprimitiven und deren Aggregation zu Objektmodellen. Erkennung und Trennung mehrerer Objekte.

*Integration von Laserscan- und Bilddaten*

Zunächst nur für terrestrische Systeme gedacht. Laserscandaten und Bilddaten beinhalten komplementäre Informationen, welche durch Integration optimal genutzt werden sollen. Abgleichung der Sensormodelle und Koregistrierung der Daten. Automatische und halbautomatische Objektextraktion.

Wie auch aus diesen Projekten ersichtlich ist, hat sich mit dem durchgreifenden Erfolg der digitalen Methoden auch ein neues Verhältnis zwischen Nahbereichsphotogrammetrie, Luftbildphotogrammetrie und satellitengestützten Verfahren eingestellt. Früher wurden diese Bereiche getrennt gesehen, mit unterschiedlichen Technologien (analog/digital) und Methoden (manuell/automatisch) bearbeitet und zielten auf stark unterschiedliche Anwendungsfelder ab. Heute sind folgende Tatbestände festzustellen: (a) Die digitalen Verfahren haben sich in der Nahbereichsphotogrammetrie voll durchgesetzt, (b) in der Luftbildphotogrammetrie sind die Digitalen Stationen auch von der Praxis akzeptiert, der Einsatz grossformatiger digitaler Luftbildkameras steht kurz bevor, (c) in der Erdbeobachtung von Satellitenplattformen spielen die stereofähigen Systeme eine immer grössere Rolle (MISR, Aster, SPOT 5, ALOS/PRISM, IKONOS, Quickbird). Der umfassende Einsatz der digitalen Technologie und die Verwendung gleicher Sensortypen und Aufnahmeconzepte unabhängig von der Plattform führt heute zu einer Konvergenz von Methoden, die schlussendlich bewirkt, dass die Auswertemethodik von Bildern nahezu unabhängig von der verwendeten Plattform wird. Sensormodellierung, Integration verschiedener Sensoren, Konfigurations- und Netzdesign und -analyse, automatische und halbautomatische Bildanalyseverfahren, Qualitätskontrolle auf statistischer Basis, Datenmodellierung und -strukturierung zur Übergabe an CAD-, GIS- und Visualisierungssoftware sind Prozesskomponenten, die meist allen Auswertungen gemein sind, unabhängig von der Plattform der Sensoren.

#### *Referenzen:*

Grün, A., 1995: Ein Jahrzehnt Forschung in Digitaler Photogrammetrie am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich. VPK, Heft 4, April, S. 205–208.

[www.photogrammetry.ethz.ch/research/projects.html](http://www.photogrammetry.ethz.ch/research/projects.html)

[www.photogrammetry.ethz.ch/research/publications.html](http://www.photogrammetry.ethz.ch/research/publications.html)



## Recherche en photogrammétrie, traitement d'image et télédétection en Romandie

O. Kölbl

### Introduction

Une ouverture vers l'extérieur a toujours été un trait de caractère de la Romandie. Cela peut s'expliquer par la langue française, une langue universelle qui a facilité énormément les échanges avec la France mais aussi avec le reste du monde, le français ayant été longtemps la langue officielle des milieux diplomatiques. Y a probablement aussi contribué le fait que des Romands se soient souvent engagés comme mercenaires dans des pays étrangers. La formation universitaire a toujours été considérée comme un fort potentiel et ce n'est pas un hasard si la Romandie dispose de quatre universités (Fribourg, Genève, Lausanne et Neuchâtel) et si l'actuelle EPF-Lausanne a été fondée en 1853, trois ans avant celle de Zurich.

L'industrie est fortement diversifiée, avec quelques fleurons comme Nestlé à Vevey, Bonnard et Gardel dans le domaine des constructions ou Logitech et Kudelski dans les domaines de l'électronique et du traitement d'image. Par contre, il n'y a jamais eu en Romandie de firmes actives dans les instruments géodésiques ou photogrammétriques, même si l'horlogerie a réalisé des chronomètres pour l'astronomie de position et des éléments issus de la microtechnique (horloges pour Galileo).

Une partie importante de la recherche dans les domaines de la photogrammétrie, du traitement d'image et de la télédétection s'effectue dans les Hautes Ecoles et également dans les HES; une recherche de pointe dans les domaines de la photogrammétrie et des mesures de précision se fait aussi au CERN à Genève et pour le domaine des sciences de l'image dans divers instituts spécialisés.

**Recherche à l'Institut de géomatique**  
Bien entendu, les travaux à l'unité de géo-

matique de l'EPFL, intégrée dans l'Institut du développement territorial (INTER), sont étroitement liés à la photogrammétrie. Le *Laboratoire de photogrammétrie* (Prof. Otto Kölbl) s'occupe entre autres du développement d'une caméra aérienne numérique de moyen format équipée d'un système de localisation et d'orientation automatique. Le plus grand capteur d'images largement utilisé actuellement en photographie est un capteur de 4000 x 4000 pixels quoiqu'on annonce déjà des capteurs de 22 Mpixels. La dimension de pixel d'un tel capteur est de 9 µm et il peut être intégré dans une caméra Hasselblad. Par conséquent l'image d'un point, c'est-à-dire le mollifier, ne devrait pas dépasser cette dimension. Après divers tests avec des objectifs standard comme le Planar de Zeiss, nous avons constaté avec étonnement que la qualité est inadéquate pour ces capteurs et que seul le Biogon (f 38 mm) est assez proche de nos exigences. Il présente cependant une certaine aberration chromatique qu'il est néanmoins possible de corriger numériquement. En général, on constate que peu de caméras numériques exploitent pleinement la finesse des capteurs à part les caméras aériennes professionnelles. Pour la localisation du point de prise de vue et la détermination des éléments d'orientation, nous utilisons un système de navigation inertielle (INS) combiné avec GPS, en collaboration avec le Laboratoire de topométrie (Prof. Bertrand Merminod). Il s'est avéré que l'étalonnage de l'INS est relativement onéreux; par contre, le GPS peut aussi être utilisé seul pour la localisation de caméras tenues à la main dans un hélicoptère et permet d'orienter un bloc entier sans points de contrôle sur le terrain. Pour une échelle d'image de 1:10 000, nous avons obtenu une précision de ± 8 cm sur les points de contrôle et un écart-type de 2 µm par rapport à l'échelle du cliché pour une compensation de bloc sans utilisation de points d'ajustage (!) (thèse de Julien Vallet en collaboration avec J.-F. Rolle).

Un autre centre de gravité de la recherche concerne le «WEB-SIG», basé sur Mapserver, une bibliothèque d'outils dis-

ponible en Open Source spécifiquement dédiée à la programmation d'applications cartographiques sur Internet. La recherche se concentre sur la saisie photogrammétrique de données on-line. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec Campocamp SA (Claude Philipona). D'autres projets de recherche concernent la *réalité virtuelle*, en particulier l'intégration dans des prises de vues vidéo d'objets modélisés artificiellement afin d'obtenir un haut degré de réalisme. Nous nous occupons aussi de *divers travaux d'inventaire* concernant la saisie de la couverture de neige lors de descentes d'avalanches et d'un inventaire des monuments historiques du sud du Maroc. Une partie importante de la recherche du *Laboratoire de topométrie* est axée sur la navigation, c'est-à-dire le positionnement à l'aide du GPS et de l'INS complété par des mesures angulaires à l'aide d'une boussole numérique. Sur cette base a été développé un *système de navigation pédestre* qui devrait permettre à des aveugles de s'orienter dans des zones urbaines ou dans des bâtiments (thèses de Vincent Gabaglio et de Quentin Ladetto). Un système de localisation (GPS-INS) similaire à celui utilisé pour le projet déjà mentionné de prises de vues aériennes est intégré dans un système de lever topométrique mobile (mobile mapping). Il s'agit là de saisir des objets spécifiques aux routes comme la géométrie de l'axe ou la signalisation. Le système est monté dans une voiture et permet le repérage de ces éléments à des vitesses allant jusqu'à 100 km/h. Outre le système de localisation et d'orientation, le véhicule est équipé d'une caméra CCD et d'un odomètre (compte-tours). Les premiers tests ont permis d'obtenir une précision de ±20 cm. L'objectif est l'extraction complètement automatique et en temps réel de ces éléments de route à partir des images numériques (Pierre-Yves Gilliéron, Jan Skaloud et Hervé Gontran).

Le *Laboratoire de systèmes d'information géographique* (LaSIG), sous la direction du Prof. François Golay, s'occupe essentiellement de la modélisation de données dans des systèmes d'information et de ses di-



verses applications. Un petit groupe, sous la direction de Régis Caloz, travaille sur des applications en télédétection, en particulier la reconnaissance d'objets sur des images satellitaires multispectrales. Un projet de recherche analogue est axé sur la *détermination du taux de boisement des pâturages boisés*, distinguant aussi les résineux et les feuillus à partir de *l'écho d'un altimètre à laser*. La technologie de laser à balayage (laser scanning) pour l'acquisition de l'altimétrie produit, depuis quelques années, des MNT de 1 m de résolution. Mais un intérêt majeur réside dans les informations supplémentaires que l'altimètre à laser est susceptible de fournir sur le couvert végétal. En effet, si la canopée n'est pas totalement fermée, le dispositif de mesure est capable de saisir plusieurs échos du signal incident (jusqu'à huit grâce aux équipements les plus récents), de la surface supérieure au sol, qui se prêtent aussi à de telles analyses. Un autre projet exploite la haute résolution du relief de ce modèle numérique de terrain et étudie les formes caractéristiques du sol afin de détecter des zones instables ou sujettes à glissement. Ce projet est réalisé en collaboration avec le Laboratoire de géologie de l'EPFL.

#### Recherche dans d'autres instituts de l'EPFL

La recherche décrite jusqu'ici est directement liée aux laboratoires de la géomatique; d'autre part, on trouve un certain nombre d'instituts qui ont peu de rapport avec la mensuration et la géomatique et qui ont un large champ d'activités dans les domaines de la mesure d'objet, du traitement d'image et de la télédétection. Ainsi par exemple le *Laboratoire de pollution atmosphérique et du sol*, sous la direction du Prof. van den Bergh, s'occupe de l'étude de la pollution de l'air dans la troposphère et la stratosphère au moyen du Lidar, un appareil semblable à un altimètre à laser et qui a été développé par le laboratoire lui-même. Un tel appareil a été placé au Jungfraujoch pour mesurer la concentration d'ozone dans la stratosphère et déterminer les échanges d'air entre stratosphère et troposphère. Il four-

nit des indications sur les éventuelles diminutions ou augmentations de la couche d'ozone. Un autre Lidar mesure actuellement la pollution de l'air à Mexico ainsi que les vents locaux afin d'élaborer un modèle mathématique qui permette d'étudier le renouvellement de l'air dans cette mégapole. Un instrument récemment développé sert à déterminer la présence d'hydrocarbures dans les couches inférieures de l'atmosphère selon le principe du «pump and probe». Dans ce cas, les molécules d'hydrocarbure sont modifiées chimiquement afin de permettre une détermination exacte de leur composition. L'appareil a été primé lors du dernier congrès américain sur la recherche en matière de laser.

Dans notre profession, nous utilisons surtout les techniques géodésiques et photogrammétriques pour la mesure d'objets, techniques auxquelles s'est récemment ajoutée la technique du laser à balayage. D'autre part, il existe la technique du moiré et d'autres techniques d'interférence appliquées surtout en construction de machines et en génie civil pour le contrôle de structures. Au *Laboratoire de métrologie et photonique* (Direction Prof. Robert), le Prof. Jacquot a étendu cette méthode afin de traiter aussi de grands objets en recourant à la technique de modification et décodage des phases. Cette méthode permet d'acquérir rapidement et de manière automatique une empreinte optique de la forme d'un objet à partir de franges projetées. L'extension à des objets jusqu'à 10 m et plus a demandé un affinement du modèle numérique, comme les franges sont courbes, et une modélisation rigoureuse de la géométrie de la caméra d'enregistrement. La solution mathématique traite les équations de la géométrie perspective de la caméra conjointement avec celles de l'interférométrie. Le travail a été breveté (thèse de Mme Isabelle Desmangles). Différents instituts de recherche consacrent une grande partie de leurs activités au traitement d'image et à la réalité virtuelle. Par exemple, le Prof. Fua du *Laboratoire de vision par ordinateur* (Faculté Informatique et Communication)

s'occupe de la modélisation de personnages à l'aide de séquences vidéo et de films. A cette fin, différentes procédures ont été développées permettant de déterminer en temps réel la position de la caméra ou la position de personnages en mouvement. Les applications pratiques s'étendent de la surveillance et du contrôle de personnes jusqu'à des applications médicales. D'autre part, le Prof. Thalmann du *Laboratoire de réalité virtuelle* est fameux pour ses réalisations de séquences vidéo virtuelles dans lesquelles agissent librement des personnages virtuels en interaction avec d'autres êtres virtuels ou même avec des personnes réelles. Sur cette base, plusieurs événements ont été présentés en public, notamment à Orbit à Bâle et à Telecom à Genève. Les recherches de son groupe sont essentiellement axées sur les mouvements du corps et l'interaction de personnages à l'intérieur d'un groupe. Le Prof. Kunt du *Laboratoire de traitement des signaux 1* (Faculté Sciences et Techniques de l'Ingénieur) œuvre dans les domaines de l'utilisation de signaux numériques, du traitement d'image et du traitement de séquences d'images. Un domaine de recherche important est représenté par le compactage et l'analyse d'image ainsi que par le codage de séquences d'images. Les recherches citées ne sont que quelques exemples du vaste domaine du traitement d'image mais qui laissent entrevoir les multiples possibilités de recherche dans ce secteur.

#### Recherche au CERN à Genève

Le CERN à Genève a joué un rôle majeur dans la mesure des trajectoires photographiées dans les «chambres à bulles» de la physique des particules. Plusieurs systèmes très sophistiqués ont été développés là dès les années 60, avec des technologies performantes et des automatismes précurseurs: suivi automatique et saisie échantillonnée des traces de la photo projetée par microdensitomètre et asservisement du monocomparateur, authentique «vidéogrammétrie» sur imagerie par tubes cathodiques stabilisés (avant l'existence des matrices CCD), observa-



tion et mesure automatique des marques fiduciaires et des traces par fente et photo-multiplicateur puis par barrette CCD, en mentionnant enfin quelques essais d'hologrammétrie. L'information sur ces systèmes et sur leur évolution est essentiellement restée dans les cercles et milieux de la physique. Après un pic de production ayant culminé au CERN à environ 1.3 millions de photos observées par an, ces techniques se sont progressivement éteintes, vers 1985, au profit de l'observation électronique directe (et donc numérique) des passages de particules au sein des détecteurs – les fameuses «chambres à fil» du prix Nobel Georges Charpak.

En addition, le CERN a aussi poussé très loin les techniques de la métrologie photogrammétrique pour le contrôle géométrique très précis des détecteurs, dont la résolution spatiale varie de quelques dixièmes de millimètre à quelques microns, selon besoins. Tous cela se traite en photogrammétrie numérique, appliquée à des objets allant du mètre jusqu'à 20 m de diamètre, avec une caméra DCS460 (6 Megapixels de 9 µm). Divers raffinements et développements ont été fait en partenariat avec des fournisseurs et universités, avec une attention particulière sur les variations du capteur CCD (déformations, dérive) et sur son réétalonnage in situ.

## Conclusions

Dans le domaine de la recherche, on peut ainsi montrer une large palette de thèmes. Outre les thèmes propres à la géomatique, on trouve beaucoup de sujets concernant la mesure d'objets et cependant réalisés par des instituts hors de notre discipline avec des techniques qui ne sont pas des procédés standard en photogrammétrie. Les thèmes de recherche en géomatique concernent aussi souvent des applications particulières. D'autre part, diverses institutions et bureaux privés en Suisse réalisent un chiffre d'affaire considérable avec des travaux de photogrammétrie. Cependant, peu de nouveautés issues de la recherche, telle l'utilisation du positionnement GPS en

liaison avec des caméras numériques réa-lisée au Laboratoire de photogrammétrie, devraient profiter à ces institutions. Cela est peut-être dû au fait que les procédés standard en photogrammétrie ont actuellement déjà atteint un haut niveau de perfectionnement. De nouvelles impulsions peuvent être attendues de la technique d'imagerie numérique mais aussi de nouveaux capteurs comme l'altimètre à laser ou le radar. Des travaux de recherche fondamentale dans ce domaine dépassent cependant de loin les capacités d'un institut d'une Haute Ecole et il serait difficile, du moins en Romandie, d'instaurer un tel pôle de recherche. Cela devrait aussi être dû à l'étroite intercon-nexion de tous ces thèmes avec les intérêts militaires, pour lesquels d'autres pays au monde sont prêts à mettre beaucoup plus de moyens à disposition. Néanmoins, la recherche dans notre domaine demeure indispensable afin que s'ouvrent de nouvelles voies pour les activités courantes et que perdure la vitalité de notre profes-sion.

## Fernerkundung in der Schweiz – Organisation und Forschung

*K. I. Itten*

### Organisation der Fernerkundung in der Schweiz

Die Fernerkundung als wissenschaftliche Disziplin ist seit den 60er Jahren an verschiedenen schweizerischen Hochschulen vertreten. Insbesondere in der Geographie aber auch in der Photogrammetrie und Vermessung, Physik und Kommunikationstechnik finden wir Lehrstühle und Forschende, die sich seit jener Zeit kontinuierlich für eine bessere Nutzung von Fernerkundungsdaten, die Entwicklung der Grundlagenforschung und geeigneter Applikationen eingesetzt haben.

Eine dazumal speziell ins Leben gerufene «Koordinationsgruppe Fernerkundung» versuchte eine Verbindung zwischen der Forschung an den Hochschulen und den praktischen Bedürfnissen der

Bundesämter zu erreichen. Später entwickelte sich daraus die «Interdepartementelle Arbeitsgruppe Fernerkundung (IDA Fern)» während sich die Forschenden 1991 in der «Schweizerischen Kommission für Fernerkundung» (SKF) der Akademie der Naturwissenschaften gruppierten. Darin sind alle Hochschulen der Schweiz vertreten, in denen sich Institute mit Fernerkundung beschäftigen.

An folgenden Hochschulen finden wir heute die Fernerkundung vertreten: Universität Zürich, Geographisches Institut (RSL); ETHZ, Institut für Kommunikationstechnik, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, die EMPA; Universität Bern, Institut für Angewandte Physik, Geographisches Institut, Universität Basel, Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung (MCR); Universität Freiburg, Geographisches Institut; EPFL, Laboratoire de Systèmes d'information géographique.

Weitere Mitglieder der SKF sind: Je ein Vertreter der Bundesämter und des Grossrechenzentrums Manno, je ein Vertreter der «Dienstleistungs-Firmen» und der Industrie, das «Büro für Weltraumangelegenheiten» (SSO) und der Präsident der IDA-Fern. Auf Bundesebene koordiniert der IKAR (Interdepartementeller Koordinationsausschuss Raumfahrt) die mit der Erdbeobachtung verbundenen Aktivitäten. Die CFAS (Commission Fédérale d'Affaires Spatiales) dient als Beratungsorgan des Bundesrates. Darin vertritt in der Regel der Präsident der SKF die Anliegen der Fernerkundung.

Die Bundesämter betreiben operationelle Fernerkundung und Anwendung in den Bereichen Kartographie und Vermessung, der Arealstatistik, des Landesforstinventars, der Raumplanung und der Verteidigung. Die «Meteo Schweiz» ist mit der operationellen Anwendung in der Wettervorhersage, dem täglichen Gebrauch der Fernerkundung, sowie der Unterstützung der Klimatologie nicht mehr wegzudenken.

Auf Vereinsebene gibt die Schweizerische Gesellschaft für Photogrammetrie, Bildanalyse und Fernerkundung Möglichkeiten für Firmen und Privatpersonen sich ge-



eignet zu gruppieren. Neu haben sich im Jahre 2001 vier Spinoff-Firmen im Bereich der Entwicklungs- und Dienstleistungs-Anbieter zur «Gesellschaft der Schweizer Erdbeobachtungs-Dienstleister (SED)» zusammengeschlossen. Die Firmen Sarmap, Gamma Remote Sensing, MFB Geoconsulting und Ernst Basler und Partner beteiligen sich dabei mit Erfolg im internationalen Fernerkundungs-Geschäft. Die Schweizerische Industrie ist erfolgreich in den ESA-Programmen der Erdbeobachtung, sei dies durch den Bau von Systemkomponenten, der Struktur von Satelliten oder wie etwa beim gegenwärtigen Projekt APEX, mit der Fertigung eines gesamten Systems, hier in Zusammenarbeit mit der belgischen Industrie. Insgesamt ergibt sich eine gute, koordinierte Organisation der Fernerkundung in der Schweiz. Ausgezeichnete Kontaktmöglichkeiten sind geschaffen worden, sodass sich Forschung, Verwaltung und Industrie optimal über neue Möglichkeiten informieren können. Auch die Beteiligung des Bundes in Erdbeobachtungsprogrammen im Rahmen der Mitgliedschaft der Schweiz in der Europäischen Raumfahrt Organisation ESA ist damit allen Interessierten offengelegt und führt zu einer regen Beteiligung.

In dem eben erschienenen Themenheft zur «Schweizerischen Forschung in der Fernerkundung», *Geographica Helvetica* 2/2003 finden sich wissenschaftliche Beiträge aus den meisten der oben genannten wissenschaftlichen Institutionen. Dabei spannt sich der Bogen von der Erforschung der Atmosphäre, der Landnutzung und ihrer Veränderung, über neue Sensoren, Experimente im Rahmen der ESA Erdbeobachtung bis hin zum immer wichtiger werdenden «Data Mining» in Bilddaten-Archiven. Grundlagen- und Anwendungsforschung wird in den Bereichen Bildspektrometrie, SAR-Prozessierung, passive Mikrowellen-Radiometrie, Multispektralanalyse, Meteorologie, Mikroklimatologie sowie SAR-Interferometrie und LIDAR- DTM-Generierung betrieben. Forschende an Geographischen Instituten, Physik Instituten und in den Ingenieurwissenschaften, die Fernerkundungs-

Industrie und die Dienstleistungsunternehmen sowie die Bundesämter verhehlen mit ihren Beiträgen der Schweizerischen Fernerkundung und Erdbeobachtung, unterstützt durch die enge Vernetzung der Strukturen, zu guter internationaler Visibilität und Beachtung.

### Forschung in der Fernerkundung

Die Erforschung der Atmosphäre insbesondere mit Mikrowellensystemen aus Flugzeugen und Satelliten ist seit vielen Jahren ein bedeutender Forschungsschwerpunkt des Instituts für Angewandte Physik der Universität Bern. Im Vordergrund stehen Untersuchungen zur Erfassung des Wasserdampfes und von Ozon (Kämpfer et al, 2003). Entsprechende Mikrowellensondiersysteme werden auch vom Boden aus eingesetzt. Seit einiger Zeit findet eine Zusammenarbeit des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ mit Meteo Schweiz statt, insbesondere im Erfassen der 3D-Struktur von Wolkenoberflächen und deren Dynamik (Seiz et al 2003).

Klimatologische Fragestellungen beherrschen die Forschung des MCR Labors des Instituts für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung der Universität Basel. Studien zur Strahlungsbilanzierung, zum Beispiel beim urbanen Wärme-Haushalt sowie die Erforschung des Luftaustausches zwischen verschiedenen überbauten Flächen als Grundlage für die Raumplanung, stehen als wichtige Beispiele für neuere Forschungen (Parlow, 2003).

Im Bereich der Klimamodellierung und deren Einfluss auf die Schneebedeckung des Alpenraumes und der grossräumigen Erfassung von Vegetationsveränderungen unter Einsatz von NOAA/AVHRR-Aufnahmen ist besonders das Geographische Institut der Universität Bern hervorzuheben. Durch deren seit Jahrzehnten betriebene NOAA/AVHRR-Empfangsstation haben sie optimierten Zugriff auf diese Daten und die entsprechenden Langzeitarchive (Wunderle et al 2003).

In der Landnutzungserfassung und -überwachung sind traditionsgemäss die RSL des Geographischen Instituts der Universität Zürich (Kellenberger, 2002), das Geo-

graphische Institut der Universität Freiburg und das Laboratoire de systèmes d'information géographique der EPFL (Caloz, 2003) tätig. Während in Zürich systematische neue Methoden der Überwachung der Landnutzung erforscht und in praktischen Anwendungen gegenwärtig im Iran und in Patagonien angewandt werden, so stehen in Freiburg in Zusammenarbeit mit der EPFL methodisch-verarbeitungstechnische Fragen und die Anwendung in der Schweizerischen Raumplanung im Vordergrund.

In den technisch-methodischen Bereichen sind die RSL des Geographischen Instituts der Universität Zürich zu erwähnen. Dort stehen die methodisch neuen Entwicklungen im SAR- und LIDAR-Bereich sowie in der Bildspektrometrie im Vordergrund. Die Prozessierung und Anwendung von Radars mit synthetischer Apertur (SAR), die Radar-Interferometrie und -Polarimetrie ermöglichen es, unbeeinflusst von Niederschlägen, der Bewölkung und der Tageszeit, Messdaten zu Geländemodellen zu verarbeiten, feinste Unterschiede der Vegetation und Erdoberfläche zu messen und grossräumige Überwachungsaufgaben zu unterstützen (Small et al. 2001; Stebler et al. 2002). In Kombination mit LIDAR Techniken werden neue Möglichkeiten genutzt, um z.B. die Biomasse von Wäldern zu erfassen (Meier et al 2003). Neu erforscht werden auch die Möglichkeiten von tieffrequenten SARs. Mit Hilfe der Spektralforschung im optischen Bereich, der Radiometrie, Bildspektrometrie und -spektroskopie wird unter anderem Grundlagenforschung betrieben in den Bereichen Vegetation, des «Precision Farmings», des Gewässerschutzes und der Erfassung von Aerosolen (Kneubühler 2002, Strub et al 2002, Keller 2002, Bojinski 2003). Bei RSL liegt ausserdem die wissenschaftliche Leitung des Projektes APEX der Europäischen Raumfahrt Organisation ESA, in dem zusammen mit der Industrie ein schweizerisch-belgisches luftgestütztes Bildspektrometer neuester Generation geplant und entwickelt wird (Schaepman et al. 2002). Der wissenschaftliche Teil des «National Point of Contact» bei RSL stellt einer in-



teressierten Öffentlichkeit und den Wissenschaftlern sein «Know-How» über die Nutzung moderner Fernerkundungsdaten zur Verfügung. Die Entwicklung geeigneter Visualisierungsmethoden wird besonders in Kombination von Fernerkundungs- und GIS-Methoden vorangetrieben, für einen verbesserten Transfer und bessere Perzipierbarkeit von erfassten, prognostizierten und modellierten Ereignissen (Biegger et al. 2002, Hirtz 2003).

Dieser Teil des NPOCs wurde im Jahre 2002 von RSL vom Institut für Kommunikationstechnik der ETH übernommen. Dort konzentrierte man sich in den letzten Jahren auf die Entwicklung intelligenter Verfahren zum Data Mining in Bildarchiven (Datcu et al 2003).

Seit einigen Jahren ist an der EMPA eine Forschergruppe tätig mit Schwerpunkt grossräumige Erfassung der Ausbreitung von Luft-Schadstoffen (Weiss et al. 2002). Am Institut für Terrestrische Ökologie der ETHZ laufen Untersuchungen zur Ermittlung der Bodenfeuchte mit Methoden der passiven Mikrowellen-Fernerkundung.

An der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) sind Studien angefertigt worden, z.T. mit Hilfe der Industrie und der Hochschulen, zur Erfassung von Sturmschäden nach dem Orkan «Lothar» (Steinmeier et al, 2002).

Nicht zu vergessen sind die operationellen Anwendungen der Fernerkundung wie die Arealstatistik sowie das Landesforstinventar (LFI). Erwähnenswert sind die neueren Untersuchungen zur Erfassung des gesamten Schweizerischen Waldes mit Hilfe von Landsat Thematic Mapper Daten und die Zurverfügungstellung der digitalen Resultat-Datensätze.

Eine grosse Anzahl von Drittmittelprojekten im Bereich der Fernerkundung zeugt vom grossen Interesse von Bundesämtern, der Industrie und von nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen und Organisationen. Die Basis dazu bildet eine breite Ausbildung in Fernerkundung an mehreren Forschungs-Instituten der Schweiz und deren fruchtbare Zusammenarbeit. Eine starke Einbindung der Projekte in Programme der ESA und an-

derer internationaler Organisationen wird ebenso beachtet wie die Vernetzung mit ausländischen Universitäten und Forschungszentren.

Speziell erwähnenswert ist das gegenwärtig in seiner zweiten Phase laufende Data User Programme der ESA, an dem sich schweizerische Teams aus Forschung und Service-Anbietern ausserordentlich erfolgreich beteiligt haben. Weitere Möglichkeiten werden sich zukünftig im Data User Element (DUE) des «Earth Observation Envelope Programs» sowie in den internationalen Programmen GMES (Global Monitoring for Environment and Security) und der Charta Weltraum und Naturkatastrophen bieten.

#### Literatur:

Biegger St., Hölzle M., Frei U., Nüesch D. (2002): Bringing Glacier Simulations to the Public Using Interactive 3D Visualization. Proc. 16th Int. Conf. «Informatics for Environmental Protection», Vienna, 611–618.

Bojinski St. (2003): Imaging Spectroscopy of Aerosols using a Reference Spectrum Database, Remote Sensing Series, Vol. 40, Dissertation Geographisches Institut, Universität Zürich, p. 86.

Caloz R., Pointet A., Collet C. (2003): Approche comparée de méthodes de classification d'images aériennes: une étude de cas. Geogr. Helvetica, 2/2003, p.141–153.

Datcu M., Seidel K. (2003): Image Information Mining – Exploration of Earth Observation Archives, Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 154–168.

Hirtz Ph. (2003): A Framework to Interactively Compose Realistic 3D Landscape Visualizations, Remote Sensing Series, Vol. 39, Dissertation Geographisches Institut Universität Zürich, p. 149.

Kämpfer N., Deuber B., Feist D., Gerber D., Mätzler Ch., Martin L., Morland J., Vasic V. (2003): Microwave Remote Sensing of Water Vapor in the Atmosphere, Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 81–89.

Kellenberger T., Eckert S., Ochsner P., Lencinas, J., Siebert de Lencinas A. (2002): Kartierung und Überwachung der Naturwälder in Patagonien (Provinz Chubut). Projektabschlussbericht, RSL, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 45.

Keller P. (2001): Imaging Spectroscopy of Lake Water Quality Parameters, Remote Sensing Series, Vol. 36, Dissertation Geographisches Institut, Universität Zürich, p. 161.

Kneubühler M., (2002): Spectral Assessment of Crop Phenology Based on Spring Wheat and Winter Barley, Remote Sensing Series, Vol. 38,

Dissertation Geograph. Institut, Universität Zürich, p. 147.

Parlow E. (2003): The Urban Heat Budget Derived from Satellite Data, Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 99–111.

Schaepman M., Itten K., Rast M. (2003): Imaging Spectroscopy as a Quantitative Tool for the Retrieval of Biogeophysical Parameters. Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 120–130.

Seiz G., Baltsavias E., Gruen A. (2003): 3D Cloud Products for Weather Prediction and Climate Modelling, Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 90–98.

Small D., Meier E., Nüesch D. (2001): Efficient Geolocation and Image Simulation for Extended SAR Strip Maps, Proc. IGARSS'2001, Sydney, Australia, p. 3152–3154.

Stebler O., Meier E., Nüesch D. (2002): Multi-Baseline Polarimetric SAR Interferometry – First Experimental Spaceborne and Airborne Results. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. 56/3, p. 149–166.

Steinmeier, Ch., Schwarz, M., Holecz F., Stebler O., Wagner St. (2002): Evaluation moderner Fernerkundungsmethoden zur Sturmschadenerkennung im Wald, WSL Birmensdorf, p. 194.

Strub G., Schaepman M., Knyazikhin Y., Itten K. (2003): Evaluation of Spectro-Directional Alfalfa Canopy Data Acquired During DAISEX'99, J. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 5/2003, p. 1034–1044.

Weiss A., Schaub D., Petritoli A., Bonasoni P. (2002): Pollution Hot Spot Monitoring from GOME Applied to the Po-Basin, Case Study Collection, ESA-DUP Final Report, EMPA, p. 52.

Wunderle S., Foppa N., Oesch D., Hauser A. (2003): Operational Monitoring of the European Alps using NOAA-AVHRR Imagery for the Analysis of the Multi-Year Vegetation Index NDVI, Geogr. Helvetica, 2/2003, p. 131–140.

Prof. Armin Grün  
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie  
ETH Zürich  
CH-8093 Zürich  
agruen@geod.baug.ethz.ch

Prof. Otto Kölbl  
Institut de Géomatique  
EPF Lausanne  
CH-1015 Lausanne  
otto.koelbl@epfl.ch

Prof. Klaus I. Itten  
Geographisches Institut  
Universität Zürich  
CH-8057 Zürich  
itten@geod.unizh.ch