

# Ein neues Tool zur Georeferenzierung und Orthorektifizierung von terrestrischen Schrägbildern

Grosse Verfügbarkeit von alten Bildern, die viel weiter zurückliegen als die Luftbilder und Satellitenbilder; gute Auflösung und besonderer Reichtum an Landschaftsdetails; einfachere und intuitivere Interpretierbarkeit dank einem für den Mensch gewohnten Blickwinkel: terrestrische einzelne Schrägbilder bieten eine einmalige Gelegenheit für das Studium der Landschaftsentwicklung ab dem 19. Jahrhundert. Die WSL hat seit 2010 eine neue Software entwickelt, welche die Hauptlücken im Gebiet der Monophotogrammetrie schliesst. Die aktuelle Version des Tools besteht bereits aus vielen funktionsfähigen Modulen und erlaubt es, ausgehend aus einigen Passpunkten, die Bilder zu georeferenzieren und als Karten zu benutzen.

*L'abondance de vieilles photos bien antérieures aux images aériennes et satellitaires, leur bonne résolution, la richesse des détails paysagers, et la facilité d'interprétation grâce à leur perspective naturelle pour l'œil humain: la photographie terrestre oblique réunit des conditions optimales pour l'étude des changements du paysage depuis le XIXème siècle. Depuis 2010, le WSL a mis au point un nouveau logiciel pour combler les principales lacunes de la monophotogrammétrie. La version actuelle du programme dispose de plusieurs fonctions, y compris le géoréférencement des photographies à partir de plusieurs points de contrôle, ce qui permet de les utiliser comme cartes géographiques.*

L'ampia disponibilità di vecchie foto che risalgono ben oltre le fotografie aeree e le immagini satellitari, la buona risoluzione e la ricchezza di dettagli del paesaggio, la facilità di interpretazione grazie a una prospettiva naturale per l'occhio umano: la fotografia terrestre, e le singole immagini oblique in particolare, offrono un'occasione unica per lo studio dello sviluppo del paesaggio a partire dal 19. secolo. Il WSL ha sviluppato dal 2010 un nuovo software al fine di sopperire alle principali carenze nel campo della monofotogrammetria. L'attuale versione del programma dispone di diverse funzionalità fra le quali la georeferenziazione di un'immagine a partire da alcuni punti di controllo e l'utilizzo dell'immagine stessa come una comune base cartografica.

C. Bozzini, P. Krebs, M. Conedera

## Einleitung

Die Fotografie wurde seit ihrer Erfindung anfangs des 19. Jahrhunderts vermehrt zur Dokumentation der Landschaft und deren Entwicklung eingesetzt. In der Periode zwischen den zwei Weltkriegen wurde auch die Photogrammetrie eingeführt, um aus Bild-Stereopaaren quanti-

tative geometrische oder kartographische Messungen durchzuführen. Anfänglich handelte es sich dabei vor allem um terrestrische Stereo-Bilder in Berggebieten, die vom Gegenhang aus aufgenommen wurden. Mit dem Kauf des ersten Flugzeugs für die Erstellung von Stereo-Luftbildern im Jahre 1935 wurde definitiv die Ära der modernen Aerophotogrammetrie eingeläutet. Diese technischen Fortschritte haben die Benutzung der kaum georeferenzierbaren terrestrischen Bilder für

die Studie der Landschaftsentwicklung stark verdrängt. Eine bedauerliche Tendenz, da gerade dieses Material viele Vorteile bietet: Grosse Verfügbarkeit von alten Bildern, die zum Teil viel weiter zurückliegen als die Luftbilder; gute Auflösung und besonderer Reichtum an Landschaftsdetails; einfachere und intuitivere Interpretierbarkeit dank einem für den Mensch gewohnten Blickwinkel.

Mit der Erweiterung der Rechnerkapazität der Computer und mit der Verbesserung der digitalen Höhenmodelle (DHM) sowie der Geographischen Informations-Systeme (GIS) sind neue Perspektiven für die Verwertung der terrestrischen Schrägbilder, auch als nicht referenzierte Einzelphotogramme, entstanden. Seit 2010 entwickeln wir an der WSL in Bellinzona eine neue Monoplotting-Software, welche die Georeferenzierung und Orthorektifizierung der Schrägbilder erlaubt, sowie das Digitalisieren von Polygonen oder anderen vektoriiellen Elementen und das Austauschen der geographischen Daten mit den gebräuchlichen GIS-Systemen anbietet.

## Das WSL Monoplotting Tool

Das so genannte WSL Monoplotting Tool besteht aus einer benutzerfreundlichen und intuitiven Oberfläche zur Handha-

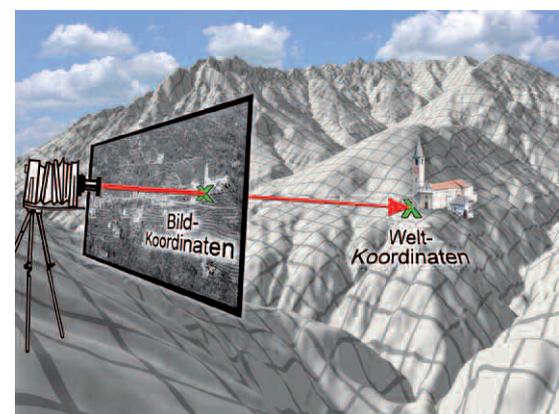


Abb. 1: Schematische Darstellung der Systemelemente der Monophotogrammetrie: die Kamera, das Schrägbild einer Landschaft sowie die entsprechenden Geländemodelle und reelle Welt.

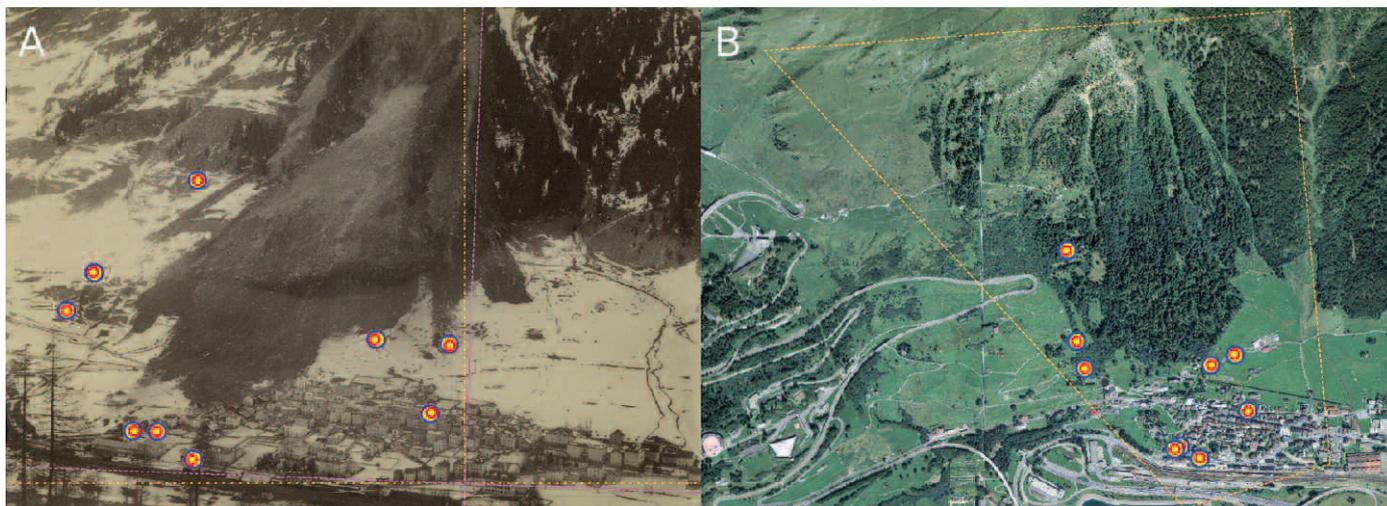


Abb. 2: Kalibrierung der Kamera: a) Benutzte Passpunkte auf dem Bild (Pixelkoordinaten) und Korrektur (Kalibrierung) der Kamera-Position zur Zeit der Aufnahme gegenüber der Senkrechten. b) Benutzte Passpunkte auf der Orthophoto (reelle Koordinaten) und gelb umrahmt, der auf dem Bild sichtbare Geländeausschnitt.

bung des Programms, mit insbesondere einer simultanen und synchronisierten Visualisierung des Schrägbildes und der Karten oder Orthophotos des untersuchten Gebietes. Die wesentlichen Komponenten für die Georeferenzierung eines einzelnen Fotos bestehen aus der Kamera, dem Bild und dem digitalen Höhenmodell (DHM) des entsprechenden abgedeckten Gebietes. Die Georeferenzierung wird durch die Kamerakalibrierung durchgeführt: Grundsätzlich ist die genaue Position bei der Aufnahme des Fotos zu rekonstruieren, d.h. Position und Ausrich-

tung der Kamera sowie Brennweite, Bildzentrum und Verzerrungsparameter der Linsen. Kamera, Bild und DHM sind so in Bezug zu stellen, dass bei einem Punkt auf dem Bild und dem Strahl aus der Kamera durch den Bildpunkt, das Geländemodell beim entsprechenden reellen Punkt schneiden muss (Abb. 1). Das georeferenzierte Foto kann danach als geographische Karte verwendet werden.

Das Kalibrieren des Systems erfolgt halbautomatisch, ausgehend von mindestens fünf Kontrollpunkten, von denen sowohl die Lage auf dem Schrägbild wie auch die Weltkoordinaten genau bekannt sind. In besonderen Fällen ist eine einfache Interaktion nötig, um die optimale Kalibrierung zu finden (Abb. 2).

Nach der Kalibrierung des Systems wird von der Software automatisch und flächendeckend die Korrespondenz von jeder Bildkoordinate mit der Weltkoordinate berechnet. Objekte von Interesse können somit digitalisiert, bzw. visualisiert werden. Je nach Qualität und Auflösung des Originalbildes und je nach Genauigkeit der Kontrollpunkte werden vom System die Lage der Objekte mit einer Genauigkeit unter 5 m ermittelt. Vektorielle Elemente, die auf dem Bild digitalisiert wurden, können exportiert werden und in herkömmlichen GIS-Softwares importiert und weiterbenutzt werden.

Eine weitere wichtige Funktionalität betrifft die Möglichkeit, das Foto zu orthorektifizieren und auf eine Karte zu projizieren. Es werden somit die auf dem Bild sichtbaren Landschaftsteile auf eine entsprechende Kartographie projiziert und visualisiert (Abb. 3).

## Anwendungspotenzial

Das WSL Monoplotting Tool bietet vielfältige und zum Teil innovative Möglichkeiten, um bei quantitativen Studien über

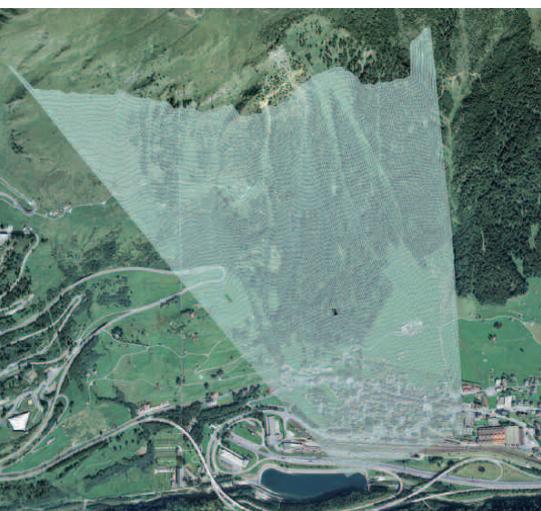


Abb. 3: Visualisierung auf der Orthophoto von auf dem alten Bild sichtbaren Landschaftsteilen.

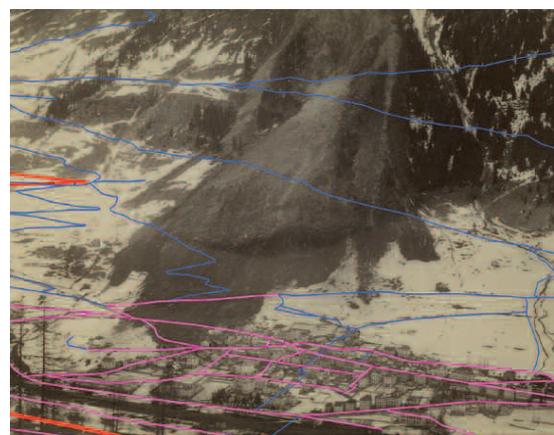


Abb. 4: Visualisierung des aktuellen Strassennetzes in und um Airolo auf dem alten Bild: rot = Nationalstrassen; violett = zweispurige Kantons- und Gemeindestrassen; blau = einspurige Gemeinde- und Güterstrassen.



Abb. 5: Grenze der Ablagerungszone einer Erdrutschung, die am 28.12.1898 in Airolo stattgefunden hat: a) Auf einem älteren Bild von Airolo (© Staatsarchiv vom Kanton Tessin). b) Auf einem Bild von 1898 unmittelbar nach der Rutschung (© Staatsarchiv vom Kanton Tessin). c) Auf einer aktuellen Orthophoto (© Swisstopo). Schön sichtbar, wie auf Grund von der Rutschung Grossteile der Ablagerungsfläche nicht mehr kultiviert worden und somit zu Wald gewachsen sind.

die Landschaftsentwicklung auch zusätzliche quantitative und qualitative Beschreibungen von früheren Landschaftselementen durchzuführen.

Das System erlaubt zum Beispiel das Ermitteln von Waldbestandeshöhen oder das Kartieren von heutzutage verwaldeten Terrassierungen, die auf modernen Luftbildern nicht mehr sichtbar sind. Durch das Wiederaufnehmen aktueller Landschaftsbilder von einem bekannten Standort und mit bekannten Kameraparametern können zudem sehr detaillierte Messungen dynamischer Landschaftsprozesse durchgeführt werden, wie zum Beispiel die Quantifizierung des Wasserabflusses aus einer Gletscherfront oder die Schnee-Ausaperungsdynamik. Die Software kann auch als Visualisierungstool benutzt werden, um bestimmte Landschafts- (z.B. neue Wege) oder geogra-

phische (z.B. Höhenkurven) Elemente auf alten oder neuen Schrägbildern zu visualisieren (Abb. 4).

Besonders geeignet ist die Software zur Rekonstruktion von früheren Schadenereignissen aus Naturgefahren wie Hochwasser, Murgänge, Lawinen oder Rutschungen (Abb. 5). Ausserordentliche Schadenereignisse bieten in der Tat einmalige Gelegenheiten, um die Ursachen und Auswirkungen seltener Naturkatastrophen zu untersuchen. Solche Analysen früherer Ereignisse bilden die Grundlage für ein integrales Risikomanagement.

## Ausblick

Das Tool ist vorläufig noch ein Prototyp, ist aber nach einer kurzen Einführung von ca. einem halben Tag auch von externen

Benutzern leicht anwendbar. Diplomarbeiten an verschiedenen Hochschulen und Aufträge, die wir für die Kantone Tessin und Bern durchgeführt haben, bestätigen zudem, dass die Resultate den Erwartungen der Praxis entsprechen. Allfällige Interessenten können sich an den Autoren wenden.

Claudio Bozzini  
Patrik Krebs  
Marco Conedera  
Eidg. Forschungsanstalt WSL  
Forschungsgruppe Insubrische  
Ökosysteme  
CH-6500 Bellinzona  
claudio.bozzini@wsl.ch

## Geomatik Schweiz / Géomatique Suisse

Inhaltsverzeichnis 2011: [www.geomatik.ch](http://www.geomatik.ch) > Fachzeitschrift  
Sommaire 2011: [www.geomatik.ch](http://www.geomatik.ch) > Revue

Alle Fachartikel und Rubrikbeiträge als pdf: [www.geomatik.ch](http://www.geomatik.ch) > Fachzeitschrift > Archiv  
Tous les articles et contributions sous rubrique en pdf: [www.geomatik.ch](http://www.geomatik.ch) > Revue > Archives