

Die Amerikanerbefliegung von 1946 – von selbstentzündlichen Duplikatnegativen zum landesweiten Orthofotomosaik

Am 21. Mai dieses Jahres präsentierte swisstopo im Rahmen eines Presseanlasses einen auf geo.admin.ch neu publizierten Datensatz. Es handelt sich dabei um ein landesweites Orthofotomosaik mit einer Bodenauflösung von 1 m, erstellt aus Luftbildaufnahmen aus dem Jahr 1946. Das Medienecho zur Publikation dieser so genannten «Amerikanerbefliegung» war sehr gross und durchgehend positiv. In diesem Artikel soll die Prozessierung dieses Datensatzes näher beschrieben werden.

H. Heisig, J.L. Simmen, M. Zesiger

Ausgangslage

In der Zeit von Mai bis September 1946 überflogen amerikanische B-17 Bomber die Schweiz. Ziel war die vollständige photogrammetrische Erfassung des Landes in hoher Auflösung. Die Erfassung war Teil einer grossräumigen Aufnahmekampagne der US Army Air Force in Kollaboration mit der Royal Air Force. Innerhalb dieser Kampagne wurde ganz West-Europa sowie Teile von Nord-Afrika aufgenommen.

Die Erlaubnis zur Durchführung der Aufnahmen über der Schweiz erfolgte von Seiten der Schweizer Regierung unter der Bedingung der Überlassung von Kopien der Originalaufnahmen. Die überlassenen 4117 Negativkopien der Kampagne lagern seit 73 Jahren in der Bildsammlung von swisstopo. Das nitratbasierte und damit selbstentzündliche Bildmaterial zeigt heute deutliche Anzeichen von chemischen Zerfallsprozessen (Abb. 1). Ab 2011 wurden daher im Rahmen des «Massnahmenplans Bilder» die Originale konserviert und gescannt (<https://www.swisstopo.admin.ch/de/wissen-fakten/Historische-Bilder/image-collection.html>). Die zugehörigen Metadaten wurden parallel dazu im Luftbildinformationssystem (LUBIS) von swisstopo digital erfasst. Die Bilder der

Amerikanerbefliegung liegen im Format 23 × 23 cm vor. Die Negative wurden mit einer Auflösung von 14 Mikrometer pro Pixel gescannt.

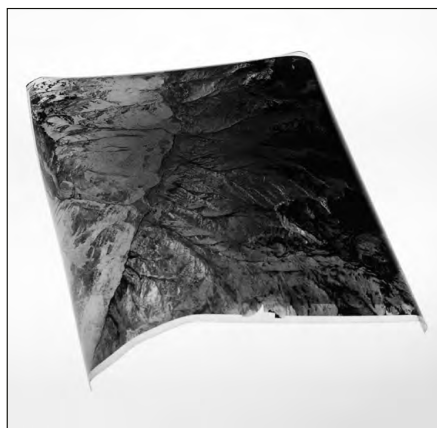


Abb. 1: Die Negativduplikate zeigen deutliche Anzeichen von physischem und chemischem Zerfall.

Fig. 1: Les duplicatas négatifs montrent des signes évidents de dommages physique et chimique.

Ausgehend von den manuell erfassten Geometrien der ursprünglichen Fluglinien wurde die Lagegenauigkeit der zugehörigen Projektionszentren mittels eines halbautomatischen Verfahrens stark verbessert. Das verwendete nicht-photogrammetrische Verfahren wurde mit der auf Bildkorrelation basierenden frei verfügbaren Software-Lösung Microsoft ICE (Image Composite Editor) und ESRI Arc-

Map umgesetzt. Im Ergebnis lagen die Projektionszentren in einer absoluten Lagegenauigkeit von ca. 10–100 m vor.

Herstellung der Inneren Orientierung

Für diese Aufnahmekampagne wurde eine Anzahl von für die damalige Zeit modernsten Rollfilmkameras desselben Typs verwendet (Abb. 3). Da zu diesen Kameras keine Kalibrationsprotokolle existieren, wurde die Innere Orientierung mit generischen Ansätzen erstellt. Die einzige bekannte Angabe ist die Brennweite, die mit 153 mm angegeben war. Zur Erstellung einer verwendbaren (Pseudo-)Kalibration wurden auf einer repräsentativen Stichprobe der digitalisierten Luftbilder die Bildecken in Pixel gemessen. Aus dem Mittel dieser Messungen wurde dann, in Abhängigkeit der Scanauflösung, eine verwendbare Kalibration in [mm] abgeleitet. Für die anschliessende automatisierte Detektion und Messung dieser Bildecken auf allen Bildern wurde ein Skript entwickelt. Aufgrund der teilweise schwierigen Trennung zwischen Bildinhalt und Markierungen und Verunreinigungen auf dem Bildrahmen bedurfte es jedoch manueller Nachkontrollen der Ergebnisse. Fehlende oder fehlerhafte Messungen wurden entsprechend manuell ergänzt.

Aerotriangulation

Für eine blockweise Durchführung der Aerotriangulation wurden die 4117 zu orientierenden Bilder in 14 photogrammetrische Blöcke à 300 bis 400 Bilder eingeteilt. Die Aerotriangulation und die Erstellung der äusseren Orientierungen wurden mit dem Software Modul HAP (Historical Air Photo) der Firma PCI Geomatica blockweise durchgeführt. Die manuelle Erfassung von *Ground Control Points* (GCPs) auf historischen Bildern ist zeitlich aufwändig und wegen der Änderung der Topographie oft mit Unsicherheiten behaftet. Die verwendete Software automatisiert diesen Schritt und generiert dabei mittels Bildkorrelation eine sehr hohe Anzahl von GCP-«Kandi-

daten». Als Basis wird dazu eine aktuelle Orthoreferenz und ein Geländemodell benötigt. Regionen, die keine stabilen GCPs liefern (Gletscher, Wald, Seen), werden durch eine entsprechende Maskierung der Orthoreferenz von der GCP-Suche ausgeschlossen. Des Weiteren wird, ebenfalls automatisch, eine grosse Anzahl von Verknüpfungspunkten (*Tie Points*) zwischen den einzelnen sich überlagernden Bildern berechnet. Mit den erhaltenen GCPs und Tie Points wird eine traditionelle Aerotriangulation durchgeführt. Die teilautomatisierte Eliminierung von Bildpunkten mit hohen Residuen führt in iterativen Schritten zu einer Optimierung der Block-Geometrie. Ist diese erreicht, können die resultierenden Orientierungen der Bildzentren in LUBIS gespeichert werden.

Orthobildberechnung und Mosaikierung

Die Berechnung der einzelnen Orthobilder mit einer Bodenauflösung von 1 m erfolgte mit dem aktuell vorliegenden Höhenmodell swissALTI^{3D}. Die erreichte absolute Lagegenauigkeit der Orthobilder beträgt ca. 5 bis 10 m. In Regionen mit starker Änderung der Geländehöhe, vor allem also über Gletschern, kann sie entsprechend schlechter sein. Die berechneten Orthobilder werden mittels einer Photoshop-Routine automatisch radiometrisch optimiert und anschliessend in LUBIS gespeichert. Die Mosaikierung wurde mit der Software OrthoVista (INPHO/Trimble) durchgeführt. Radiometrische Anpassungen und *Seamlines* wurden dabei automatisiert erstellt. Anschliessend wurde eine manuelle Nachbearbeitung in Form eines *Patching* durchgeführt, v.a. zur Reduzierung von grossen Wolkenfeldern. Weitere Bearbeitungen wie die Korrektur von Beschädigungen aus den Originalen (Kratzer etc.) oder geometrische Korrekturen der Brücken wurden nicht vorgenommen.

Das fertige Orthofotomosaik (Abb. 2), genannt SWISSIMAGE HIST 1946, wurde im Geodata Warehouse BGD (kurz GDWH) von swisstopo abgelegt. Das

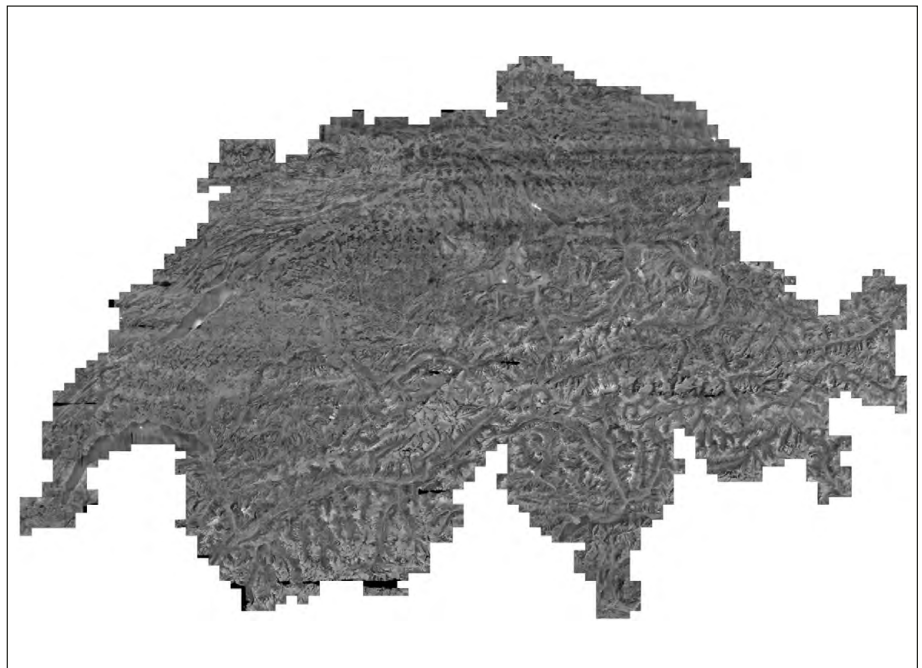


Abb. 2: Gesamtansicht des Produktes SWISSIMAGE HIST 1946.
Fig. 2: Vue générale du produit SWISSIMAGE HIST 1946.

GDWH ist ein System zur langfristigen und verlustfreien Aufbewahrung von Geodaten. Der Datenbezug erfolgt über geodata@swisstopo.ch. Zusätzlich werden die Daten als WMS- und WMTS Dienst angeboten. SWISSIMAGE HIST 1946 wurde zudem als eigener Layer in [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/82a0743e60) publiziert (<https://s.geo.admin.ch/82a0743e60>, siehe Abb. 4). Weiterführende Informationen, Dokumente sowie Musterdaten sind auf der Produktseite https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/images/ortho_images/SWISSIMAGE_HIST_1946 verfügbar.

Fazit und Ausblick

Für das Produkt SWISSIMAGE HIST wurden neben der Amerikanerbefliegung bereits Daten von 1979 bis heute prozessiert und auf [map.geo.admin](https://s.geo.admin.ch) als «SWISSIMAGE Zeitreise» publiziert. Dennoch ist der weitaus grössere Teil der Luftbildsammlung von swisstopo, beginnend mit Luftbildaufnahmen aus dem Jahr 1926, bisher noch nicht zu Orthofotomosaiken verarbeitet worden.

Das erfahrene grosse öffentliche Interesse an Produkten aus Historischen Luftbildern sowie swisstopos gesetzlicher Grundauf-

trag sind entscheidende Treiber, um in den kommenden Jahren weitere Teile der Bildsammlung digital aufzubereiten und der Öffentlichkeit in ähnlicher Form zur Verfügung zu stellen. In diesem Sinne fliessen die bisher gemachten Erfahrungen konsequent in die Weiterentwicklung der entwickelten Prozessketten ein. Ziel ist dabei eine Erhöhung des Automatisierungsgrades in der Prozessierung bei Sicherstellung einer hinreichenden Qualität der Produkte.

Holger Heisig
Jean-Luc Simmen
Mathias Zesiger
Bundesamt für Landestopographie – swisstopo
Seftigenstrasse 264, CH-3084 Wabern
geodata@swisstopo.ch
Holger.Heisig@swisstopo.ch
Jean-Luc.Simmen@swisstopo.ch
Mathias.Zesiger@swisstopo.ch