

**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:** 117 (2019)

**Heft:** 9

**Artikel:** Die Amerikanerbefliegung von 1946 : von selbstentzündlichen  
Duplikatnegativen zum landesweiten Orthofotomosaik = Le survol  
américain de 1946 : des duplicata négatifs à la mosaïque d'orthophotos  
à l'échelle nationale

**Autor:** Heisig, H. / Simmen, J. L. / Zesiger, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-864690>

### **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:** 08.02.2025

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

# 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](http://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.

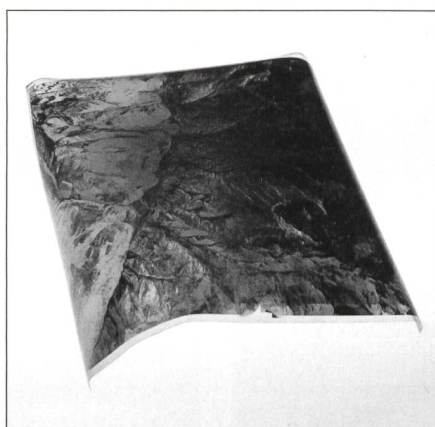
*H. Heisig, J.L. Simmen, M. Zesiger*

## 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<sup>3D</sup>. 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

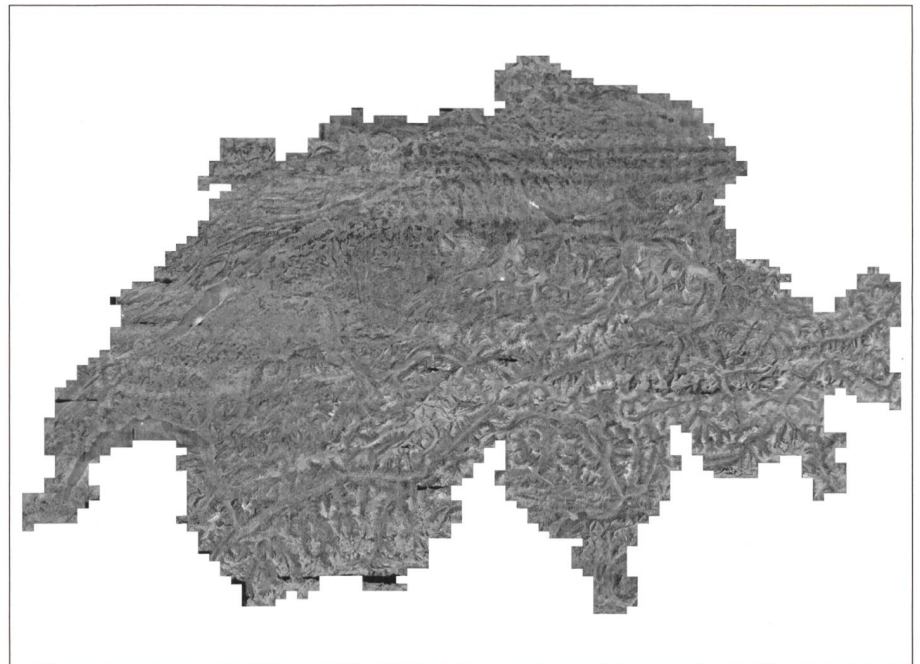


Abb. 2: Gesamtansicht des Produktes SWISSIMAGE HIST 1946.

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](mailto: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](http://map.geo.admin.ch) 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](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.ch](http://map.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](mailto:geodata@swisstopo.ch)  
[Holger.Heisig@swisstopo.ch](mailto:Holger.Heisig@swisstopo.ch)  
[Jean-Luc.Simmen@swisstopo.ch](mailto:Jean-Luc.Simmen@swisstopo.ch)  
[Mathias.Zesiger@swisstopo.ch](mailto:Mathias.Zesiger@swisstopo.ch)



# Le survol américain de 1946 – des duplicata négatifs à la mosaïque d'orthophotos à l'échelle nationale

Le 21 mai dernier, swisstopo a présenté un nouveau jeu de données dans le géoportail fédéral [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) lors d'une conférence de presse. Il s'agit d'une mosaïque nationale d'orthophotos d'une résolution au sol de 1 m, réalisée à partir de photographies aériennes prises en 1946. La publication du dit «vol américain» a engendré un écho médiatique très large et positif. Dans le présent article, le processus de traitement de ces données est décrit plus en détail.

*Il 21 maggio di quest'anno, nell'ambito di una conferenza stampa, swisstopo ha presentato un set di dati di [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch). Si tratta di un mosaico nazionale di ortofoto con una risoluzione al suolo di 1 m, realizzato partendo da riprese aeree del 1946. L'eco mediatica della pubblicazione di questo cosiddetto «sorvolo degli americani» è stata immensa e oltremodo positiva. In quest'articolo si descrive nel dettaglio l'elaborazione di questo set di dati.*

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

## Situation de départ

De mai à septembre 1946, des bombardiers américains B-17 survolèrent la Suisse. L'objectif était la couverture photogrammétrique complète du pays en haute résolution. Cette action faisait partie d'une plus vaste campagne d'enregistrement menée par l'US Army Air Force en collaboration avec la Royal Air Force. Dans le cadre de cette campagne, toute l'Europe de l'Ouest ainsi que certaines parties de l'Afrique du Nord ont été photographiées.

Le gouvernement suisse a accordé l'autorisation d'enregistrer des clichés sur l'ensemble de la Suisse, à condition que des copies des images originales soient mises à sa disposition. Les 4117 négatifs de cette campagne de vol sont conservés depuis 73 ans dans les archives d'images de swisstopo. Le support d'image à base de nitrate montre aujourd'hui des signes évidents de processus de décomposition chimique (Fig. 1), en plus de présenter des

risques d'auto-combustion. A partir de 2011, les originaux ont donc été conservés et scannés dans le cadre du «plan de mesure» des images historiques (<https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/images-historiques/image-collection.html>). Parallèlement, les mé-

ta-données associées ont été saisies numériquement dans le système d'information sur les images aériennes de swisstopo (LUBIS). Les images des vols américains sont disponibles en format 23 × 23 cm. Les négatifs ont été scannés avec une résolution de 14 micromètres par pixel. Sur la base des géométries des lignes de vols saisies manuellement, la précision de positionnement des centres de projection de chaque image a été grandement améliorée grâce à une procédure semi-automatique: cette méthode non-photogrammétriquement rigoureuse a été implémentée avec le logiciel libre Microsoft ICE (Image Composite Editor) basée sur la corrélation d'images, et ESRI ArcMap. Dérivés de ce processus, les centres de projection étaient disponibles avec une précision absolue pouvant varier de 10 à 100 m.

## Création de l'orientation interne

Pour cette campagne d'enregistrement, un certain nombre de caméras à bobine identiques, parmi les plus modernes de l'époque, ont été utilisées (Fig. 3). Comme il n'existe aucun certificat d'étalonnage pour ces caméras, l'orientation interne a été recréée avec une approche générique.

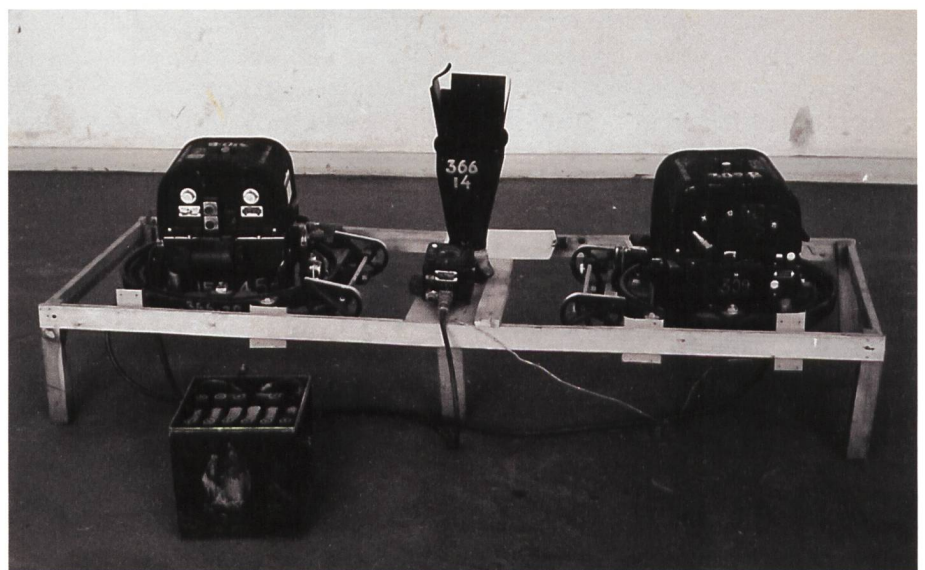


Fig. 3: Illustration de l'un des systèmes de caméra double à film en rouleau utilisés.

Abb. 3: Abbildung eines der verwendeten Rollfilm-Doppelkamerasyeme.



La seule information connue est la distance focale, qui a été donnée comme 153 mm. Pour créer une (pseudo) calibration utilisable, les coins de l'image (au passage entre le contenu de l'image et le cadre noir) ont été mesurés en pixels sur un échantillon représentatif des images scannées. A partir de la moyenne de ces mesures, un étalonnage utilisable en [mm] a ensuite été dérivé, en fonction de la résolution du scannage. Un script a été développé pour la détection et la mesure automatisées de ces coins sur toutes les images. En raison de la séparation parfois difficile entre le contenu de l'image et le cadre, ainsi que la présence de poussières ou d'impuretés sur le film, des contrôles manuels des résultats ont toutefois été nécessaires. Les mesures manquantes ou imprécises ont été complétées manuellement.

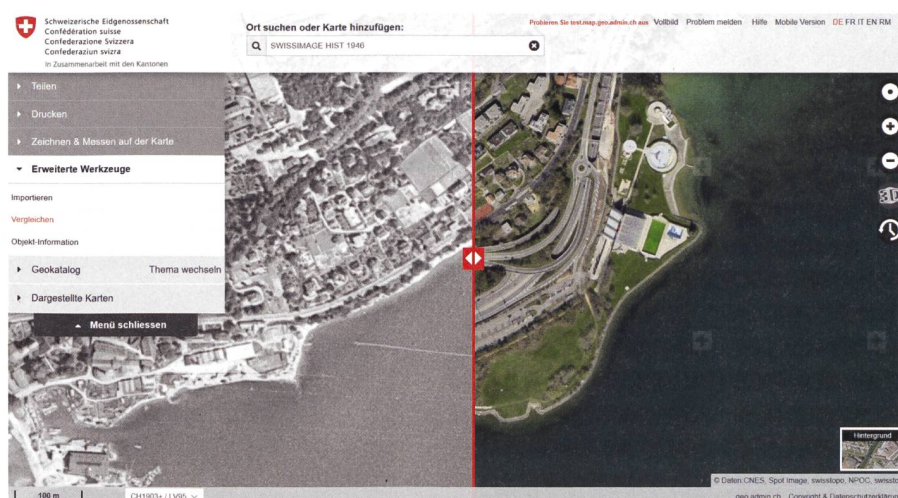


Fig. 4: La comparaison entre SWISSIMAGE HIST 1946 et les données de référence actuelles, ici les changements de la rive du lac à Neuchâtel-Maladière, est rapide et facile dans map.geo.admin.ch.

Abb. 4: Der Vergleich zwischen SWISSIMAGE HIST 1946 und aktuellen Referenzdaten, hier die Veränderung der Seeuferlinie bei Neuchâtel-Maladière, ist in map.geo.admin.ch einfach und schnell zu erkennen.

## Aérotriangulation

Pour l'aérotriangulation, les 4117 images à orienter ont été divisées en 14 blocs photogrammétriques de 300 à 400 images chacun. L'aérotriangulation et la création des orientations externes ont été réalisées avec le module logiciel HAP (Historical Air Photo) de la société PCI Geomatica. L'acquisition manuelle de points de contrôle au sol (*Ground Control Point: GCP*) sur des images historiques prend beaucoup de temps et est souvent sujette à des incertitudes en raison de changements dans la topographie. Le logiciel HAP automatise cette étape et génère un très grand nombre de «candidats» GCP par corrélation d'images. Une orthophoto de référence actuelle et un modèle de terrain sont nécessaires comme données de base. Les zones non propices à la recherche de GCP stables entre les deux générations d'images (par exemple: forêts, glaciers, lacs) ont été masquées lors de cette recherche. De plus, un grand nombre de points de liaison (*Tie Points*) entre les différentes images historiques qui se superposent est également généré automatiquement. Une aérotriangulation traditionnelle est ensuite réalisée avec les GCP et les Tie Points obtenus. Grâce à une très haute redondance dans

le bloc, on peut procéder à une élimination partiellement automatisée des points ayant des résidus élevés. Ceci conduit, par étapes itératives, à une optimisation de la géométrie du bloc. Une fois cela réalisé, les orientations résultantes des centres de projection des images peuvent être archivées dans LUBIS.

## Calcul d'orthophotos et mosaïquage

Le calcul des orthophotos individuelles avec une résolution au sol de 1 m a été effectué avec le modèle de terrain actuel swissALTI<sup>3D</sup>. La précision absolue planimétrique des orthophotos est d'environ 5 à 10 m. Dans les régions où le terrain a fortement changé depuis 1946, surtout sur les glaciers, des imprécisions locales plus importantes peuvent apparaître. Les orthophotos calculées sont optimisées radiométriquement à l'aide d'un script Photoshop automatique, puis archivées dans LUBIS. La mosaïque a été réalisée avec le logiciel OrthoVista (INPHO/Trimble). Les ajustements radiométriques entre images et les *seamlines* ont été créés automatiquement. Par la suite, un post-traitement manuel a été effectué sous la forme de patches, surtout pour minimiser les zones

couvertes par des nuages. Il n'a pas été procédé à d'autres traitements tels que la correction des dommages du support analogique (rayures, poussières, etc.) ou la correction géométrique des ponts.

La mosaïque d'orthophotos finale (Fig. 2), appelée SWISSIMAGE HIST 1946, a été sauvegardée dans le Geodata Warehouse (GDWH en abrégé) de l'infrastructure fédérale de données géographiques. Le GDWH est un système de stockage de géodonnées à long terme et sans perte. L'acquisition des données s'effectue via [geodata@swisstopo.ch](mailto:geodata@swisstopo.ch). En outre, les données sont proposées en tant que services WMS et WMTS. SWISSIMAGE HIST 1946 a également été publié en couche séparée sur [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/82a0743e60) (<https://s.geo.admin.ch/82a0743e60>, voir fig. 4).

Vous trouverez d'autres informations, documents et échantillons de données sur la page produit [https://shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/images/ortho\\_images/SWISSIMAGE\\_HIST\\_1946](https://shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/images/ortho_images/SWISSIMAGE_HIST_1946).

## Conclusion et perspectives

Pour le produit SWISSIMAGE HIST, les données de 1979 à aujourd'hui ont déjà été traitées et publiées sur map.geo.ad-



min.ch sous la dénomination «SWISS-IMAGE Voyage dans le temps», ceci en plus des vols américains de 1946. Néanmoins, la grande majorité des collections de photographies aériennes de swisstopo, les plus anciennes datant de 1926, n'a pas encore été traitée jusqu'à une mosaïque d'orthophotos.

Le grand intérêt du public pour les produits issus de la photographie aérienne historique et le mandat légal de base de

swisstopo sont des facteurs décisifs pour la numérisation d'autres parties des archives dans les années à venir, ainsi que leur mise à disposition du public sous une forme similaire. En ce sens, l'expérience acquise jusqu'à présent sera systématiquement prise en compte dans le développement ultérieur des chaînes de traitement. L'objectif est d'augmenter le degré d'automatisation tout en assurant une qualité de produit suffisante.

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

**„Die beiden gehören zusammen: Ihr GIS und unser CAD für alle Bereiche der Geomatik!“**

Michael Schulz, Vertriebsleiter rmDATA AG



**Ein GIS-Arbeitsplatz reicht nicht aus, um Daten aufzubereiten oder fortzuführen.  
Wir bieten Ihnen unser intelligentes CAD, speziell für Geomatiker.**



rmDATA Vermessung. **Intelligente Software – konsequent einfach**

rmDATA AG, Bahnhofstrasse 23, 8956 Killwangen

Tel: +41 41 511 21 31 . Fax: +41 41 511 21 27 . office@rmdatagroup.ch . www.rmdatagroup.ch

member of  rmDATA Group