

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: 103 (2005)

Heft: 9

Artikel: Generationenwechsel bei swisstopo : SWISSIMAGE und ADS40

Autor: Streilein, A. / Bovet, S. / O'Sullivan, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236258>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

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

Generationenwechsel bei swisstopo – SWISSIMAGE und ADS40

Das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) hat im vergangenen Jahr eine digitale Luftbildkamera ADS40 beschafft und setzt sie in diesem Jahr operationell zur Befliegung für die Nachführung des Orthophotomosaiks SWISSIMAGE mit einer Bodenpixelauflösung von 25 cm und 50 cm ein. In diesem Artikel wird über die Umstellungen und die durchwegs positiven Erfahrungen mit der Befliegung und der Produktion der Daten berichtet.

L'Office fédéral de topographie (swisstopo), l'an dernier, a acquis une caméra numérique ADS40 pour prises de vue aérienne et l'emploie cette année de façon opérationnelle pour la mise à jour par voie aérienne de la mosaïque orthophoto SWISSIMAGE avec une résolution pixel au sol de 25 cm et 50 cm. L'exposé suivant traitera des expériences tout à fait positives avec la saisie aérienne et la production des dates.

L'anno scorso l'Ufficio federale di topografia (swisstopo) ha acquistato una fotocamera digitale aerea ADS40 e quest'anno la impiega per il sorvolo, nella realizzazione della tenuta a giorno e del mosaico di ortofoto SWISSIMAGE con una risoluzione pixel al suolo di 25 cm e 50 cm. In quest'articolo si spiegano gli adattamenti e le esperienze altamente positive, fatte a livello di sorvolo e di produzione di dati.

A. Streilein, S. Bovet, W. O'Sullivan

Digitale bildgebende Sensoren kommen seit Jahrzehnten in der Satellitenfernerkundung und der (industriellen) Nahbereichsphotogrammetrie standardmässig zum Einsatz. Mit der Vorstellung der ersten kommerziellen digitalen Luftbildkameras auf dem ISPRS Kongress im Jahre 2000 in Amsterdam schien auch im Bereich der Luftbildphotogrammetrie das digitale Zeitalter begonnen zu haben.

Gründe für den Einsatz einer digitalen Luftbildkamera gibt es, ohne näheres Hinschauen, genügende. So erspart man sich bei der Verwendung einer digitalen Luftbildkamera den Einkauf und die Lagerung des Films sowie den gesamten Prozess der Filmentwicklung. Die aufgezeichneten Daten stehen schneller zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung und sind unabhängig vom irreversiblen Entwicklungsprozess. Digitale Sensoren zeichnen sich gegenüber analogen Sensoren durch eine bessere radiometrische und eine bessere geometrische Qualität aus. Zudem

sind ihre Aufzeichnungsmöglichkeiten vielseitiger, sie erlauben eine «multi»-spektrale Aufzeichnung (panchromatisch, Farbe (RGB), Nahes Infrarot und Falschfarben-Infrarot), die Aufzeichnung geschieht simultan und die einzelnen Bildprodukte sind koreferenziert. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber heute bereits möglichen Simultanbefliegungen (z.B. mit Farbe und Infrarot), da die photogrammetrischen Orientierungselemen-



Abb. 1: ADS40 im TwinOtter vor dem Start zum Bildflug.

te für alle einzelnen Kanäle gelten und nur einmal zu bestimmen sind.

Andererseits gibt es auch ein paar Nachteile von digitalen Luftbildkameras, die ihren praktischen Einsatz erschweren. So ist ein 23 cm x 23 cm grosses Aufnahmeformat immer noch schwierig zu ersetzen. CCD-Sensoren sind nicht farbeempfindlich, d.h. es muss durch Filter oder andere geeignete Massnahmen dafür gesorgt werden, dass nur die Strahlung eines bestimmten Wellenlängenbereiches für die Sensoren wirksam wird. Und die langfristige Archivierung der Bilddaten ist, wie bei allen anderen elektronischen Medien, derzeit noch nicht gesichert.

Das Bundesamt für Landestopografie hat sich bereits seit mehreren Jahren mit dem Einsatz von digitalen Luftbildkameras

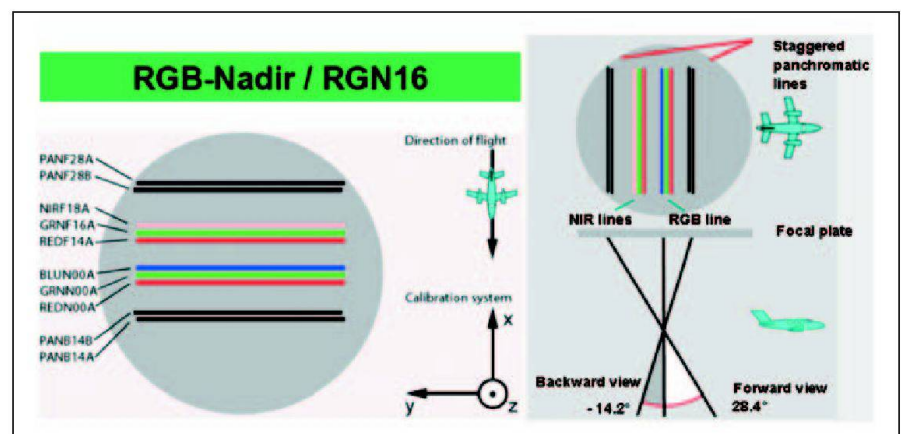


Abb. 2: Fokalebene mit den einzelnen Sensoren der von swisstopo beschafften ADS40.

befasst. Nach Testflügen im Jahre 2002 und darauffolgenden intensiven Untersuchungen hat sich das Bundesamt für Landestopografie Ende 2004 für den Kauf einer Dreizeilenkamera ADS40 von Leica Geosystems entschieden. Das System wurde im Frühjahr 2005 installiert und ist seit Mai dieses Jahres operationell.

In den folgenden Kapiteln berichten wir über die Konfiguration und den Einsatz der digitalen Luftbildkamera ADS40 zur Erstellung des Orthophotos SWISSIMAGE in Bodenauflösungen von 25 cm und 50 cm.

Infrastruktur

Mit der Einführung der ADS40 war auch eine Anpassung der bestehenden Infrastruktur verbunden. Die Flugzeuge der swisstopo mussten für den zusätzlichen Strombedarf der digitalen Luftbildkamera ausgerüstet und für den Betrieb der ADS40 flugtechnisch zertifiziert werden. Zugleich waren die existierenden Stabilisierungsplattformen PAV30 für den Betrieb mit der ADS40 elektronisch nachzurüsten. Das bereits für die analoge Luftbildkamera RC30 eingesetzte Flugnavigationssystem ASCOT kann hingegen uneingeschränkt weiter verwendet werden. Wesentliche Anpassungen an die Infrastruktur mussten allerdings hinsichtlich der Datenspeicherung gemacht werden. So wurde am Flugplatz in Dübendorf, wo das Herunterladen der aufgenommenen Bild- und GPS/IMU-Daten von der MM40 (Bordcomputer mit 500GB Datenspeicher) direkt nach dem Flug stattfindet, eine 3 GHz / 2 GB RAM Workstation mit dualen Prozessor 3 GHz / 2 GB und ein RAID System mit 6.4 TB Speicherplatz zur ersten Weiterverarbeitung der Daten installiert. Beim ADS40 Bildflug wird eine Datenmenge von bis zu 500 GB täglich produziert. Während der Prozessierung zur Generierung von photogrammetrischen Produkten steigt die Datenmenge jedoch schnell auf das über Dreifache gegenüber den rohen Bildflugdaten. Werden ebenfalls Orthophotos erstellt, so steigt die Menge nochmals an. So wurde am Hauptstandort Wabern ebenfalls die

Speicherkapazität auf den neuen NAS Speichersystemen auf 72 TB erhöht, um mit den Datenmengen der ADS40 sicher und nachhaltig produzieren zu können. Die Fokalebene der von swisstopo beschafften Kamera enthält insgesamt zehn CCD-Sensoren, die ihre Bilder (Streifen) gleichzeitig erfassen. Es existieren zwei gegeneinander versetzte panchromatische aufzeichnende Sensoren im 28° Vorwärts- und 14° Rückwärts-Blick und je einen Rot-, Grün- und Blau-Kanal in Nadir-Position. Zusätzlich gibt es einen Rot-, Grün- und Nah-Infrarot-Kanal im 14°, 16° und 18° Vorwärts-Blick. Diese Konfiguration erlaubt ein für die Orthophotoproduktion «ideales» RGB-Bild in Nadirposition und eine weitest mögliche Variationsbreite bei der Betrachtung von Stereobildern, inkl. Panchromatisch, RGB, und Falschfarbeninfrarot. Ein Falschfarbeninfrarot-Bild wird dabei durch die Kombination des Rot-, Grün- und Nah-Infrarot-Kanals generiert. Nach dem Bildflug wird die MM40 aus dem Flugzeug entfernt und für das Herunterladen der GPS/IMU und der Bilddaten mit dem Download-PC verbunden. Alle GPS/IMU-Prozessierungen (Berechnung von der Flugbahn) sowie die initia-

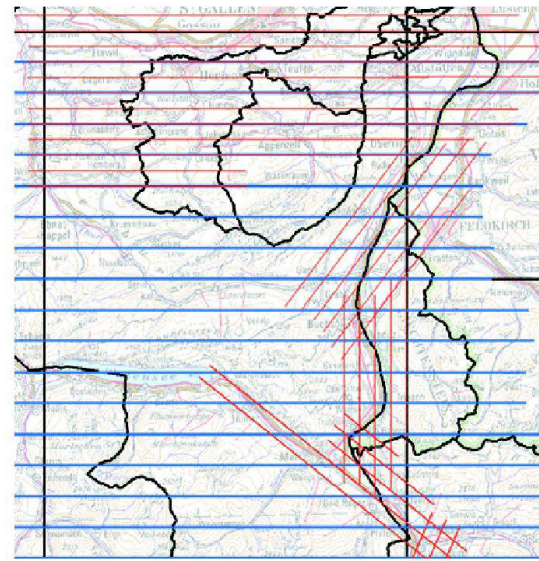


Abb. 3: Flugplanung für die SWISS-IMAGE-Befliegung 2005 mit GSD von 25 cm und 50 cm.

le Bild- und Positions-Qualitätskontrolle wird direkt nach dem Flug in Dübendorf ausgeführt. Die nicht prozessierten Flugdateien sowie die prozessierten GPS/IMU-Dateien werden auf 300 GB USB-Harddisks nach Wabern transferiert. Ein 300 GB-Disk beinhaltet in der Regel sämtliche Daten eines Flugtags. In Wabern werden mit Hilfe der berechneten Flugbahndaten

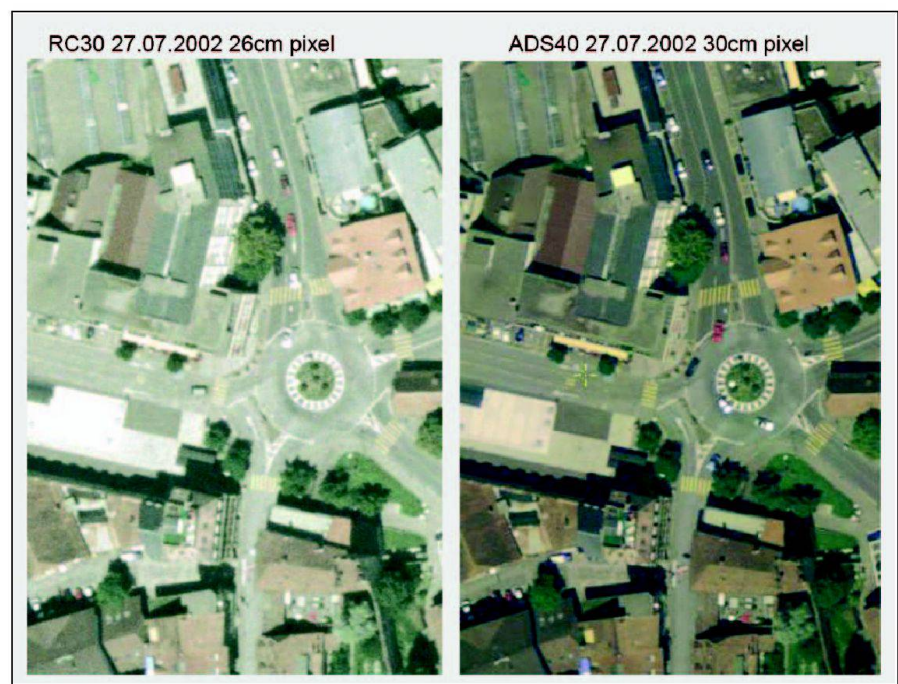


Abb. 4: Vergleich einer simultanen Bildaufnahme mit der ADS40 und der RC30.

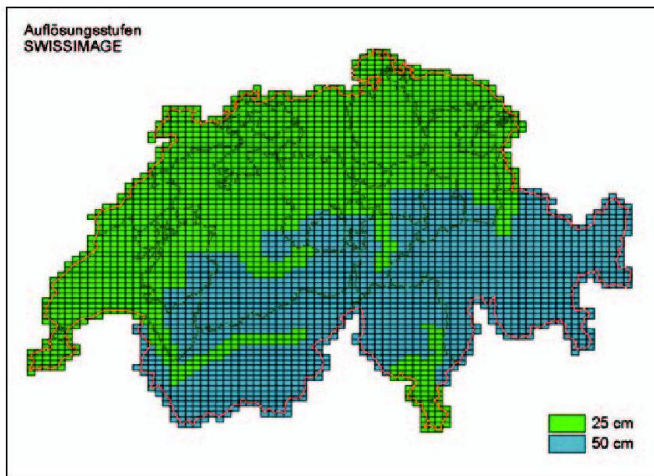


Abb. 5: Auflösungsstufen SWISSIMAGE.

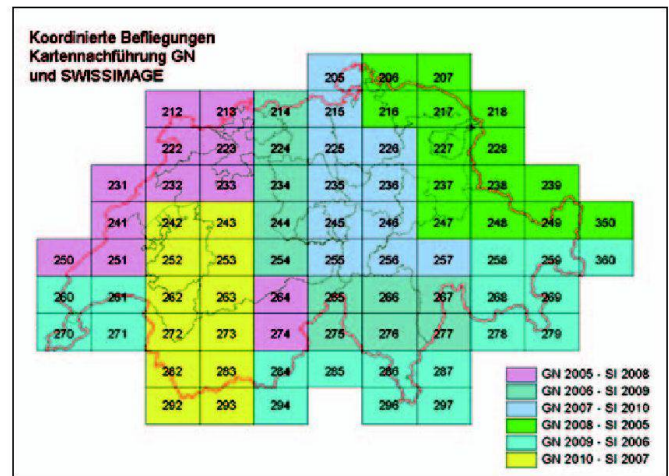


Abb. 6: Aktualisierungszyklen der Kartennachführung und von SWISSIMAGE.

die Bilddaten georeferenziert und entzerrt. Die Entzerrung wird benutzt, um die Effekte der Sensorbewegung während des Fluges zu korrigieren. Dank Wizards sind die Bildentzerrung und die für Aerotriangulation notwendigen Punktmessungen hoch automatisiert.

Bildaufnahme mit der ADS40

Die Befliegung mit der ADS40 beinhaltet zusätzliche spezielle Drehungen (Kreise und Halbkreise), die notwendig sind, um die IMU zu initialisieren und das langsame Abwandern (Drift) zu vermeiden. Um eine sichere Verknüpfung der Streifen zu garantieren wird mit 35% Querüberlappung geflogen. Diese Überlappung wird auch im Gebirge garantiert, da die Flugplanung streng in 3D ausgeführt wird. Mit der ADS40 kann man theoretisch einen endlosen Flugstreifen aufnehmen, in der Praxis wird dieser jedoch 20 Minuten Flugzeit begrenzt, um die Gefahr der Abwanderung der IMU-Signale auszuschliessen. Alle zehn Kanäle werden simultan aufgenommen und direkt auf der MM40 zusammen mit den GPS/IMU-Daten registriert. Während des Fluges kann der Operator die GPS/IMU-Qualität laufend überwachen.

Für die SWISSIMAGE-Befliegung 2005 mit der ADS40 musste die Flugplanung

neu organisiert werden, um der neuen Bodenpixelgrösse von 25 cm Rechnung zu tragen. Die wesentliche Änderung ist eine neue Flughöhe von 2400 m über Boden im Mittelland und in den Alpen-Haupttälern. Das entspricht einem konventionellen Bildmassstab von 1:15 000, obwohl man in Zusammenhang mit digitalen Kameras nicht mehr von Bildmassstab, sondern von Bodenpixelgrösse (GSD) sprechen sollte. Die Alpengebiete werden weiterhin in einer Höhe von 4800 m über Boden geflogen, was einer GSD von 50 cm entspricht. Die beiden Flughöhen generieren eine Streifenbreite von 3000 m beziehungsweise 6000 m, welche eine homogene Radiometrie während der ganzen Streifenlänge produziert (also bis zu 70 km). Während des Sommers ist der ganze Sektor Ostschweiz von Schaffhausen bis ins Unterengadin (ein Sechstel der Schweiz) erfolgreich mit der ADS40 befliegen worden.

Bildauswertung

Bereits nach Georeferenzierung (d.h. der Korrektur der Bildrohdaten um die Beobachtungen der GPS- und IMU-Daten) zeigen die Bilder eine sehr gute Genauigkeit (besser als 1 m in der Lage). Diese Genauigkeit hängt jedoch sehr stark von der Konstellation der GPS-Satelliten während des Fluges ab.

Eine bessere Orientierung der Bildstreifen ist jedoch möglich und auch nötig. Dazu wird, analog zu den Rahmenbildern, eine Aerotriangulation durchgeführt. Die panchromatischen Vorwärts- und Rückwärts- und der Grünkanal im Nadir sind mit ORIMA ausgeglichen und die Resultate können direkt auf die anderen Farbkanäle übertragen werden. Zur Aerotriangulation werden auch weiterhin Pass- und Verknüpfungspunkte vor der Ausgleichung beobachtet. Nach der Bündelblockausgleichung stehen die Bilddaten in 3D orientiert für weitere Auswertungen oder die Ableitung weiterer Produkte zur Verfügung.

In der Theorie kann man nach einer Aerotriangulation eines Luftbildblocks eine Genauigkeit von $\frac{1}{2}$ bis 1 Pixel erwarten. In der Praxis wurde diese Genauigkeit mit rund 10 cm in der Lage und in der Höhe (gegenüber einem Bodenpixel von 25 cm) für die erste Produktionseinheit einer LK25 (210 km²) problemlos erreicht. Es scheint, dass die begrenzenden Parameter bei der Genauigkeit die Erkennbarkeit den Passpunkten, die Homogenität des Bezugssystems und die Satellitenkonstellation sind. Die Bilddaten und die GPS/IMU-Daten für sich zeigen sich selbst sehr homogen.

Nach Orientierung werden Orthophotos mit der Software GPro erzeugt; die Mosaikierung der Bildstreifen wird mit Orthovista durchgeführt. Die Qualität der di-

gitalen Bilddaten ist wesentlich besser als das gescannte analoge Material. Ohne den Film und den Scan entfallen zwei Etappen in der Bearbeitungskette, die die Qualität nicht mehr mindern können. Es zeigt sich bereits nach den ersten Produktionseinheiten ein signifikanter Gewinn in der radiometrischen Homogenität entlang der Streifen.

Nachführung SWISSIMAGE mit ADS40

Die ADS40 zeichnet in allen zehn Kanälen simultan auf, d.h. man ist in der Lage, aus einem Flug panchromatische, farbige, infrarote und falschfarbige Stereobilder und panchromatische, farbige, infrarote und falschfarbige Orthophotos herzustellen. Swisstopo wird in einer ersten Phase 2005 lediglich farbige Orthophotos aus den Bilddaten auf Produktbasis anbieten. Das Orthophoto SWISSIMAGE wird, wie bis anhin bereits, in einem Zyklus von sechs Jahren aktualisiert. Neben der neuen Qualität der Daten, die mit der digita-

len Luftbildkamera erhoben werden, ist ebenfalls neu, dass ab diesem Jahr SWISSIMAGE mit Bodenpixelauflösungen von 25 cm und 50 cm erstellt wird. 25 cm in topographisch einfachen und ökonomisch relevanten Regionen (Mittelland, Jura, Südtessin, Alpenhaupttäler) und 50 cm in den reinen Bergregionen. Zudem wird die Befliegung von SWISSIMAGE mit derjenigen für die Kartennachführung derart koordiniert, dass beide Befliegungen mit den gleichen technischen Parametern im gleichen Nachführungsraster realisiert werden. Beide Befliegungen werden im gleichen Rhythmus, jedoch um einen halben Zyklus versetzt, realisiert, so dass die ganze Schweiz regelmässig in einem Dreijahres-Zyklus beflogen wird.

Ausblick

Mit dem Einsatz der digitalen Luftbildkamera ADS40 wird das Bundesamt für Landestopografie das Orthophoto SWISSIMAGE in einer neuen Qualität erstellen. Darüber hinaus wird SWISSIMAGE ab die-

ser Flugsaison in den Bodenaufösungen 25 cm und 50 cm erstellt. Das Befliegungskonzept für SWISSIMAGE ist koordiniert mit demjenigen der Kartennachführung und mit der Einführung des Topographischen Landschaftsmodells TLM. Voraussichtlich ab der Flugsaison 2007, und der damit verbundenen kompletten Umstellung der photogrammetrischen Prozesskette auf digitale Photogrammetrie, werden sämtliche Bilder des Bundesamtes für Landestopografie mit einer digitalen Luftbildkamera erstellt werden und als stereoskopische Bilder und Orthophotos in allen spektralen Kanälen des Sensors (panchromatisch, farbige, infrarot, falschfarbeninfrarot) verfügbar sein.

André Streilein
Stéphane Bovet
Willie O'Sullivan
Bundesamt für Landestopografie
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
andre.streilein@swisstopo.ch

ABONNEMENTS BESTELLUNGEN

unter folgender Adresse

Jahresabonnement 1 Jahr:
Inland sFr. 96.-, Ausland sFr. 120.-

SIGImedia AG

Pfaffacherweg 189, Postfach 19
CH-5246 Scherz
Telefon 056 619 52 52
Telefax 056 619 52 50

**MARKSTEINE
SO BILLIG WIE
NOCH NIE!**

GRANITI MAURINO SA
Casella postale
CH-6710 Biasca

Tel. 091 862 13 22
Fax 091 862 39 93

MAURINO
GRANITI dal 1894

Dank grossen Investitionen in unserem Betrieb können wir Marksteine aus unseren Steinbrüchen im Tessin so billig wie noch nie anbieten und dies franko Abladeplatz.