

SWISSMAGE : das flächendeckende, hochaufgelöste Farborthophoto des Bundesamtes für Landestopographie

Autor(en): **Käser, Christoph / Streilein, André / Czáka, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **99 (2001)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-235807>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SWISSIMAGE – das flächen-deckende, hochaufgelöste Farborthophoto des Bundesamtes für Landestopographie

Die für die Landkartenherstellung erhobenen Luftbilddaten des Bundesamtes für Landestopographie sind nun in einer attraktiveren, kundenfreundlichen Form als Farborthophoto sowohl für GIS-Anwender wie auch als Bilddaten für Illustrationen einfach verfügbar.

Les données des photos aériennes saisies par l'Office fédéral de topographie pour la production des cartes nationales sont dès à présent disponibles sous une forme attractive et agréable pour le client comme orthophotos couleurs destinées aux usagers SIT et servant également comme données images pour des illustrations.

I dati delle foto aeree dell'Ufficio federale di topografia, rilevati per l'allestimento delle carte nazionali, sono ora disponibili in una forma attrattiva e di facile uso sia come ortofoto a colori per gli utilizzatori di SIT, sia come fotografie digitali per illustrazioni.

Ch. Käser, A. Streilein, Th. Czäka, M. Roggli

1. Einleitung

Digitale Farborthophotos stellen heutzutage eine aktuelle und nicht mehr wegzudenkende Grundlage für die vielfältigsten Anwendungen in Geographischen Informationssystemen dar. Dabei erfüllen digitale Orthophotos im höchsten Masse Ansprüche an Aktualität, Genauigkeit und Stabilität, hohen Informationsgehalt, Homogenität und vollständige Gebietsabdeckung. In GIS-Systemen erhalten Vektordaten und andere thematische Daten im Zusammenspiel mit einem Orthophoto eine grössere Lesbarkeit und damit eine grössere Aussagekraft.

Mit der Anschaffung des Digitalen Photogrammetrischen Systemes (DPS), bestehend aus einem Rollfilmsscanner, digitalem Stereoplotter sowie der Software für Automatische Aerotriangulation, Geländemodellberechnung, Orthophotoherstellung wurde 1996 am Bundesamt für Landestopographie (L+T) der Schritt in die Digitale Photogrammetrie vollzogen. Da sowohl für Anwendungen in der L+T,

in der Bundesverwaltung, insbesondere im Bereich Umweltmonitoring, bei der Armee, wie auch bei den übrigen Kunden ein grosses Bedürfnis nach Orthofotodaten feststellbar war und mit dem DPS die notwendige Infrastruktur bestand, wurde 1998 mit dem Projekt SWISSIMAGE die erste grössere Produktion zur Erstellung eines flächendeckenden Farborthofotos in Angriff genommen.

Mit der Übernahme des Projektes zur Aktualisierung der Landwirtschaftlichen Nutzflächen (LWN) durch die V+D drängte sich im Jahr 2000 eine grosse Projektanbahnung auf, weil in beiden Projekten die Herstellung eines Farborthofotos vorgesehen war. Im Projekt LWN erstellen Unternehmer im Auftrag der L+T das neue Geländemodell DTM-AV, das die Erstellung eines metergenauen Orthofotos erlaubt. Dazu stellt die L+T aus dem Projekt SWISSIMAGE die digitalen Bilddaten und Bildorientierungen zur Verfügung. Weil das DTM-AV nur bis 2000 m.ü.M. erstellt wird, konzentriert sich ab 2001 die SWISSIMAGE-Produktion der L+T auf die Gebiete über 2000 m.ü.M.

Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Produktion von SWISSIMAGE, die Ei-

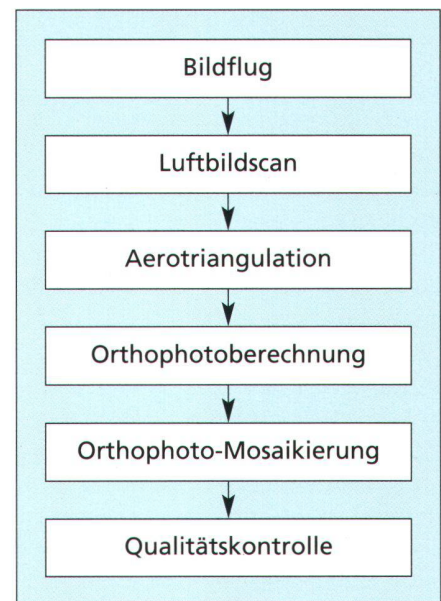


Abb. 1: Produktionskette von SWISSIMAGE.

genschaften und Qualität des Produkts, den Datenvertrieb durch die L+T und die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des Produkts.

2. Produktion

Die Produktion von SWISSIMAGE, dem flächendeckenden Farborthophotomosaik der Schweiz mit 50 cm Pixelauflösung, ist durch die Anwendung automatisierter Prozesse der Digitalen Photogrammetrie und der Digitalen Bildverarbeitung charakterisiert. Dabei werden unter Einbezug eines digitalen Geländemodells aus digitalen Luftbildern digitale Orthophotos



Abb. 2: Digitale Photogrammetrische Station.



Abb. 3: Vermessungsflugzeug Super King Air (HB-GII).

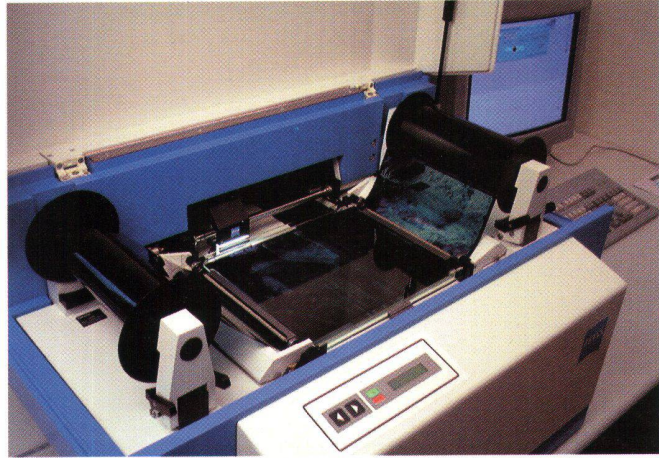


Abb. 4: Luftbildscanner SCAI Zeiss.

berechnet, die anschließend zu homogenen Orthophotomosaiken zusammengefügt werden.

Die aktuellen Luftbilddaten werden mit den modernen Methoden und Techniken der digitalen Photogrammetrie weitestgehend automatisiert verarbeitet. So werden einige Prozesse, wie etwa der Import der Bilddaten, die Wiederherstellung der Inneren Orientierung, Teilprozesse der Aerotriangulation, die Orthophotoberechnung und Teilprozesse der Orthophoto-Mosaikierung automatisch durchgeführt. Die gesamte digitale Produktionskette der L+T unterteilt sich in die folgenden Einzelschritte: den Bildflug, die Digitalisierung der Luftbilder, die Archivierung der digitalen Luftbilddaten, die Aerotriangulation, die Orthophotoberechnung, die Orthophotomosaikierung, die umfassende Qualitätskontrolle des Orthophotomosaiks, die Archivierung des digitalen Orthophotomosaiks und die Datenausgabe. Der gesamte Produktionsablauf (siehe Abbildung 1) wird durch ein einheitliches Datenmanagement begleitet.

Damit ein effizientes Arbeiten in der heterogenen DPS-Systemumgebung möglich wurde, waren die verschiedenen Arbeitsprozesse optimal aufeinander abzustimmen und so stark wie möglich mit Eigenentwicklungen zu automatisieren. Die notwendigen Systemerweiterungen beinhalten heute eine photogrammetrische Metadatenbank, Scriptprogramme zur AT-Blockvorbereitung und Orthopho-

toberechnung sowie der Visualisierung der AT-Resultate mit visAT.

Im Folgenden werden die wesentlichen Schritte dieser Produktionskette kurz erläutert.

2.1 Bildflug und Luftbildscan

Die digitalen Luftbilder für die Orthophotoproduktion der L+T werden aus analogen Farbluftbildern und anschließender Digitalisierung mit einem hochgenauen photogrammetrischen Scanner gewonnen. Die dazu erforderlichen Farbluftflüge im Bildmassstab 1:30 000 erfolgten in den Jahren 1998, 1999 und 2000 während der Vegetationszeit mit den Vermessungsflugzeugen der L+T. Die Flugzeuge arbeiten mit hochpräzisen Kameras (RC30), stabilisierten Kameraplattformen (PAV30), automatischer Luftbildauslösung (GIM/ASCOT), und erfassen die Projektionszentren mittels DGPS während dem Flug. Die Digitalisierung der Luftbilder erfolgte mit einem hochgenauen photogrammetrischen Scanner, der sich durch eine sehr hohe geometrische und radiometrische Genauigkeit und Stabilität auszeichnet. So wurden die Luftbilder direkt ab Rolle am SCAI-Scanner und PHODIS-SC von Zeiss gescannt und nach erfolgter Qualitätskontrolle der Scans direkt in einem zentralen Datenspeicher (Bandroboter) archiviert.

Die Luftbilder wurden mit einer Auflösung von $14 \mu\text{m}$ (1814 dpi) und einer Farbtiefe von 24 bit gescannt, womit die Datenmenge pro Bild ca. 800 Mbyte beträgt.

Bei dieser Auflösung und Farbtiefe werden ca. 15 min zum Scannen eines Luftbildes benötigt. Die Scan-Auflösung bei einem Bildmassstab von 1:30 000 entspricht einer Pixelgrösse von ca. 42 cm am Boden. Somit ist die realisierte Auflösung von 50 cm für ein Pixel am Boden für das Endprodukt vernünftig.

2.2 Aerotriangulation

Zur Herstellung des Orthophotos müssen die Parameter der Inneren und Äusseren Orientierung vorliegen. Während die Parameter der Inneren Orientierung (Kammerkonstante, Lage des Bildhauptpunktes, Objektivverzeichnung) kameraabhängig sind und im Rahmen einer Kalibrierung für die jeweils zum Einsatz kommende Kamera bestimmt wurden, sind die Parameter der Äusseren Orientierung für jedes aufgenommene Bild neu zu bestimmen. Dies geschieht mit Hilfe der digitalen Aerotriangulation.

Für die digitale Aerotriangulation werden die digitalen Farbluftbilder in Grauwertbilder umgewandelt, um die Menge der Daten, die für diesen Schritt notwendig sind, auf ein sinnvolles Mass zu reduzieren. Darüber hinaus werden die Koordinaten der während des Bildfluges mit DGPS ermittelten Projektionszentren zur Stützung des Bildverbandes als zusätzliche Beobachtungen eingeführt.

Die Aerotriangulation erfolgt in Blöcken zu 200–400 Bildern. Zur Einpassung des Bildverbandes in das übergeordnete Landeskoordinatensystem dienen die Punkte

der Passpunktdatenbank der L+T. Bei diesen Punkten handelt es sich um ca. 1500 Vollpasspunkte (ca. 1 Punkt pro 28 km²), deren Koordinaten mittels DGPS-Messungen mit einer Genauigkeit von 10 cm in der Lage und in der Höhe bestimmt wurden. Dazu kommen noch die Triangulationspunkte der Landesvermessung (ca. 400 Punkte pro LK25), von denen eine Auswahl pro Block als Höhenpasspunkte verwendet werden.

Die Bestimmung der Parameter der Äusseren Orientierung mit Hilfe der Aerotriangulation erfolgt mit Match-AT (Inpho) mit einem mittleren Fehler von 1.0 m in der Lage und 1.5 m in der Höhe. Für die grafische Qualitätskontrolle der AT wurde ein eigenes Programm (visAT) in Visual Basic entwickelt.

2.3 Orthophotoberechnung

Die Berechnung der digitalen Orthophotos erfolgt mit SocetSet (LH Systems). Dazu sind die digitalen Luftbilder, die Orientierungsparameter aus der Aerotriangulation und ein digitales Geländemodell notwendig.

Als Geländemodelle stehen grundsätzlich zwei Modelle zur Verfügung: das DHM25Level2 und das DTM-AV. Beim DHM25Level2 handelt es sich um ein neues Geländemodell, das durch Neuinterpolation aus dem bekannten DHM25 der L+T mit zusätzlichen photogrammetrischen, alpinen Haupt-Bruchkanten gewonnen wurde. Die Genauigkeit des DHM25Level2 beträgt im Mittelland rund 1.5 m und in den Alpen rund 5 bis 8 m. Das neu erstellte DTM-AV wird aus Laserscanning-Beobachtungen gewonnen und weist eine homogene Genauigkeit von 0.5 m auf. Während das DHM25 bereits flächendeckend vorliegt, wird das DTM-AV erst im Laufe der kommenden Jahre schrittweise für die ganze Schweiz bis zu einer Höhe von 2000 m.ü.M. verfügbar sein.

2.4 Orthophotomosaik

In einem letzten Arbeitsschritt werden die digitalen Orthophotos zu einem homogenen Orthophotomosaik zusammengefügt. Dabei gilt es verschiedenste Qua-

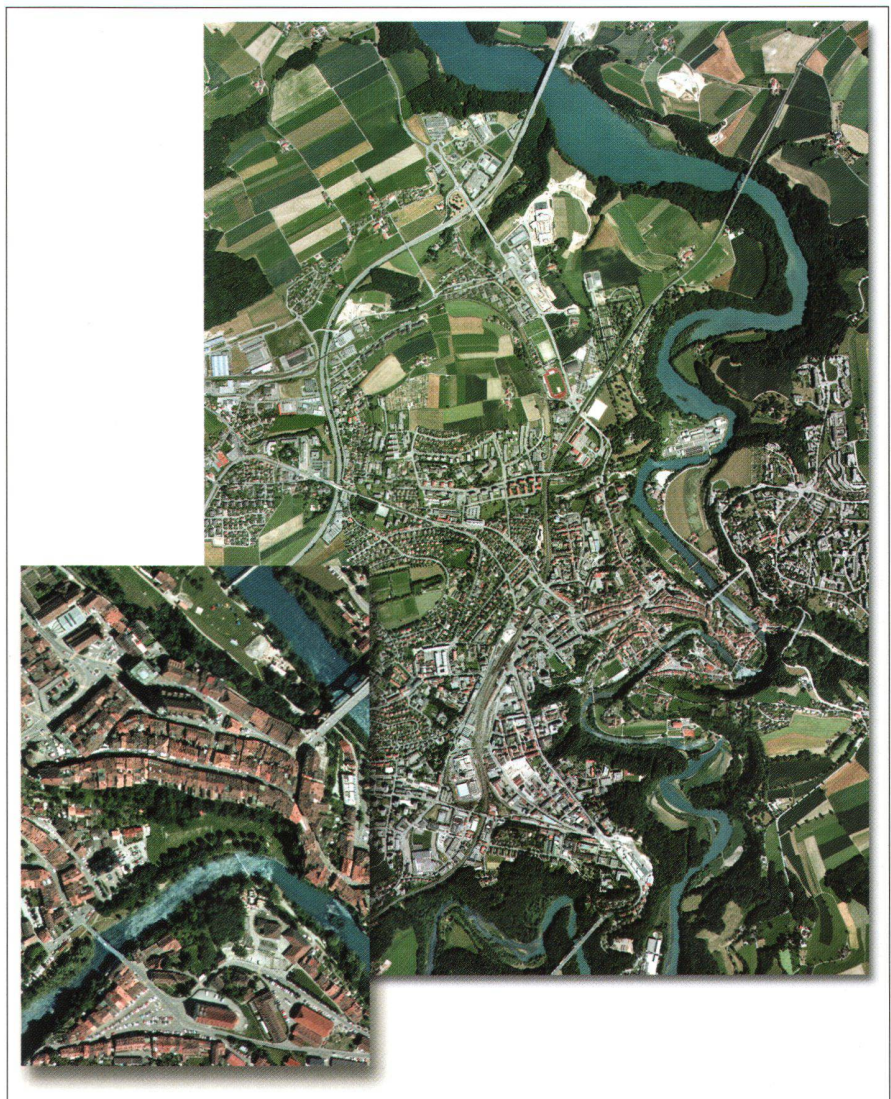


Abb. 5: Orthophotomosaik der Stadt Fribourg.

litätskriterien, die an das Endprodukt gestellt werden, zu erfüllen.

So hat ein Orthophotomosaik lückenlos zu sein, darf keine sichtbaren Nahtstellen und auch keine Doppelabbildungen, aus unterschiedlichen, sich überlappenden Bildern, aufweisen. Ebenso sind Diskrepanzen und radiometrische Sprünge im Bild zu vermeiden. Dies sind Selbstverständlichkeiten, die allerdings aufgrund der radiometrischen Eigenschaften der ursprünglichen Luftbilder (z.B. Intensitätsunterschiede durch Lichteinflüsse, wie Sonnenstand, Wolken, etc., Intensitätsunterschiede infolge unterschiedlicher Belichtungszeiten, Lichtabnahme zum Bildrand hin) nur mit einem entsprechen-

den Arbeitsaufwand zu realisieren sind. Die Bildmosaikierung erfolgt mit OrthoVista von StellaCore. Um die gewünschte Bildqualität zu erreichen wird eine manuelle Bildbearbeitung mit Photoshop durchgeführt.

3. Produkteigenschaften

Die L+T bietet das digitale Farborthophotomosaik SWISSIMAGE flächendeckend über die Schweiz mit einer Auflösung von 50 cm (Bodenpixel) an. Eigenschaften dieses Produkts lassen sich hinsichtlich geometrischer Genauigkeit und radiometrischer Qualität beschreiben.

Geometrische Genauigkeit

Das erzeugte Orthophotomosaik, als auch seine Zwischenprodukte, werden einer intensiven geometrischen Qualitätskontrolle unterzogen. Die Genauigkeit des Orthophotomosaiks hängt im wesentlichen von der geometrischen Qualität der digitalisierten Luftbilder, der Genauigkeit der Orientierungsparameter und des Geländemodells ab. Alle diese Aspekte werden dabei einer Qualitätsprüfung unterzogen.

Um die geometrische Qualität des Endprodukts zu gewährleisten, werden die gescannten Luftbilder visuell auf radiometrische und geometrische Fehler hin untersucht. Die Qualität der Aerotriangulation wird durch Ergebnisse der Bündelblockausgleichung analysiert. Zusätzlich werden die Orientierungen der Bilder an einer Auswahl der zur Verfügung stehenden Triangulationspunkte der Landesvermessung aus der Passpunktdatenbank verifiziert.

Die geometrische Zuverlässigkeit der Orthophotos wird schliesslich durch die Überlagerung mit der Pixelkarte PK25 flächendeckend kontrolliert. Die resultierende Lagegenauigkeit (mittlerer Fehler) von SWISSIMAGE beträgt, je nach zugrundeliegendem Geländemodell, mit dem DTM-AV 1.0 m und mit dem DHM25Level2 1.5–10 m (Mittelland–Gebirge).

Radiometrische Qualität

Die radiometrische Qualität des Orthophotomosaiks hängt im wesentlichen von der radiometrischen Qualität der gescannten Luftbilder und der Qualität der Mosaikierung ab. Beide Schritte werden unabhängig voneinander geprüft. Während beim Scan der Luftbilder die möglichst originalgetreue Wiedergabe des Luftbildes im Vordergrund steht, ist beim Mosaikieren darauf zu achten, dass keine sichtbaren Nahtstellen oder radiometrische Sprünge zwischen den Originalbildern auftreten. Die radiometrische Qualität des Endprodukts wird visuell mit einer Farbreferenz verglichen, wobei dieser Kontrollschritt jeweils eine Person durchführt, die nicht an der Produktion

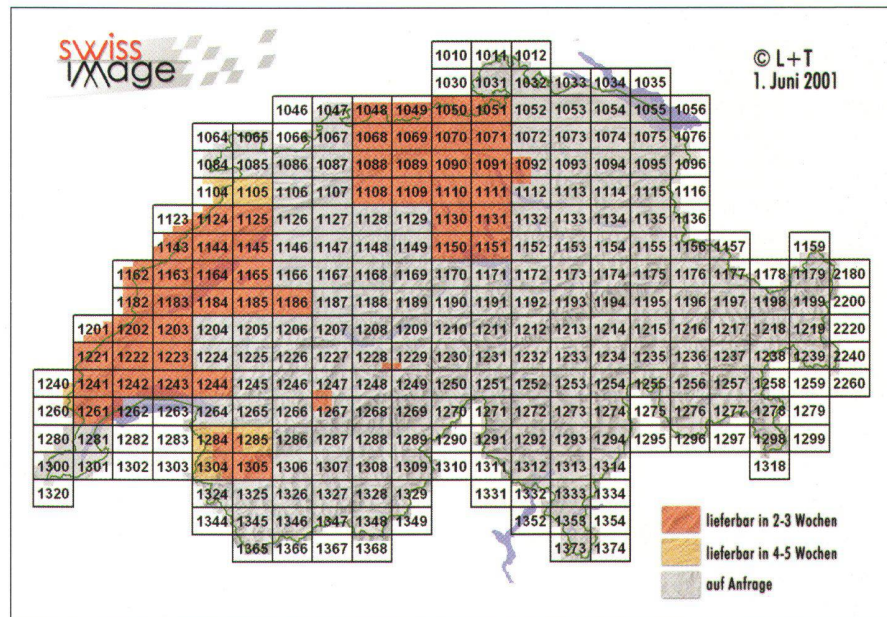


Abb. 6: Stand der Produktion SWISSIMAGE.

des entsprechenden Bereichs beteiligt war.

4. Datenvertrieb

Seit über zehn Jahren werden in der Landestopographie Geodaten vertrieben. In dieser Zeit hat die L+T einen Service aufgebaut, der auch für das Orthophotomosaik eingesetzt wird. Den Bedürfnissen der Kunden wird grosse Bedeutung beigemessen und durch die bestehende Datenbank können die individuellen Wünsche optimal erfasst und befriedigt werden. Die L+T arbeitet ausserdem stark mit Wiederverkäufern und Value Adding Resellern (VAR) zusammen. Die Produkte werden deshalb nicht nur von der L+T, sondern auch über andere Kanäle angeboten, wobei die Datenlieferung über die zentrale Datenbank der L+T abgewickelt wird. Dies hat den Vorteil, dass stets die neuesten Daten ausgeliefert werden.

SWISSIMAGE wird im TIFF (tiled oder lined) Format mit einer Bildtiefe von 24 Bit (16.7 Millionen Farben) angeboten. Die gesamte Schweiz ist in Standardlieferungseinheiten von 13.125 km² (E-W: 4,375 km und N-S: 3,0 km) erhältlich, wobei die Datenmenge einer solchen Liefereinheit 160 MByte beträgt (ca. 12 MByte/km²). Die vorhandene Bilddatenbank erlaubt aber

auch Lieferungen von Ausschnitten mit beliebigen Perimetern.

Das digitale Farorthophotomosaik der Schweiz kann auf diversen Datenträgern, wie CD-ROM, DAT- oder EXABYTE-Datenkassetten bezogen werden.

Produktion und Nachführung

Die Produktion des Orthophotomosaiks wird sehr stark vorangetrieben. Wie in Abbildung 6 ersichtlich, steht zur Zeit ein grosser Teil des Mittellandes mit Luftaufnahmen von 1998 zur Verfügung. Die Flächendeckung mit Luftaufnahmen von 1998 bis 2002 ist für Ende 2002 vorgesehen. Im Rahmen der Gesamtnachführung der Landeskarten ist auch die Erneuerung des Orthofotos im periodischen Zyklus von sechs Jahren vorgesehen. Der aktuelle Stand der Produktion wird wöchentlich auf dem Internet unter www.swisstopo.ch/Bilder publiziert.

5. Anwendungen

Mit dem flächendeckenden Farorthophoto SWISSIMAGE wird die Produktpalette der L+T mit einem informativen und aktuellen Bilddatensatz abgerundet, der sich einfach mit den bestehenden Geodaten der L+T (Pixelkarten, VECTOR25, DHM25, SWISSNAMES, etc) kom-



SWISSIMAGE eignet sich als Hintergrundinformation in Kombination mit anderen Datensätzen oder thematischen Informationen, sei es für Standortbeschreibungen oder Visualisierungen. Ab SWISSIMAGE können ausserdem auch eigene georeferenzierte Daten erfasst werden, sofern sie auf dem Luftbild sichtbar und die Genauigkeit ausreichend ist. SWISSIMAGE eignet sich auch als Texturinformation für Geländevisualisierungen, wie etwa bei Flugsimulatoren. SWISSIMAGE ist ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Verifikation der eigenen Datensammlungen bezüglich Bodennutzung oder für Standortplanungen.

SWISSIMAGE, das neue attraktive flächendeckende Farbothophoto in bestechender Qualität vom Bundesamt für Landestopographie.

Christoph Käser
André Streilein
Thomas Czaka
Martin Roggli
Bundesamt für Landestopographie
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
andre.streilein@lt.admin.ch

Abb. 7: Kombinierbare Geodatenätze der L+T: Pixelkarte 1:25 000, SWISSIMAGE und VECTOR25.

binieren lässt. Die vorgesehene regelmäßige Aktualisierung, welche im Zusammenhang mit der Kartennachführung ge-

schieht, gewährleistet eine Kontinuität, die für Gemeinden, Kantone und Grossprojekte von grosser Bedeutung sind.

Wandeln Sie Ihr INTERLIS-Datenmodell in ein UML-Diagramm. Oder umgekehrt. Software herunterladen, testen.

Ihr Datenmodell als Diagramm!



EISENHUT INFORMATIK

Rosenweg 14 • CH-3303 Jegenstorf • Tel 031 762 06 62 • Fax 031 762 06 64 • <http://www.eisenhutinformatik.ch>