

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 95 (1997)

**Heft:** 11

**Artikel:** Satellitenbildmosaik der Schweiz

**Autor:** Bigler, K. / Frei, U. / Suter, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235387>

### **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:** 10.02.2026

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

# Satellitenbildmosaik der Schweiz

Für das gesamte Gebiet der Schweiz wurde ein hochauflösendes Satellitenbildmosaik hergestellt, das nicht nur in analoger, sondern auch in digitaler Form vertrieben wird. Im folgenden Artikel werden das verwendete Datenmaterial, die verschiedenen Verarbeitungsschritte sowie die resultierenden Produkte beschrieben und mögliche Anwendungen vorgestellt.

*Une mosaïque d'images satellite à haute résolution, qui est vendue sous forme analogique et digitale, a été confectionnée pour l'ensemble du territoire suisse. Dans l'article suivant, l'auteur présente le matériel des données utilisées, les différentes phases d'élaboration ainsi que les produits qui en résultent et leur utilisation possible.*

Per tutto il territorio svizzero è stato creato un mosaico di immagini satellitari ad alta risoluzione, disponibile sia in forma analogica che digitale. L'articolo seguente presenta il materiale dati utilizzato, le diverse fasi di allestimento, i prodotti risultanti e le applicazioni possibili.

K. Bigler, U. Frei, M. Suter

## 1. Einführung

Dank der Verfügbarkeit hochauflösender Satellitenbilder und aufgrund der hohen Nachfrage nach Karten und kartenverwandten Produkten erfreut sich die satellitengestützte Kartographie, besonders bei kleinen Massstäben, zunehmender Beliebtheit. Satellitenbilder geben neue Einblicke in die Landnutzung und deren Veränderungen. Sie ermöglichen die Aufnahme von sehr grossen Flächen mit vergleichsweise kleinem Aufwand und in kurzer Zeit. Es fehlen ihnen aber Inhalte traditioneller Karten, so z.B. die eindeutige Klassierung von Objekten. Somit können Satellitenbilder konventionelle topographische Karten nicht ersetzen, aber in wertvoller Weise ergänzen.

Im Laufe des vergangenen Jahres wurde ein digitales Mosaik auf der Basis von Landsat Thematic Mapper (TM)-Daten erstellt, welches den gesamten Perimeter der Schweizerischen Landeskarten abdeckt (Abb. 1). Damit wurden die folgenden Ziele angestrebt:

- schnelle und effiziente Nachführung von kleinmassstäblichen Karten,

- verbesserte Erkennung und Visualisierung von räumlichen Strukturen durch die Kombination von Karten- und Bildinformation,
- Aufbau einer Datenbank für multispektrale Untersuchungen und Simulationen.

## 2. Verwendetes Datenmaterial

Aufgrund der spektralen Signaturen, der geometrischen Auflösung sowie der Datenverfügbarkeit fiel die Wahl auf Bilder des amerikanischen Landsat 5-Satelliten. Dieser umkreist die Erde auf einer polnahen Umlaufbahn in einer Höhe von 705 km. Aufgrund der Bahngeometrie wird die gesamte Erde alle 16 Tage einmal aufgenommen. Der wichtigste Sensor an Bord ist der Thematic Mapper, ein opto-mechanischer Scanner mit sieben Spektralkanälen im sichtbaren, nahinfraroten und thermalen Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Sie weisen eine räumliche Auflösung von 30 x 30 m (Thermalkanal: 120 x 120 m) auf. Eine einzelne TM-Szene deckt eine Fläche von 185 x 185 km ab [1].

Die Rohdaten, wie sie von den Bodenstationen empfangen werden, sind für kartographische Zwecke nicht direkt ver-

wendbar. Vom Datenlieferanten werden die sogenannten Systemkorrekturen durchgeführt. Sie betreffen u.a. Flugbahnschwankungen, Satellitenbewegungen, Unterschiede in der Kalibrierung der Detektorelemente und die Erdrotation. Bis zum fertigen Satellitenbildmosaik müssen die systemkorrigierten Daten jedoch weitere umfangreiche Verarbeitungsschritte durchlaufen.

Um den gesamten Perimeter der Schweizerischen Landeskarten abzudecken, sind mehrere Einzelbilder zusammenzusetzen. Insgesamt waren es 21 Szenen mit Aufnahmedaten zwischen Mai 1990 und August 1994. Dieser Zeitraum erscheint im Hinblick auf Landnutzungsänderungen verhältnismässig lang, liess sich aber im Interesse eines homogenen Gesamtbildes nicht vermeiden. Für ein optisch ansprechendes Mosaik sind wolkenlose Aufnahmen mit möglichst gleichem Sonnenstand und gleichen phänologischen Bedingungen notwendig.

## 3. Datenverarbeitung

### 3.1 Geometrische Korrekturen

Das Ziel der geometrischen Verarbeitung ist eine präzise Transformation der systemkorrigierten Bilddaten in ein kartographisches Referenzsystem, in unserem Fall ins Koordinatensystem der Schweizerischen Landesvermessung. Um dieses Ziel zu erreichen, waren im wesentlichen drei Schritte notwendig:

#### *Doppelte Zeilen eliminieren:*

Bei der Systemkorrektur werden infolge einer nearest neighbour-Interpolation doppelte Bildzeilen erzeugt. Diese tragen zwar zu einer korrekten Geometrie der gesamten Szene bei, die lokalen geometrischen Verhältnisse werden dadurch aber empfindlich gestört. Solche verdoppelten Zeilen wurden deshalb eliminiert. Da sie praktisch linear über die ganze Szene verteilt sind, lässt sich diese Elimination bei der nachfolgenden affinen Transformation einfach kompensieren.

*Transformationskoeffizienten berechnen:*  
Für die Bildtransformation ins Ziel-Koor-





Abb. 1: Satellitenbildmosaik der Schweiz (© ESA 1990–1994 / Eurimage).



Abb. 2: Ausschnitt «Bern» (© ESA 1990–1994 / Eurimage).



dinatensystem muss ein mathematisches Modell berechnet werden. Die dazu notwendigen Transformationskoeffizienten werden aus einer Menge von Passpunkten unter Berücksichtigung ihrer Meereshöhe bestimmt. Dabei handelt es sich um punktförmige Objekte (Strassenkreuzungen, Brücken, etc.), die sowohl im Satellitenbild als auch in der topographischen Karte eindeutig erkennbar sind. Für die Passpunktbestimmung wurden für das Gebiet der Schweiz Landeskarten im Massstab 1:25 000 verwendet, für das grenznahe Ausland topographische Karten 1:50 000 der entsprechenden nationalen Vermessungsämter. Die Kartenkoordinaten ausländischer Passpunkte mussten ins Koordinatensystem der Schweizerischen Landesvermessung transformiert werden.

#### *Bild transformieren:*

Im dritten Schritt wurde die eigentliche Bildtransformation (Geocodierung) durchgeführt. Da bereits bei der Generierung der systemkorrigierten Daten alle nicht-linearen Verzerrungen berücksichtigt wurden, erfolgte die Geocodierung mittels einer modifizierten affinen Transformation. Die Modifikation besteht darin, dass die reliefbedingten Verzerrungen ausgeglichen werden. Es lässt sich nämlich leicht zeigen, dass schon bei Höhenunterschieden von einigen hundert Metern und kleinen Scanwinkeln (maximaler Scanwinkel von TM: 7 Grad) Parallaxen in der Grössenordnung von einigen Pixeldimensionen entstehen [2]. Für die Herstellung von Orthobildern und die nachfolgende Mosaikierung wurden diese Verzerrungen mit Hilfe eines digitalen Geländemodells korrigiert.

### 3.2 Radiometrische Korrekturen

Bei der radiometrischen Verarbeitung ist zwischen der Korrektur von sensorbedingten und szenenspezifischen Effekten zu unterscheiden.

Bei den sensorbedingten Effekten galt es vorerst, die sogenannten Störzeilen und -pixel zu beheben. Fehler dieser Art können z.B. durch kurzfristiges Aussetzen beim Lesen der Detektorladungen, bei der

Digital-Analog-Wandlung oder auch bei der Datenübertragung zur Bodenstation entstehen. Diese Fehler wurden interaktiv gesucht und korrigiert. Danach wurden die Kalibrierungs-Restfehler behoben. Der TM-Sensor tastet die Erdoberfläche gleichzeitig mit 16 verschiedenen Detektoren pro Spektralkanal ab. Diese Detektoren sind nicht perfekt kalibriert, was zu unschönen Streifenbildungen vor allem in homogenen Flächen wie z.B. Seen führt. Durch die Angleichung der Summen-Histogramme von benachbarten Bildzeilen und anschliessender adaptiver Filterung im Ortsbereich wurden diese Streifen eliminiert [3].

Von den szenenbedingten Einflüssen (Relief, Sonnenstand, Atmosphäre) wurde der Einfluss von Dunst, der sich in je-der Szene anders bemerkbar macht, mit einem physikalisch basierten, radiometrischen Modell korrigiert [4]. Als Eingangsparameter werden dabei die horizontalen Sichtweiten verwendet, welche durch die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA) an zahlreichen Beobachtungsstationen mehrmals täglich erhoben werden.

Im Hinblick auf eine möglichst naturähnliche Darstellung waren weitere Farbkorrekturen notwendig, welche neben der spektralen Charakteristik der Detektoren v.a. die Eigenschaften der Wiedergabemedien und des menschlichen Auges zu berücksichtigen hatten. Schliesslich wurde das Resultatbild optisch optimal aufbereitet. Dazu wurden verschiedene Filter angewendet, um das noch vorhandene Rauschen zu unterdrücken, und mittels Kantenverstärkung die Detailerkennbarkeit zu verbessern (Abb. 2).

### 3.3 Mosaikierung

Die einzelnen Szenen wurden zu einem homogenen Mosaik zusammengefügt. Dabei waren die Schnittkanten zwischen benachbarten Szenen so zu legen, dass Wolken ausmaskiert und homogene Gebiete (z.B. Seen) sowie geographisch geschlossene Räume (Täler) möglichst aus nur einer Szene ins Mosaik übernommen wurden. Vor der eigentlichen Mosaikierung mussten die Histogramme aller Szenen

iterativ aufeinander abgestimmt werden.

## 4. Resultate und Anwendungen

Heute liegen zwei grundsätzlich verschiedene Produkte vor: Geocodierte Einzelszenen sowie das «Satellitenbildmosaik der Schweiz». Beiden Produkten gemeinsam ist die Referenzierung auf das Projektionssystem der schweizerischen Landesvermessung und die Pixelgrösse von 25 x 25 m. Für die geocodierten Einzelszenen liegen alle sieben Spektralkanäle mit den ursprünglichen Messwerten des Sensors vor. Sie sind v.a. für die Forschung und weitere Grundlagenarbeiten gedacht. Für das Satellitenbildmosaik wurden die farblich optimierten TM-Kanäle

Die hier vorgestellten Datenprodukte können beim National Point of Contact (NPOC) bezogen werden:

Bundesamt für Landestopographie  
Herrn Jean-Pierre Perret  
Seftigenstrasse 264  
CH-3084 Wabern  
Telefon 031 / 963 21 11  
Telefax: 031 / 963 24 59  
Email:  
Jean-Pierre.Perret@lt.admin.ch  
Internet:  
<http://www.swisstopo.ch>

Institut für Kommunikationstechnik, ETHZ  
Herrn Dr. Klaus Seidel  
Gloriastrasse 35  
CH-8092 Zürich  
Telefon 01 / 632 52 84  
Telefax 01 / 632 12 51  
Email:  
Klaus.Seidel@vision.ee.ethz.ch  
Internet:  
<http://www.vision.ee.ethz.ch/npoc>



3/2/1 (Rot/Grün/Blau) verwendet. Die Produkte können in einer Vielzahl von Ausschnitten und Auflösungsstufen in digitaler oder analoger Form beim National Point of Contact (NPOC) bezogen werden (siehe Kasten).

Sowohl die Einzelszenen als auch das Satellitenbildmosaik können für eine Fülle von Anwendungen eingesetzt werden, so zum Beispiel:

- für die rasche Nachführung von kleinskaligen Karten,
- für großflächige thematische Auswertungen wie Wald- oder Siedlungskartierungen,
- zur realistischen, dreidimensionalen Landschaftsdarstellung in den Bereichen Planung und Simulation,

- als Grundlagendaten in Geographischen Informationssystemen.

#### Literatur:

- [1] USGS/NOAA, 1984: Landsat 4 Data User's Handbook, Washington, D.C.
- [2] Frei U., 1993: Compilation of Cartographic and Spaceborne Remote Sensing Data for Thematic/Topographic Mapping, Remote Sensing Series, Vol. 22, Geographisches Institut, Universität Zürich.
- [3] Suter M., 1992: Digitales Mosaik der Schweiz aus Landsat Thematic Mapper Satellitendaten, Diplomarbeit, Geographisches Institut, Universität Zürich.
- [4] Sandmeier S., 1995: A Physically-Based Radiometric Correction Model, Remote Sensing Series, Vol. 26, Geographisches Institut, Universität Zürich.

Kurt Bigler  
Kartographie GST  
Papiermühlestrasse 20  
CH-3003 Bern  
E-mail:  
kurt.bigler@mbox.gst.admin.ch

Urs Frei, Martin Suter  
RSL – Remote Sensing Laboratories  
Geographisches Institut  
Universität Zürich-Irchel  
Winterthurerstrasse 190  
CH-8057 Zürich  
E-mail: frei/suter@rsl.geo.unizh.ch

**leistung**

>vertretung der topcon vermessungsinstrumente in der schweiz  
und in liechtenstein

>kompetente betreuung und beratung

>verkauf und vermietung von instrumenten

>umfassender service

**vertrauen**

**qualität**

**TOPCON**

**<GTS-502E>**

**<DL-100C>**

**<GMT-100>**

**<TURBO-G1>**

**>GTS-310>**

**<GTS-210>**

**>GTS-700>**

**>AP-L1A>**

**top-tec-lutz**

vermessungssysteme  
neunbrunnenstrasse 180 8056 zürich  
fon & fax 01.371.72.67.  
e-mail snl@compuserve.com  
<http://ourworld.compuserve.com/homepages/snl>