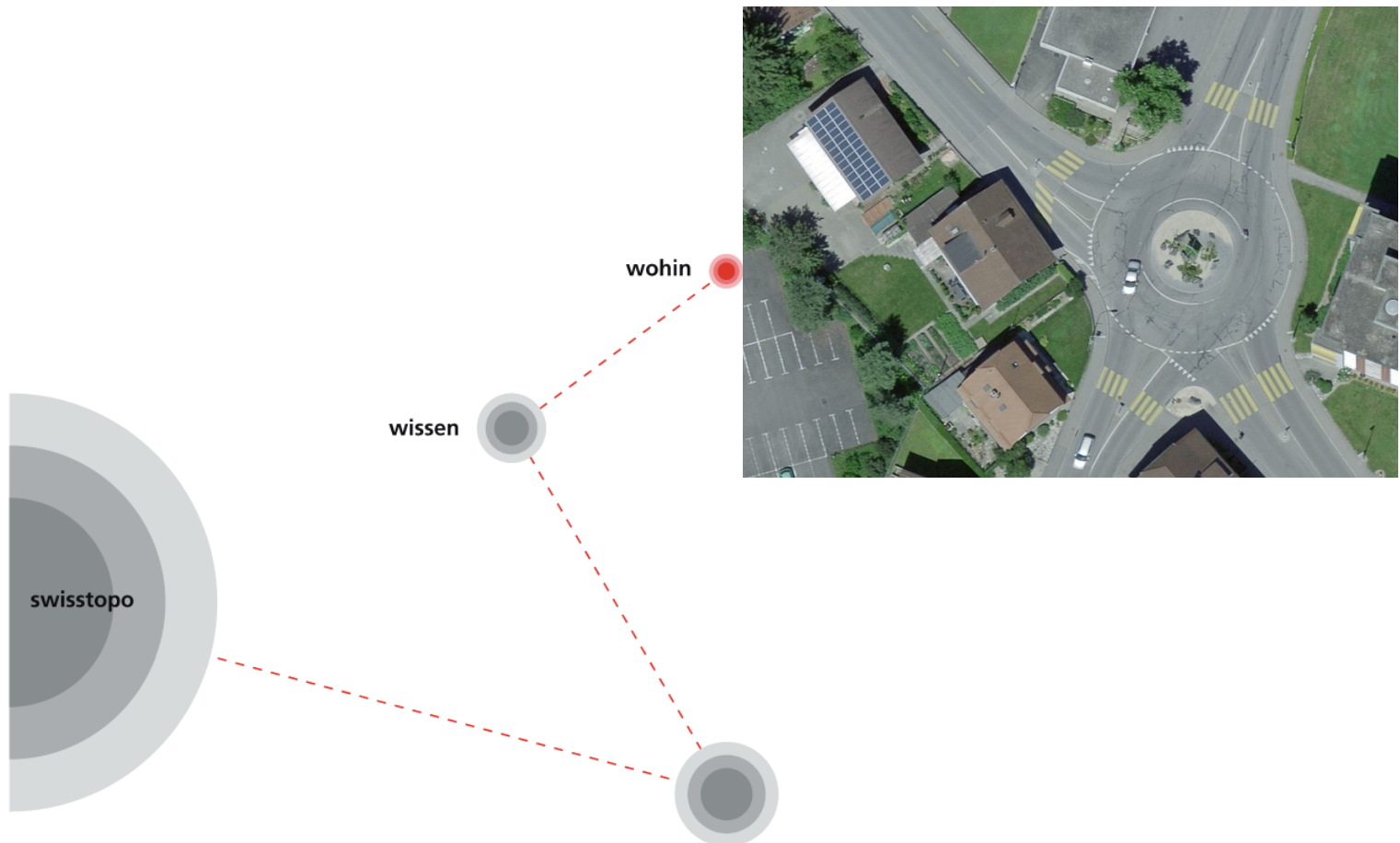


SWISSIMAGE

Das digitale Orthofotomosaik der Schweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Office fédéral de topographie swisstopo
Ufficio federale di topografia swisstopo
Uffizi federal da topografia swisstopo

www.swisstopo.ch

Inhaltsverzeichnis

1	SWISSIMAGE	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Kurzbeschreibung	3
1.3	Datenstruktur	4
1.4	Perimeter	4
1.5	Bodenauflösung	5
1.6	Lagegenauigkeit	6
1.7	Bildsturz	7
1.8	Sonnenstand	7
1.9	Datenformat Original / als Download	7
1.10	Datenvolumen Original / Download	8
1.11	Koordinatensystem	8
1.12	Aktualität und Nachführung	9
1.13	Anwendungen	10
2	Datenbezug	10
2.1	Auskunft und Bestellung	10
2.2	Preis	10
2.3	Nutzungsbedingungen	10
2.4	Lieferung	10
3	Produktion	10
3.1	Bilderfassung	10
3.2	Georeferenzierung - Aerotriangulation	11
3.3	Orthorektifizierung	12
3.4	Mosaikierung und radiometrische Bearbeitung	12
3.5	Manuelle Korrekturen	13
3.5.1	Brücken	13
3.5.2	Grosse Seen	14
3.5.3	Verzerrte Pixel (komplexe Topografie)	14
3.6	Qualitätskontrolle	14
4	Entwicklung von SWISSIMAGE	15
4.1	Geschichte und Produkte	15
4.2	SWISSIMAGE HIST 1946	15
4.3	Vor 1999: SWISSIMAGE HIST	16
4.4	1998 – 2005 SWISSIMAGE Level 1 (50 cm)	16
4.5	2005 – 2016 SWISSIMAGE Level 2 (25 cm)	17
4.6	Ab 2017 SWISSIMAGE Level 3 (10 cm)	17

1 SWISSIMAGE

1.1 Einleitung

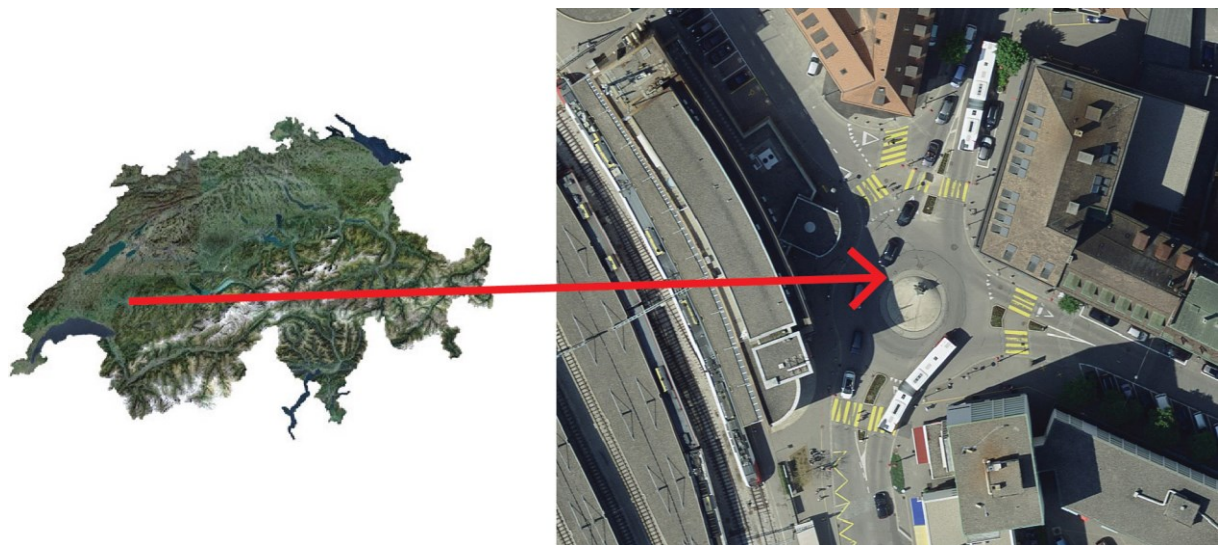
Das Produkt SWISSIMAGE existiert seit 1998 und kann in 3 Generationen unterteilt werden:

- SWISSIMAGE Level 1 – Bilderfassung zwischen 1998 und 2005 mit einer Bodenauflösung von 50 cm.
- SWISSIMAGE Level 2 – Bilderfassung zwischen 2005 und 2016 mit einer Bodenauflösung von 25 cm.
- SWISSIMAGE Level 3 – Bilderfassung ab 2017 mit einer Bodenauflösung von 10 cm.

Das vorliegende Dokument beschreibt die Spezifikationen der aktuellsten Generation von SWISSIMAGE (Level 3). Detaillierte Informationen der früheren Generationen finden sich im Kapitel [4 Entwicklung von SWISSIMAGE](#)

1.2 Kurzbeschreibung

Das Orthofotomosaik SWISSIMAGE ist eine Zusammensetzung digitaler Farbluftbilder. Ein Orthofoto ist ein Luftbild bei dem die Neigungseinflüsse der Kamera und des Geländes korrigiert wurden. SWISSIMAGE weist somit über die Gesamtheit der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein einen einheitlichen Massstab und eine einheitliche Radiometrie auf. SWISSIMAGE steht in verschiedenen Auflösungen (Pixelgrösse am Boden), von 10 cm bis 200 cm, zur Verfügung.



Ausschnitt SWISSIMAGE in Bulle (Bodenauflösung 10 cm)

1.3 Datenstruktur

SWISSIMAGE Level 3 wird in Kacheln von je 1 km² produziert. Der Kilometerraster ist auf die runden km-Koordinaten des Bezugssystems LV95 abgestimmt. Die km-Koordinaten der südwestlichen Ecke (unten links) bilden den Dateinamen. Dies erleichtert die Verwaltung und Lesbarkeit der Daten.

Bei kleinräumigen Bestellungen können einzelne km²-Kacheln für die einfachere Handhabung zu einem grösseren Bild zusammengesetzt werden.

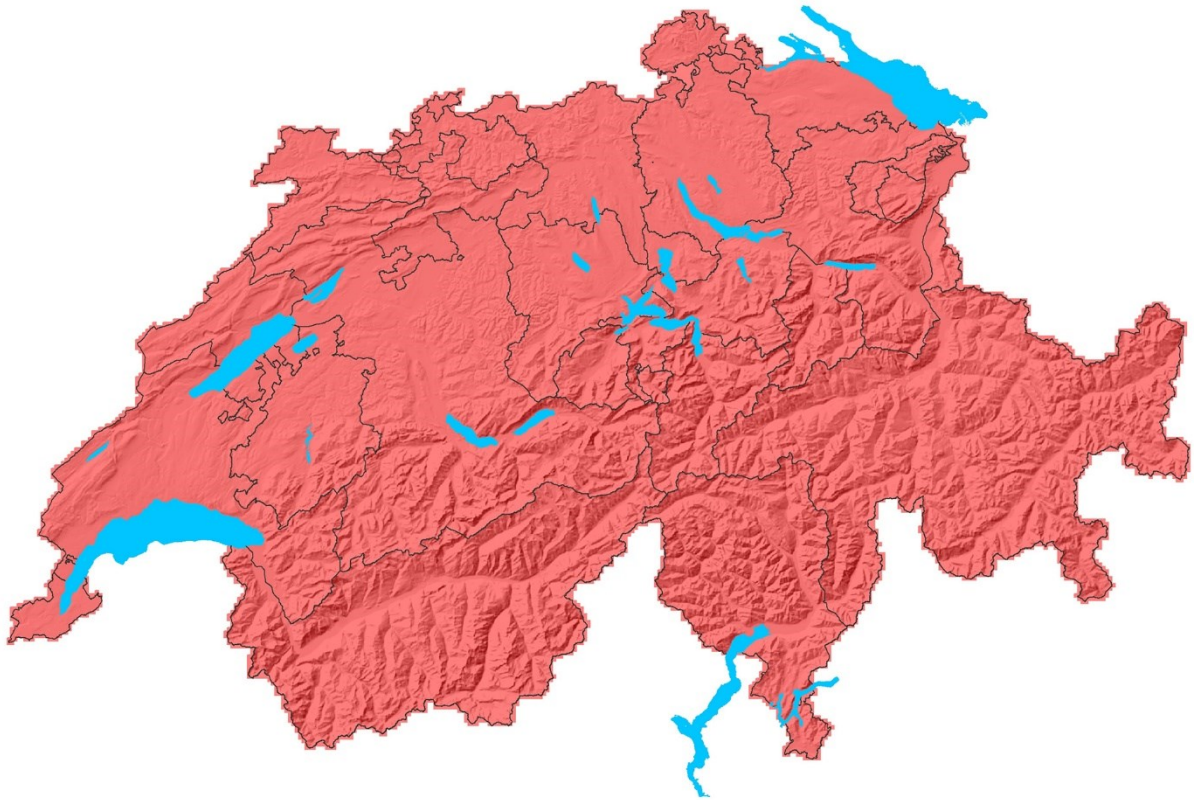


Beispiel der Aufteilung der km²-Kacheln und ihrer Nomenklatur

1.4 Perimeter

SWISSIMAGE ist über die gesamte Fläche der Schweiz und des Liechtensteins verfügbar. Es umfasst zudem einen geringen Teil der benachbarten Grenzregionen. Der Perimeter wurde folgendermassen festgelegt:

- Sämtliche km²-Kacheln, welche die Landesgrenze der Schweiz oder Liechtensteins mit einem zusätzlichen Puffer von 25 m berühren, werden wie alle übrigen Kacheln vollständig mit Bildinformation gefüllt.
- Kacheln, welche mit 3 Seiten an den oben genannten Perimeter angrenzen, werden ebenfalls berücksichtigt und vergrössern somit die produzierte Fläche. Dabei handelt es sich um einen iterativen Prozess, wodurch neu hinzugefügte Kacheln weitere zusätzliche Kacheln bedingen können.
- Allfällige Löcher innerhalb des Perimeters werden gefüllt.



Perimeter SWISSIMAGE

Der aktuelle Stand kann über den Layer "Einteilung SWISSIMAGE 10 cm Raster" auf [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/83a0712ebb) abgerufen werden: <https://s.geo.admin.ch/83a0712ebb>

1.5 Bodenauflösung

Die Luftbilder für SWISSIMAGE werden über dem Flachland, dem Jura, dem Reusstal, in der Region Altdorf, in der Region Locarno-Bellinzona bis zum Sottoceneri und in den beiden Alpenhaupttälern (Rhonetal bis Brig, Rheintal bis Chur) mit einer Bodenauflösung von 10 cm erfasst. Die Alpen werden aufgrund ihrer komplexen Topografie mit den grossen Höhenunterschieden mit einer Bodenauflösung von 25 cm aufgenommen.

Bei der Bilderfassung weicht die Bodenauflösung einige Zentimeter von der vorgesehenen Auflösung von 10 oder 25 cm ab. Dies liegt daran, dass der Abstand zwischen der Kamera und dem Boden aufgrund der Topografie nicht überall identisch ist. Die erzielte Auflösung ist meist unter dem geplanten Wert (besser). Für kleine Gebiete kann die Auflösung jedoch auch über der geplanten Wert liegen (schlechter). Ziel ist es, eine Auflösung zu erzielen, die nicht über dem geplanten Wert liegt. Der Einfachheit halber wird von einer originalen Bodenauflösung von 10 respektive 25 cm gesprochen.

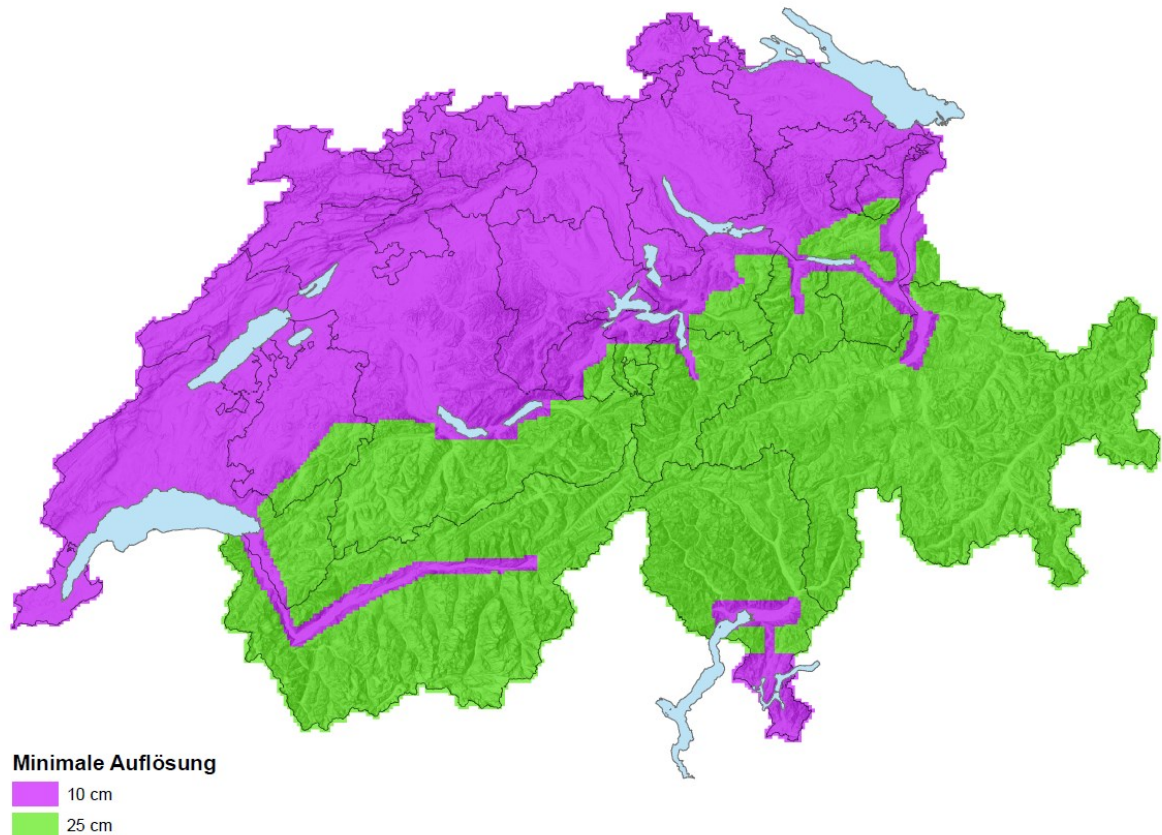
Während der Produktion werden die Luftbilder mit der ursprünglichen Bodenauflösung von 25 cm auf 10 cm heruntergerechnet (resampling). Dadurch wird ein homogenes Produkt mit einer je nach Region ursprünglichen oder heruntergerechneten Bodenauflösung von 10 cm erzielt. Jede Kachel weist eine vordefinierte Bodenauflösung auf. In den Übergangsbereichen zwischen den Fluglinien mit 10 cm und 25 cm beinhalten die Kacheln sowohl Originaldaten in 10 und 25 cm. In solchen Fällen wird eine Kachel nur dann mit einer Bodenauflösung von 10 cm definiert, wenn mehr als 2/3 der Pixel eine ursprüngliche Auflösung von 10 cm aufweisen.

Aus den Luftbildern 10 cm wird anschliessend das 200 cm-Produkt wiederum mittels Resamplingmethoden abgeleitet.

Weitere Auflösungen sind auf Anfrage erhältlich.

SWISSIMAGE kann in den Varianten **10 cm** und **200 cm** direkt auf unserer Internetseite ([SWISSIMAGE 10 cm](#)) heruntergeladen werden.

Die verfügbaren Daten sind leicht komprimiert (JPEG 90) und als Cloud Optimized Geotiff gespeichert. Unkomprimierte Bilder sind auf Anfrage ebenfalls erhältlich.



Darstellung der Gebiete, die mit einer Bodenauflösung von 10 cm (violett) oder 25 cm (grün) aufgenommen werden. (Änderungen vorbehalten)

1.6 Lagegenauigkeit

Die Lagegenauigkeit wird massgebend durch das verwendete digitale Geländemodell und der originalen Bildauflösung bestimmt. In den Metadaten liegen diese beiden Informationen für jede einzelne Kachel vor (siehe [Kapitel 1.12 Metadaten](#)).

Die Lagegenauigkeit wird als Standardgenauigkeit des Fehlers angegeben (1 sigma).

Für die Originalauflösung von 10 cm:

- +/- 0.1 m mit swissALTI^{3D} in 50 cm
- +/- 0.15 m mit swissALTI^{3D} in 2 m

Für die Originalauflösung von 25 cm:

- +/- 0.25 m swissALTI^{3D} in 50 cm und swissALTI^{3D} in 2 m

Für die Gebiete ausserhalb der Schweiz und in Liechtenstein werden weniger präzise digitale Geländemodelle verwendet. Für diese Bereiche wird keine spezifische Lagegenauigkeit garantiert.

1.7 Bildsturz

Objekte auf dem Boden werden in einem digitalen Geländemodell nicht abgebildet. Dabei handelt es sich beispielsweise um Gebäude oder Vegetation, welche entsprechend in einem Orthofoto nicht lagegerecht dargestellt werden. Falls sich solche Objekte nicht im Zentrum der Bildaufnahme befinden, werden sie in Abhängigkeit des Aufnahmewinkels «verkippt» und auf das Gelände «abgelegt». Dieser Effekt – genannt Bildsturz – kann begrenzt werden, indem bei der Erarbeitung des Orthofotomosaiks SWISSIMAGE möglichst nur Ausschnitte nahe der Bildzentren verwendet werden.



Beispiel von Gebäuden, welche gegen Norden verkippt sind

1.8 Sonnenstand

Der Sonnenstand bestimmt die Schatten auf den Luftbildern: Je kleiner der Winkel, desto grösser sind die Schatten. Der minimale Sonnenstand für die Erfassung der Luftbilddaten für SWISSIMAGE beträgt 35°.

1.9 Datenformat Original / als Download

SWISSIMAGE ist in seinem Originalformat verfügbar. Es besteht aus einer TIF-Datei und einer Textdatei (TFW) für die Georeferenzierung. Das Format TIF weist die folgenden Eigenschaften auf:

- 3 Kanäle (RGB) zu je 8 bits, total 24 bits
- Typ:TIF Tiled (256 x 256 pixels)
- Keine Komprimierung
- Pixel ohne Daten (z.B. bei speziell zugeschnittenen Perimetern) haben den Wert 0, 0, 0 (100% schwarz)

Beispiel einer TFW-Datei:

0.100000	(Ausdehnung eines Bodenpixels in y-Richtung)
0.000000	(Rotation um die x-Achse)
0.000000	(Rotation um die y-Achse)
-0.100000	(Ausdehnung eines Bodenpixels in x-Richtung)
2620000.050000	(X-Koordinate des Zentrums im ersten Pixel oben links)
1151999.950000	(Y-Koordinate des Zentrums im ersten Pixel oben links)

Um den Datentransfer beim Download zu vereinfachen, werden hier die Daten komprimiert und das Format Cloud Optimized GeoTiff (COG) verwendet.

Bei einer Auflösung von 0,1 m weisen die Bilder folgende Eigenschaften auf:

- 3 Kanäle (RGB) zu je 8 bits, total 24 bits.
- Typ des GTiff-Formats: TIF Tiled (256 x 256 Pixel).
- Komprimierung: JPEG
- Resampling: -
- Pyramidenebene: 4
- Pixel ohne Daten (z.B. bei speziell zugeschnittenen Perimetern) haben den Wert 0, 0, 0 (100% schwarz)

Bei einer Auflösung von 2 m weisen die Bilder folgende Eigenschaften auf:

- 3 Kanäle (RGB) zu je 8 bits, total 24 bits.
- Typ des GTiff-Formats: TIF Tiled (256 x 256 Pixel).
- Komprimierung: JPEG
- Resampling: Cubic
- Pyramidenebene: 1
- Pixel ohne Daten (z.B. bei speziell zugeschnittenen Perimetern) haben den Wert 0, 0, 0 (100% schwarz)

1.10 Datenvolumen Original / Download

Das Datenvolumen hängt von der Grösse des Bodenpixels ab:

Originalformat:

- 10 cm: 300 MB/km²
- 200 cm: 0.7 MB/km²

Downloadformat:

- 10 cm : 60 MB/km²
- 200cm : 0.2 MB/km²

1.11 Koordinatensystem

SWISSIMAGE wird standardmässig im Koordinatensystem CH1903 + / LV95 (EPSG 2056) angeboten. Auf Anfrage können die Daten auch in anderen Koordinatensystemen abgegeben werden. Transformierte Daten können Artefakte enthalten, die bei der Transformation aus LV95 entstehen.

1.12 Aktualität und Nachführung

Die Aktualität ist im Layer « Einteilung SWISSIMAGE 10 cm Raster » auf [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/83a0712ebb) ersichtlich: <https://s.geo.admin.ch/83a0712ebb>

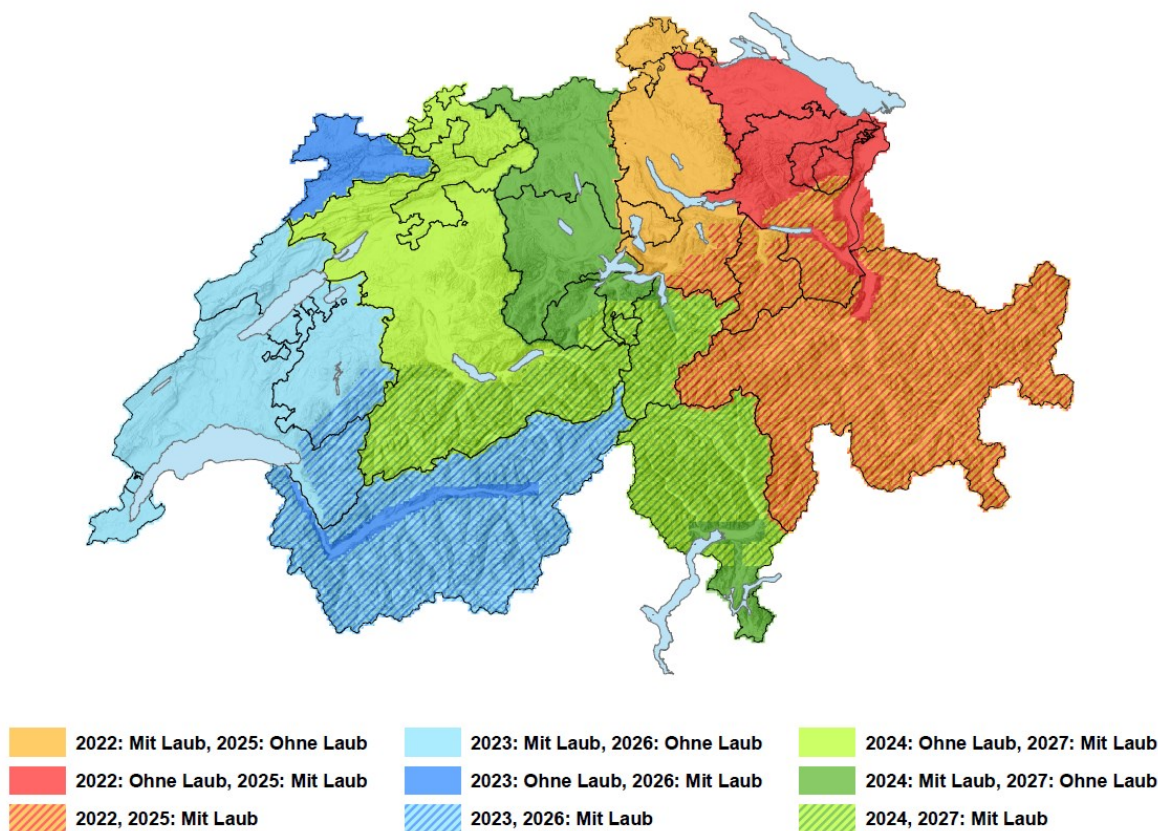
Die Zeitspanne zwischen der Luftbilderfassung und deren Publikation im Produkt SWISSIMAGE beträgt rund 6 Monate.

SWISSIMAGE wird in einem 3-Jahreszyklus nachgeführt. Dabei wird jedes Jahr rund ein Drittel der Schweiz gemäss der folgenden Einteilung entlang von Kantons Grenzen erfasst:

- Die Region West mit 6 Kantonen: GE, VD, NE, FR, JU, VS
- Die Region Mitte mit 10 Kantonen: BE, BL, BS, SO, AG, LU, OW, NW, UR, TI
- Die Region Ost mit 10 Kantonen: SH, ZH, TG, SG, AI, AR, SZ, GL, ZG, GR und dem Fürstentum Liechtenstein

Dank dieser Einteilung sind Gemeinden und Kantone immer über ihre gesamte Ausdehnung mit Bild-daten desselben Flugjahres abgedeckt.

Für jedes dieser 3 Gebiete werden die Flächen, welche mit einer Bodenauflösung von 10 cm erfasst werden, in 2 Teile aufgeteilt. Ein Teil wird ohne Belaubung erfasst (Flüge finden anfangs Frühling statt), der andere mit Belaubung befliegen (Flüge finden im Sommer statt). Für die nächste Befliegung 3 Jahre später werden die beiden Teile mit und ohne Laub vertauscht erfasst. Um das Vorhandensein von Schnee in den Luftbilddaten möglichst zu vermeiden, werden alle Gebiete mit einer Bodenauflösung von 25 cm jeweils während der Sommersaison und damit mit Belaubung befliegen.



Flugplanung von SWISSIMAGE mit und ohne Belaubung von 2022 bis 2027

1.13 Anwendungen

Die Anwendungen von Orthofotos sind so vielfältig wie der Inhalt der ihnen zugrundeliegenden Luftbilder.

So ist SWISSIMAGE die ideale Basis für Ihre Aufträge in den Bereichen Raumplanung, Planung und Bau, Netz- und Infrastrukturmanagement, Naturgefahren, Umweltschutz, Forst- und Landwirtschaft, Geologie oder einfach als detaillierte Hintergrundkarte.

2 Datenbezug

2.1 Auskunft und Bestellung

SWISSIMAGE Level 3 kann kostenlos heruntergeladen werden (<https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/ortho/swissimage10.html#download>). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um SWISSIMAGE zu beziehen. Diese sind in der nachfolgenden Internetseite beschrieben: [Allgemeine Informationen zum Bezug der Geodaten \(admin.ch\)](#)

Für weitere Informationen steht Ihnen das Team der Geodatenabgabe (geodata@swisstopo.ch) gerne zur Verfügung.

2.2 Preis

Seit dem 1. März 2021 sind die digitalen Standardprodukte von swisstopo, im Rahmen der «Open Government Data Strategie (OGD)», kostenlos online verfügbar. Für Datenbezüge, die über unsere Standardprodukte hinausgehen, können bei geodat@swisstopo.ch Offerten für eine Dienstleistung angefordert werden.

2.3 Nutzungsbedingungen

Informationen zu den Nutzungsbedingungen von swisstopo-Daten gemäss OGD erhalten Sie über die folgenden Links: Kostenlose Geobasisdaten (OGD):

<https://www.swisstopo.admin.ch/de/kostenlose-geobasisdaten-ogd>

Rechtliche Grundlagen:

<https://www.swisstopo.admin.ch/de/rechtliche-grundlagen>

2.4 Lieferung

Wenn swisstopo im Rahmen einer Dienstleistung Daten aufbereitet, erfolgt die Zustellung des Produkts – je nach Datenmenge – entweder mittels Downloadlink auf einen FTP-Server oder auf einem Datenträger (HD oder USB-Stick) per Post.

3 Produktion

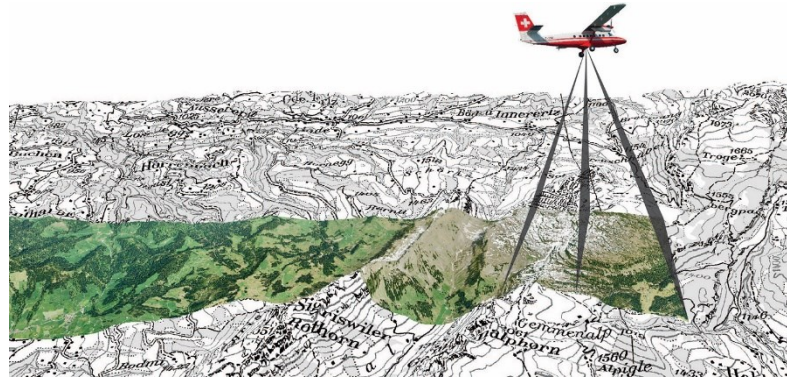
3.1 Bilderfassung

Die Bilderfassung durch swisstopo erfolgt mit der Kamera ADS100 von Leica Geosystems. Dieser Zeilensensor basiert auf der so genannten „Pushbroom Scanning“-Technologie. Dabei erfasst eine Pixelzeile die Landschaft streifenweise und produziert einen langen Bildstreifen (bis zu 100 km).

Die georeferenzierten Luftbildstreifen (ADS100 L1) stehen als Produkt «Bildstreifen» ebenfalls zur Verfügung. Sie werden für fotogrammetrische Auswertungen eingesetzt. Weitere Informationen stehen im Onlineshop von swisstopo zur Verfügung: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/aerial/strips.html>

Für die Bilderfassung überfliegt das Flugzeug das Gelände in West-Ost-Richtung oder folgt den Talachsen. Die Befliegung erfolgt aus einer Höhe von ca. 2'400 m über Grund, um eine Bodenauflösung von 10 cm zu erhalten und aus einer Höhe von ca. 6'000 m über Grund um eine Bodenauflösung von 25 cm zu erreichen.

Jeder Bildstreifen wird mit 3 Aufnahmewinkeln erfasst: im Nadir (senkrecht nach unten), gegen vorne und gegen hinten. Die unterschiedlichen Aufnahmewinkel ermöglichen es, die erfasste Szene als dreidimensionales Modell wiederzugeben, sowie die Messung von Position und Höhe der dargestellten Objekte. Für die Produktion von SWISSIMAGE werden nur die Bildinformationen im Nadir verwendet.



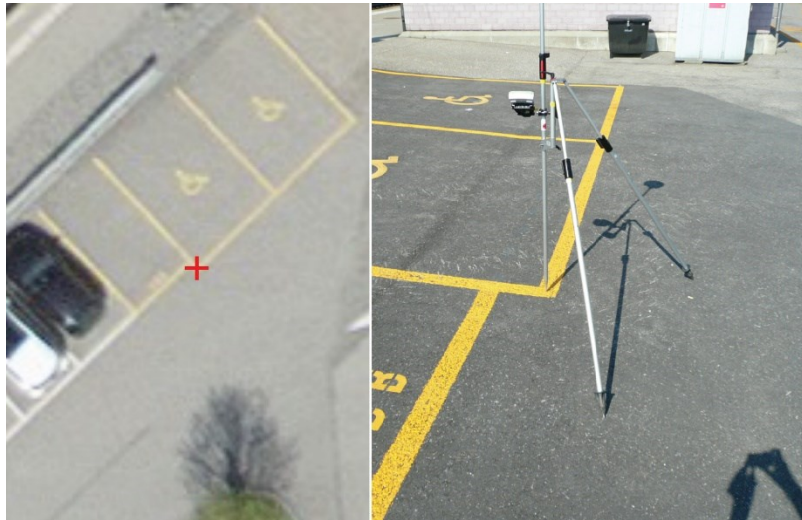
Luftbilderfassung mit der Kamera ADS

Die Kamera registriert 4 Spektralkanäle: Nahes Infrarot, Rot, Grün, Blau. Nur die drei letztgenannten werden für SWISSIMAGE verwendet.

Die einzelnen Orthofotos (pro Bildstreifen) werden als Produkt SWISSIMAGE RS ebenfalls angeboten. Diese Bilddaten enthalten alle 4 Spektralkanäle und eine Farbtiefe von 16-Bit. Sie sind eine optimale Grundlage für verschiedenste Fachanwendungen, insbesondere im Fernerkundungsbereich. SWISSIMAGE RS steht im Vergleich zum Orthofotomosaik deutlich früher zur Verfügung (SWISSIMAGE RS: 3-6 Monate nach der Bilderfassung, SWISSIMAGE: 6 Monate nach der Bilderfassung). Weitere Informationen stehen im Onlineshop von swisstopo zur Verfügung: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/ortho/swissimage-rs.html>

3.2 Georeferenzierung - Aerotriangulation

Die Bildstreifen werden mit den modernsten Mitteln der digitalen Fotogrammetrie georeferenziert. Die Bildstreifen werden durch Tausende von Verknüpfungspunkten automatisch miteinander verbunden und durch Passpunkte auf das Terrain ausgerichtet. Dazu werden auf den Bildern sichtbare Passpunkte vor Ort mit dem von swisstopo betriebenen GNSS-Messsystem swipos eingemessen. Die Position des Bildblocks ist nun im Referenzsystem **LV95** bekannt.



Messung eines Passpunktes auf dem Luftbild (links) und im Gelände (rechts)

3.3 Orthorektifizierung

Nach der Fertigstellung der Aerotriangulation werden die Bildstreifen auf das digitale Geländemodell projiziert. Es wird immer das beste verfügbare Modell eingesetzt: Innerhalb der Landesgrenze und in Liechtenstein swissALTI^{3D} mit einer Bodenauflösung von 50 cm (wenn bereits vorliegend) oder von 2 m; ausserhalb swissALTI^{3D}Regio mit einer Bodenauflösung von 10 m oder DHM25 mit einer Bodenauflösung von 25 m. Die Wahl des Geländemodells beeinflusst die Lagegenauigkeit massgeblich (siehe [Kapitel 1.6 Lagegenauigkeit](#)).

Mit dieser Projektion - genannt Orthorektifizierung - werden die Bildstreifen rektifiziert. Somit werden Verzerrungen, welche durch die Topografie und der Neigung der Kamera im Luftbild verursacht wurden, eliminiert. Das Resultat sind Bildstreifen mit einem einheitlichen Massstab über die gesamte Ausdehnung, genannt Orthofotos. Diese können deckungsgleich mit weiteren geografischen Daten wie z. B. Vektoren überlagert werden und bilden so den Hintergrund für übersichtliche und einfach zu interpretierende Karten.

3.4 Mosaikierung und radiometrische Bearbeitung

Die Orthofotos aus den einzelnen Luftbildstreifen werden zu einem möglichst homogenen Mosaik zusammengefügt. Die Überlappung zwischen den Luftbildstreifen ermöglicht es, optimale Schnittlinien zwischen den Bildern zu wählen.

Die automatische Farbkorrektur erfolgt in zwei Schritten:

Zuerst wird die Radiometrie jeder einzelnen Bilddatei unabhängig optimiert um ein möglichst realistisches Resultat zu erzielen. Da im Rohbild nur ein kleiner Teil des Spektrums in 16-bit verwendet wird, werden der Kontrast und die Belichtung durch eine Histogrammstreckung verbessert. Über- und Unterbelichtungen werden korrigiert, die Farbbalance angepasst und ein Schärfefilter korrigiert jeden einzelnen Farbkanal. Für die Aufnahme in den Alpen mit einer Bodenauflösung von 25 cm werden Farbkorrektur und Schärfesoptimierung entsprechend der Topografie angepasst, da sich der Abstand zwischen Kamera und Boden mit dem Relief verändert und so die auf den Bildern aufgezeichneten Informationen beeinflusst. Zuletzt wird die Farbtiefe jeder einzelnen Bilddatei von 16 auf 8 bit reduziert.

Der zweite Schritt der radiometrischen Korrektur geschieht während der Mosaikierung. Die verwendete Software gleicht die unterschiedliche Radiometrie in den Überlappungsbereichen zwischen benachbarten Bildern aus, wodurch ein radiometrisch homogenes Mosaik erzielt wird. Dank eines fließenden Übergangs über mehrere Pixel bleibt der Übergang von einer Aufnahme zur anderen unauffällig.

Trotzdem weist das Mosaik SWISSIMAGE in Bereichen wo Aufnahmen unterschiedlicher Jahreszeiten oder Flugjahr zusammentreffen immer auch Inhomogenitäten auf.



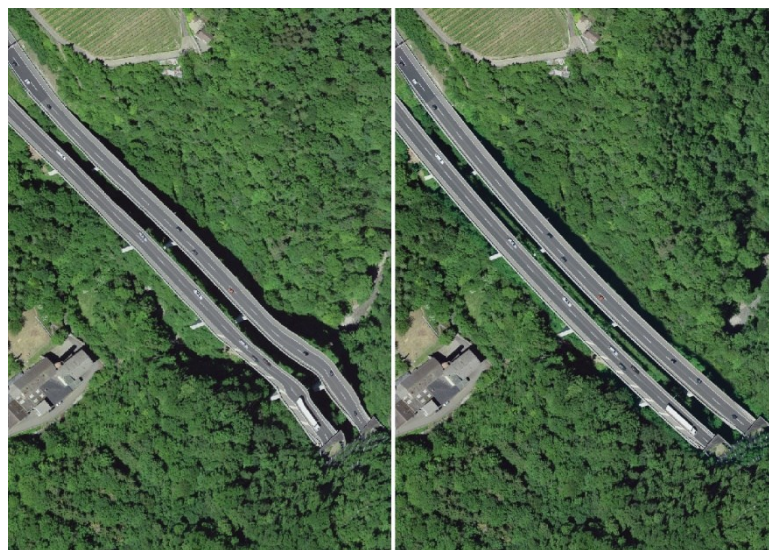
Beispiel eines inhomogenen Übergangs zwischen unterschiedlichen Flugjahren: März 2017 (links) und April 2018 (rechts)

3.5 Manuelle Korrekturen

Um ein qualitativ hochstehendes Produkt anbieten zu können, werden in SWISSIMAGE unterschiedliche Objekte und Artefakte mehrheitlich manuell korrigiert. Nachfolgend findet sich ein Überblick über die wichtigsten Korrekturen.

3.5.1 Brücken

Nach der Orthorektifizierung der Luftbildstreifen erscheinen gewisse Brücken deformiert, da sie auf das Gelände projiziert worden sind. Um diesen Effekt zu korrigieren, wird lokal ein Höhenmodell verwendet, welches die Brücken korrekt modelliert. Damit werden die Brücken korrekt und mit der erforderlichen Lagegenauigkeit orthorektifiziert und anschliessend in das Mosaik eingefügt.



Beispiel einer Brücke vor (links) und nach der Korrektur (rechts)

3.5.2 Grosse Seen

Nach den Bildern aus der Erfassung 2018 können die Bildinformationen der 20 grössten Seen aus Satellitenbildern der Konstellation RapidEye (© Planet) stammen. Diese Aufnahmen wurden im Zeitraum 2016-2018 erfasst und weisen eine Bodenauflösung von 5 m auf, welche auf 10 cm umgerechnet werden (resampling), um in SWISSIMAGE integriert werden zu können. Diese Satellitenbilder werden nicht nachgeführt.

Dank der Verwendung dieser Satellitenbilder müssen keine Luftbilddaten der Seen mehr mosaikiert werden. Starke und oftmals sehr unterschiedliche Reflexionen in den Luftbildern bringen oftmals kein zufriedenstellendes Ergebnis der Seen hervor. Zudem beinhalten die Seen meistens keine allzu wichtigen Informationen, so dass Satellitenbilder mit einer deutlich gröberen Auflösung auch trotz ihrer geringeren Aktualität ausreichen und gar eine realistischere Darstellung bieten.

Sämtliche Inseln, Konstruktionen auf dem See, Ufer sowie die Bereiche, in denen der Seegrund sichtbar ist, werden auf übliche Weise mit Luftbildern erfasst und ins Mosaik integriert und nicht durch Satellitenbilder ersetzt.

3.5.3 Verzernte Pixel (komplexe Topografie)

In Gebieten mit komplexer Topografie (steile Felswände, Stützmauern etc.) können in Orthofotos Bereiche mit verzernten (gestreckten) Pixel auftreten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Senkrechtaufnahmen aus der Luft für diese Bereiche zum Teil keine Bildinformation enthalten. Bei der Orthorektifikation werden entsprechend Pixel gestreckt, um diese Lücke zu füllen.

Unter gewissen Umständen werden manuelle Korrekturen vorgenommen, um das ästhetische Erscheinungsbild von Bereichen zu verbessern, in denen gestreckte Pixel auftreten können. Diese manuellen Korrekturen sind touristischen Regionen und wichtigen Gipfeln in kleinen Gebieten vorbehalten. An anderen Stellen bleiben die gestreckten Pixel unverändert. Die manuelle Auswahl von Bildern zum Erstellen des Mosaiks kann diese Fehler reduzieren oder korrigieren. Jedes Bild weist für eine bestimmte Stelle einen anderen Erfassungswinkel auf und enthält in steilem Gelände entsprechend mehr oder weniger Informationen. Durch eine geschickte Auswahl kann ein Maximum an originaler Bildinformation genutzt werden. Wenn damit keine positiven Effekte erzielt werden können, wird ein digitales Geländemodell mit einer gröberen Auflösung zur Orthorektifizierung verwendet, um diese Effekte zu reduzieren. Diese Methode wird jedoch nur sehr selten angewendet, da sie die Lagegenauigkeit der Orthofotos verschlechtert und aufgrund der manuellen Arbeit aufwändig ist.

3.6 Qualitätskontrolle

Um die hohe Qualität des Produktes SWISSIMAGE zu gewährleisten, werden bei der Herstellung des Orthofotomosaiks mehrere Qualitätskontrollen durchgeführt.

Die erste Kontrolle erfolgt direkt nach der Bilderfassung. Dabei werden deren Vollständigkeit, die erzielte Bodenauflösung sowie das Auftreten von Wolken und Schnee auf den Bildern überprüft. Wenn gewisse Kriterien nicht erfüllt sind, werden die entsprechenden Gebiete ein zweites Mal mit Luftbildern erfasst.

In einem nächsten Schritt werden bei der Georeferenzierung der Luftbilder Kontrollpunkte verwendet, um das Erreichen der Genauigkeitsanforderungen zu überprüfen und sicherzustellen.

Anschliessend wird nach der Orthorektifizierung die geometrische Qualität der Orthofotos mithilfe einer Überlagerung von Vektorreferenzdaten aus der amtlichen Vermessung kontrolliert. Wenn die Orthofotos nicht mit den Vektorkontrolldaten übereinstimmen, wird die Aerotriangulation nochmals überprüft und die Orthofotos werden erneut berechnet.

Geometrieprobleme können auch durch das für die Orthokorrektur verwendete digitale Geländemodell verursacht werden. In diesem Fall werden die Fehler im Geländemodell korrigiert und die Orthofotos neu berechnet.

Schließlich wird die radiometrische Qualität des Mosaiks kontrolliert. Dies umfasst die Überprüfung der Schnittlinien zwischen benachbarten Bildstreifen, das Vornehmen manueller Korrekturen sowie die Überprüfung auf Artefakte und des allgemeinen Erscheinungsbildes des Mosaiks.

4 Entwicklung von SWISSIMAGE

4.1 Geschichte und Produkte

Das Produkt **SWISSIMAGE** existiert seit 1998 in 3 Generationen: SWISSIMAGE Level 1, 2 und 3.

Das Produkt **SWISSIMAGE HIST** beinhaltet mehrere komplette Abdeckungen der Schweiz mit Orthofotos in Schwarz-Weiss vor 1999.

SWISSIMAGE HIST 1946 ist als weiteres flächendeckendes Orthofotomosaik mit Aufnahmen von 1946 verfügbar.

Alle historischen Orthofotomosaik (SWISSIMAGE Level 1 und Level 2, SWISSIMAGE HIST und SWISSIMAGE HIST 1946) können über geodata@swisstopo.ch bestellt werden.

Zeitreise - Luftbilder (Veröffentlichung historischer Orthofotos)

SWISSIMAGE und **SWISSIMAGE HIST** lassen sich mit der «Zeitreise – Luftbilder» interaktiv und in chronologischer Reihenfolge betrachten. Weitere Informationen zur Zeitreise Luftbilder sind verfügbar unter: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/karten-daten-online/karten-geodaten-online/zeitreise-luftbilder.html>

SWISSIMAGE HIST 1946 ist nicht Bestandteil der «Zeitreise – Luftbilder», können in map.geo.admin.ch jedoch ebenfalls betrachtet werden (Layer «SWISSIMAGE HIST 1946 »): <https://s.geo.admin.ch/83b146c45a>.

4.2 SWISSIMAGE HIST 1946

Das Orthofotomosaik SWISSIMAGE HIST 1946 (auch «Amerikanerbefliegung» genannt) ist eine Zusammensetzung von historischen Schwarz-Weiss-Luftbildern aus dem Jahre 1946. Es deckt die ganze Schweiz mit Ausnahme kleiner Gebiete ohne Bildinhalt entlang der Landesgrenze ab. Das Produkt weist zudem lokal kleine Löcher ohne Daten auf, insbesondere im Hochgebirge. In beiden Fällen ist der fehlende Inhalt auf eine unzureichende Abdeckung während der damaligen Befliegung zurückzuführen.

Die Bodenauflösung beträgt 1 m.

Die Produktion von SWISSIMAGE HIST 1946 ist hochautomatisiert und weist aufgrund der Datengrundlage keine so hohe Qualität wie die neueren Produkte auf. Die mittlere Lagegenauigkeit beträgt 5 - 10 m. Bei der manuellen Nachbearbeitung wurden Wolken bestmöglich entfernt und, wo möglich, Datenlücken mit Bildinformation gefüllt. Weitere Qualitätsmängel, wie beispielsweise Staub, Kratzer oder Beschriftungen in den Bilddaten wurden nicht korrigiert.

Die Luftbilder werden mit dem aktuell vorliegenden Höhenmodell swissALTI^{3D} zu Orthofotos prozessiert. In Regionen, in denen sich die Topografie stark verändert hat (z. B. im Bereich von Gletschern), sind deshalb signifikante Ungenauigkeiten in der Lage möglich.

Die Orthofotos werden im Koordinatensystem LV03 produziert und angeboten.

Das Mosaik liegt in Kacheln mit einer Grösse von 4.375 km x 3 km vor. Sie entsprechen 1/16 eines Blattes der Landeskarte im Massstab 1: 25'000.

Weitere Informationen sind im Onlineshop von swisstopo verfügbar: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/ortho/swissimage-hist-1946.html>

4.3 Vor 1999: SWISSIMAGE HIST

SWISSIMAGE HIST beinhaltet Abdeckungen der Schweiz mit Luftbildern in Schwarz-Weiss, welche von 1979 bis 1998 erfasst wurden. Entlang der Landesgrenze und lokal in den Alpen sind kleine Datenlücken möglich. In beiden Fällen ist der fehlende Inhalt auf eine unzureichende Abdeckung während der damaligen Befliegung zurückzuführen.

Die Bodenauflösung beträgt 50 cm.

Bei der manuellen Nachbearbeitung wurden Wolken und Reflexionen bestmöglich entfernt und, wo möglich, Datenlücken mit Bildinformation gefüllt. Weitere Qualitätsmängel wie beispielsweise Staub, Kratzer oder Beschriftungen in den Bilddaten wurden nicht korrigiert. Die Übergänge zwischen Bildern unterschiedlicher Flugjahre werden nicht korrigiert. Das resultierende Mosaik ist entsprechend weniger homogen als die neueren Produkte.

Die mittlere Lagegenauigkeit beträgt 1 m.

Die Luftbilder werden mit dem aktuell vorliegenden Höhenmodell swissALTI^{3D} zu Orthofotos prozessiert. In Regionen, in denen sich die Topografie stark verändert hat (z. B. Gletscher), sind deshalb signifikante Ungenauigkeiten in der Lage möglich.

Das Mosaik liegt in Kacheln mit einer Grösse von 4.375 km x 3 km vor. Sie entsprechen 1/16 eines Blattes der Landeskarte im Massstab 1: 25'000.

Swisstopo stellt aus Luftbildern der Bildsammlung weitere historische Orthofotomosaiken her, welche das Produkt **SWISSIMAGE HIST** mit weiteren Flugjahren ergänzen.

Weitere Informationen sind im Onlineshop von swisstopo verfügbar: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/ortho/swissimage-hist.html>

4.4 1998 – 2005 SWISSIMAGE Level 1 (50 cm)

Zwischen 1998 und 2005 erfasste swisstopo seine Luftbilder mit einer analogen Kamera. Das resultierende Orthofotomosaik SWISSIMAGE Level 1 ist das erste farbige Orthofoto über die gesamte Schweiz.

Die Bodenauflösung liegt über die gesamte Fläche einheitlich bei 50 cm.

Für die Orthorektifizierung wurden die beiden digitalen Geländemodelle DHM25 und DTM-AV verwendet. Der erste erzeugte bei den Orthofotos eine Lagegenauigkeit zwischen 1 und 2 m, das zweite eine Lagegenauigkeit von 0,5 m.

Die Orthofotos wurden im Koordinatensystem LV03 produziert und stehen ausschliesslich in diesem Koordinatensystem zur Verfügung.

Das Mosaik ist in Kacheln von 4.375 km x 3 km aufgeteilt. Sie entsprechen 1/16 eines Landeskartenblattes im Massstab 1:25'000. Die Kachelung ist auf [map.geo.admin.ch](https://s.geo.admin.ch/83b157d559) über den Layer « Einteilung SWISSIMAGE Zeitreise » ersichtlich: <https://s.geo.admin.ch/83b157d559>

4.5 2005 – 2016 SWISSIMAGE Level 2 (25 cm)

Zwischen 2005 und 2016 erfasste swisstopo seine Luftbilder mit den Digitalkameras ADS40 und später ADS80 von Leica. Das resultierende Orthofotomosaik SWISSIMAGE Level 2 bedeckt die Schweiz mit einer Bodenauflösung von 25 cm im Flachland, dem Jura und den meisten Alpentälern sowie 50 cm in den Alpen. Insgesamt deckt SWISSIMAGE Level 2 das Schweizer Territorium dreimal ab: zwischen 2005 und 2010, zwischen 2011 und 2013 und zwischen 2014 und 2016.

Für die Orthorektifizierung wurden drei digitale Geländemodelle eingesetzt: DHM25, DTM-AV und swissALTI^{3D}. Der erste erzeugt bei den Orthofotos eine Lagegenauigkeit zwischen 1 und 2 m. Die beiden anderen erlauben eine Lagegenauigkeit von 0,25 m bei einer Bodenauflösung von 25 cm und 0,5 m für die Bodenauflösung von 50 cm.

Die Orthofotos wurden von 2005 bis 2007 im Koordinatensystem LV03 und ab 2008 im Koordinatensystem LV95 produziert. Die Orthofotos stehen für sämtliche Jahrgänge in beiden Koordinatensystemen zur Verfügung.

Das Mosaik ist in Kacheln von 4.375 km x 3 km aufgeteilt. Sie entsprechen 1/16 eines Landeskartenblattes im Massstab 1:25'000. Die Kachelung ist auf map.geo.admin.ch über den Layer « Einteilung SWISSIMAGE Zeitreise » ersichtlich: <https://s.geo.admin.ch/83b15e2f05>

4.6 Ab 2017 SWISSIMAGE Level 3 (10 cm)

Die Spezifikationen des aktuellsten Orthofotomosaiks SWISSIMAGE Level 3 finden sich in diesem Dokument.

Die erste vollständige Abdeckung der gesamten Schweiz bestehend aus Luftbildern der Jahre 2017-2019 wird 2020 veröffentlicht.

Ab den 2019 aufgenommenen Bildern wird ein neues, genaueres digitales Geländemodell für die Orthorektifizierung verwendet. Dies führt zu einer Verbesserung der Lagegenauigkeit bei einer Bodenauflösung von 10 cm von 0,15 m auf 0,1 m. Dieses Geländemodell (swissALTI^{3D} 50 cm) befindet sich in der Entwicklung und wird ab 2024 die ganze Schweiz abdecken.