



swissALTI^{3D}

Ausgabebericht 2020

Allgemeines über swissALTI^{3D}

Im Rahmen des Projektes Topografisches Landschaftsmodell TLM hat das Bundesamt für Landestopografie swisstopo die Produktion der vektoriellen Geodaten in grösseren Massstäben vollständig umgestellt. Im Juni 2008 ist swisstopo von der, auf den Landeskarten 1:25'000 basierende Produktion zu der, auf Luftbildern (digitale Fotogrammetrie) basierende Produktion übergegangen. Das TLM enthält auch ein digitales Terrainmodell bestehend aus Punktwolken, Bruchkanten und Ausschlussflächen (DTM-TLM).

Bestehende Datensätze wurden in das DTM-TLM migriert und dienen seither als Datengrundlage. Ab Ausgabe 2019 ersetzen neue LiDAR-Daten sukzessive die bestehende Datengrundlage des DTM-TLM. Pro Jahr erfolgt dies für $\frac{1}{6}$ der Schweiz. Parallel dazu wird das DTM-TLM in einem Sechsjahreszyklus aktualisiert.

swissALTI^{3D} ist ein Derivat der Höhenproduktionsdatenbank des Topographischen Landschaftsmodells (DTM-TLM). Es ist als regelmässige Rastergitter mit Maschenweiten von 10 m, 5 m, 2 m und 50 cm über die ganze Schweiz verfügbar.

Das vorliegende Dokument beschreibt die Arbeiten, welche im Rahmen der 2020 publizierten Ausgabe von swissALTI^{3D} durchgeführt wurden.

Aufbau und Nachführung von swissALTI^{3D}

swissALTI^{3D} ist ein Derivat der Höhenproduktionsdatenbank DTM-TLM. DTM-TLM besteht aus folgenden Basishöhendaten:

- X Y Z Massenpunkte aus flugzeuggestütztem Laserscanning
- X Y Z Massenpunkte gewonnen aus Luftbildern und 3D Stereomessungen
- Bruchkanten aus bildbasierten 3D Stereomessungen

Diese Elemente bilden in der Datenbank ein TIN (Triangulated Irregular Network), aus dem per linearer Interpolation die verschiedenen Bodenauflösungen von swissALTI^{3D} abgeleitet werden (siehe Abbildung 1).

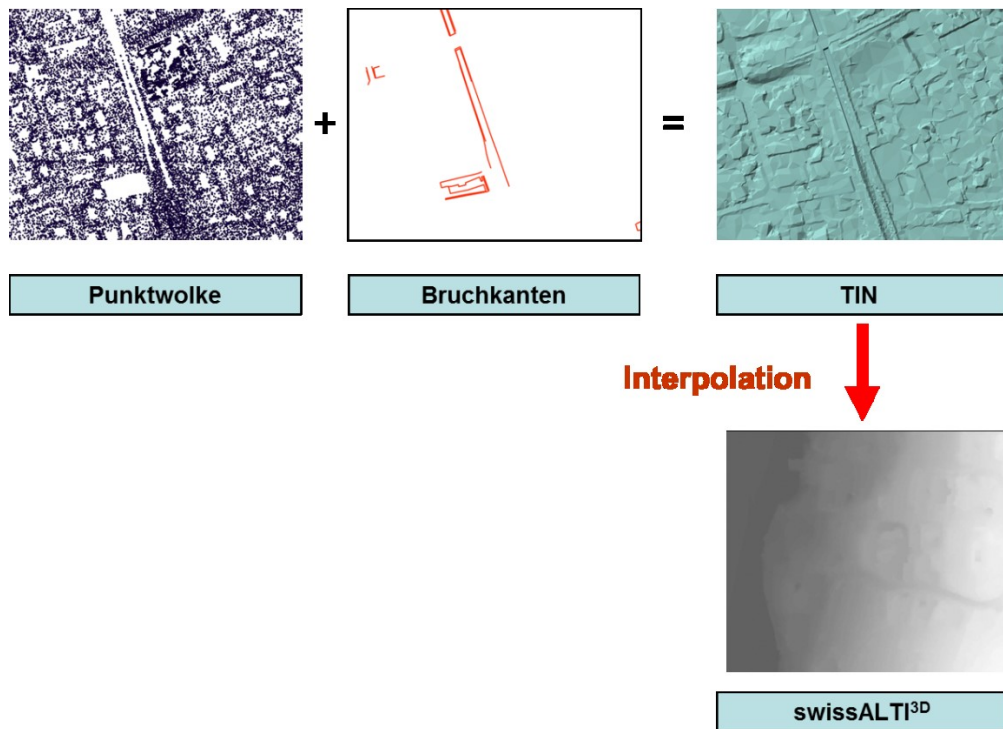


Abbildung 1: Ableitungsschema von swissALTI^{3D}

In einem ersten Schritt wurde das DTM-TLM in den Gebieten unter 2000 m ü.M. mit den Massenpunkten aus dem digitalen Terrainmodell der amtlichen Vermessung (DTM-AV) ergänzt. Das DTM-AV ist ein digitales Höhenmodell, welches zwischen 2000 und 2008 mit einem flugzeuggestützten Laserscanning (LiDAR) erhoben wurde.

In Gebieten über 2000 m ü.M. hat swisstopo neue Höhendaten mit einer Punktdichte von 2 Pkt/m² integriert, welche mittels stereoskopischer Autokorrelation aus den Luftbilddaten von swisstopo (Flugjahre 2008 bis 2011) abgeleitet wurden.

Ab Ausgabe 2019 von swissALTI^{3D} werden die Höhendaten unter- und oberhalb von 2000 m. ü.M. systematisch mit [neuen LiDAR-Daten](#) ersetzt. Pro Jahr wird 1/6 der Schweiz aktualisiert. Diese neue Datengeneration ermöglicht es, swissALTI^{3D} hinsichtlich Genauigkeit und Bodenauflösung zu verbessern.

Alle Punktwolken (aus LiDAR und Luftbildern) werden auf der Grundlage von aktuellen swisstopo-Luftbildern oder neuen LiDAR-Daten in einem sechsjährigen Zyklus nachgeführt. Dabei wird das DTM in Bereichen, wo eine Abweichung in der Höhe von mehr als ± 50 cm (± 30 cm bei LiDAR-Daten der neuen Generation) festgestellt wird, aktualisiert. Hierzu werden Punkte gelöscht und neue Punkte, Bruchkanten und Flächen erfasst. Parallel zur Aktualisierung des DTM werden Verbesserungen an den LiDAR-Daten vorgenommen. Beispielsweise wird die Modellierung des DTM im Bereich von Brücken verbessert oder bei Seen eine umhüllende Bruchkante (Ausschlussfläche) erfasst.

Zusätzliche Informationen zur Herstellung des Produktes swissALTI^{3D} sind in der detaillierten Produktinfo auf der Webseite von swisstopo aufgeführt.

Arbeiten und Datenstand der Ausgabe 2020

Für die Ausgabe 2020 von swissALTI^{3D} wurden zwei Teilgebiete der Schweiz nachgeführt.

Eines dieser Gebiete liegt in der Nordostschweiz. Die Basisdaten dieser Region wurden bereits in der Ausgabe von 2019 durch LIDAR-Daten aus den Jahren 2017 und 2018 ersetzt. Für die Ausgabe 2020 wurden die zeitlichen bedingten Veränderungen identifiziert und fotogrammetrisch anhand von Luftbildern aus dem Jahr 2019 aktualisiert. Die Fläche dieses Gebiets beläuft sich auf 7'655 km². Dies entspricht zirka 36 Landeskarten im Massstab 1:25'000 und deckt die Kantone Schaffhausen, Zürich, Thurgau, Zug, Schwyz, Glarus, St. Gallen, Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerrhoden sowie das Fürstentum Liechtenstein ab.

Eine weitere fotogrammetrische Nachführung mit Luftbildern aus dem Jahr 2018 erfolgte für einen Teil des Kantons Tessin. Dieses Gebiet weist eine Fläche von 2'409 km² auf, was ungefähr 12 Landeskarten im Massstab 1:25'000 entspricht.

Abbildung 2 zeigt die aktualisierten Regionen in der Ostschweiz und dem Tessin.

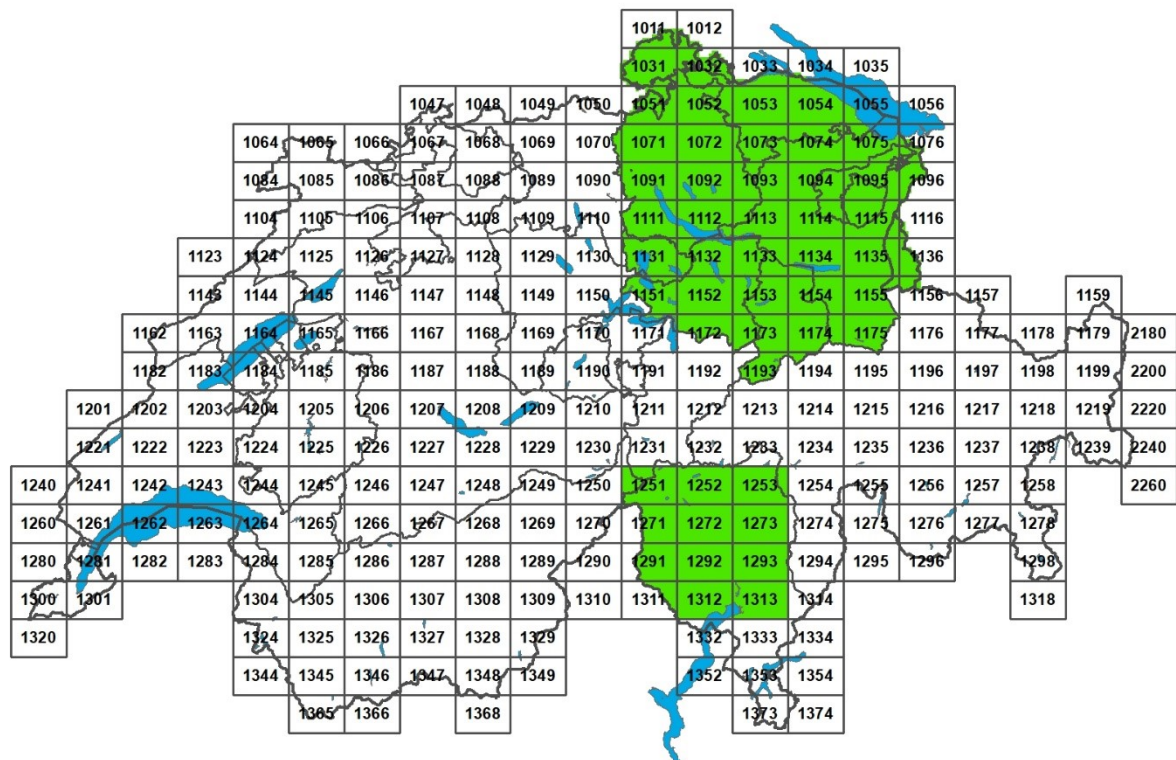


Abbildung 2: In der Ausgabe 2020 nachgeführte Gebiete

In Abbildung 3 sind die Nachführungsstände für den ganzen Datensatz nach Zonen dargestellt.

Stand Nachführung (Flugjahr)

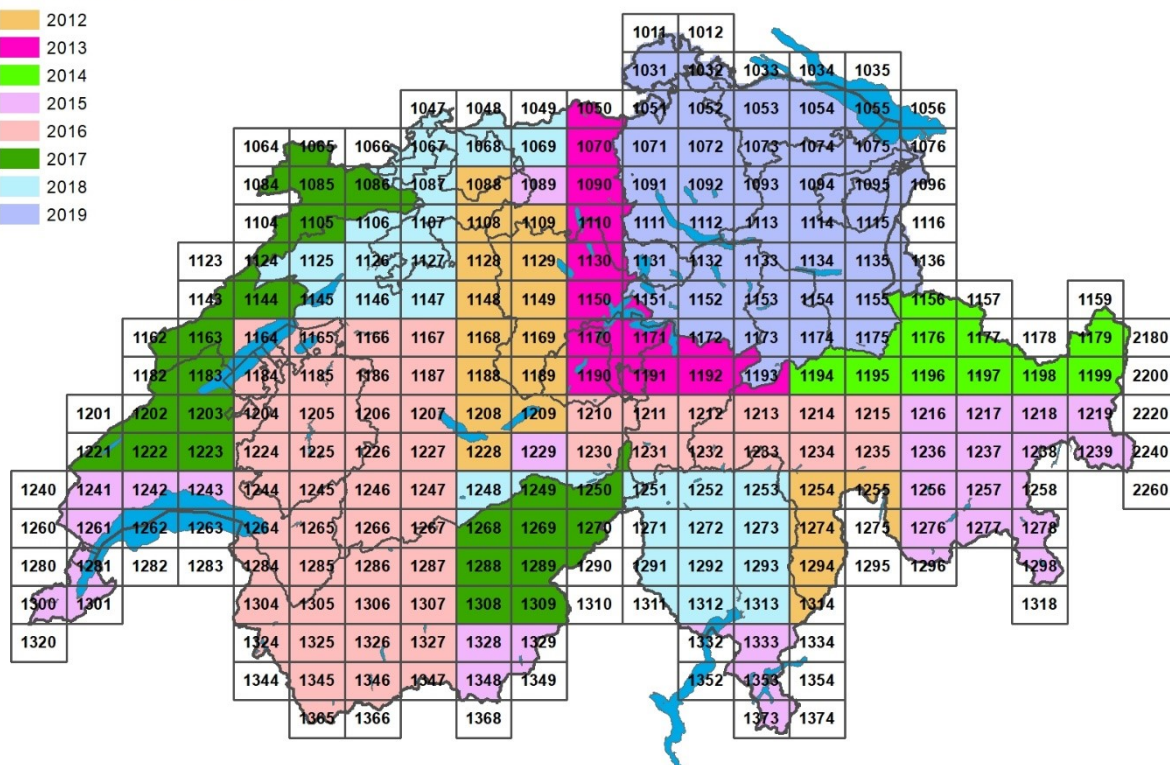


Abbildung 3: Nachführungsstand von swissALTI^{3D}-Ausgabe 2020

Abbildung 4 zeigt auf, mit welcher Methode die Basisdaten in DTM-TLM erhoben wurden.

- Neue Generation von LiDAR-Daten: bei Bedarf wurden die LiDAR-Daten aktualisiert oder mit neueren LiDAR-Daten sowie neuen Bruchkanten ersetzt. Die LiDAR-Daten der neuen Generation garantieren für das Produkt swissALTI^{3D} eine Höhengenaugkeit von 0.3 m (1 Sigma). Zudem ist die Punktdichte für die Erstellung des Produkts swissALTI^{3D} mit einer Auflösung von 50 cm ausreichend hoch.
- Alte Generation von LiDAR-Daten (DTM-AV, Kantone) + 3D Stereomessungen: Die LiDAR-Messpunkte aus dem DTM-AV wurden mittels 3D-Stereomessungen bei Bedarf nachgeführt und durch neue Masspunkte bzw. Bruchkanten ersetzt. Die LiDAR-Daten der alten Generation garantieren für das Produkt swissALTI^{3D} eine Höhengenaugkeit von 0.5 m (1 Sigma).
- Stereokorrelation + 3D Stereomessungen: Alle Basisdaten wurden auf der Grundlage von swisstopo-Luftbildern fotogrammetrisch (manuelle 3D-Stereomessung und stereoskopische Autokorrelation) abgeleitet. Daten aus der Stereokorrelation garantieren für das Produkt swissALTI^{3D} eine Höhengenaugkeit zwischen 1 m und 3 m (1 Sigma). Die manuell durchgeführten Stereomessungen garantieren für das Produkt swissALTI^{3D} eine Höhengenaugkeit zwischen 0.1 m und 1 m (1 Sigma).

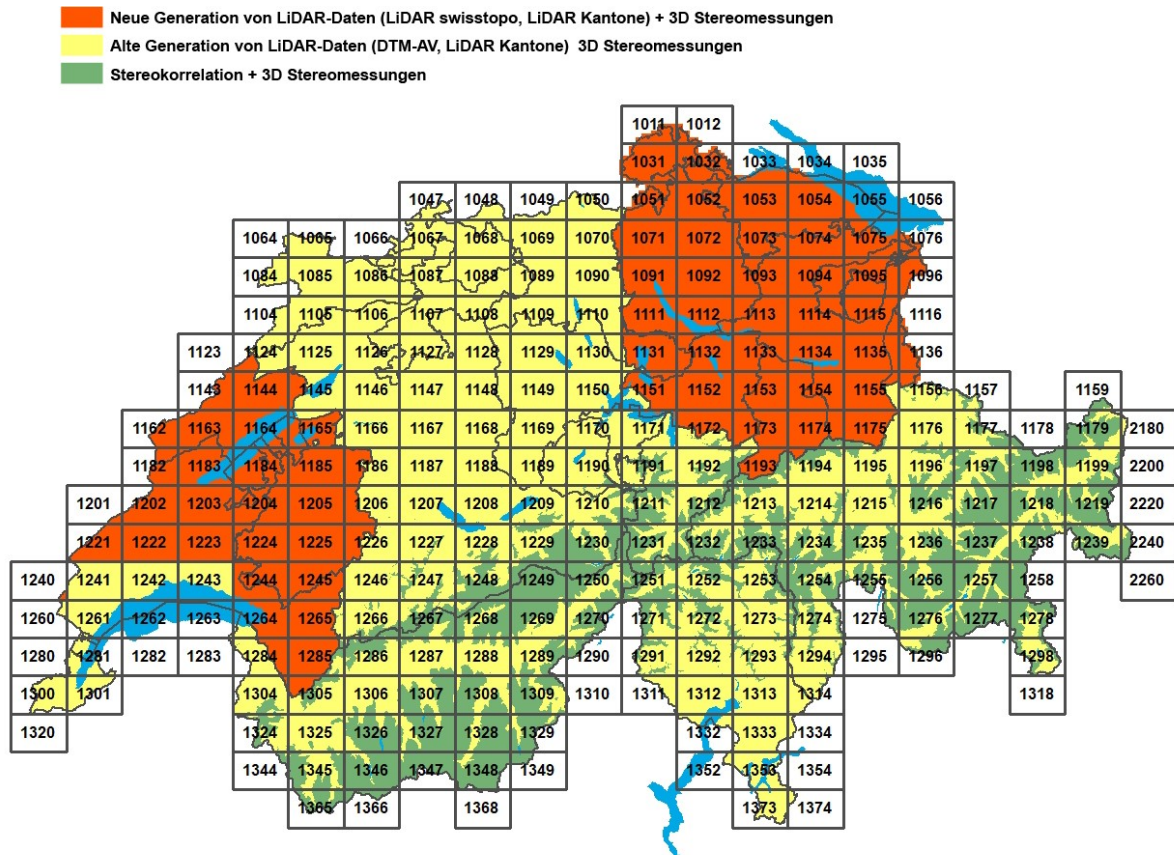


Abbildung 4: Angewandte Produktionsmethoden bei swissALTI^{3D}

Abbildung 5 zeigt auf, in welchen Gebieten eine Auflösung von 50cm aufgrund der Datenqualität möglich ist und wo ein «Oversampling» vorgenommen werden muss.

In grünen Gebieten bilden LiDAR-Daten der neuen Generation die Datengrundlage. Diese weisen eine hohe Punktdichte aus, so dass sich daraus in jedem Fall ein Rastergitter mit einer Maschenweite von 50cm ableiten lässt.

Die grauen Gebiete weisen eine niedrigere und variierende Punktdichte auf, die teilweise nicht ausreicht, um daraus ein Rastergitter mit einer Maschenweite von 50cm abzuleiten, das für jede Zelle mindestens einen Höhenwert aufweist. Die mögliche Maschenweite in den grauen Gebieten liegt zwischen 50cm und 2m. Trotzdem werden diese Gebiete ebenfalls mit einem 50cm-Rastergitter modelliert. Einerseits wird so ein Produkt mit einer einheitlichen Auflösung angeboten. Gleichzeitig wird der ganze Informationsgehalt der Basisdaten beibehalten.

Mögliche Auflösung

- 50 cm
- 50cm - 2m

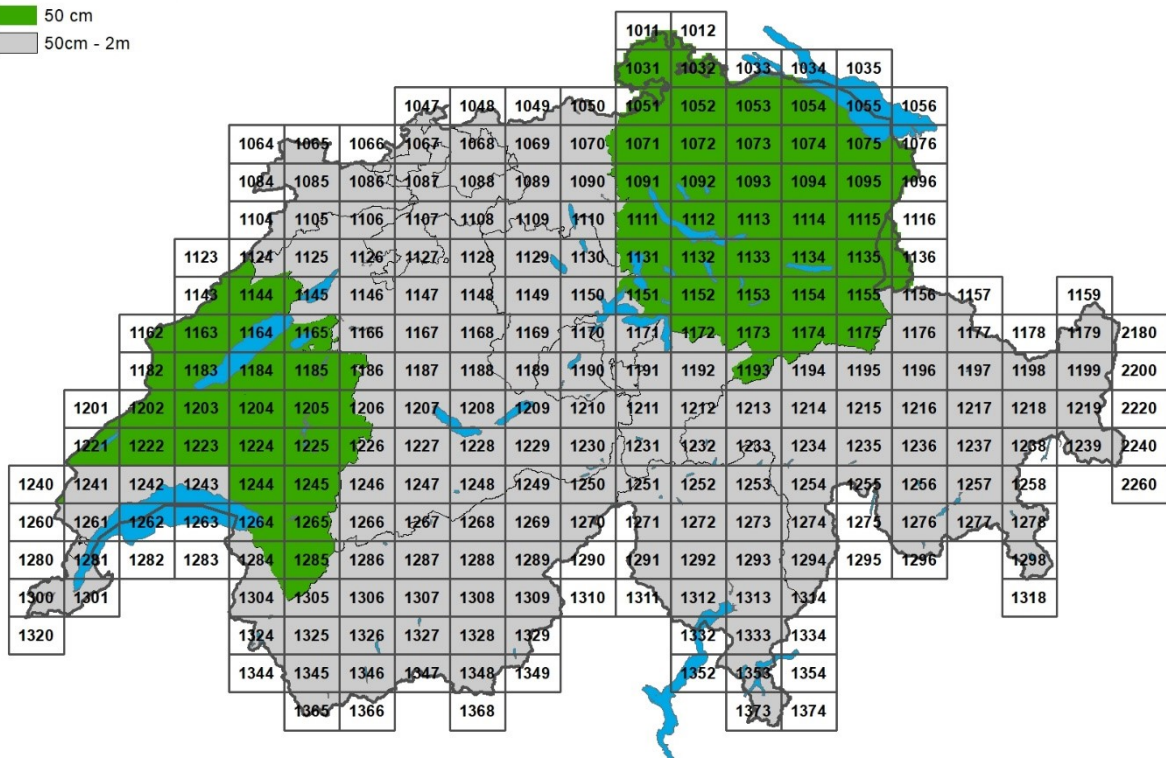


Abbildung 5: Durch die Punktdichte der Basisdaten erreichbare Auflösung von swissALTI^{3D}

Anpassungen in der Produktionskette und bei der Datenabgabe von swissALTI^{3D} ab Ausgabe 2019

Um eine Verbesserung des Produkts swissALTI^{3D} zu erreichen, wurden im Jahr 2019 Anpassungen in der Produktionskette und bei der Datenabgabe umgesetzt. Diese haben Auswirkungen auf die Daten der Ausgabe 2019 sowie zukünftige Publikationen.

Die Integration der neuen Generation von LiDAR-Daten mit einer höheren Punktdichte erforderte die Entwicklung einer neuen und performanteren Interpolationsberechnung (siehe Abbildung 1). Mit dieser neuen Methode kann es zu minimalen Höhenunterschieden zwischen der Ausgabe 2019 und älteren Ausgaben von swissALTI^{3D} kommen, **auch** in Gebieten, die nicht nachgeführt wurden. Die Unterschiede liegen aber weit unterhalb der durch das Produkt garantierten Genauigkeitsanforderungen.

Die Datenabgabe von swissALTI^{3D} wurde vereinfacht. Ab 2019 werden die Daten kachelweise abgegeben (1 Datei pro Kachel im ausgewählten Format). Die Kachelgrösse beträgt 1 km² und enthält den vollen Informationsgehalt. Es werden alle km²-Kacheln ausgeliefert, die einen ausgewählten Perimeter berühren. Die einzelnen Kacheln sind nicht mehr in einem Mosaik zusammengefasst und werden auch nicht an der Perimetergrenze ausgeschnitten.

Verbesserungsvorschläge

Wir hoffen, mit dieser Ausgabe Ihren Bedürfnissen zu entsprechen und sind offen für Bemerkungen, Verbesserungsvorschläge oder Fehlermeldungen (bitte an geodata@swisstopo.ch).