

# Landesweite Laserscanbefliegung Tirol 2006-2010

Zwischen 2006 und 2010 wurde die gesamte Landesfläche von Tirol mit einem luftgestützten Laserscanner (LIDAR, Airborne Laserscanning) befliegen. Ergebnis dieser Befliegungen sind dreidimensionale, klassifizierte Punktwolken, woraus in weiterer Folge Gelände- und Oberflächenmodelle berechnet werden.

Die Befliegung sowie die Datenprozessierung wurde von der Firma BSF Swissphoto AG durchgeführt. Die Laserscanbefliegungen wurden durch die EU kofinanziert (Interreg III / Interreg IV).

## Befliegung und eingesetzte Systeme

Bei der Befliegung kamen die Flugzeuge vom Typ Pilatus Porter PC6 der Firma Swissboogie (Partner der BSF Swissphoto für Flugeinsätze) zum Einsatz. Diese Flugzeuge gewährleisten aufgrund ihrer guten Flugeigenschaften auch in steilen Gebieten eine konstante Flughöhe über Grund einzuhalten.



Abb 1 Pilatus Porter PC6 D-FSWB



Abb 2 Pilatus Porter PC6 HB-FKP

Quelle: BSF Swissphoto

BSF Swissphoto betreibt mehrere Laserscanner von Optech Inc., Kanada. Für dieses Projekt kam sowohl der ALTM 3100 als auch das Modell Gemini zum Einsatz. Die Hauptkomponenten dieser Systeme – Sensorkopf mit Laser und Ablenkspiegel, Computer-Rack mit Datenspeicherung, Laptop zum Betrieb des Systems und Piloten-Bildschirm – sind in der Abbildung dargestellt.



Abb 3 Die Komponenten des Optech ALTM 3100 LiDAR-Systems

Die Befliegungen erfolgten im Zeitraum vom 15.08.2006 bis 12.09.2010.

Für Nordtirol wurden 543 Flugstunden verzeichnet, für Osttirol 91,5 Flugstunden. Dabei sind in Nordtirol 239 Laser On Stunden protokolliert worden – in Osttirol 45 Stunden.

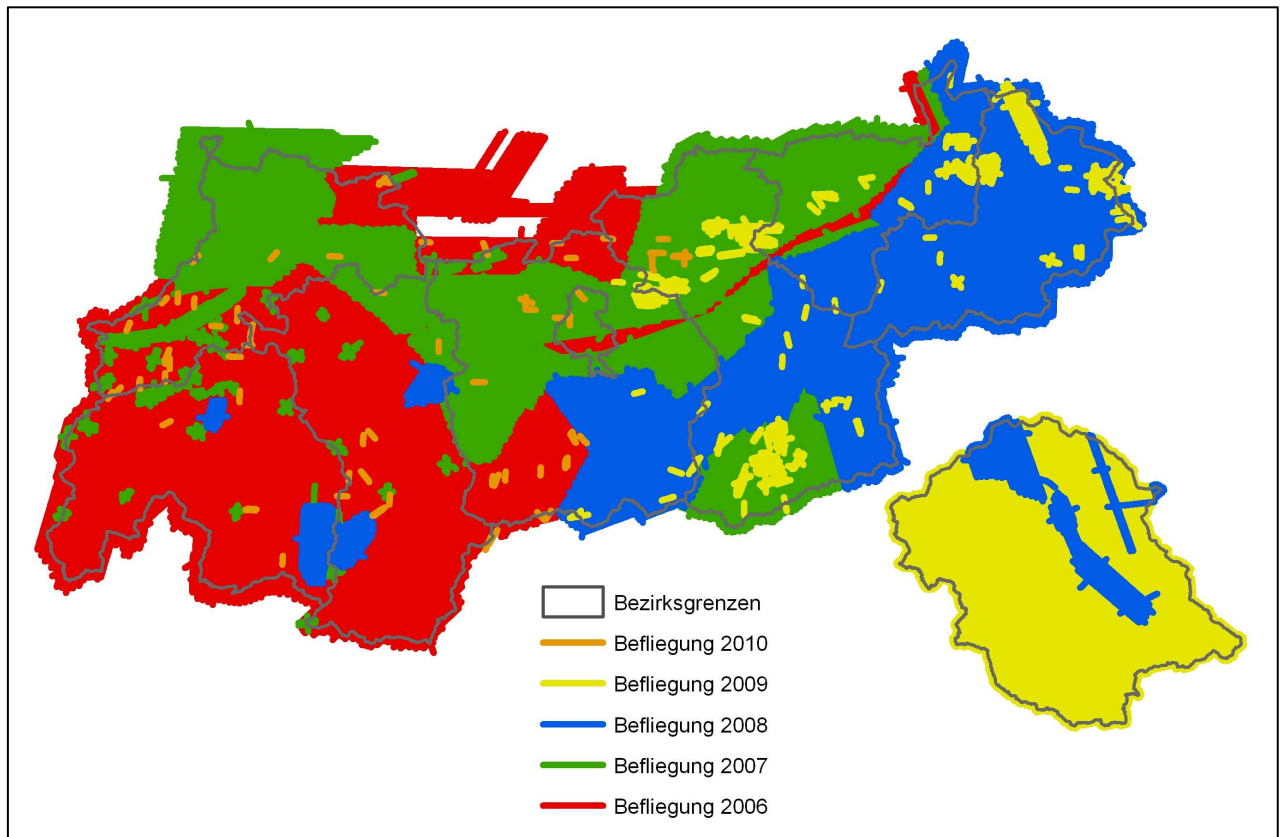


Abb 4 Befliegungsübersicht

---

## Datenprozessierung

Das Postprocessing der Daten umfasst folgende Schritte:

- GPS/IMU-Auswertung und Kombination der beiden Lösungen zum Flugpfad inkl. Orientierungswinkel
- Prozessierung der Laserscanner-Rohdaten (Generierung der 3D-Koordinaten aller Messpunkte)
- Kontrolle der Systemkalibrierung und Flugstreifenausgleichung
- Analyse der Genauigkeiten anhand von Kontrollflächen

## Klassifizierung DGM/DOM

Die Punktwolken wurden einer automatischen Filterung unterzogen. Dabei wurden automatisch folgende Klassen unterschieden:

- Fehlerpunkte und Ausreisser
- First Echo
- Bodenpunkte
- Nichtbodenpunkte

Das Resultat dieser automatischen Filterung wurde anschliessend manuell pro Bearbeitungskachel kontrolliert und wenn nötig korrigiert. Insbesondere folgende Objekte wurden manuell klassifiziert:

- Gebäude, Brücken
- Stromleitungen
- Gewässer

Die Qualitätskontrollen umfassten sowohl die inhaltliche als auch die geometrische Qualität der Daten. Alle Kacheln sind visualisiert worden (2D, 3D, Schnitte). Mangelhafte Punktdichte, die Güte der Punktklassifizierung und etwaige Ausreißer-Punkte wurden visuell untersucht und manuell korrigiert. Die Auswirkung von einzelnen Korrekturen konnte dabei jeweils direkt in der Visualisierung angepasst werden.

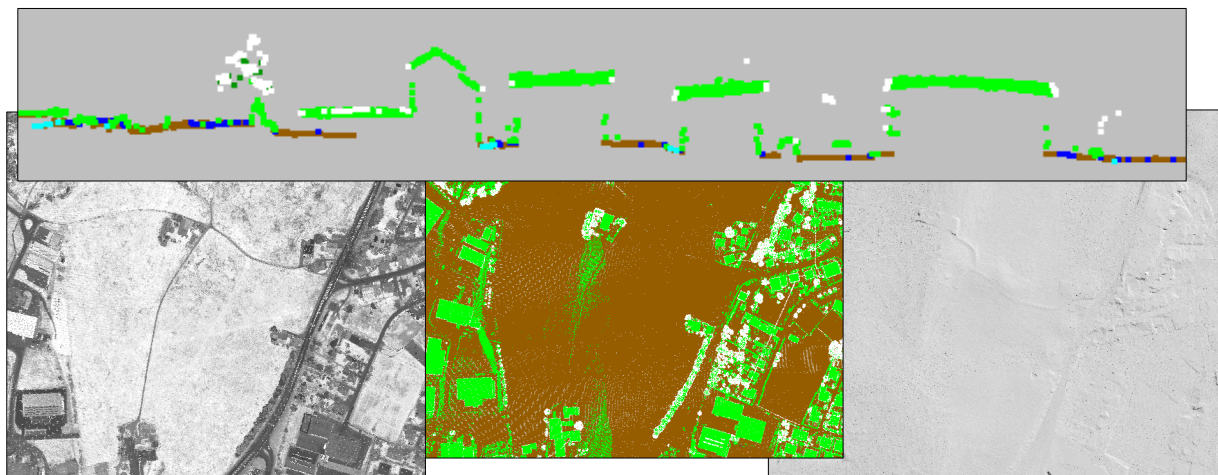


Abb 5 Darstellungen als Grundlage für Qualitätskontrolle und manuelle Bearbeitung  
Quelle: BSF Swissphoto

## Höhengenaugigkeit

Die absolute Höhengenaugigkeit wurde mit Hilfe terrestrisch vermessener Kontrollflächen verifiziert, welche folgenden Anforderungen entsprachen:

- Sport- oder Parkplätze
- ca. 36 Punkte in einem Raster von ca. 3 m Abstand
- Höhengenaugigkeit der Einzelpunkte 3 cm (1 Sigma)

In der Ausschreibung wurde eine Höhengenaugigkeit von +/- 15 cm verlangt. Diese Genauigkeitsangaben beziehen sich auf die Lagerung der Originalpunktswolke im „Ursprungskoordinatensystem“ ETRS 89. Es handelt sich bei diesen Genauigkeitsangaben um die einfach Standardabweichung, d.h. 67% der Originalpunktswolke muss in diesem Genauigkeitsbereich liegen, 95% innerhalb der doppelten Standardabweichung und 99% innerhalb der dreifachen Standardabweichung.

## Punktdichte

Grundsätzlich war in Tirol eine mittlere Punktdichte von 1 Punkt pro  $m^2$  sowie ein maximaler Punktabstand von 1.8 m in Längs- und Querrichtung gefordert. In Verdichtungsgebieten (im Bereich der Bundesflüsse Inn, Ziller, Großache, Lech) wurden 4 Punkte/ $m^2$  verlangt, im Stanzertal 3 Punkte/ $m^2$ . Oberhalb von 2000 m Seehöhe sollte die Laserpunktdichte (Befliegung 2006/07) mindestens 1 Punkt pro 2m x 2m betragen, sowie einen maximalen Punktabstand von 3 m in Längs- und Querrichtung haben.

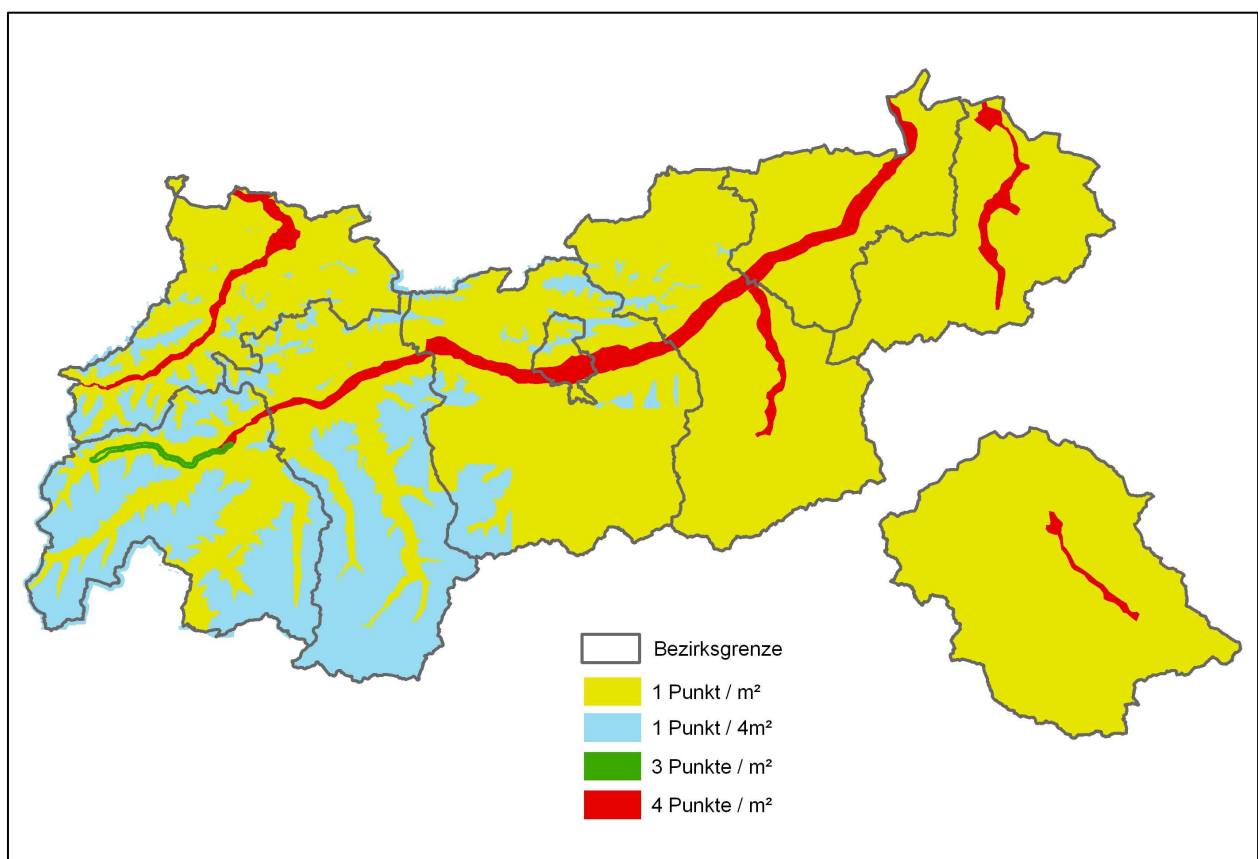
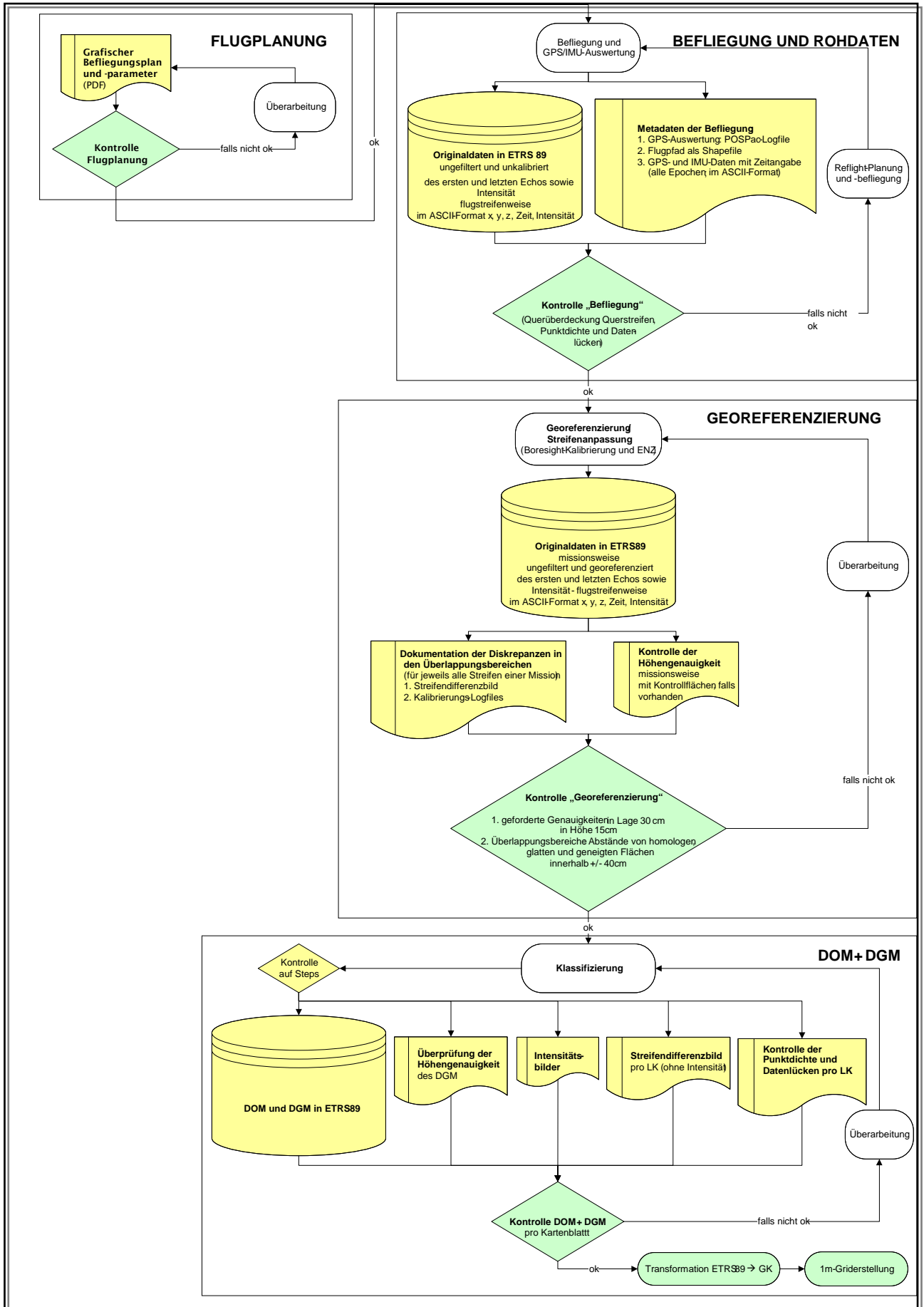


Abb 6 Punktdichtekarte

Neben den erwarteten Lücken auf den Wasserflächen – verursacht durch die weitgehende Absorption des Laserlichts durch das Wasser – sind keine Gebiete mit systematisch reduzierter Punktdichte vorhanden. Aufgrund der Topographie sowie von Kippbewegungen des Flugzeugs können lokal Stellen mit  $< 1$  Punkt pro  $m^2$  vorkommen, insgesamt wurde die geforderte Punktdichte erreicht.

# Übersicht: Projektablauf



Quelle: BSF Swissphoto