
Technischer Projektbericht

BVLOS Befliegung mit ElevonX UAV und RIEGL LiDAR
KT 7.703.40002



*RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
Riedenburgstraße 48
3580 Horn
Österreich
office@riegl.co.at*



*AIRlabs Austria GmbH
Alte Poststraße 149
8020 Graz
Österreich
office@airlabs.at*



*Predilniška cesta 16
Tržič
Slowenien
info@elevonx.com*

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Ziele.....	3
3	Methoden	3
3.1	Scanner Integration	3
3.2	Betriebsgenehmigung	4
3.3	Befliegung	4
3.4	Auswertung	6
4	Ergebnisse	7
5	Schlussfolgerung und Ausblick.....	10

1 Einleitung

Luftgestütztes Laserscanning ist eine schnelle, hochpräzise und effiziente Methode zur Erfassung von 3D-Daten großer Gebiete, wie z. B. land- oder forstwirtschaftliche Flächen, städtische Gebiete oder großer Industrieanlagen. Das Trägersystem ist hierbei entweder ein bemanntes Flächenflugzeug oder ein Multikopter. Bemannte Flächenflugzeuge können zwar große Gebiete abdecken, erzielen allerdings aufgrund der Flughöhe über Grund und der Geschwindigkeit oft nicht die gewünschte Genauigkeit. Mit Multikopter Drohnen sind hohe Genauigkeiten möglich, allerdings können damit nur kleine Flächen abgedeckt werden.

2 Ziele

Um die beiden Vorteile von bemannten Flächenflugzeugen und unbemannten Multikoptern zu kombinieren, soll für die Vermessung großer Gebiete aus geringen Flughöhen eine VTOL (= Vertical Takeoff and Landing) Drohne als Trägersystem zum Einsatz kommen und diese außerhalb der Sichtverbindung des Piloten (BVLOS = Beyond Visual Line of Sight) betrieben werden. Die Befliegung und die anschließende Datenauswertung soll im Zuge eines Präsentationstages für die Öffentlichkeit stattfinden.

3 Methoden

Damit das Ziel erreicht werden kann, kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz.

3.1 Scanner Integration

Die Befliegung wird mit dem Drohnentyp Tango der Firma ElevonX (siehe Abbildung 1) durchgeführt. Bei der Drohne handelt es sich um eine Flächenflugdrohne, die durch ihre vier vertikal angeordneten Propeller senkrecht starten und landen kann. Das Fluggerät hat eine Spannweite von 3m, ein maximales Abfluggewicht von 21kg und kann eine Nutzlast von 4kg tragen. Für die Integration der Scanner in das Fluggerät wird die Schnittstelle zwischen Nutzlast und Fluggerät angepasst.

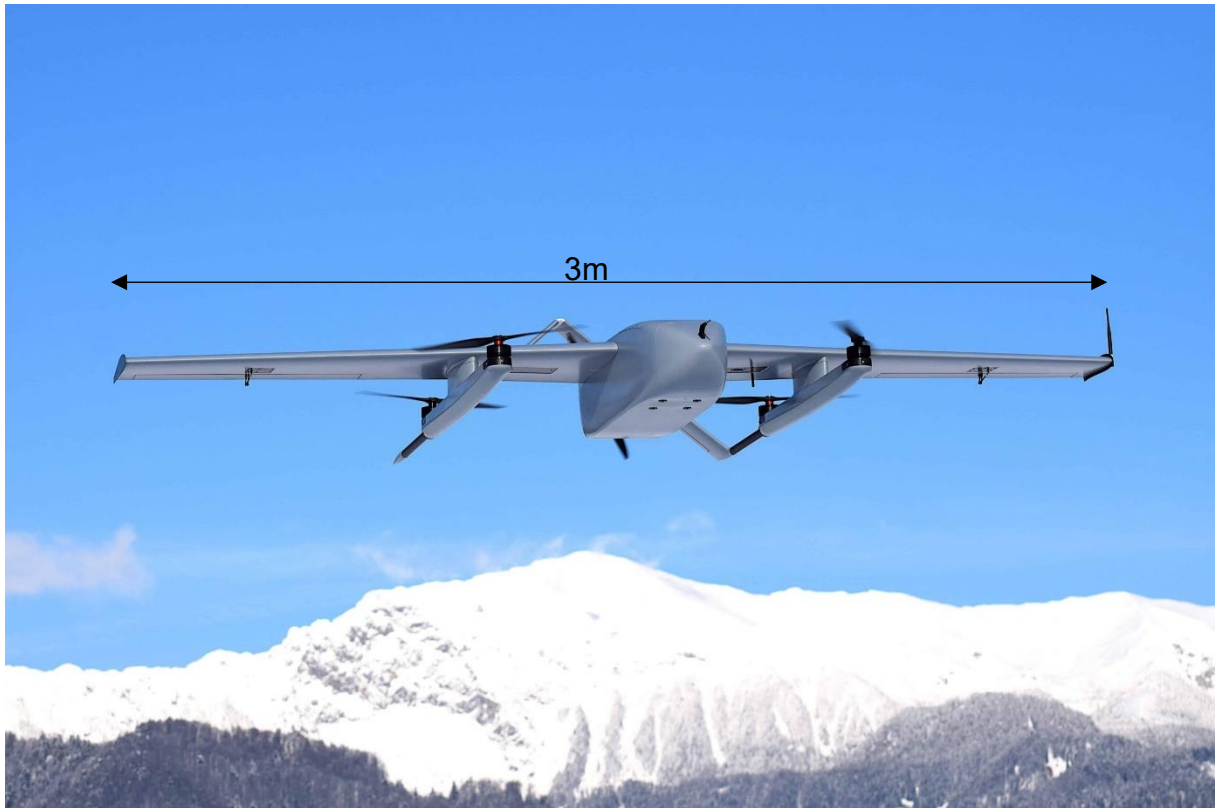


Abbildung 1: ElevonX Tango

3.2 Betriebsgenehmigung

In Österreich dürfen unbemannte Fluggeräte in den Kategorien Open, Specific oder Certified betrieben werden. Aufgrund der Flughöhe von über 120m über Grund und des Betriebs außerhalb der Sichtverbindung des Piloten, fällt der beabsichtigte Vermessungsflug in die Kategorie Specific. Für diese Kategorie muss um eine Betriebsgenehmigung bei der zuständigen Behörde, hier die Austro Control GmbH, angesucht werden. Das Ansuchen beinhaltet eine detaillierte Beschreibung der Befliegung und eine dazugehörige Risikobewertung. Nach Durchsicht der Unterlagen von der zuständigen Behörde wird eine Betriebsgenehmigung ausgestellt, welche die Befliegung gestattet.

3.3 Befliegung

Der Vermessungsflug findet im AIRlabs Testfluggebiet LO-R 9 Steinalpl statt. Das Testfluggebiet wird dabei gemäß der Betriebsgenehmigung für die bemannte Fliegerei gesperrt und damit die Sicherheit im Luftraum erhöht. Der Start sowie die Landung erfolgten am Hochplateau (siehe Abbildung 2). Bei der Missionsplanung muss die Flugroute so gewählt werden, dass die Grenzen des Fluggeräts nicht überschritten werden.

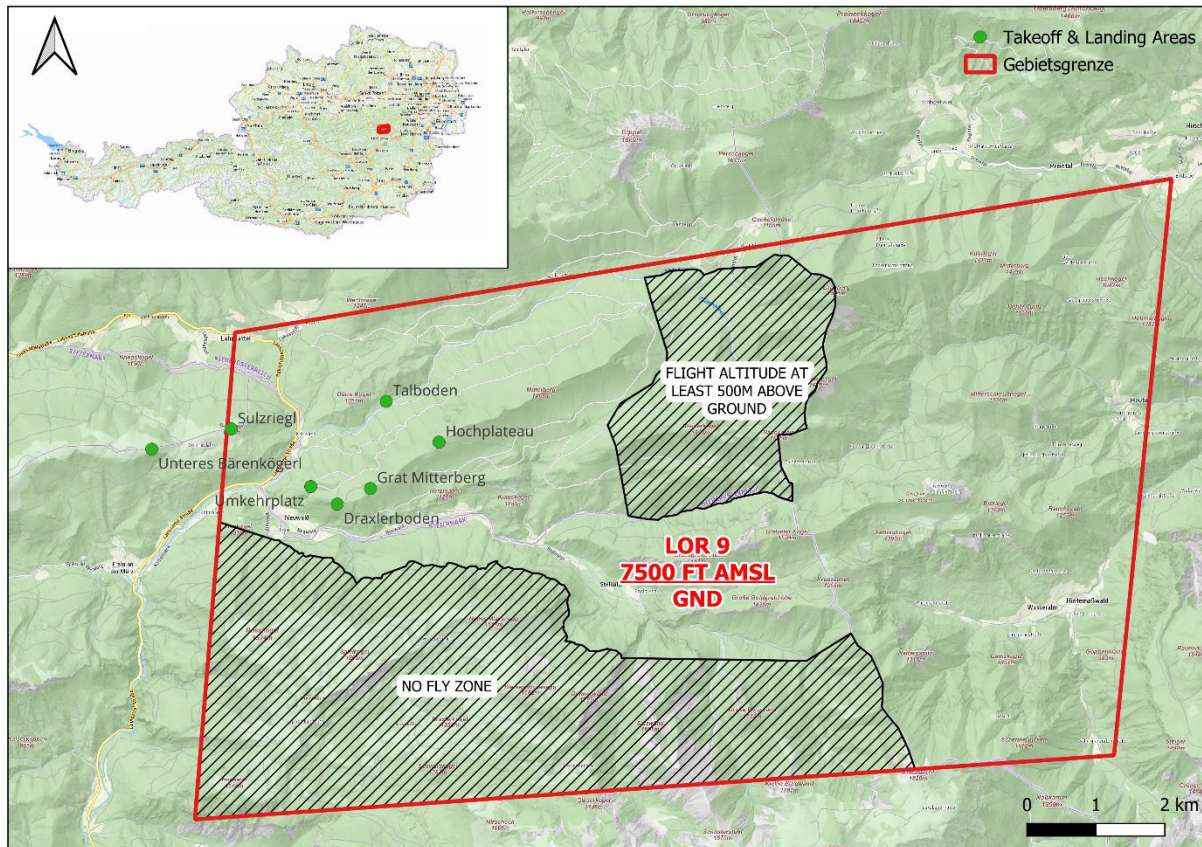


Abbildung 2: AIRlabs Testfluggebiet LO-R 9 Steinalpl

Vermessen wird der nordwestliche Teil des Fluggebiets. Dabei werden 4 km² Fläche in einer Höhe von ca. 300m über Grund innerlich von 25 Minuten mäanderförmig befliegen (siehe Abbildung 3).

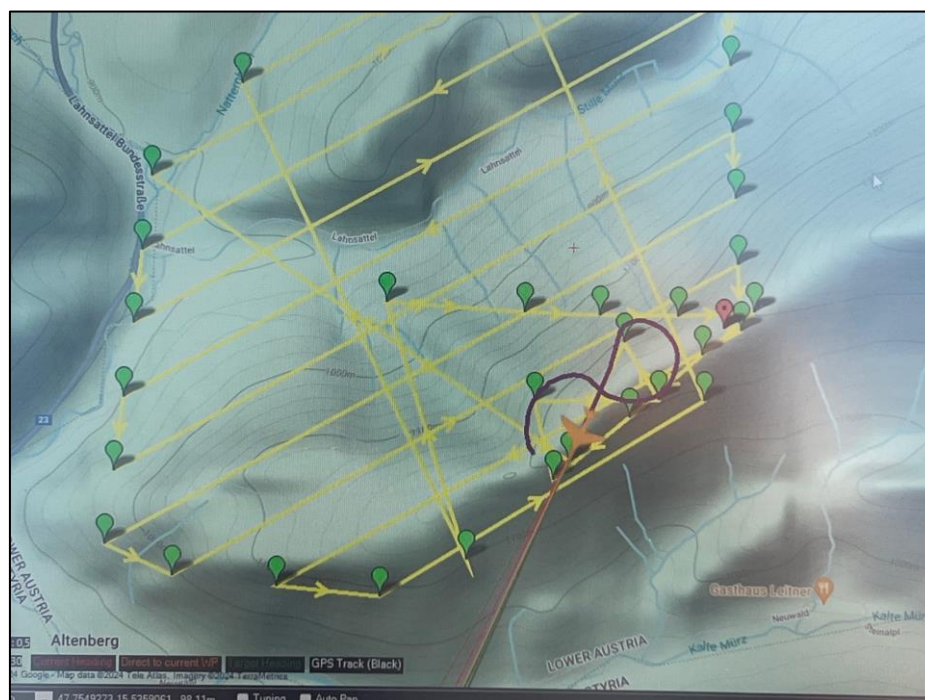


Abbildung 3: Flugroute

Währenddessen vermisst der integrierte Laserscanner das Bodengebiet. Bei der Befliegung kommen die RIEGL Scanner VUX-160 und VUX-180 zum Einsatz. Diese Scanner zeichnen sich durch nachfolgende Eigenschaften aus:

Tabelle 1: RIEGL LIDAR Eigenschaften

	VUX-160	VUX-180
		
Bauweise	Klein & kompakt	Klein & kompakt
Gewicht	2,65kg	2,7kg
Abtastrate	2,4MHz	2,4MHz
Linien pro Sekunde	400s ⁻¹	800s ⁻¹
Genauigkeit	10mm	10mm
Präzision	5mm	5mm
Strahlabweichung	0,4m rad	0,4m rad
Blickfeld	100° NFB-Scanning (Nadir-Forward-Backward)	75°
Anzahl der Ziele pro Puls	32	32

3.4 Auswertung

Für die Auswertung der Daten wird die Software RiPROCESS herangezogen. Diese ermöglicht einen schnellen Zugriff auf Daten für die visuelle Inspektion in einer Vielzahl von Visualisierungsformaten, wie z.B. farbkodierte Rasterdaten oder digitalisierte Echodaten.

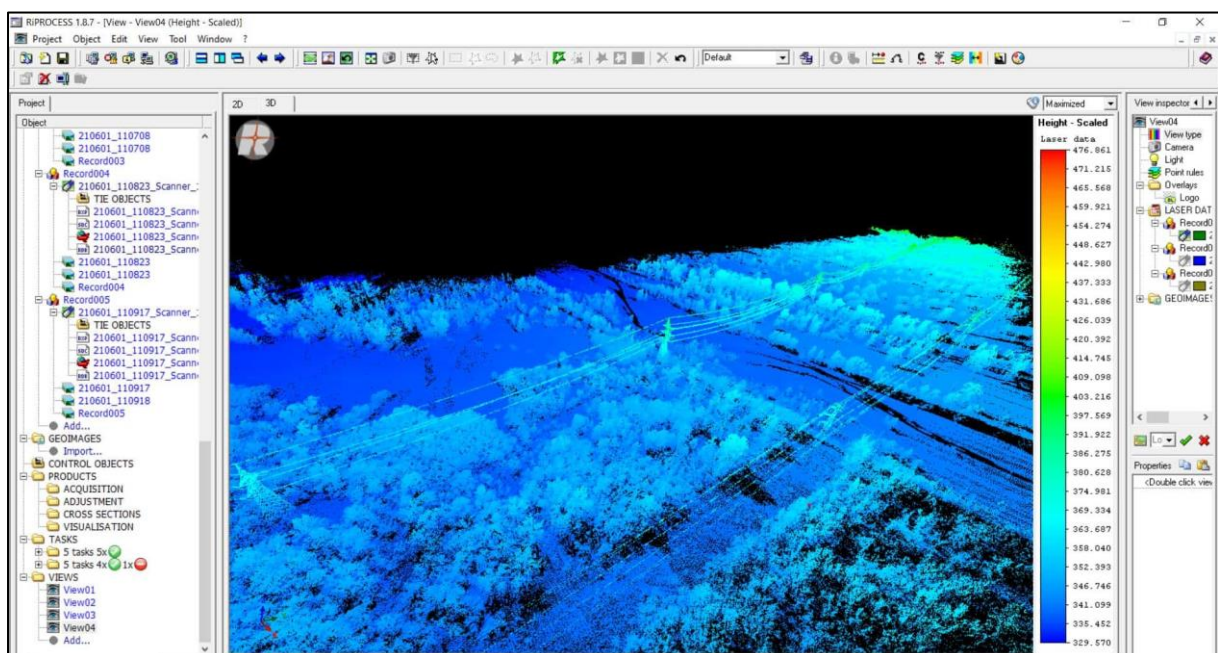


Abbildung 4: RiPROCESS, ©RIEGL

4 Ergebnisse

Die Befliegung und die Datenauswertung wurde im Zuge eines Präsentationstags durchgeführt. Für die Befliegung wurde im Vorhinein durch AIRlabs um eine Betriebsgenehmigung in der Drohnenkategorie Specific angesucht. Der Betrieb wurde für einen BVLOS Flug im Testfluggebiet LOR9 Steinalpl in der Risikoklasse SAIL II von der Behörde genehmigt.

Damit die verwendeten RIEGL Scanner vom Typ VUX-160 und VUX-180 vom Fluggerät getragen werden können, wurde die Nutzlast- Schnittstelle am Fluggerät durch ElevonX angepasst. Die erfolgreiche Integration der Scanner ist in Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5: Integration des Scanners in das Fluggerät

Nach der erfolgreichen Befliegung wurden die Daten mithilfe der Software RiPROCESS ausgewertet und analysiert. Abbildung 6 zeigt die gemessenen Datenpunkte in einer 2D Ebene. Die hinterlegte Farbinformation (blau – rot) entspricht dabei der Höhe über dem Meeresspiegel in Meter. Blaue Punkte liegen im Raum auf 924m über Seehöhe, rote Punkte auf 1250m über Seehöhe. Die in weiß dargestellte Linie entspricht der Flugroute.

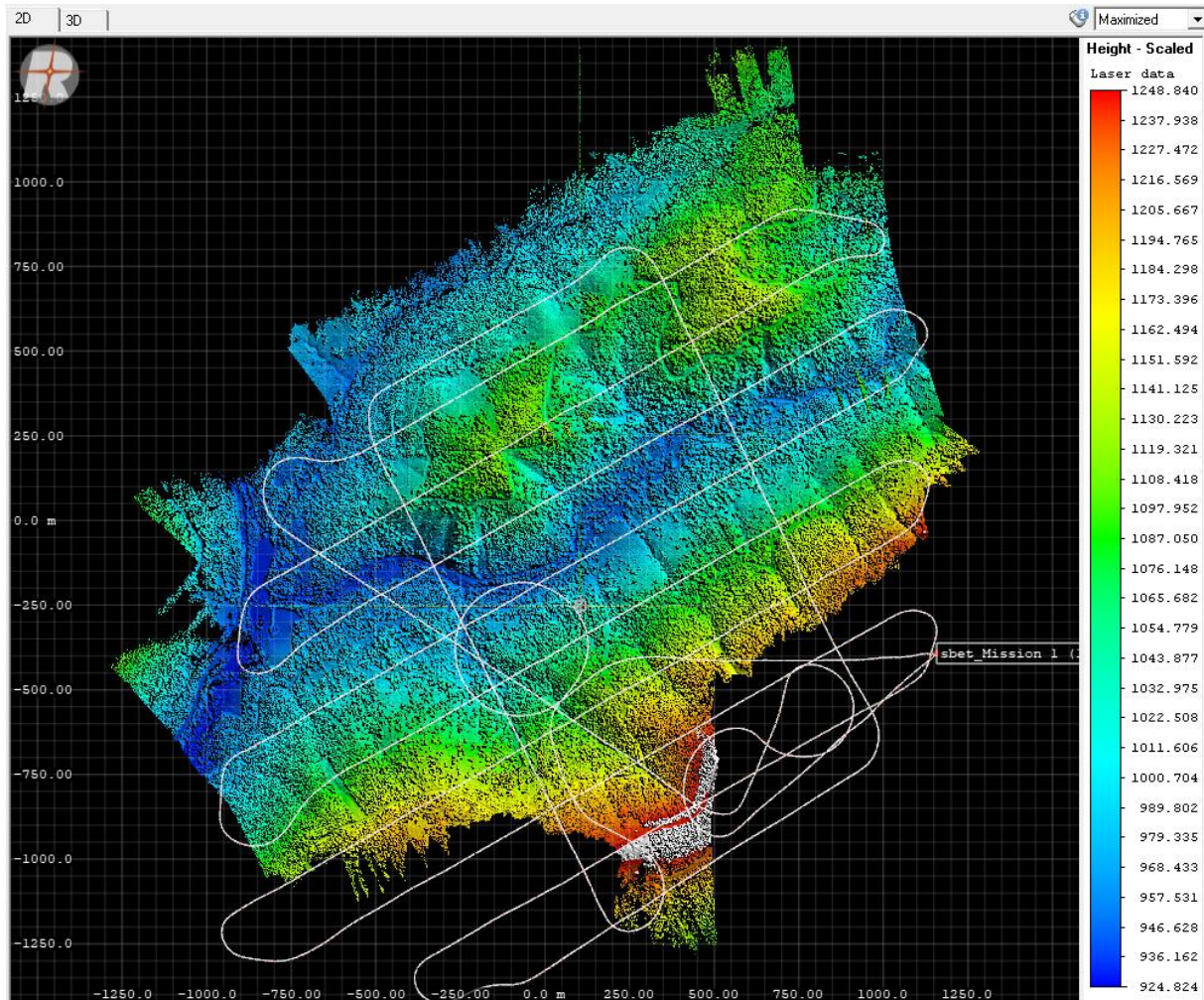


Abbildung 6: Darstellung der gescannten Fläche

Abbildung 7 zeigt ein Schnittbild, das mithilfe der Software generiert wurde. Das Schnittbild zeigt eindeutig die Topografie im ausgewählten Schnittbereich und ermöglicht es auch einzelne Merkmale, wie z.B. Bäume, Gräben oder Forstwege in hoher Auflösung darzustellen.

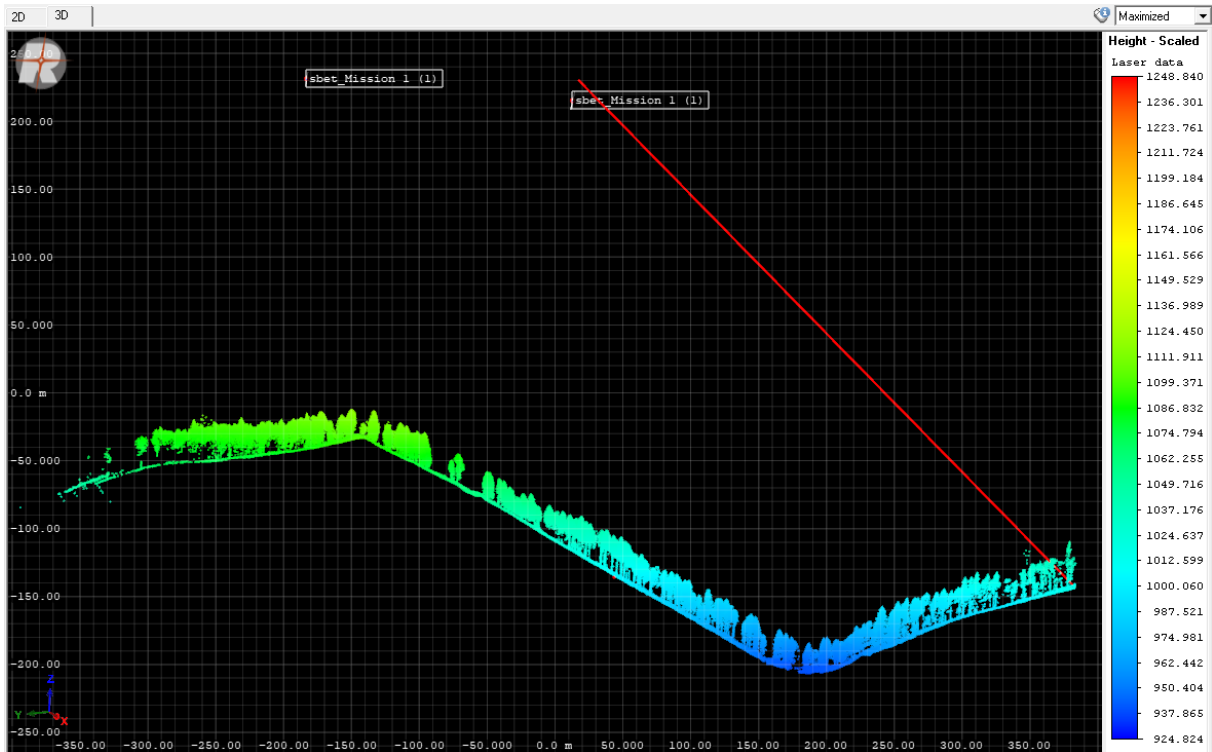


Abbildung 7: Schnittbild

Abbildung 8 zeigt die dreidimensionale Darstellung der gemessenen Daten. Details, wie Äste, Baumstämme und Blätter können mit ausreichender Auflösung dargestellt werden.

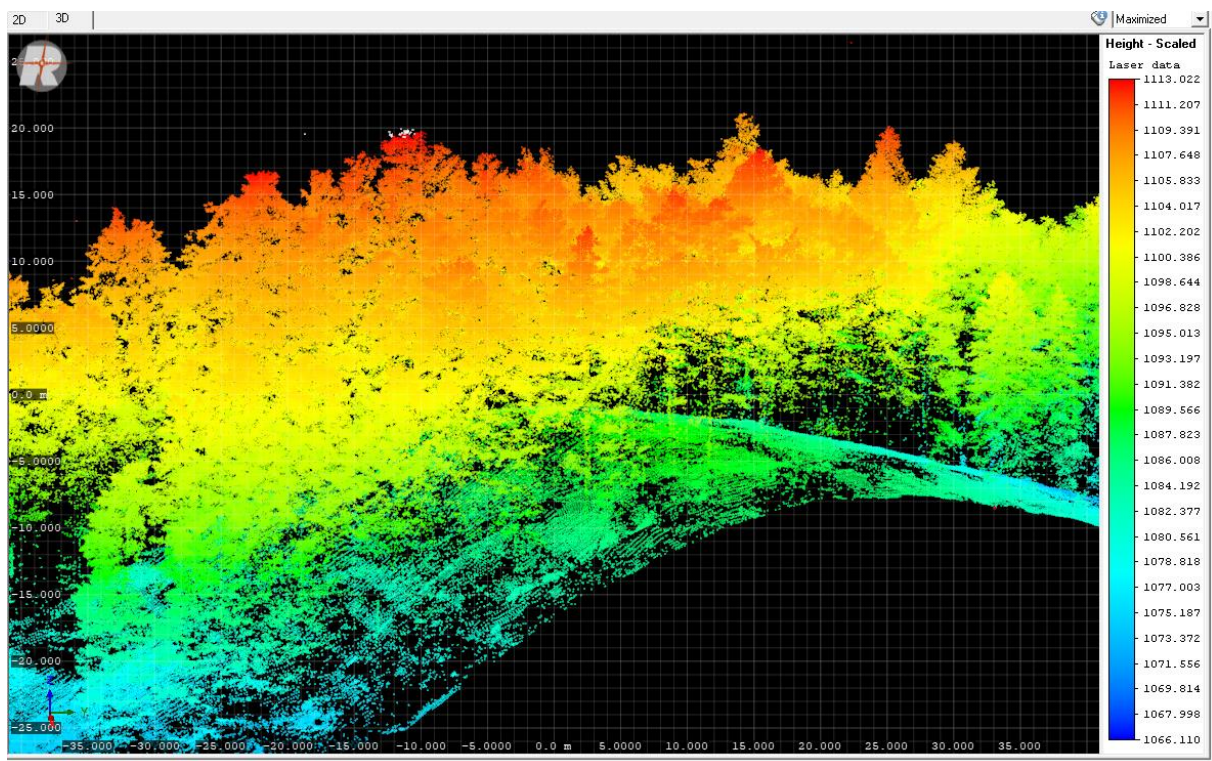


Abbildung 8: 3D Darstellung

5 Schlussfolgerung und Ausblick

Die RIEGL Sensoren VUX-160 und VUX-180 können mit geringem Aufwand in das Flächenfluggerät ElevonX Tango integriert werden. Für die Integration ist eine Anpassung am Fluggerät erforderlich.

Die Missionsplanung im voralpinen Gelände war aufgrund der Topografie eine Herausforderung. Aufgrund der limitierenden Sink- und Steigrate des Fluggeräts, musste die Flugroute so gelegt werden, dass das Fluggerät dem steilen Gelände im konstanten Abstand (ca. 300m über Grund) folgen kann. Die Richtung des An- und Abflugs mussten entsprechend des vorherrschenden Windes mit Bedacht gewählt werden.

Die Befliegung konnte ohne Vorkommnisse innerhalb von 25 Minuten erfolgreich durchgeführt werden. Nach der Befliegung wurden die Daten innerhalb kurzer Zeit (~60min) verarbeitet und visuell dargestellt.

Bei Vorliegen einer Bewilligung und einer geplanten Mission, können große Flächen schnell und effizient vermessen und analysiert werden. Für die Zukunft sind weitere Befliegungen für Sensoren Tests und Flächenvermessungen geplant.