

Freitag 20. Oktober 2017

11:30-12:00

Die Anwendung von UAS (Unmanned Aerial Systems) für das Monitoring von Schutzbauten in steilem, schwer zugänglichem Gelände am Pass Lueg in Salzburg

Andreas Schober¹, Robert Delleske²

¹Geoconsult ZT GmbH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals

²Georesearch, Hölzlstraße 5, 5071 Wals

Abstract

Protective structures against natural hazards are essential for individual and infrastructure safety in steep terrain. However, protective structure inventories are frequently not up-to-date and information on their structural conditions are lacking, representing an underrated risk factor.

In this contribution we address the need for quick and cost-effective inspections of protective structures by presenting a monitoring approach that centers on the use of consumer-grade unmanned aerial systems (UAS). All UAS flights were carried out at Pass Lueg, a narrow section of the Salzach valley characterized by a high density of critical infrastructure. Based on photogrammetric data acquired with UAS in December 2016 an orthophoto was generated. High ground resolution of 0.1 m and absence of snow and leafy vegetation enabled an excellent representation of the terrain surface and the existing protective structures. The quality of the UAS-derived orthophoto clearly surpasses conventional orthophotos, which display dense vegetation and extensive shading effects that obstruct the representation of most protective structures.

Based on the newly generated orthophoto 70 rockfall protection nets and one rockfall/avalanche dam were mapped and assessed. These results were consistent with the results of a conventional inspection campaign, underlining the applicability of UAS for the monitoring of protective structures.

Keywords: Unmanned Aerial Systems (UAS), 3D-Photogrammetry, Critical Infrastructure, Natural Hazards, Protective Structures

Einleitung

Der Pass Lueg stellt eine der wichtigsten Verkehrsverbindungen im Land Salzburg dar. Es handelt sich um einen tief eingeschnittenen Abschnitt des Salzach Tales südlich von Salzburg. Diese Engstelle ist durch bis zu 700 m hohe Felswände aus gebanktem Dachsteinkalk charakterisiert und weist eine hohe Dichte an Infrastruktur auf: Salzburg-Tirol-Bahn der ÖBB, A10 Tauernautobahn, B159 Salzachtal Bundesstraße und eine Hochspannungsleitung der Salzburg AG. Auf Grund der Enge und Steilheit des Tales ist der Luftraum begrenzt und die Lichtverhältnisse ändern sich rapide. Dies führt zu einem herausfordernden Umfeld für eine sichere und erfolgreiche Befliegung mittels UAS.

In der Vergangenheit traten immer wieder Massenbewegungen in Form von Stein- und Blockschlägen sowie Schneerutschen auf und so wurde sukzessive begonnen Schutzbauwerke zu errichten, um das

Risiko von Schadensfällen zu reduzieren. Diese Bauwerke sind zum Teil an die 40 Jahre alt und entsprechen oft nicht mehr dem Stand der Technik. Das Land Salzburg ist als Straßenerhalter auch für die Überwachung und Instandhaltung der Schutzbauwerke verantwortlich und führt dies nach der ONR 24810 – Technischer Steinschlagschutz [1] durch.

Das Schutzziel für die B159 im Bereich Pass Lueg wurde bereits erreicht. Nun strebt das Land Salzburg eine Reduktion des technischen und wirtschaftlichen Aufwandes bezüglich des Schutzbauteninventars an. Hierzu soll das bestehende Schutzbauteninventar optimiert und durch neue Bauwerke ergänzt werden.

Schutzbautenaufnahme und Überwachung mittels Unmanned aerial systems

Die bestehenden Schutzbauten wurden inventarisiert, bewertet (ONR 24810) und im Gelände verortet. Auf Grund des steilen Geländes und der daraus resultierenden Abschattung konnten die Bauwerke mittels GPS nur ungenügend lokalisiert werden. Die Auswertung anhand bestehender Orthofotos (Abb. 1) war auf Grund der vorhandenen Vegetation und der Schlagschatten ebenfalls nur bedingt zielführend.

Als Lösung wurde das Gebiet zur vegetationsfreien Zeit (Dezember 2016) mittels eines unmanned aerial systems (UAS) befliegen und es wurde anhand der erzeugten Daten ein kleinräumiges, hochauflösendes Orthofoto erstellt (

Abb. 2).

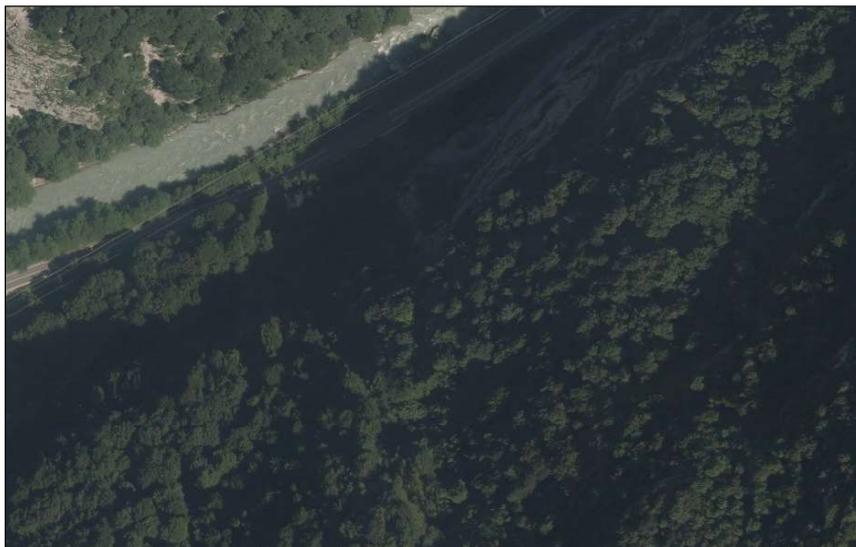


Abb. 1: Grundlage Orthofoto Land Salzburg

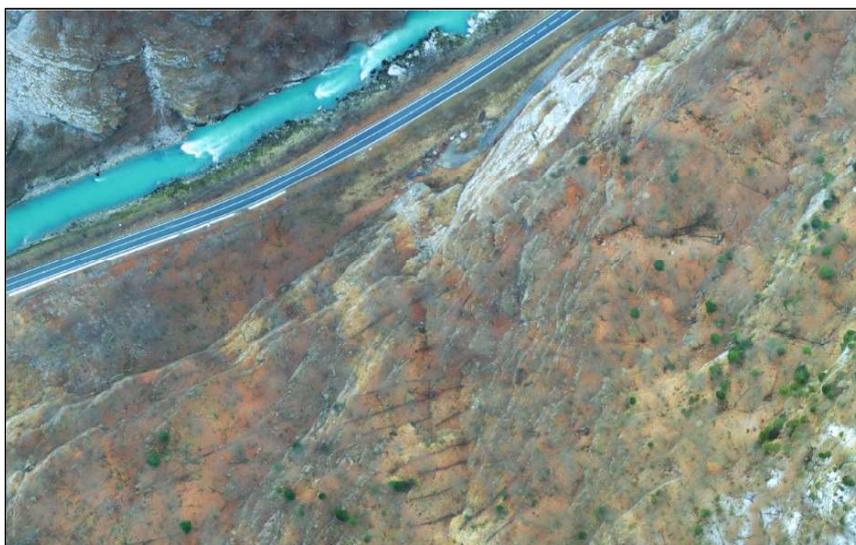


Abb. 2: Orthofoto von Geoconsult (UAS)

Die Flugplanung wurde mit der Flugplanungssoftware UGCS auf Grundlage eines 10 m Geländemodells erstellt. Die Flughöhe betrug dabei 150 Meter über Grund, was einer Bodenauflösung von 10 cm entspricht. Die Flugstreifen wurden mit einer Überlappung von 80 % Seitwärts und 80 % Vorwärts geflogen. Die Befliegung wurde mit dem Consumer-grade UAS „DJI Phantom 3 Advanced“ mit einer integrierten 12 Megapixel Kamera durchgeführt. Zusätzlich wurden mittels DGPS eingemessene Bodenkontrollpunkte erzeugt und für die Verortung des Modells genutzt. Die structure from motion photogrammetry wurde mit der Software Pix4d berechnet. Auf diesem Orthofoto konnte mittels optischer Erkennung die Lage aller Schutzbauten eindeutig verifiziert und verortet werden. Dies stellte die Grundlage für die Inventarisierung, die Einteilung in die Zustandsstufen nach der ONR 24810 (Abb. 3), für eine 3D-Steinschlagmodellierung und eine Maßnahmenplanung dar.



Abb. 3: Schutzbauteninventar

Neben der Orthofotoerzeugung wurde das UAS auch für die „laufende Überwachung“ nach ONR 24810 getestet. Dabei wurden einzelne Schutzbauwerke direkt angefliegen und deren Zustand optisch beurteilt und fotografiert (Abb. 4). Somit können zügig und belegbar alle entscheidenden Teile der Infrastruktur als auch der Füllstand von allen Seiten beurteilt werden.



Abb. 4: Luftbild eines Steinschlagschutznetzes (direkte Befliegung)

Steinschlagmodellierung und Massnahmenplanung

Ziel der 3D Steinschlagmodellierung ist es die optimale Position für neue Schutzbauwerke zu finden. Die Modellierung wurde mit dem Programm Rockyfor3D durchgeführt. Als Grundlage dienten zum einen die Erkenntnisse aus mehreren Geländebegehungen und die Daten aus vorrangegangenen Untersuchungen [2][3][4][5] sowie ein Geländemodell mit einer Auflösung von zwei Metern.

Für die Steinschlagmodellierung wurden alle potentiellen Ablösebereiche in einem GIS Programm digitalisiert (Abb. 5) und mit Parametern für die Blockgröße, Blockform, Oberflächenrauigkeit und Dämpfung belegt. Da die genaue Festlegung der Ablösebereiche eine essentielle Grundlage für die Modellierung darstellt, wurde auch hierfür das mittels UAS erstellte Orthofoto herangezogen. Zusätzlich wurden die Schutzbauten und der Bannwald in die Modellierung miteinbezogen.

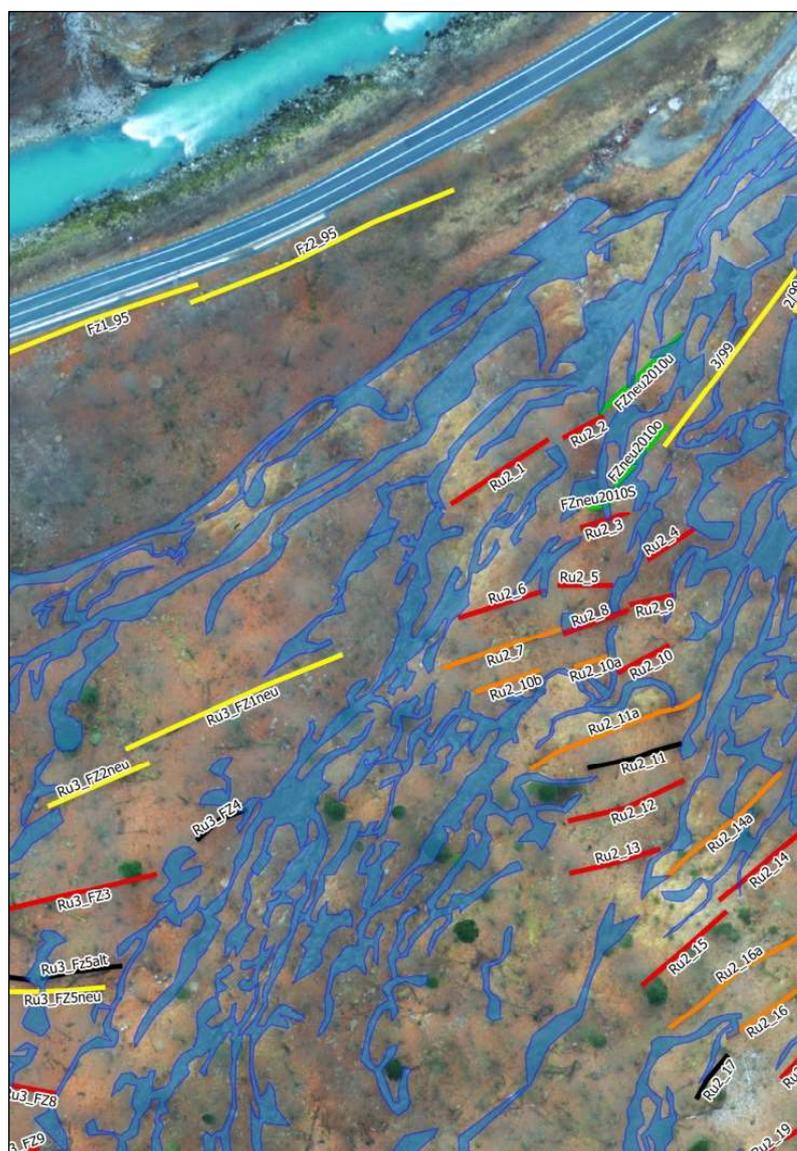


Abb. 5: Potentielle Ablösebereiche auf Basis UAS-Orthofoto

Die Modellierung ergab Energien bis zu 5000 kJ (Abb. 6) und aufgrund der Geländestufen Sprunghöhen von mehreren Zehnermetern.

Um diese Energien bewältigen zu können, wird die Errichtung von mehreren Reihen von Steinschlagschutzzäunen von 3000 und 5000 kJ vorgeschlagen.

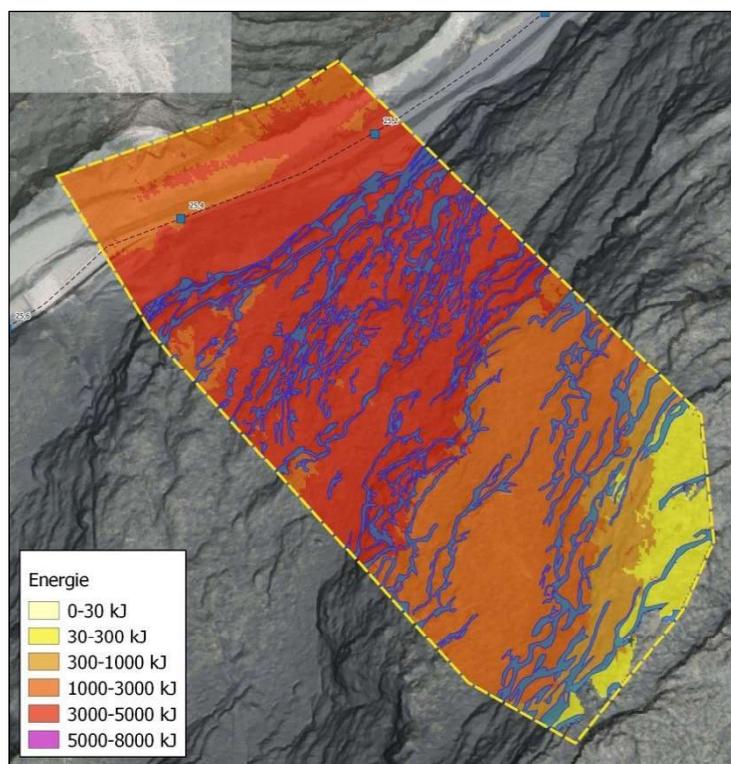


Abb. 6: Energien für den gesamten Prozessbereich

Ausblick

Durch die UAS-based dataproductioin war es erstmals möglich das Schutzbauteninventar in diesem extremen Untersuchungsgebiet komplett digital aufzunehmen, um die Schutzbauten zeitgemäß bewerten und warten zu können. Zukünftig wird mit der weiteren Entwicklung der Photogrammetrischen Datenauswertung die Nutzung von GCPs überflüssig werden [7] und mit der Weiterentwicklung der consumer-grade UAS steigt auch die Auflösung, damit die Datenqualität und auch die Sicherheit/Zuverlässigkeit der Geräte. Mit der steigenden Auflösung der Orthofotos und der Geländeinformationen wird in Zukunft auch die Automatisierte Extraktion von Schutzbauwerken mittels Object-Based Image Analysis (OBIA) möglich werden.

Zitate

- [1] ONR 24810 (2017): Technischer Steinschlagschutz — Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung
- [2] Geotest (2014): Risikoanalyse Pass Lueg, Salzburg, Österreich
- [3] Geoconsult ZT GmbH (2013): Bestandsbegutachtung Schutzbauten Pass Lueg, Salzburg, Austria

- [4] Geoconsult ZT GmbH (2015): Bestandsbegutachtung Schutzbauten Pass Lueg, Salzburg, Austria
- [5] Geoconsult ZT GmbH (2016): Schutzbautenservices Pass Lueg, Salzburg, Austria
- [6] Dorren L. K. A. (2015): Rockyfor3D (V5.2.5) enthüllt – Transparente Beschreibung des kompletten 3D-Steinschlagmodells. ecorisQ paper (www.ecorisq.com): 32 p.
- [7] Carbonne P. E., Dietrich J. T. (2016): Cost-effective non-metric photogrammetry from consumer-grade sUAS: implications for direct georeferencing of structure from motion photogrammetry. Earth surface processes and landforms, DOI: 10.1002/esp.4012