

Donnerstag 18. Oktober 2012

10:30-11:00

Einsatz unbemannter Fluggeräte zur Situationsbeurteilung in alpinen Gefahrenzonen - Bericht aus der Praxis

Hannes Kleindienst¹, Hansjörg Ragg^{1,2} & Gerhard Neuner³

¹GRID-IT GmbH, Technikerstraße 21a, 6020 Innsbruck (www.grid-it.at)

²Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck

³twins.nrm, Häusern 15, 6070 Ampass (www.twins.co.at)

Abstract

Small UAV's (unmanned aerial vehicles) are cost effective tools for the acquisition of high resolution aerial images over areas up to several square kilometers size. Depending on the area of interest, the topography and some other factors either rotary or fixed wing UAV's are preferred. The rockfall event in Spring 2012 in the Alptal (30km west of Innsbruck, Tyrol) serves as good example for the benefits of such systems in difficult terrain.

Einleitung

UAV's (unmanned aerial vehicles) sind unbemannt und weitgehend autonom operierende Fluggeräte, die in der Regel mit bildgebenden Systemen (Video, Foto) oder anderen Sensoren ausgestattet werden können (Eisenbeiss&Sauerbier 2011). Insbesondere in schwer zugänglichen Gebieten oder in aufgrund noch aktiver Prozesse gefährdeten Bereichen bieten derartige Systeme die Möglichkeit, qualitativ hochwertiges Bildmaterial zu liefern, ohne dass sich Personen in Gefahr begeben müssen.

UAV's verfügen in der Regel über einen Autopiloten, der es ermöglicht, eine Flugroute vorab zu definieren und automatisch abfliegen zu lassen. Start und Landung werden manuell durchgeführt, für den eigentlichen Flug müssen lediglich die Koordinaten definiert werden, die dann nacheinander automatisch angesteuert werden.

Im Vergleich zu Befliegungen mit Hubschraubern bieten UAV's den Vorteil, deutlich kostengünstiger zu sein und eine höhere Flexibilität in Bezug auf Einsatzbedingungen und Verfügbarkeit aufzuweisen. Interessante Bereiche oder Objekte können aus wenigen Metern Distanz betrachtet und dokumentiert werden.

Der Felssturz im Alptal ist ein schönes Beispiel für die Anwendung dieser Systeme. Mit einer Ausdehnung von ca. zwei Kilometern entspricht die Fläche dem idealen Skalenbereich für den Einsatz von UAV's. Das im Jahr 2007 erfasste Laserscanning-Geländemodell bietet außerdem eine gute Grundlage für eine multitemporale Analyse.

Survey Bird UAV-Systeme

Unter dem Namen „Survey Bird Solutions“ bietet die Firma GRID-IT zusammen mit Necon ZT Dienstleistungen und Beratung rund um UAV-Systeme. Mit einem Flächensystem und einem Kopter stehen zwei UAV-Systeme zur Verfügung, die sich für jeweils unterschiedliche Anwendungsgebiete eignen. Das Flugzeug, ein Nurflügler der Firma QuestUAV, kann die Vorteile einer längeren Flugzeit

und höheren Geschwindigkeit insbesondere bei der Erfassung größerer Flächen und Strecken ausspielen, benötigt aber ausreichend freien Luftraum für die Wenden sowie eine freie Fläche für Start und Landung. Der Kopter, ein Hexakopter der Firma twins.nrn, besticht durch minimale Anforderungen an Start- bzw. Landefläche sowie durch hochgenaue Manövrierbarkeit und ist damit vor allem für den Einsatz in schwierigem Gelände geeignet. Als Nachteil ist die im Vergleich zum Flächensystem geringere Flugdauer zu



nennen (20 Minuten gegenüber bis zu 1 Stunde).

Abb. 1: Kopter der Firma twins.nrn und Flugzeug der Firma QuestUAV im Einsatz

Beide Systeme verfügen über einen Autopiloten, einen Datenlogger („black-box“), eine Fernsteuerung sowie Datenfunk, über den alle flugrelevanten Daten an eine Bodenstation übertragen werden. Die photogrammetrisch kalibrierten Kameras werden jeweils über den Autopilot ausgelöst und liefern qualitativ hochwertige Vertikalaufnahmen. Im Flugzeug wird die Rollbewegung durch ein aktives System ausgeglichen, der Kopter verfügt über ein in zwei Achsen drehbares Kameragestell. Eine optionale Video-Übertragung ermöglicht es, die Perspektive des Fluggeräts auf einem Monitor oder mit einer Videobrille zu betrachten.

Typischer Ablauf einer photogrammetrischen UAV-Befliegung

Bevor mit der Erhebung der Luftbild-Daten begonnen wird, muss als erster Schritt das Gebiet beurteilt werden, um in Abhängigkeit der Gegebenheiten und Anforderungen das geeignete System für den Flug auszuwählen. Anschließend kann mit der Flugplanung begonnen werden, wobei hier in je nach gewähltem System (Kopter oder Flugzeug), Topographie bzw. der zu erfassenden Fläche die Flugroute sowie die Fotopunkte definiert werden. Räumliche Auflösung und Überlappung in Längs- und Querrichtung sind die Grundlage für die Definition der Flughöhe sowie den Abstand zwischen Flugstreifen bzw. Fotopunkten. Die aktuellen Windverhältnisse müssen berücksichtigt werden, so dass oft mehrere Alternativpläne vorbereitet werden. Die Flugplanung wird von einer eigen entwickelten Software GRID.flightmanager unterstützt.

Um die Luftbilder räumlich genau referenzieren zu können, werden ausgewählte Passpunkte anhand korrigierter GPS-Messungen (z.B. APOS-RTK) erfasst und im Gelände markiert. Diese Referenzpunkte müssen später in den einzelnen Luftbildern erkennbar sein. Anschließend erfolgt der eigentliche Flug, wobei ein Gebiet je nach Situation zum Teil in mehreren Flugblöcken erfasst wird. Während des Flugs werden die wichtigsten Parameter wie Position, Höhe, Stromversorgung, etc. per Funk zur Bodenstation übertragen und dort visualisiert. Der Flug selbst verläuft weitgehend automatisch, wobei der Autopilot den vordefinierten Wegpunkten folgt und per programmierbarer Events die Kamera auslöst.



Abb. 2: Einmessen der „Ground Control Points“ – hier am Beispiel eines natürlichen Punktes an der Dachkante des teilweise verschütteten Generatorhauses.

Nach dem Flug werden die aufgenommenen Luftbilder sowie die Logger-Daten gesichert, um sie für die photogrammetrische Auswertung vorzubereiten. Anhand des Zeitstempels und der im Log-File aufgezeichneten Auslösepunkte kann die äußere Orientierung für jedes Bild definiert werden, da sowohl Position als auch Lage des Fluggeräts (Nick-, Roll- und Drehwinkel) protokolliert sind.

Für die photogrammetrische Analyse können verschiedene Software-Lösungen zur Anwendung kommen, z.B. ERDAS-LPS, MICMAC, TopCon Image Master oder andere. Der im GRID.flightmanager implementierte Workflow unterstützt verschiedene Formate, ist aber insbesondere auch auf die Koppelung mit

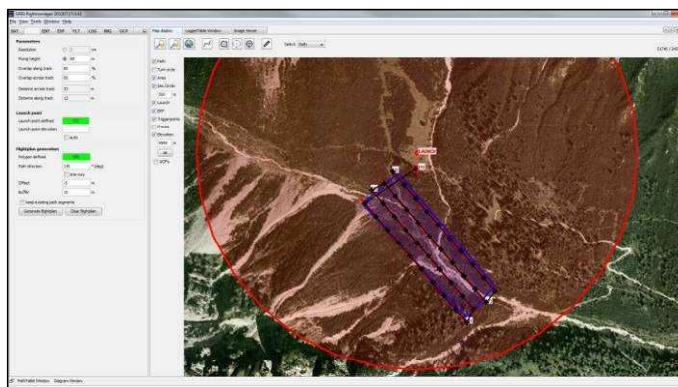


Abb. 3: Screenshot der Software GRID.flightmanager für die Planung und Auswertung von UAV-Bildflügen

MICMAC ausgelegt (Pierrot-Deseilligny 2012). Ergebnisse sind in der Regel digitale Oberflächenmodelle mit Auflösung

und Genauigkeit im Bereich von 10-20 cm sowie Orthofotos mit einer Bodenauflösung von 3-5 cm.

Mit diesen Daten können anschließend weiterführende Auswertungen durchgeführt werden, z.B. Veränderungsanalysen bei multitemporalen Befliegungen oder Vergleiche mit vorhandenen Laserscanning-Daten.

Die Projektentwicklung im Alptal

In Zusammenarbeit mit der Landesgeologie Tirol wurde der Felssturz im Alptal mit einem Kopter befliegen. Die besonderen Herausforderungen in diesem Gebiet waren zum Teil durch die großen Höhenunterschiede, aber auch durch die Nähe zur Felswand und das teilweise enge Tal bedingt. Mit

diesen Randbedingungen kam der Kopter als Fluggerät zum Einsatz, obwohl aufgrund der langen Ausdehnung der Felssturzmasse kurzzeitig auch die Verwendung des Flächensystems diskutiert wurde.

Aufgrund der begrenzten Sichtbarkeit wurde das Gebiet in mehrere Flugblöcke unterteilt, wobei die Flughöhe jeweils der entsprechenden Geländehöhe angepasst wurde. Insgesamt wurden sechs Startpositionen ausgewählt, drei am Talboden, zwei etwas erhöht an der Talflanke und ein Punkt am Hang unterhalb des Abbruchs.

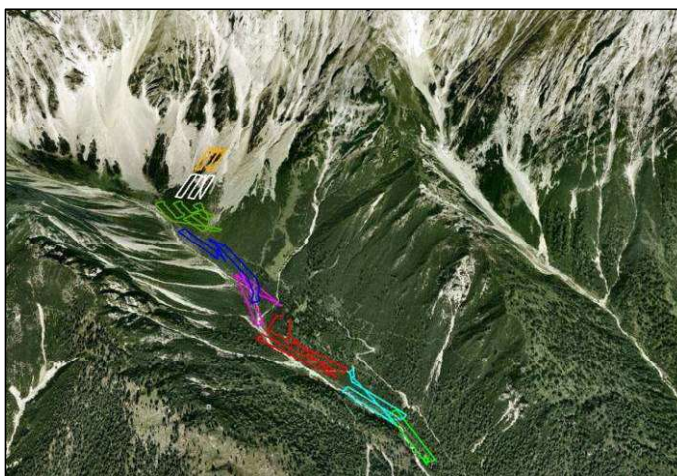


Abb. 4: Darstellung der Flugblöcke in GoogleEarth.

Die photogrammetrische Auswertung wurde mit MICMAC durchgeführt und erfolgte blockweise. Im Postprocessing wurden die einzelnen Blöcke zu einem umfassenden Datensatz zusammengefasst.

Als Besonderheit wurde auch die Abbruchfläche in der Felswand überlappend fotografiert, wobei die Kamera dabei horizontal ausgerichtet war und die Flugbahn aus zwei vertikalen Linien bestand (variable Flughöhe über unveränderter Position).

Ergebnisse

Als Resultat der photogrammetrischen Auswertung entstehen zunächst detaillierte Oberflächenmodelle, die auf eine räumliche Auflösung von 10cm reduziert wurden. Die Orthofotos, die dann auf Basis dieser Höhendaten abgeleitet wurden, haben eine Bodenauflösung von 5cm.

Die unten stehende Abbildung 5 zeigt einen Vergleich der Oberflächenmodelle anhand zweier Hillshades. Die Gegenüberstellung zeigt den höheren Detaillierungsgrad der UAV-Daten gegenüber den Laserscanning-Daten, die „nur“ eine räumliche Auflösung von 1m aufweisen.

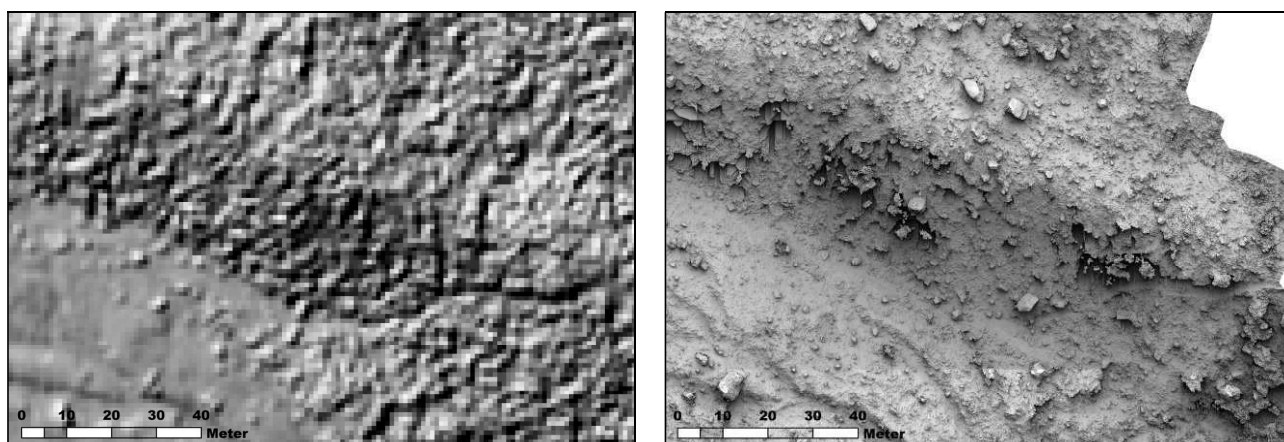


Abb. 5: Vergleich der Oberflächenmodelle – das linke Bild zeigt den Hillshade des Laserscanning-DOM (Stand 2007), rechts ist der aus den UAV-Daten berechnete Hillshade dargestellt.

Insbesondere sind im rechten Bild sogar einzelne Felsblöcke zu unterscheiden und zumindest in oberirdisch sichtbarem Volumen quantifizierbar.

Auch der Vergleich des via TIRIS verfügbaren Orthofotos mit den neu erfassten UAV-Daten belegt einerseits den Qualitätsunterschied, andererseits aber auch die durch den Felssturz bedingten Landschaftsveränderungen. Die folgende Abbildung 6 zeigt denselben Ausschnitt vor und nach dem Felssturz. Der Wanderweg ist teilweise in beiden Bildern zu erkennen.

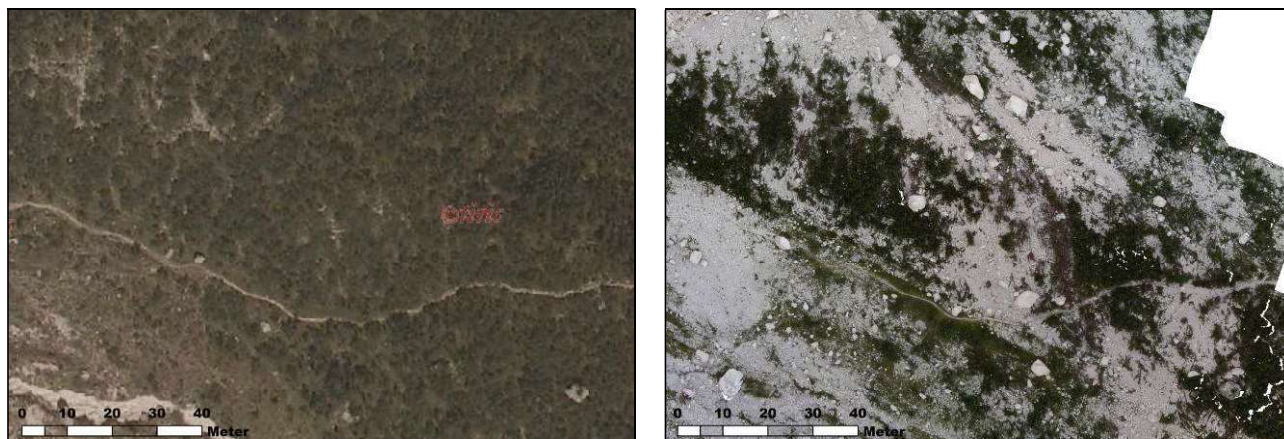


Abb. 6: Vergleich der Orthofotos – das linke Bild zeigt das Orthofoto vor dem Ereignis mit dichtem Latschenbestand (Quelle: TIRIS), rechts ist das aus den UAV-Daten abgeleitete Orthofoto dargestellt.

Ein direkter Vergleich der Gelände- bzw. Oberflächenhöhen zeigt die Veränderung der Topographie in der Auslaufzone. Bemerkenswert sind die nach dem Felssturz fehlenden Bäume, die im ursprünglichen ALS-Datensatz noch sichtbar sind, sowie das durch die Ablagerungen angehobene Relief.

Die Auswertungen sind zum Zeitpunkt der schriftlichen Zusammenfassung noch nicht abgeschlossen, weitere Ergebnisse werden im Vortrag präsentiert.

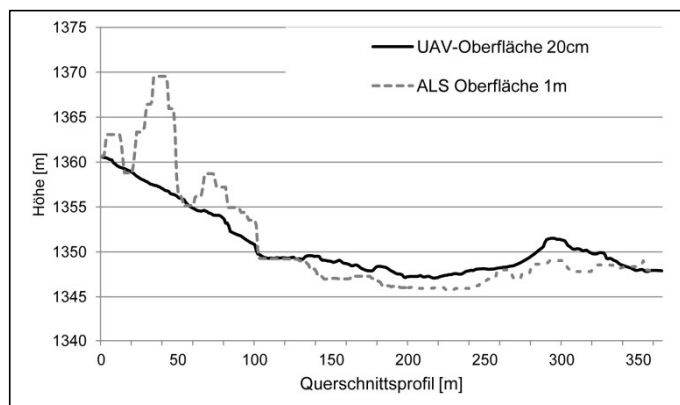


Abb. 7: Vergleich des Reliefs vor (ALS) und nach (UAV) dem Felssturz.

Ausblick

UAV's haben sich als schnell verfügbare und kostengünstige Alternativen zu regulären Flugzeug- oder Helikopter-Befliegungen etabliert, sofern die relevanten Flächen nicht viel größer als einige Quadratkilometer sind.

Das Anwendungsspektrum reicht dabei von der Erfassung geomorphologischer Prozesse, wie hier beschrieben, über die Dokumentation des Waldzustands bis hin zur Berechnung des verfügbaren Volumens in Wildbach-Retentionsbecken. Die Dokumentation von Schutzbauten, die Volumenberechnung des verbauten Materials oder die räumlich differenzierte Erfassung von Setzungen sind nur weitere Beispiele potenzieller Anwendungsgebiete.

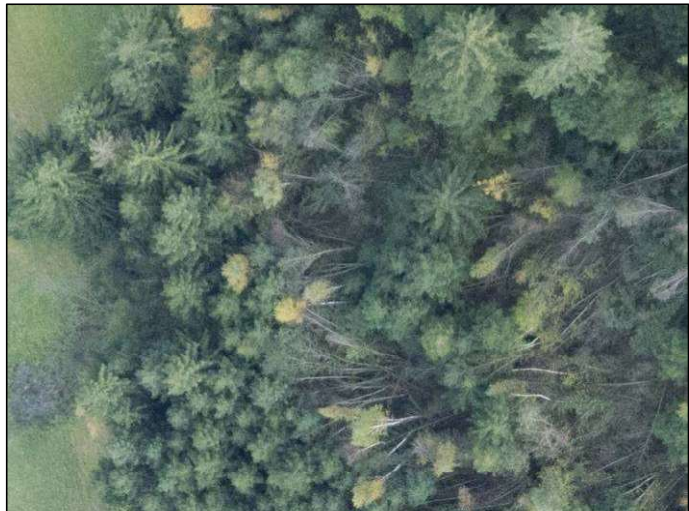


Abb. 8: Forstliche Dokumentation – aus der Vogelperspektive lassen sich Schäden oft einfach erkennen.

Danksagung

Ein herzlicher Dank für die logistische Unterstützung geht an Karl Krug, den Waldaufseher und Schutzwaldmanager der Gemeinde Wildermieming.

Referenzen:

Eisenbeiss, H. & Sauerbier, M. (2011): Investigations of UAV systems and flight modes for photogrammetric applications. In: The Photogrammetric Record 26 (136): 400-421.

Pierrot-Deseilligny, M. (2012): MicMac-Apero Documentation, <http://www.micmac.ign.fr/svn/micmac/trunk/Documentation/DocMicMac/DocMicMac.pdf>, abgefragt im Okt. 2012