

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 109 (2011)

**Heft:** 5

**Artikel:** Einsatz autonomer Flugsysteme (UAVs) mit Distanzbildkameras in  
alpinen Gebieten

**Autor:** Eisenbeiss, H. / Nitsche, M. / Kohoutek, T.K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236791>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Einsatz autonomer Flugsysteme (UAVs) mit Distanzbildkameras in alpinen Gebieten

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs – autonome Flugroboter) bieten sich heutzutage für verschiedene Anwendungen im Bereich Geomatik als kostengünstige Alternative zur bemannten Luftbildphotogrammetrie und Vermessung an. UAVs als mobile Messplattform eignen sich besonders für die Aufnahme von kleinräumigen Gebieten. In der vorliegenden Arbeit wird eine bisher noch nicht eingesetzte Kombination von einer Range Imaging (RIM) Kamera (Distanzbildkameras) und einem UAV für die Datenaufnahme von Oberflächenstrukturen in alpinen Gebieten beschrieben. In einer Pilotstudie der ETH Zürich und der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) zusammen mit der Firma Swiss UAV konnten erste Erfahrungen gesammelt und das Potenzial von «UAV Range Imaging» aufgezeigt werden.

*Des véhicules aériens sans pilote (UAVs – robots de vol autonomes) se prêtent actuellement pour diverses utilisations dans le domaine de la géomatique comme alternative meilleur marché que la photogrammétrie aérienne et la mensuration traditionnels. Les UAVs comme plateforme mobile se prêtent à merveille pour le levé de petites étendues. Dans le présent travail on décrit une combinaison jusqu'à présent non encore appliquée d'une caméra Range Imaging (RIM) (caméra d'image à distance) et d'un UAV pour la saisie de données de structures de surfaces dans des contrées alpines. Dans une étude pilote de l'EPF de Zurich et de l'Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) et en collaboration avec la firme Swiss UAV de premières expériences ont pu être récoltées et le potentiel de «UAV Range Imaging» a pu être démontré.*

Gli Unmanned Aerial Vehicles (UAV, cioè gli aeromobili a pilotaggio remoto) sono oggi disponibili per diverse applicazioni nel campo della geomatica e costituiscono una vantaggiosa alternativa all'aerofotogrammetria e alle misurazioni. Gli UAV, come piattaforma di misurazione mobile, sono particolarmente indicati per le riprese di aree di dimensioni limitate. Nel lavoro seguente si descrive una combinazione, finora mai sperimentata, di una fotocamera Range Imaging (RIM) e un UAV per il rilevamento dei dati delle superfici nelle aree alpine. In uno studio pilota del Politecnico di Zurigo e dell'Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio (FNP), in collaborazione con la ditta Swiss UAV, si raccolgono delle prime esperienze e si evidenzia il potenziale dell'«UAV Range Imaging».

H. Eisenbeiss, M. Nitsche, T.K. Kohoutek,  
Ph. Niquille, L. Zander, H. Ingensand

## 1. Einleitung

Die genaue und detaillierte Aufnahme von Oberflächenstrukturen ist eine Herausforderung für viele geodätische

Messverfahren in Bezug auf die Datenerfassung von umweltbezogenen Fragestellungen. Im Speziellen können terrestrisches und luftgestütztes Laserscanning sowie photogrammetrische Aufnahmemethoden für gewisse Anwendungen, wie zum Beispiel die 3D-Rekonstruktion eines Bachbetts in alpinen Gebieten, nicht eingesetzt werden. Bachläufe sind oft-



Abb. 1: NEO S-300 der Firma Swiss UAV.

mals schwer zugänglich und aus der Luft nicht einsehbar. Eine mobile Plattform, welche sich maximal 10 m über dem Bachbett frei bewegen könnte, wäre für eine solche Anwendung am besten geeignet. Nitsche und Kohoutek (2010) haben mit einer an einem «Mini-Kran» montierten RIM-Kamera erfolgreich Bachläufe im alpinen Raum aufnehmen und modellieren können und damit erste Erfahrungen gesammelt. Allerdings ist die Datenerfassung mit einem Kran zeitlich sehr aufwändig und benötigt zusätzlich erfasste Passpunkte zur Kombination der einzelnen Aufnahmen.

UAVs eignen sich als Trägerplattform für RIM-Kameras und bieten daher eine Alternative zu Mini-Kränen. UAVs könnten eine schnelle Datenerfassung ermöglichen und mit einer genauen Positionsbestimmung mittels integriertem differentiellen GNSS (Global Navigation Satellite System) und einer genauen IMU (Inertial Measurement Unit) den Messaufwand für zusätzliche Passpunkte reduzieren.

Im Folgenden werden die Systemkonfiguration des UAVs, die Aufnahmen der Pilotstudie und erste Ergebnisse beschrieben.

## 2. Systemkonfiguration

Für die Pilotstudie wurde ein unbemannter Helikopter (NEO S-300) der Firma SWISS UAV ausgewählt (vgl. Abb. 1 und Swiss UAV, 2011). Der NEO S-300 hat ein maximales Abfluggewicht von 85 kg und eine Dimension von 275 x 95 x 86 cm (Länge/Breite/Höhe). Der Hauptrotordurchmesser des UAVs beträgt 3 m und



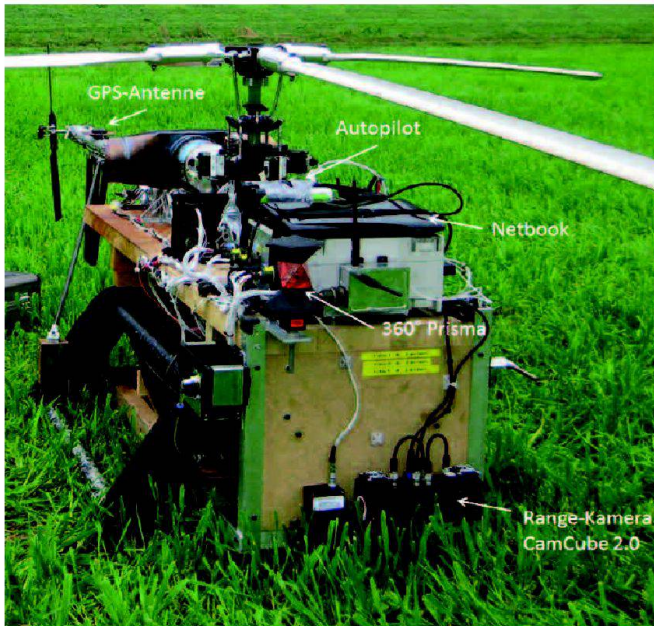


Abb. 2: Systemkonfiguration der Testplattform NEO (Swiss UAV) ausgestattet mit einer Range-Kamera CamCube 2.0.

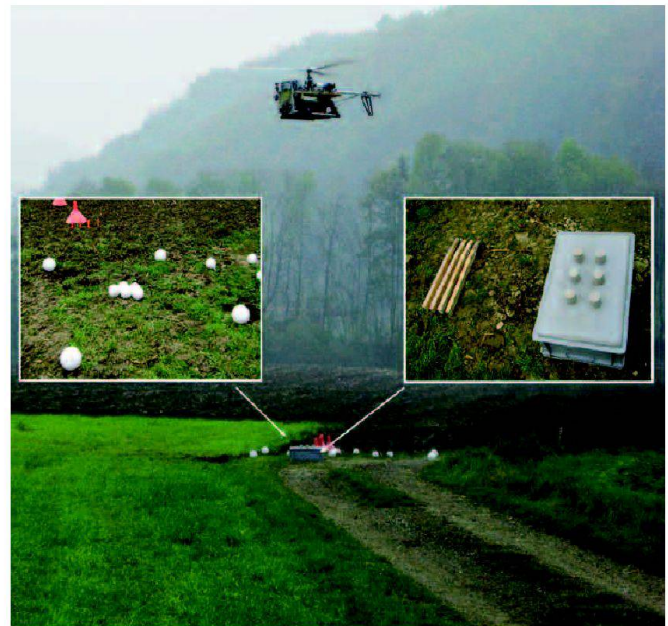


Abb. 3: UAV während des Fluges über dem Testgebiet.

das System ist mit einer 12 kW JetA1 Turbine ausgestattet. Das System kann mit minimalem Payload bis zu 90 Minuten fliegen und hat eine maximale Geschwindigkeit von 120 km/h. Die grossen Leistungsreserven des Systems bieten uns die Möglichkeit auch in alpinen Gebieten zu fliegen (Swiss UAV, 2011).

Das Flugsystem ist mit einem modifizierten Autopiloten von weControl ausgestattet und erlaubt den GNSS/INS-gestützten und autonomen Flug (Eisenbeiss, 2009). Für die Datenaufnahme von Flussbetten wäre hierfür der «gestützte» Flugmodus prädestiniert, da die Plattform stabilisiert wird und der Pilot recht einfach dem Flussbett per Augenmass folgen kann. Möglichen Hindernissen kann so während des Fluges direkt ausgewichen werden. Eine Flugplanung für den autonomen Flug über dem Flussbett wäre zu komplex und daher nicht effizient. Das System, welches für unser Pilotprojekt verwendet wurde, ist eine Testplattform (ohne Abdeckung), so dass verschiedene Systemkomponenten einfach montiert und entfernt werden können.

Für die Studie war die Testplattform des NEOs mit einer RIM-Kamera, dem CamCube 2.0 der Firma PMD, einem Netbook

für die Datenaufzeichnung und einem 360° Prisma für die Überprüfung der Trajektorie mittels Tachymeter-Tracking ausgestattet (Abb. 2).

### 3. Erste Ergebnisse

Als Testfluggebiet wurde eine landwirtschaftlich genutzte Fläche im Kanton Solothurn gewählt. Um die RIM-Daten analysieren zu können, wurden verschiedene Objekte, welche sich durch ihre Grösse, Form und Material unterscheiden, im Testgebiet ausgelegt (Abb. 3).

Da das zur Verfügung stehende Netbook nicht leistungsfähig genug war, konnte bei der Datenaufzeichnung nicht mit der üblichen Frequenz der Range-Kamera von ~25 Hz während des Fluges aufgenommen werden. Die Aufnahme Frequenz der Bilder betrug lediglich 4 Hz. Ein einzelnes Distanzbild eines RIM-Sensors hat ein sehr schlechtes Signal/Rausch-Verhältnis. Dieses kann über die Mittelung von mehreren Bildern minimiert werden. Die niedrige Frequenz bei der Bildaufnahme macht diese Minimierung jedoch unmöglich. Daher ist mit einem erhöhten Rauschen in der Distanzmessung zu rechnen. In Abbildung 4 sind das Distanz-, das Intensi-

täts- und das Amplitudenbild von einer Aufnahme dargestellt. Die ausgelegten Objekte und der Übergang vom Rasen zum Feldweg sind besonders gut im Intensitätsbild erkennbar. Im Distanzbild ist das Rauschen wie erwartet sehr hoch. Im Bereich des Rasens sind die Holzplatten nicht erkennbar. Die aufgestellte Plastikbox mit aufgesetzten Zylindern kann jedoch im Distanzbild sehr gut identifiziert werden. Es ist hingegen schwierig, die Box im Amplitudenbild vom Boden zu unterscheiden.

### 4. Ausblick

Die ersten Ergebnisse der Pilotstudie (Abb. 4) sind vielversprechend, obwohl die Testbedingungen nicht ideal waren. Um jedoch eine Range-Kamera für Datenaufnahmen mittels UAV effizient einsetzen zu können, muss die Aufzeichnungsrate der Kamera erhöht werden. Dafür könnte anstelle des Netbooks ein «embedded» PC auf dem UAV für die Datenaufzeichnung verwendet werden. Mit einer höheren Aufzeichnungsrate können für die Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses mehrere Bilder kombiniert werden. Das Rauschen in den Distanzbildern wird



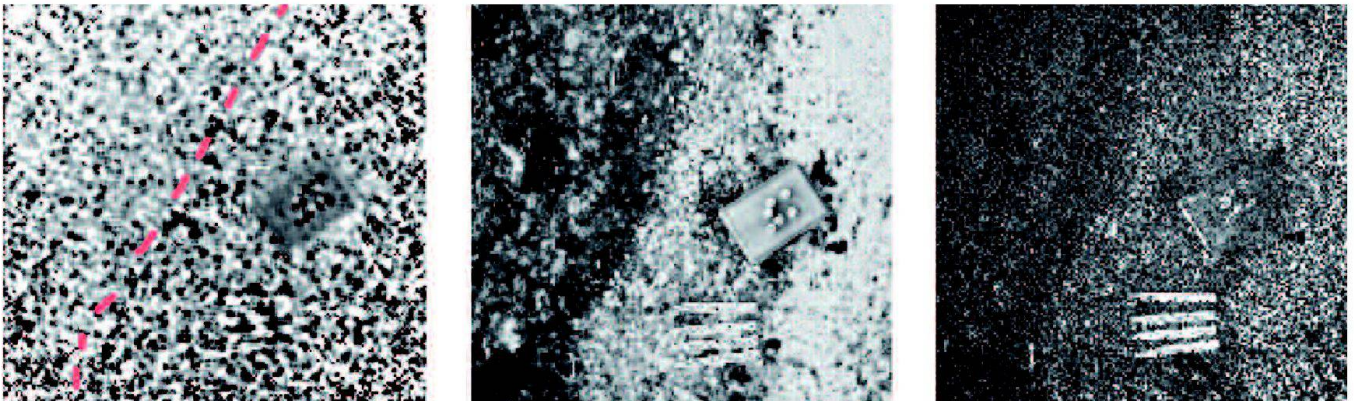


Abb. 4: Ergebnisse der RIM-Kamera (links: Distanzbild; Mitte: Intensitätsbild; rechts: Amplitudenbild). Die rot-gestrichelte Linie deutet den Übergang Rasen- und Wegoberfläche an.

damit erheblich reduziert (Nitsche und Kohoutek, 2010). Für eine Qualitätsanalyse der generierten Oberflächendaten werden in weiteren Tests Referenzdaten benötigt. Diese Referenzdaten könnten von einem «Mini-Kran» mittels RIM-Kamera oder aus RGB-Bildern von einem kleineren UAV aufgenommen werden. Ein weiterer Punkt ist die genaue Georeferenzierung des UAVs, somit könnten aufwändige Feldarbeiten für die Passpunktmessung auf ein Minimum reduziert werden.

Die Pilotstudie hat deutlich gezeigt, dass aufgrund der effizienten Datenaufnahme von Range-Imaging mittels UAVs die Datenaufnahme von kleinräumigen Oberflächen im alpinen Raum mit der vorgestellten Methode durchführbar ist.

#### Literatur:

Eisenbeiss, H., 2009: UAV photogrammetry. DISS. ETH NO. 18515, doi:10.3929/ethz-a-005939264.

Nitsche, M., Kohoutek, T.K., 2010: Assessment of flow resistance of steep mountain rivers measuring streambed topography by range imaging technology, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5, Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK.

Swiss UAV, 2011: SWISS UAV Homepage, [www.swiss-uav.com](http://www.swiss-uav.com) (31.03.2011).

Henri Eisenbeiss  
Tobias K. Kohoutek  
Hilmar Ingensand  
Institut für Geodäsie und  
Photogrammetrie  
ETH Zürich  
CH-8093 Zürich  
[henri.eisenbeiss@geod.baug.ethz.ch](mailto:henri.eisenbeiss@geod.baug.ethz.ch)

Manuel Nitsche  
Eidg. Forschungsanstalt WSL  
Zürcherstrasse 111  
CH-8903 Birmensdorf

Philippe Niquille  
Lars Zander  
Swiss UAV AG  
Bachmatten 2a  
CH-4435 Niederdorf

### Projektcontrolling - Planung - Leistungserfassung - Abrechnung

Transparenz. Erfolg. Consultinform.

Mit **Project Account** - der erfolgreichen **Softwarelösung in Projektcontrolling für Ingenieure, Planer, Geomatiker und andere Dienstleistungsunternehmen** - bringen Sie Transparenz in Ihre Projekte, reduzieren Ihren Verwaltungsaufwand und rationalisieren Ihre Prozesse.

Von der Budgetierung bis zur Nachkalkulation wissen Sie jederzeit genau, wie sich das Verhältnis zwischen Aufwand, Budget und Ertrag entwickelt. Die Module, webbasierte Leistungserfassung und Ressourcenplanung, sind weitere Bestandteile der Software.



Consultinform AG | Badenerstrasse 567 | CH-8048 Zürich | T +41 44 406 82 00 | F +41 44 406 82 01 | [info@consultinform.ch](mailto:info@consultinform.ch) | [www.consultinform.ch](http://www.consultinform.ch)