

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: 113 (2015)

Heft: 6

Artikel: Evaluation Vermessungsdrohne

Autor: Henz, Simon

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-513894>

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: 18.02.2026

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

Evaluation Vermessungsdrohne

Es tönt interessant: Vermessung aus der Luft. Wo bis anhin Gebiete aufwändig mittels terrestrischer Aufnahmen vermessen wurden, können heutzutage Vermessungsdrohnen Abhilfe leisten, indem die Aufnahmen in sehr kurzer Zeit aus der Luft erledigt werden können. Somit sind schwer zugängliche Gebiete problemlos erreichbar, die Sicherheit des Personals erhöht sich und Kosten sowie Zeit können eingespart werden. Der vorliegende Bericht ist ein Ausschnitt aus der Projektarbeit Evaluation einer Vermessungsdrohne und wurde zur Erlangung des Titels Geomatiktechniker FA im August 2014 durchgeführt. Die Aufgabenstellung dazu initialisierte mein Arbeitgeber Jermann Ingenieure+Geometer AG.

S. Henz

Vorgehen

Als Erstes wurde eine Übersicht über aktuelle auf dem Markt verfügbare Systeme erstellt. Aus dieser Übersicht wurden die Vor- und Nachteile für geodätische Anwendungen abgeleitet. Danach wurden die Anwendungsgebiete einer Vermessungsdrohne genau abgeklärt und aufgezeigt. Den Hauptteil der Evaluation bildeten die praktischen Anwendungen mit dem Tragflächenflieger E-Bee von Sense Fly. Nicht mehr Teil dieser Arbeit war der Praxistest einer Multikopterdrohne für die abschliessende Evaluation.

Anhand von Aufnahmen digitaler Terrainmodelle und Orthofotos in unterschiedlichen Gebieten wurde die Praxistauglichkeit der Drohne getestet.

Auf dem Markt vorhandene Vermessungsdrohnen

Grundsätzlich gib es zwei verschiedene unbemannte Flugsysteme (Drohnen bis 30 kg), die für die Nahbereichs- und Luftbildphotogrammetrie geeignet sind. Es gibt Multikopter- und Tragflächenflieger-Drohnen. Eine von wenigen Gemeinsamkeiten der beiden Systeme ist die Sensorik. Ausgestattet sind beide Systeme u.a. mit hochpräzisen IMU's und



Abb. 2: Bebaute Fläche.

Fig. 2: Zone construite.

Fig. 2: Zona edificata.

GNSS. Dabei wird die IMU u.a. zur Bestimmung der Flugzeug-Trajektorie (inkl. Ausrichtung der Koordinatenachsen des Flugzeugkoordinatensystems bezüglich des globalen Koordinatensystems) verwendet. Das GNSS Signal wird u.a. als zusätzlicher Wert für die approximative Bestimmung der äusseren Orientierung der Aufnahmen verwendet sowie zur autonomen Befliegung eines Gebietes. Ansonsten unterscheiden sich die beiden Systeme beträchtlich in ihrer Bauart, in ihrer Steuerung, im Preis und in ihren Anwendungsgebieten. Auch die erreichbare Bodenauflösung ist systemabhängig. Hersteller von Multikopterdrohnen gibt es einige, wie z.B. Aibotix, Height Tech, Multirotor, Asctec, Microdrones. Von Tragflächendrohnen gibt es nur wenige Hersteller, wie z.B. Sensefly oder Topcon.



Abb. 1: Aushub.

Fig. 1: Excavation.

Fig. 1: Scavi.

Tragflächendrohne E-Bee von Sense Fly

Das Handling der Drohne ist sehr einfach, da dieses System komplett autonom fliegen und landen kann. Der Start der Drohne erfolgt aus der Hand, danach fliegt sie autonom das zuvor definierte Raster ab

und landet automatisch. Grundsätzlich kann man die Befliegung alleine durchführen, solange Sichtverbindung zur Drohne besteht.

Mit diesem System sind Bodenauflösungen bis 1.5 cm/Pixel möglich. Daraus folgen absolute Genauigkeiten von DTM und Orthofoto bis zu 3-5 cm. Die Tragflächendrohne ist im Vergleich zu Multikopterdrohnen sehr leicht, wodurch sich das Risiko grosser Schäden bei einem möglichen Absturz sehr minimiert. Die Flugzeit bis zu 50 min. lassen Befliegungen von grossen Gebieten ohne Flugunterbrechung infolge Akkuwechsel zu. Diese Drohne eignet sich besonders für die Aufnahme von DTM grossflächiger Gebiete wie Kiesgruben, Steinbrüchen und Aushuben. Ebenso ist sie sehr gut für Orthofotoaufnahmen zu verwenden.

Multikopterdrohne

Es ist empfehlenswert, sechs bis acht rotorige Multikopter zu verwenden. Diese sind aufgrund der Redundanz der Rotorwellen sicherer und lassen sich in der Luft feiner und stabiler steuern.

Die momentan noch eher geringe Akkulaufzeit wird mit dem Fortschritt der Technik sicherlich noch verbessert. Durch den Unterbruch der Feldarbeiten infolge leerer Akkus erhöht sich der Zeitaufwand bei der Bilderfassung. Es können etliche Kamerasysteme eingesetzt werden. Dies erhöht die Flexibilität bei der Aufnahme und den Umfang der Anwendungsgebiete.

Das Handling in der Luft kann bei objekt-bezogenen Aufnahmen infolge vieler störender Objekte schwierig sein. Es ist also Voraussetzung, dass sich ein bis zwei Vermessungsfachleute im Betrieb das manuelle Fliegen der Drohne aneignen oder man mit einem Multikopterpilot zusammen arbeitet.

Diese Drohnensysteme eignen sich vor allem für Aufnahmen im Nahbereich und objektbezogene Aufnahmen. Die hoch aufgelösten Aufnahmen können bei detaillierten Gebäudeaufnahmen, z.B. in Kombination mit TLS, durchaus erforderlich sein. Ebenso sind sie prädestiniert für



Abb. 3: Unterschiede

Fig. 3: Différences

Fig. 3: Differenze.



Abb. 4: Differential-Modell

Abb. 4: Differential-Modell

Fig. 4: Modello differenziale.

Aufnahmen umfangreicher Terrainmodelle im bebauten Gebiet, Orthofotoaufnahmen, Fotodokumentationen wie Rissprotokolle oder Bauwerksüberwachungen.

Praktische Anwendungen

Zum Vergleich der Aufnahmen der Drohne mit bereits erstellten terrestrischen Höhenmodellen wurden zwei unterschiedliche Aufnahmegebiete definiert. Diese sollten unsere Anwendungsgebiete für Drohneneinsätze möglichst gut wi-

derspiegeln. Die praktischen Anwendungen auf dem Feld wurden mit der Tragflächendrohne E-Bee von Sense Fly durchgeführt. Für die Bildaufnahme wurde die Standardkamera Canon Ixus 127 HS mit 16MP verwendet.

Flugplanung und -durchführung

Ziel der Flugplanung ist es, das gewünschte Gebiet, in dem das Terrainmodell generiert werden soll, mit den vorgegebenen Parametern zu definieren. Dabei



Abb. 5: Keypoints.
Fig. 5: Keypoints.
Fig. 5: Keypoints.

spielen Indikatoren wie Flughöhe, gewünschte Bodenauflösung, Längs- und Querüberlappung eine zentrale Rolle. Neben der möglichst optimalen Wahl der Parameter darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass wir uns in einem natürlichen Umfeld bewegen und die Grenzen und Hindernisse zu berücksichtigen sind. Es macht Sinn, die Oberflächenfarben und Struktur des Befliegungsgebietes kurz zu analysieren. Oberflächen wie Kies, Steine oder Gebäude sind von der Struktur her geeignet und ergeben gute Resultate. Sand, Schnee, reflektierende Oberflächen oder verzerrte und verschwommene Bilder und Bilder mit weniger als 10MP Auflösung ergeben eher schlechte Resultate.

Vor dem Flug wird die erforderliche Bodenauflösung, die für die Aufnahmen erreicht werden soll, festgelegt. Die Bodenauflösung hängt massgebend von der Flughöhe und der Kameraauflösung ab. Für die genaue Georeferenzierung der Aufnahmen sind Passpunkte am Boden, so genannte ground control points (GCP), notwendig. Es lohnt sich auf jeden Fall, mehr als die geforderte Anzahl von mindestens drei GCP zu erstellen. Infolge Abdeckung oder Fehlbestimmung der GCP ist das Risiko von unbrauchbaren Punkten relativ hoch.

Auswertung

Die aktuellen Softwares unterstützen praktisch alle erforderlichen Funktionen wie Bündelblockausgleichung, Kamerakalibrierung, Georeferenzierung, Punkt-

wolken- und Orthofotoberechnung. Der hoch automatisierte Auswerteprozess vereinfacht die Modellberechnung massgeblich. Das Resultat aus Aufnahme und Auswertung der Luftbilder war in beiden Gebieten eine dichte Punktwolke. Diese Punktwolken wurden mit Cyclone trianguliert und als dxf exportiert. Anschliessend wurde in MicroStation ein Terrainmodell berechnet.

Vergleiche

Da bei den terrestrischen Aufnahmen generalisiert wurde, indem nicht jeder Erdhügel aufgenommen wurde, entstehen in diesen Bereichen Abweichungen. So

gesehen ist das Modell aus Flugaufnahmen detaillierter und vollständiger als das terrestrische Modell.

Ebenfalls ist am Beispiel der Aushublandschaft die Eignung von verschiedenen Oberflächentypen für Luftbildauswertungen zu sehen. Flächen mit guter Struktur ergeben viele Keypoints, monotone Oberflächen ergeben wenige bis keine Keypoints.

Im bebauten Gebiet konnten Höhenketten von Schächten, Dächern und anderen befestigten Flächen mit einer Genauigkeit von 3-5 cm abgegriffen werden. Da das Modell im Bereich von Kanten bei hohen Objekten (Gebäude, Mauern, Treppen etc.) häufig unsauber berechnet wurde, war es eher schwierig, Höhenketten von Mauern und Bauwerken zuverlässig abzuleiten.

Fazit

Die Flugplanung gewissenhaft durchzuführen war enorm wichtig. Bei einer vor gängigen Planung und Definition der Flugparameter konnte bei der Datenaufnahme im autonomen Flugmodus geflogen werden, was die Aufnahme massgeblich vereinfachte. Der grosse Aufwand war hierbei das Versichern und Messen



Abb. 6: Punktwolke.
Fig. 6: Nuage de points.
Fig. 6: Nuvola di punti.

der GCP einerseits, andererseits im dicht besiedelten Gebiet einen geeigneten Start- und Landeplatz zu finden.

Der Prozess bis und mit Punktwolkengenerierung lief einfach, schnell und hoch automatisiert ab. Zur weiteren Bearbeitung des Modells standen viele Wege offen. Ab diesem Zeitpunkt war es aufwändig und ein Erproben, mit welchem Programm die

Dreiecksvermaschung der Punktwolke am besten funktionierte und wie die Modelle bereinigt werden konnten.

Der Vergleich der Modelle aus Postflight Terra 3D und den terrestrischen Modellen zeigt, dass die Aufnahmen mit der Vermessungsdrohne in Kombination mit dem Algorithmus des Auswerteprogramms Analysen mit einer Genauigkeit

von 3-5 cm ermöglichen und sie somit für gewisse Anwendungen sehr gut einsetzbar ist.

Simon Henz
Geomatiktechniker eidg. FA
Kirchmattstrasse 9
CH-4226 Breitenbach
Quelle: FGS-Redaktion



Évaluation d'un drone de mensuration

Mensuration depuis l'air – ça sonne bien! Là où des zones ont dû être mesurées péniblement à travers des relevés terrestres, des drones sont aujourd'hui d'une grande utilité, car ils permettent d'exécuter des relevés aériens dans un laps de temps très court. Dès lors, des zones jusqu'ici difficilement accessibles sont aujourd'hui facilement atteignables. Ceci avec une sécurité du personnel accrue et des coûts et un temps d'engagement diminués. Le présent compte rendu est un extrait du travail de projet Évaluation d'un drone de mensuration qui a été rédigé pour l'obtention du titre de Technicien en géomatique BF en août 2014. La proposition de ce travail a été initiée par mon employeur Jermann Ingenieure+Geometer AG.

S. Henz

Procédé

Une recherche préliminaire sur les systèmes actuellement disponibles sur le marché a d'abord été entreprise. À partir de cet aperçu, les avantages et les inconvénients pour les applications géodésiques ont été examinés. Par la suite, les domaines d'application d'un drone de mensuration ont été soigneusement évalués et identifiés.

La partie principale de l'évaluation a été focalisée sur l'étude des applications pratiques du drone à voilure fixe E-Bee de Sense Fly. Les tests pratiques d'un drone multirotor sortaient du cadre de ce travail pour l'évaluation finale.

Sur la base de relevés de modèles numériques de terrain et d'orthophotos de différentes zones, les caractères pratiques du drone ont été testés.

Drones de mensuration disponibles sur le marché

Il existe essentiellement deux différents systèmes de vol sans pilote (drones jusqu'à 30 kg) adaptés à la photogrammétrie terrestre et aérienne. Ce sont des drones à rotors multiples et des drones à voilure fixe. L'une des quelques similitudes des deux systèmes est le capteur. Les deux systèmes sont dotés, entre autres, d'IMU's (centrale à inertie) et de GNSS de haute précision. Ici, l'IMU est utilisé principalement pour la détermination de la trajectoire de l'aéronef (incluant l'orientation des axes du système de coordonnées du drone par rapport au système de coordonnées global). Le signal GNSS est surtout utilisé en tant que valeur supplémentaire pour la détermination approximative de l'orientation extérieure des images, ainsi que pour le vol automatisé sur une zone au-

tonome. A part cela, les deux systèmes diffèrent considérablement au niveau de la conception, du guidage, des prix et des domaines d'application. La résolution au sol obtenue dépend elle aussi du système. Des drones multirotors sont proposés par de nombreux fabricants, tels que Aibotix, Height Tech, Multirotor, Asctec, Microdrones. Les drones à voilure fixe ne sont en revanche construits que par quelques fabricants, tels que Sensefly ou Topcon.

Drone à voilure fixe E-Bee de Sense Fly

Le maniement du drone est très simple car ce système peut voler et atterrir en toute autonomie. Le départ du drone s'effectue à la main. L'engin suit de manière autonome une grille prédéfinie et atterrit automatiquement. En général, on peut réaliser le vol tout seul du moment que le contact visuel avec le drone est garanti. Ce système permet d'obtenir une résolution au sol d'un pixel jusqu'à 1,5 cm. Il en résulte donc une précision absolue du MNT ou de l'orthophoto pouvant atteindre 3-5 cm. Le drone à voilure fixe est très léger par rapport à un drone multirotor, ce qui minimise grandement le risque de gros dégâts en cas de chute. Un temps de vol jusqu'à 50 min. permet des survols de grandes zones, sans nécessité d'interruption du vol en raison de changement de batterie. Ce drone est particulièrement adapté pour le relevé de MNT pour des zones importantes telles que gravières, carrières et autres excavations. Il est aussi