

Zeitschrift: Cadastre : Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen
Herausgeber: Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Band: - (2015)
Heft: 19

Artikel: Multikopter-Einsatz am Beispiel Rangierbahnhof Limmattal SBB
Autor: Reimers, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-871337>

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: 14.01.2026

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

Multikopter-Einsatz am Beispiel Rangierbahnhof Limmattal SBB

Zur Verifikation der technischen Infrastruktur des «Rangierbahnhofs Limmattal (RBL)» wird ein hochauflösendes, georeferenziertes Orthofoto benötigt. Geomatik+Vermessung Stadt Zürich setzt für diese Aufgabe einen Multikopter ein.

Ausgangslage

Der unfalltechnische Dienst der Stadtpolizei (UTD) und Geomatik+Vermessung der Stadt Zürich haben 2014 gemeinsam einen Multikopter des Typs Aibotix X6 für Messaufgaben und die Dokumentation von Unfallsituationen beschafft. Das System erlaubt die Erstellung hochauflösender Orthofotos, digitaler Oberflächenmodelle und 3D-Gebäudeaufnahmen. Im Weiteren ist damit möglich, Panoramen und neue Stadtansichten aus ungewohnten Perspektiven aufzunehmen und Veränderungen im Stadtbild zu dokumentieren.

Technische Angaben System Aibotix

Multikopter Aibotix X6 (V2), technische Beschreibung

- Karbonrahmen zum Schutz Rotoren
- Flugzeit ca. 8–12 Minuten (je nach Zuladung)
- max. 2 kg Zuladung möglich
- max. 1000 m Flughöhe (theoretischer Wert)
- Geo-Referenzierung voll integriert
- Funktionen wie Position-Hold, verlässliche Mindesthöhe, Coming Home
- hoch automatisierte Flugeigenschaften

Kamera

- Nikon Coolpix A (Halbformat)
- 16.2 Megapixel
- Festbrennweite 28 mm (KB)

Software

- Aibotix AirPro Flight (Flugplanung)
- Agisoft Photoscan (Professional Edition)

Auftragsbeschreibung

Zur Verifikation der technischen Infrastruktur des «Rangierbahnhofs Limmattal (RBL)» soll ein hochauflösendes, georeferenziertes Orthofoto (Bodenpixelauflösung 2 cm) erstellt werden. Der Perimeter umfasst 35 ha. Das Gelände ist relativ flach. Die Grundstückseigentümerin sind die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB). Auf dem gesamten Gleisgebiet rollen Güterwagons zu Bestimmungsorten und müssen sowohl während der Befliegung wie auch in der Auswertung beachtet werden.

Vorbereitung

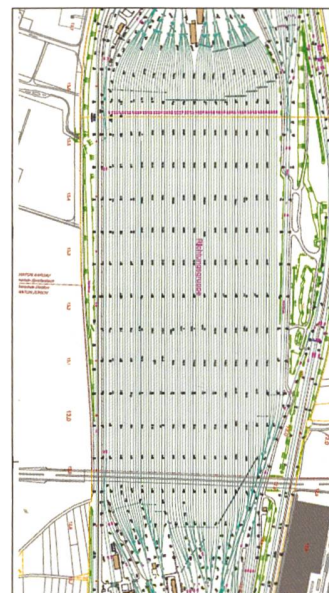
Umfangreiche Vorbereitungen für den Einsatz von Multikoptern gewähren einen reibungslosen Ablauf des Aufnahmefluges. Aspekte wie Flugbewilligung, Wettersituationen, Flugplan und Koordination SBB-Sicherheitspersonal werden dabei betrachtet.

Bewilligungen / Sicherheit

Einsätze von Multikoptern im urbanen Raum haben hohe Anforderungen an Sicherheit und Kommunika-

Abb. 1 links:
Multikopter Aibotix X6 (V2)

Abb. 2 rechts:
Plan des Rangierbahnhofs
Limmattal der Schweizerischen
Bundesbahnen



tion. Die Stadtpolizei hat ein Merkblatt für den Einsatz von Luftfahrzeugen besonderer Kategorien (Mini-Drohnen und Multikopter) in der Stadt Zürich verfasst und auf dem Internet publiziert¹. Für unseren Auftrag gelten folgende Bestimmungen:

Gemäss Stadtratsbeschluss über den Betrieb von Modellluftfahrzeugen über öffentlichem Grund vom 25. Februar 2015 ist der Betrieb von motorlosen oder mit Elektromotoren angetriebenen Modellluftfahrzeugen ab 1. April 2015 über öffentlichem Grund grundsätzlich erlaubt, sofern das Leben, die Gesundheit oder Sachen Dritter nicht gefährdet werden. Einschränkungen bestehen nur für Modellluftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

Vorbehalten bleibt höherrangiges Recht, insbesondere die Verordnung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK). Die wichtigsten Regeln sind:

- Multikopter dürfen nur im Sichtbereich des «Piloten» geflogen werden. Wer einen Multikopter ausserhalb seiner Sichtweite über Kameras oder GPS steuern will (FPV), benötigt eine Bewilligung des BAZL².
- Innerhalb der Kontrollzonen (CTR) der Flugplätze gilt für Multikopter ab 0.5 bis 30 kg eine Höhenbeschränkung von 150 Metern über Grund. Grosse Teile der Stadt Zürich liegen in den Kontrollzonen der Flughäfen Kloten und Dübendorf. Auch diesbezüglich kann eine Ausnahmegewilligung bei der Flugverkehrsleitstelle bzw. beim Flugplatzleiter (www.skyguide.ch) beantragt werden.
- Für Multikopter ab einem Gewicht von 0.5 kg muss der Halter oder die Halterin eines Multikopters eine Haftpflichtversicherung mit einer Deckungssumme von mindestens 1 Mio. Franken besitzen und den entsprechenden Nachweis beim Betrieb mitführen.
- Bei Flügen über Privatgrund ist grundsätzlich das Einverständnis des Grundeigentümers nötig (Achtung: Auf Privatgrund gelten die VLK-Bestimmungen ebenfalls).

Selbstverständlich gelten auch für Aufnahmen mit Multikoptern die gleichen gesetzlichen Bestimmungen wie für Aufnahmen mit anderen Geräten (Handy etc.).

Flugplanung

Die Flugplanung erfolgt im Büro. In diesem Fall wird die Software Aibotix AirProFlight (Version 2.2) eingesetzt. Durch Eingabe des gewünschten Ergebnisses, Perimeter, Kameratyp etc. erstellt die Software eine optimale Flugkampagne zur Befliegung des gewünschten Gebietes. Die errechneten Bildpositionen, Flughöhe und weitere Angaben werden auf den Multikopter übertragen. Unser Beispiel bedingt 8 Flugmissionen à 12 Minuten. Geplant sind rund 1000 Wegpunkte, die Flughöhe beträgt 70 m über Grund.

Für Arbeiten im Gleisgebiet wird ein Sicherheitsbeamter der SBB zugezogen. Da eine Vielzahl gut sichtbarer Kanalisationsschächten mit Koordinaten zur Verfügung steht, wird auf die geplante Markierung von Passpunkten verzichtet.

Wetter

Aufnahmen mit Multikoptern bedingen optimale Wetterbedingungen. Starker Sturm, Nebel, Regen sind die Feinde dieser Methode. Am Flugtag selber verhinderte eine leichte, hohe Bewölkung optimale Lichtverhältnisse für Flugaufnahmen. Trotzdem entschieden wir uns zur Durchführung der Befliegung.

Rekognoszierung vor Start (Prefly-Check)

Bevor der Multikopter startet, wird die Umgebung nochmals genau auf Gefahren überprüft. Typische, beschränkt planbare Gefahrobjekte sind: Kräne, Hochspannungsleitungen, reflektierende Flächen, Raubvögel, weitere Flugobjekte. Gegebenenfalls wird dabei der Flugplan angepasst und ergänzend abgegrenzt.

Befliegung

Einzig der Start und die Landung des Multikopters werden vom Piloten übernommen. Danach führt das System gemäss Flugplan die Befliegung selbstständig durch. Der Pilot beobachtet den Flug und greift nur in Notsituationen anhand der Funksteuerung ein. Nach ca. 12 Minuten kehrt das Fluggerät automatisch zum Akkuwechsel zurück und wird für die nächste Flugmission vorbereitet. Trotz automatischer Befliegung ist neben dem Piloten auch ein Co-Pilot anwesend. Seine Aufgaben sind die Flugunterstützung des Piloten, Beobachtung des Flugperimeters, Kontrolle der Anzeige Fernbedienung, Durchführung von Windmessungen, Überwachung der Bodenstation und die Beantwortung von Fragen Neugieriger. Nach jeder Flugmission werden die Bilder überprüft und gegebenenfalls ergänzt. Die gesamte Befliegung inkl. Wechsel der Start- und Landepositionen dauert ca. 6 Stunden. Nach dieser Zeit ist der Flugplan abgearbeitet und sind ca. 1200 Fotos aufgenommen.

¹ Auszug aus dem Merkblatt Stadt Zürich Stadtpolizei: Einsatz von Luftfahrzeugen besonderer Kategorien (Mini-Drohnen oder Multikopter) in der Stadt Zürich (www.stadt-zuerich.ch/pd/de/index/stadtpolizei_zuerich → Bewilligungen)

² BAZL: Bundesamt für Zivilluftfahrt



Ergebnisse

Die Berechnung des Orthofotos mit der Software AgiSoft Photoscan verläuft – abgesehen von einigen Parameter- und Kalibrierungseingaben – automatisch. Zuerst werden die Bilder zusammengefasst und mittels Verknüpfungspunkten zu einem 3D-Oberflächenmodell umgerechnet.

Anhand bekannter Kanalisationsschächte werden halb-automatisch die Passpunkte zur Georeferenzierung festgelegt.

Ausblick / Fazit

Die heutigen Systeme arbeiten hoch automatisch und die technischen Unterstützungsfunktionen sind ausgereift. Trotzdem ist es wichtig, dass ein erfahrener, durch Aibotix geschulter und zertifizierter Pilot die eigentliche Befliegung durchführt. Die Gefahr, dass während des Fluges etwas Unvorhersehbares passieren könnte, ist latent vorhanden.

Das erstellte Orthofoto mit der enormen Bodenauflösung von 2 cm wird künftig nicht mehr genügen; es wird eine noch höhere Auflösung gefordert. Ob dies vernünftig ist, sei dahingestellt. Anhand neuer, leichter Kamera-typen wird diese Anforderung sicher umgesetzt werden können.

Auch die Technik des Kopters wird weiterentwickelt. Längere Flugzeiten, noch mehr Sicherheitsfeatures, aber auch Gesamtgewicht inkl. Zuladung stehen dabei im Fokus.

Das Multikopter-System hat sich für diesen Auftrag bewährt. Die Aufgabe konnte kostengünstig und effizient durchgeführt werden.

Andreas Reimers

Geomatik+Vermessung Stadt Zürich
andreas.reimers@zuerich.ch



Abb. 3 oben:
Bildausschnitt der Berechnung mit AgiSoft, mit Kamerapositionen 70 m über Grund und Passpunkten

Abb. 4 unten:
Orthofoto mit 2 cm Bodenauf-
lösung, Massstab 1:50