Multikopter-Einsatz am Beispiel Rangierbahnhof Limmattal SBB

Autor(en): **Reimers, Andreas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Cadastre : Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen**

Band (Jahr): **- (2015)**

Heft 19

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-871337

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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 automatisiere 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 Schweizerische 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 publiziert[1]. 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 BAZL[2].
- 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 Ausnahmebewilligung 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.).

[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

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.

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

Abb. 4 unten:
Orthofoto mit 2 cm Bodenauflösung, Massstab 1:50

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 halbautomatisch 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, leichterer Kameratypen 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