



HIGH-TECH-ROBOTER FÜR PRÄZISE LUFTNUMMERN

Vermessungen werden immer häufiger mit Unmanned Aerial Vehicles (UAV) durchgeführt. Gute Ergebnisse erfordern gute Vorbereitung.

Foto: AscTec/Intel über Jalasca

Text Susanne Wannags

Bei der Vermessung werden immer häufiger UAV, also Unmanned Aerial Vehicles eingesetzt. Die unbemannten Luftfahrzeuge erzeugen – mit einer entsprechenden Kamera bestückt und von einem erfahrenen Piloten gesteuert – Punktwolken, aus denen Aufmaße generiert werden können. Statt eine Drohne unter vielen zu testen und sie hier vorzustellen, sagen Ihnen die beiden Vermessungsspezialisten Ulrich Strecker und Klaus Jaeger in diesem „Praxistest“, was Sie wissen und beachten müssen, wenn Sie in Ihrem Betrieb mit dem Einsatz von UAV liebäugeln.

Das Fluggerät

Die Auswahl von Drohnen reicht vom Spielzeug bis zum Multi-Kopter für komplexe Aufgaben. Wer ein UAV (Unmanned Aerial Vehicle) für Vermessung und Dokumentation nutzen möchte, muss eine vierstellige Summe ausgeben. „Unter 2000 Euro bewegt sich im professionellen Bereich nichts“, sagt Klaus Jaeger, Geschäftsführer der Jalasca GmbH in Moers. Das 2015 gegründete Unternehmen hat sich auf Vermessung und 3D-Laserscanning spezialisiert.

Dabei ist die Drohne erst einmal ein Mittel zum Zweck. „Sie haben im Prinzip ein fliegendes Stativ“, macht Ulrich Strecker, Geschäftsführer des Ingenieurbüros Strecker (IBS) in Rastatt deutlich. „Dieses Stativ soll die Kamera dorthin bringen, wo ich es will, sie auslösen und die Position aufzeichnen.“ Damit präzise Aufnahmen gelingen, sollte eine Drohne so ruhig wie möglich fliegen. Was sich einfach anhört, ist eine hochkomplexe Angelegenheit – daher auch der stolze Preis, der bei High-Tech-Flugrobotern auch mal mehrere 10.000 Euro betragen kann.

Vier, sechs oder acht?

UAV werden unterteilt in Geräte mit vier, sechs oder acht Rotoren, also Quadrocopter, Hexacopter und Octocopter. Alle Bauformen haben unterschiedliche Vor- und Nachteile, weiß Ulrich Strecker. „Fällt bei vier Rotoren einer aus, stürzt die Drohne auf jeden Fall ab. Bei sechs Rotoren kann einer ausfallen, sofern der Schwerpunkt der Drohne noch innerhalb der Rotoren ist, bei acht Rotoren können Sie auch noch mit zwei oder drei ausgefallenen Rotoren eine kontrollierte Landung schaffen.“ Je weniger Rotoren, desto größer ist jeder einzelne. Damit vergrößert sich die Schwungmasse. Die Drohnen steigen schnell auf und können mit einem Akku meist länger fliegen als Geräte mit mehr Rotoren. Bei sechs und acht Rotoren ist jeder Rotor kleiner, aber damit auch leichter. „Ich kann so schneller beschleunigen und bremsen und den Wind aussteuern. Das alles geht jedoch auf Kosten der Gesamtflugzeit.“

Strecker hat sich für einen Octocopter entschieden. „Mit einem Akku schaffen wir etwa zwei bis drei Hektar Fläche.“ Ist die aufzumessende Fläche größer, muss der Akku gewechselt werden. Ersatzakkus gibt es ausreichend, ein Akkuwechsel dauert zu zweit zehn bis 20 Sekunden. „Der Pilot setzt zur Landung an, der Kopilot fängt die Drohne aus der Luft.“ Das ist sinnvoll, weil jede Landung immer auch einen Schlag auf die kalibrierte Kamera bedeutet, den man vermeiden kann. Zum Aufladen des leeren Akkus hat Strecker in seinem Wagen eine zweite Autobatterie.

Die Mission planen

Den Flug einer Drohne bezeichnet man als Mission. „Bevor ich etwas aufmesse, sollte ich die Route planen“, erklärt Strecker. Mit dem Kauf einer Drohne entscheidet man sich automatisch auch für eine bestimmte Missions-, also Routenplanungssoftware. Dort kann man beispielsweise die Bodenauflösung, die Flughöhe, das aufzunehmende Objekt und die Bildüberlappung eingeben. Ulrich Strecker erinnert sich an die Zeit, ▶



► bevor er seine erste Drohne erwarb: „Ich habe mir alle möglichen Programme angeschaut und entsprechende Drohnen getestet.“ Der Aufwand lohnt sich, denn bei der Bedienerfreundlichkeit der Software gibt es erhebliche Unterschiede. „Irgendwie kann man mit jeder Software alles realisieren, es fragt sich nur, mit welchem Aufwand. Es macht keinen Sinn, wenn ich zur Hälfte Programmierer sein muss.“ Wichtig zu wissen: die Missionssoftware steuert auch das Fluggerät. Je bedienerfreundlicher sie daher ist, desto besser. „Mit ei-

ner guten Software kann man die Routenplanung noch optimieren oder anpassen wenn die Drohne schon in der Luft ist.“

Richtig versichert?

Klaus Jaeger erinnert daran, dass in Deutschland für UAV eine Versicherung gesetzlich vorgeschrieben ist – für den privaten Gebrauch übrigens ebenso wie für den gewerblichen. „Eine Modellbauversicherung reicht hier nicht aus, ebenso deckt die normale Haftpflichtversicherung Schäden in der Regel nicht ab.“ Hier ist eine Zusatzversicherung nötig, umgangssprachlich als „Drohnenversicherung“ bezeichnet. Dabei ist beispielsweise auch auf die Anzahl der mitversicherten Piloten zu achten. Selten ist es möglich, die Drohne in der Betriebshaftpflicht mitzuversichern. Diese sollte auch mit der Drohnenhaftpflicht abgestimmt sein, damit sich keine Deckungslücken ergeben.

Neue Vorschriften

Seit 1. April 2017 gelten für private und gewerbliche Nutzer von Drohnen neue Regeln. Mit der Drohnenverordnung will das Bundesverkehrsministerium die Sicherheit im Luftraum erhöhen. „2016 gab es etwa 400.000 Fluggeräte, 2020 wird schon mit 1,2 Millionen gerechnet“, erläutert Klaus Jaeger. Hier tun klare Regeln not. Neu ist nun beispielsweise die Pflicht eines Kenntnissnachweises, umgangssprachlich Drohnenführerschein genannt. Er wird notwendig, wenn das UAV mehr als zwei Kilogramm wiegt.

„Momentan gibt es da Übergangsregelungen, weil noch nicht klar ist, was die Prüfung genau beinhaltet und wer die Nachweise erteilt.“

Für Vermessungsspezialisten wie Jalasca und IBS bedeutet es nun weniger Aufwand, über Landesgrenzen hinweg zu fliegen. „Bisher benötigte man für jedes Bundesland eine eigene Aufstiegs Genehmigung, jetzt gilt eine allgemeine Aufstiegs Genehmigung bundesweit“, sagt Jaeger. Allerdings muss auch weiterhin jeder Flug bei Polizei und Ordnungsamt angemeldet werden. Ulrich Strecker weiß aus Erfahrung: „Es dauert normalerweise keine fünf Minuten, bis bei einem Drohnenflug irgendein Anwohner oder Spaziergänger bei der Polizei anruft.“

Hoch auflösende Kamera

Wer lediglich eine nette Luftaufnahme von seinem Betriebsgelände machen möchte, kann sich eine Drohne mit installierter Kamera kaufen. Wer jedoch Daten erfassen will, die für die Vermessung brauchbar sind, bewegt sich im Bereich der Photogrammetrie und benötigt eine hoch auflösende, kalibrierte Kamera. Wichtig ist, jederzeit nachzuvollziehen, wo ein Bild entstanden ist. „Bei der Photogrammetrie ist es wichtig, die Bilder an definierten Positionen mit zuvor festgelegten Überlappungen auszulösen“, macht Ulrich Strecker klar. „Bei zu wenig Überlappung leidet die Genauigkeit. Aber auch zwei Bilder an der gleichen Stelle erzeugen sogenannte ‚schleifende Schnitte‘, verwirren die

KURZ GEFASST

Wer Vermessungsmissionen mit der Drohne plant benötigt

- ein UAV, z.B. einen Quadro- oder Octocopter
- Versicherungen
- Aufstiegs genehmigungen
- ab 2 kg Gewicht einen Drohnen-Führerschein
- Missionsplanungssoftware
- eine Kamera mit geeignetem Objektiv
- schnelle Speicherkarten
- Ersatzakkus
- Rechner mit schneller Grafikkarte
- Photogrammetrie-Software
- CAD-Software
- jede Menge Übung und Erfahrung



Die Drohne ist nur das fliegende Stativ für die Kamera, z.B. die Sony Alpha 7 R. Vor dem Start der Drohne sollte die Mission so sorgfältig wie möglich durchgeplant werden.

Fotos: Sony, IBS, Jlasca

Software und können ganze Punktwolken verzerren.“

Es gibt reine Photogrammetrie-Kameras. „Diese Kameras sind sehr schwer und teuer und werden vor allem bei der Luftvermessung vom Flugzeug aus eingesetzt“, sagt Strecker. Er selbst arbeitet mit einer guten Vollformat-Systemkamera, der Sony Alpha 7R mit 34 Megapixeln. „Das ist für mich eine Kamera, die präzise Funktion und Wirtschaftlichkeit vereint“, sagt Strecker. Wichtig sind ihm vor allem scharf abgegrenzte Pixel, denn „ein gutes Bild für die Photogrammetrie ist nicht gleichzusetzen mit einem schönen Objekt, wie ich es in in der Fotografie möchte.“ Texturen, Helligkeit, Kontraste – das sind die Dinge, auf die es in der Photogrammetrie ankommt.

Auch das Objektiv muss sich für die Vermessung eignen. Strecker arbeitet mit einem 35-Millimeter-Objektiv. Die Droh-

ne überfliegt den zu vermessenden Bereich in Streifen, die sich überlappen. Für die Berechnung der Punktwolke wird ungefähr das mittlere Drittel des Bildes verwendet, weil es an den Rändern zu Verzerrungen kommen kann. „Je weiter der Winkel, desto größer ist letztlich auch die Verzerrung.“ Die Punktwolken haben bei Strecker eine Höhengenaugigkeit von etwa vier Zentimetern – das entspricht ziemlich genau der möglichen Abweichung eines GPS-Systems.

Schnelle Speicher

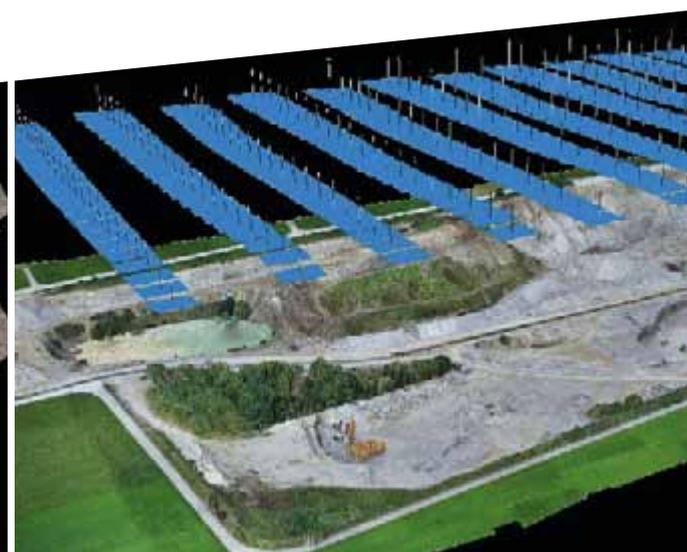
Bei einer Flugmission werden Unmengen an Daten aufgenommen. „Ein Bild ist rund 40 Megabyte (MB) groß“, sagt Strecker. Bei einer Mission kommen schnell 1.000 bis 1.500 Bilder zusammen – da benötigt man eine große und schnelle Speicherkarte. Wer gerne und häufig fotografiert kennt das: Ein Bild wird noch verarbeitet, wenn das nächste schon wieder gemacht ist. Möglich macht das

der interne Speicher einer Digitalkamera. Kommen dort jedoch zu viele Daten an, läuft er über und kann die zuletzt gemachten Bilder nicht mehr zwischenspeichern. „Wir arbeiten mit 64 Gigabyte-Speicherkarten, mit denen wir allerdings 300 Megabyte pro Sekunde abspeichern können. Damit können wir in einer guten Geschwindigkeit fliegen.“

Daten verarbeiten

Das Ergebnis eines Vermessungsflugs mit der Drohne sind hunderte, ja tausende von Bildern, die mittels einer Software zu einer Punktwolke verarbeitet werden müssen. Das erfordert ein Berechnungsprogramm (z.B. Agisoft PhotoScan oder Pix4D) und etliches an Rechnerkapazität. Wie lange die Rechen- ▶

Ein Vermessungsergebnis sind Orthophotos, also maßstabsgetreue Abbildungen. *Fotos: IBS, Jlasca*





Herausforderung der Drohnenvermessung ist die Reduzierung der Punktwolken auf das Wesentliche, findet Ulrich Strecker. Fotos: IBS, BMVI (Grafik unten)

operationen im Computer dauern, steht und fällt mit der Grafikkarte. „Ideal sind Gamer-Computer. Sie haben in der Regel schnelle Grafikkarten“, sagt Strecker. In seinem Unternehmen sind zwei dieser Geräte im Einsatz.

Außerdem ist es wichtig, die Genauigkeit der gewonnenen Daten zu überprüfen. Um

festzustellen, ob das errechnete Modell der Realität entspricht, werden noch vor dem Drohnenflug sogenannte Pass- bzw. Referenzpunkte festgelegt. Mit diesen Bezugspunkten lassen sich Daten aus unterschiedlichen Koordinatensystemen auf ein gemeinsames System übertragen. Solche Passpunkte können zum Beispiel Farbtafeln sein, die an be-

stimmten, zuvor vermessenen Punkten ausgelegt werden. Die Position dieser Kontrollpunkte muss in der Realität und in der Punktwolke übereinstimmen.

Eine Punktwolke besteht aus Millionen von Einzelpunkten. Um damit weiterarbeiten zu können, müssen diese Punkte ausgedünnt werden. Auch hier helfen

Die neue Drohnen-Verordnung

ERLAUBNISPFICHT **KENNTNISNACHWEIS**
gewichtsunabhängig

Ab 100m Flughöhe
Unter 100 m gelten für Drohnen und Modellflugzeuge die gleichen Regeln

KENNZEICHNUNGSPFICHT **KENNTNISNACHWEIS** **ERLAUBNISPFICHT**

Generell dürfen Flugobjekte nur in Sichtweite geflogen werden

ab 0,25 kg ab 2 kg ab 5 kg

Modellflugplätze
Mit Ausnahme der Kennzeichnungspflicht von den Neuregelungen unberührt

FLUGVERBOT

Verfassungsorgane, Bundes- oder Landesbehörden
Kontrollzonen von Flugplätzen
Industrianlagen
Wohngrundstücke
Menschenansammlungen
Naturschutzgebiete
Einsatzorte der Polizei und Rettungskräfte

Quelle: BMVI

Weitere Überflugverbotsbereiche siehe: www.bmvi.de/drohnen

- 1 Kennzeichnungspflicht: Ab 0,25 kg muss eine Plakette mit Namen und Adresse des Eigentümers angebracht werden – auch auf Modellfluggeländen.
- 2 Kenntnisnachweis: Ab 2,0 kg müssen besondere Kenntnisse nachgewiesen werden.
- 3 Erlaubnispflicht: Ab 5,0 kg wird eine spezielle Erlaubnis der Landesluftfahrtbehörde benötigt.
- 4 Ab 100 m: In dieser Höhe dürfen Drohnen nur fliegen, wenn eine behördliche Ausnahmeerlaubnis eingeholt wurde. Bei Modellflugzeugen müssen lediglich besondere Kenntnisse nachgewiesen werden.

„Ein gutes Bild für die Photogrammetrie ist nicht gleichzusetzen mit einem schönen Foto-Objekt“

Ulrich Strecker

Softwareprogramme. Ist die Punktwolke bereinigt, kann sie je nach Bedarf ausgewertet werden. Möglich sind beispielsweise ein Orthophoto, ein 3D-Modell mit Textur, Vermaschung oder die Digitalisierung von Linien. „Fast jede CAD-Software, die im Galabau eingesetzt wird, kann mittlerweile Punktwolken einlesen“, sagt Strecker. „Mit diesen Programmen die eingelesenen Punktwolken auch zu vereinfachen ist allerdings schwierig.“

Fazit

Luftaufnahmen, die mit Hilfe von Drohnen entstehen, sind faszinierend. Etwas ganz anderes ist es, wenn aus den Bildern verwertbare Daten entstehen sollen, die auch rechtlich hieb- und stichfest sind. „Daten werden zum Beispiel bei Streitfällen nicht anerkannt, wenn ich nicht mit einer kalibrierten Kamera arbeite“, sagt Klaus Jaeger von Jaldasca. Wer bei der Vermessung Drohnen einsetzen will, muss sich intensiv in die Ma-

REDUKTION

Bei der Photogrammetrie wird ein Punkt immer aus zwei Bildern berechnet (Stereomatching). Da ein Objekt aber auf vielen Bildpaaren zu sehen ist, entstehen viele Punkte für dieses Objekt, die unterschiedliche Koordinaten und Höhen haben. Die „wahrscheinlichsten“ Punkte müssen herausgefiltert werden. Für die Filterung benötigt man die Flughöhe und den GSD-Wert. GSD steht für Ground Sample Distance und ist ein Wert, der besagt, wie groß ein Pixel eines Fotos in der Realität ist. Abhängig ist der GSD-Wert von der Flughöhe, der Brennweite des Objektivs, der Sensorgröße und der Auflösung der Bilder. Wenn beispielsweise bei einer Flughöhe von 100 Metern der GSD-Wert 14 Millimeter beträgt, bedeutet das, dass ein Pixel im Bild 14 Millimetern am Boden entspricht. Wird die Punktwolke auf einen minimalen Punkteabstand von etwa 10 Millimetern ausgedünnt, gehen keine 3D-Informationen verloren. *Quelle: IBS*

terieurarbeiten – angefangen von gesetzlichen Bestimmungen über die Auswahl der richtigen Hard- und Software bis hin zur Auswertung und Interpretation der Daten – oder jemanden beauftragen, der etwas davon versteht. 🍀

Kontakt:

IBS Ingenieurbüro Strecker

www.ibs-strecker.de

Jaldasca GmbH

www.jaldasca.de

Anzeige

TERRASSENPLATTEN



FCN
BETONELEMENTE



www.fcn-betonelemente.de