

Praxis der Datenerfassung mit Drohnen für GIS und Vermessung

Lukas Unger, Philipp Knopf, David Monetti

(Dipl.-Ing. Lukas Unger, BSc, Skyability GmbH, GZO-Dienstleistungszentrum 4/1)

(Dipl.-Ing. Philipp Knopf, Skyability GmbH, GZO-Dienstleistungszentrum 4/1)

(Dipl.-Ing. David Monetti, Skyability GmbH, GZO-Dienstleistungszentrum 4/1)

1 ABSTRACT

In der Vorbereitung zur Bauphase von Projekten ist die Visualisierung sowie die Erfassung tagesaktueller Naturstandsdaten ein gewichtiger Aspekt. Bilder von Online-Karten, die via Satellit oder Flugzeug erstellt wurden, können bis zu mehreren Jahren alt sein. Drohnen mit Kameras bestückt können Gebiete gezielt befliegen und nach anschließender Auswertung werden die Daten zur Vermessung und Visualisierung herangezogen. Mit Hilfe der drohnengestützten Photogrammetrie werden so digitale Karten, Geländemodelle, 3D Modelle rasch und tagesaktuell generiert.

Ein wesentlicher Faktor stellt die weitere Integration der Daten in Verwaltungssysteme dar. Die generierten Pläne können in einer Verwaltungssoftware und/oder einer GIS Software direkt verarbeitet werden. Der administrative Aufwand, bei der Verortung von Sachdaten, wird dabei nicht nur durch die Visualisierung erheblich verringert. Beispielsweise soll hier die Digitalisierung von Friedhöfen genannt werden, die durch diese Technologie kostengünstig und rasch realisiert werden kann.

Die durch Drohnenbefliegung generierten 3D Volumenmodelle von Steinbrüchen sind nicht nur für Visualisierungen interessant, sondern die daraus gewonnenen Höhengschichtmodelle, digitalen Gelände- oder Oberflächenmodelle dienen auch Vermessungen und sind Behördenkonform. Die Befliegung mit Flugrobotern, mit anschließender photogrammetrischer Auswertung, bietet mit Orthofotos, 3D Modellen und Luftbildern meist eine kostengünstig Alternative gegenüber der terrestrischen Vermessung.

Das verwendete uLFZ (unbemannte Luftfahrzeug) muss von der Flugsicherungsbehörde (ACG = Austro Control) für den Betrieb zugelassen werden, sowie der Pilot die entsprechende Befähigung nachweisen.

2 DIGITALISIERUNG IN STÄDTEN UND GEMEINDEN

2.1 Friedhofsdigitalisierung

In Städten und Gemeinden geht man in Sachen Digitalisierung mittlerweile oft neue Wege und lässt die bestehenden Friedhofspläne mittels Drohnen-Geodatenerfassung digitalisieren. In der Verwaltung kommt es durch die hohe Genauigkeit der Daten zu einer exakten Verortung der Sachdaten. Die Effizienz der Luftaufnahmen führen in der Umsetzung zu einer Zeitersparnis. Abbildung 1 zeigt einen Auszug aus einem Friedhofsplan.



Fig. 1: Beispiel eines digitalen Friedhofsplanes

„Im Sinne einer effizienten und serviceorientierten Verwaltung haben wir uns dazu entschieden, die Friedhofsdaten mittels Geodatenerfassung durch Drohnen umzusetzen. Das bringt den Vorteil eines genauen digitalen Friedhofskatasters und erleichtert die Verwaltung der städtischen Friedhöfe“, erklärt der Bürgermeister aus Eisenstadt Hr. Mag. Thomas Steiner .

Friedhofsverwaltungen nutzen heute moderne Friedhofssoftware, um den Anforderungen hinsichtlich Grabgebühren, Gräbersuche und auch der Realisierung virtueller Friedhöfe gerecht zu werden. Die Grundlage für eine solche Friedhofsdatenbank bildet die detailgenaue Friedhofsdigitalisierung.

Um Gräber, Sektoren und Grabreihen genau zuordnen zu können, verschiedene Arten und Größen von Gräbern genau unterscheiden zu können und danach rasch Informationen abzufragen, bedarf es genauer Datensätze zum Friedhofsplan. Vor allem die Ersterfassung des Friedhofskatasters kann Stadt- und Gemeindeverwaltungen jedoch vor große Herausforderungen stellen.

Die Vermessung von Friedhöfen und die Erfassung von Grabstellen manuell vom Boden aus bergen Fehlerquellen und Ungenauigkeiten in sich. Insbesondere bei großflächigen Friedhofsanlagen ist sie außerdem mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Eine Alternative dazu bietet die Digitalisierung des Friedhofs aus der Luft. Mittels Drohne mit hochauflösender Kamera gelingt es Friedhöfe mit all ihren Details aus großer Höhe zu erfassen. Dank mitgespeicherten, punktgenauen Geo-Daten zu jedem Bild lässt sich anschließend ein digitaler Friedhofskataster erstellen.

Die so in vergleichsweise kurzer Zeit erfassten, jedoch sehr genauen Daten lassen sich in die Friedhofsverwaltungssoftware einspielen, zur Verwaltung der Gräber nutzen und aus der Datenbank jederzeit abrufen. Von Vorteil ist der Zugriff auf digital verfügbare Daten außerdem dann, wenn es bei der Friedhofsplanung darum geht, einen Friedhof neu zu zeichnen. Auch bei Erweiterungen oder Umbauten können die mit der Drohne erstellten Datensätze genutzt werden, um Anpassungen im digitalen Plan rasch und korrekt vorzunehmen.

Stehen die mittels Befliegung durch die Drohne erfassten Friedhofsdaten erst einmal zur Verfügung und wurden ins System eingespielt, bieten sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten. Die somit vereinfachte Verwaltung von Grabstellengebühren steht dabei in der Regel an oberster Stelle. Ein immer wichtiger werdender Aspekt besteht jedoch auch darin, die Suche der Grabstellen für Besucher sowie auch Totengräber zu erleichtern.

Zum einen wegen immer größer werdenden Friedhofsanlagen, zum anderen aufgrund der aus Zeitmangel selteneren Besuche. Vor allem für Menschen, welche sich die genaue Stelle eines Grabes nur schwer merken, bedarf es neue Werkzeuge die das Auffinden der Gräber ihrer verstorbenen Familienmitglieder unterstützen. Abbildung 2 gibt einen Einblick in eine Friedhofsverwaltungssoftware. Die Grundlage bildet der Friedhofsplan.

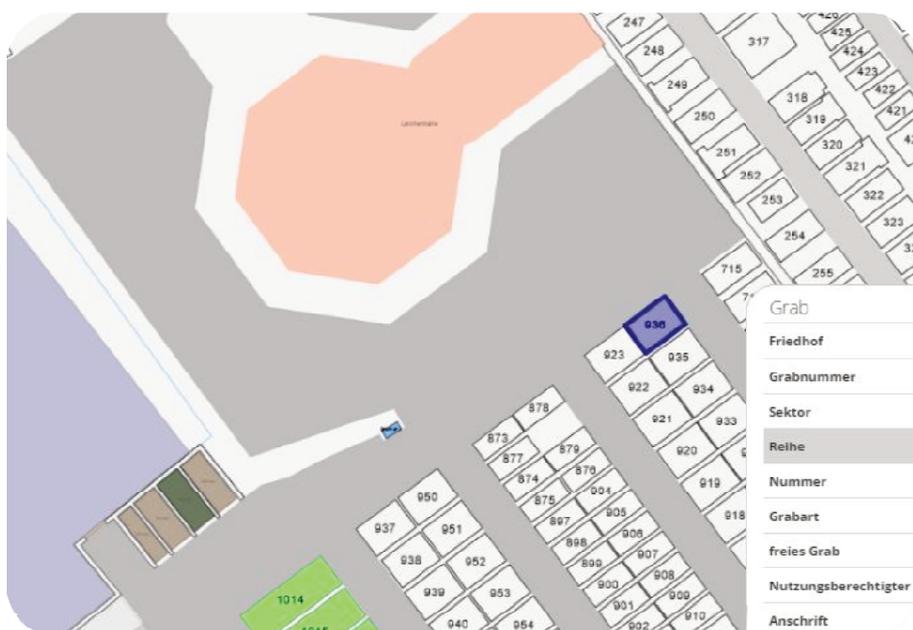


Fig. 2: Beispiel einer Friedhofsdatenbank

2.2 Digitalisierung von Mobilheimplätzen / Campingplätzen

Für Mobilheimanlagen bzw. Campingplätze liegen teilweise nur lückenhafte bzw. mangelhafte Pläne vor. Zur Digitalisierung kann die Drohnentechnologie herangezogen werden. Lediglich sehr schwer einsehbare Bereiche müssen nach wie vor händisch durch eine terrestrische Vermessung eingemessen werden. Erfasst werden u. a. Hauptgebäude, Nebengebäude, Dachflächen, Grundstücksgrenzen (Zäune, Mauern), Kanaldeckel, Schieber, Leuchtmittel, Straßen, Wege, etc. ...

Die Drohnenbefliegung (Photogrammetrische Auswertung) in Kombination mit einer terrestrischen Vermessung stellt hier eine effiziente Digitalisierungsmethode dar. Maßstabsgetreue und hochaufgelöste Orthofotos, zusätzlich berechnete 3D Modelle, sowie die direkt am Gelände eingemessenen Fixpunkte dienen als Grundlage und bieten den Gemeinden bzw. Betreibern zusätzlich die Möglichkeit den aktuellen Zustand der Anlagen zu bewerten.

Das Gebiet wird mit einer Drohne, an der eine hochauflösende Kamera befestigt ist, befliegen und die gewonnenen Daten anschließend mit einer Spezialsoftware zu einem digitalen georeferenzierten Plan zusammengefügt. Die Vektorisierung erfolgt in Kombination mit der terrestrischen Vermessung. Bei dieser Methode wird eine Bodenauflösung des Orthofotos von < 1 cm erreicht und eine 3D Punktwolke von bis zu 200 Millionen Punkten generiert.

Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt eines digitalisierten Mobilheimplatzes inkl. Orthofoto und den vektorisierten Layern.



Fig. 3: Beispiel eines Mobilheimplatzes Orthofoto inkl. Vektorisierung

3 DSM (DIGITAL SURFACE MODEL), DTM (DIGITAL TERRAIN MODEL)

3.1 DSM-Projektplanung, -entwicklung

Die Planung von Umbauten, vor allem im unwegsamen Gelände, wirft oft Fragezeichen auf und lässt sich zum Teil nur situativ bewerkstelligen. Die Erstellung von digitalen Oberflächen-Modellen (DOM) bzw. digitalen Gelände-Modellen (DGM) in Kombination mit hochaufgelösten Orthofotos (siehe Abbildung 4) erleichtert diese Planung enorm. Ein konkretes Beispiel stellt ein Re-Powering Projekt in einem Windpark auf einem Bergkamm in etwa 2000 m Seehöhe dar. Im angesprochenen Projekt wurden 13 Windkraftanlagen

samt Fundamenten abgebaut und durch neue, effizientere Anlagen ersetzt. Enge und lange Zufahrtsstraßen und die große Entfernung zu Baustofflagern erforderte eine möglichst effiziente Planung von Logistikwegen und Erdbewegungen. Durch schwierige Witterungsverhältnisse in Bergregionen war das Zeitfenster für den Umbau sehr schmal und der Auf- und Abbau verlief teilweise parallel.

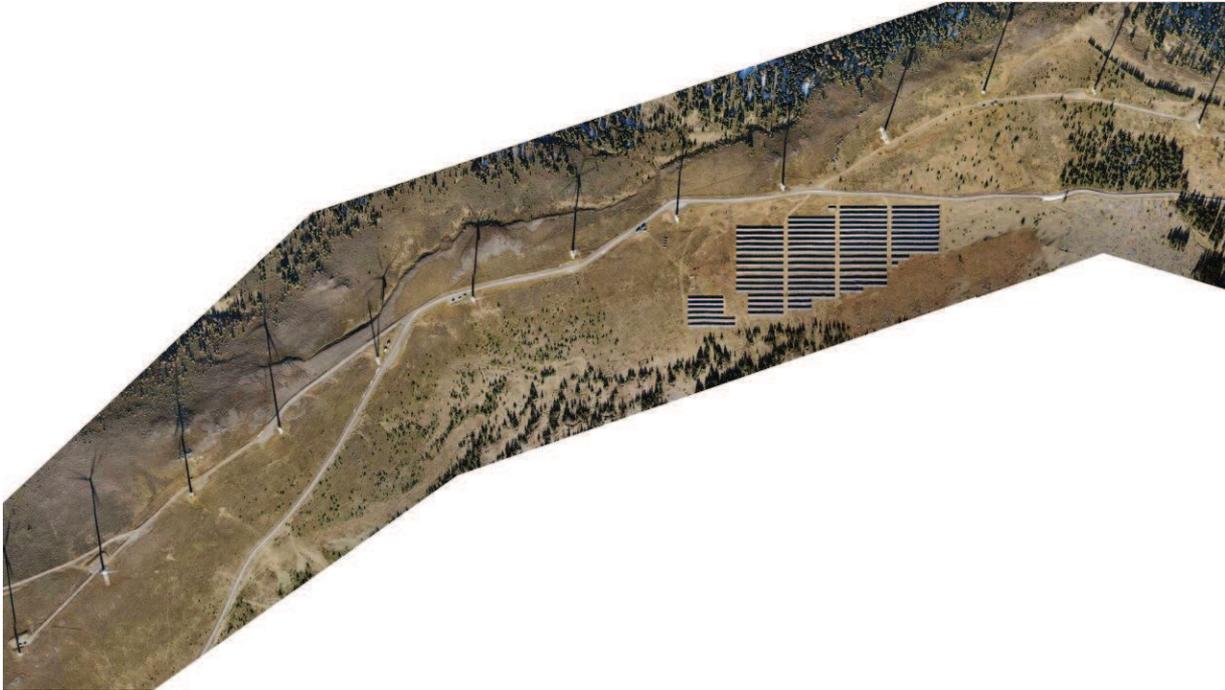


Fig. 4: Orthofoto Windpark GSD 1,5cm

Die Forderung der Projektplanung war ein Geländemodell mit einem 5x5 m Raster über eine Gesamtfläche von etwa 60 ha. Diese Fläche und das unwegsame Gelände lassen hier keine effiziente terrestrische Vermessung zu. Die mit Drohnen gesammelten Daten lieferten hier exakte Daten für die Berechnung erforderlicher Kubaturen der Erdbewegungen. Die Maschenweite des erstellten DGM / DSM lag bei etwa 10 cm. Weiters konnten Logistikwege / temporäre Zufahrtsstraßen und Zwischenlagerplätze per tagesaktuellem Orthofoto geplant und weitergegeben werden. Abbildung 5 zeigt einen Auszug aus der generierten georeferenzierten 3D Point-Cloud.

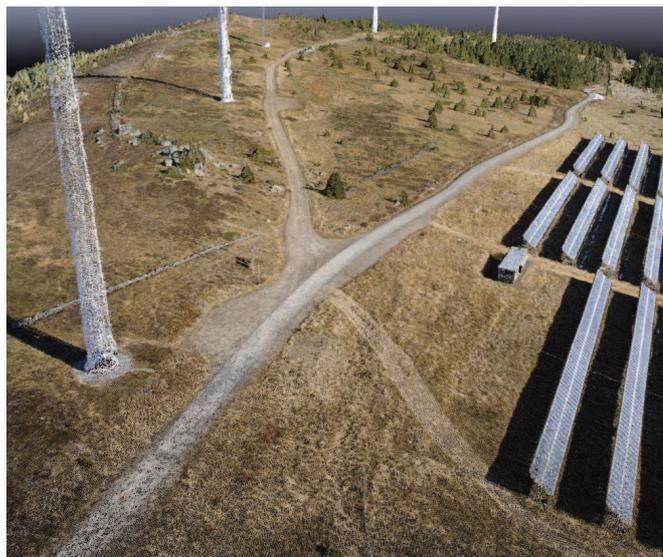


Fig. 5: Auszug aus der 3D-Punktvolke

3.2 Tagebau

Die behördenkonforme Vermessung von Rohstofflagerstätten zählt zu den Hauptaufgaben im Markscheidewesen. Die Ergebnisse in Form von Karten und Plänen zeichnerisch darzustellen und diese

hinreichend zu dokumentieren stellt die Markscheider vor eine Herausforderung. Immer öfters werden dazu Orthofotos und 3D Modelle herangezogen. Dahingehend entwickelt sich der Flugroboter zu einem nicht wegzudenkenden Werkzeug im Tagebau. Stichtagsbezogen kann so der Bestand gefahrlos und rasch erfasst werden. Vor allem kommt es während der Erfassung zu keiner Unterbrechung des Betriebes und das Vermessungspersonal muss sich keiner Gefährdung aussetzen.

Im Post-Processing können dann alle erforderlichen Größen gefahrlos am Bildschirm herausgearbeitet und zu Papier gebracht werden (siehe Abbildung 6). Zusätzlich bietet das Orthofoto durch die photogrammetrische Erfassung eine Dokumentationsgrundlage mit der sich Veränderungen in der Lagerstätte sehr gut darstellen lassen. Über die 3D Punktwolke können zusätzlich automatisch Höhenschichtlinien ausgegeben und Volumen von Schüttungen berechnet werden. So können über den Zeitverlauf Veränderungen im Tagebau sichtbar gemacht und das abgebaute Volumen sehr genau bestimmt werden.

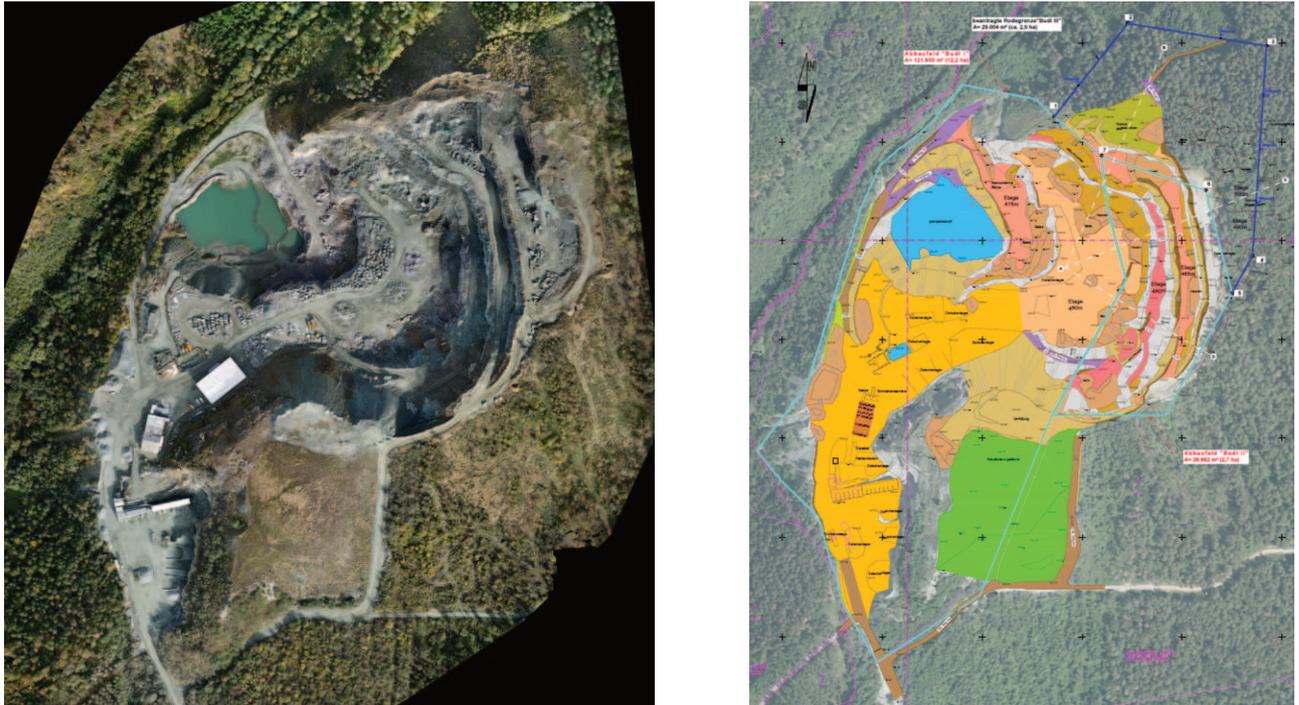


Fig. 6: Orthofoto (links) und Plan (rechts) eines Steinbruchs

3.3 DSM Skigebiete

Die Betreiber von Schigebieten sind gefordert ihr Angebot bestmöglich an die immer höheren Bedürfnisse der Gäste anzupassen. Deshalb ist es notwendig jedes Jahr aufs Neue in Erweiterungen der Pisten und in den Ausbau von Seilbahnen zu investieren. Die Klimaerwärmung und die damit zunehmende Schneunsicherheit führen dazu, dass in immer neuere Technologien im Schneemanagement Einzug halten.

Viele Neuerungen können nur auf Basis von 3D Modellen des alpinen Geländes geplant bzw. umgesetzt werden. Der Einsatz von Flugrobotern schließt hier aufgrund der hohen terminlichen Flexibilität und der preislichen Attraktivität eine Lücke zur bemannten Befliegung bzw. terrestrischen Bestandserfassung. Die Möglichkeit Teilgebiete zu verschiedenen Zeitpunkten zu erfassen, ohne mit erheblichen Mehrkosten zu rechnen, lässt Flugroboter noch attraktiver werden. So kann ein Großteil des Geländes zum günstigsten Zeitpunkt, der kurz nach dem „Mulchen“ vorliegt, erfasst werden und weitere Teilgebiete, nach Vollendung von Bauarbeiten, nachgezogen werden.

Skyability hat zu diesem Zweck die Flugplanung sohin entwickelt, dass der Flugroboter das Gelände in konstanter voreingestellter Flughöhe abrastert. Das heißt die Drohne folgt dem Gelände eigenständig und liefert so Daten mit konstanter Bodenauflösung. Hochalpines Gelände, die Drohne kann dabei mehrere hunderte Höhenmeter zurücklegen, kann so hochaufgelöst in einem 3D Modell abgebildet werden.

Größere Gebiete können durch geeignete Wahl der Start- und Landeplätze so sinnvoll umgesetzt werden, ohne dass nur schwer oder gar nicht zugängliche Gelände betreten werden müssen.

Die Daten werden sodann aufbereitet und dienen als Grundlage für Bauprojekte oder der Bestimmung der Schneehöhe in Echtzeit über Differenzmessung am Pistengerät. Die optimale Verteilung des Schneevorrates sichert so eine lange Saison in einem hochinnovativen Schigebiet. Abbildung 7 zeigt Beispielausschnitte aus dem mittels drohnengestützter Photogrammetrie erstellten 3D Modell eines Schigebietes.



Fig. 7: Beispielausschnitte aus dem texturierten 3D-Modell eines Schigebietes

3.4 Kubaturermittlungen (für Inventuren)

Die Ermittlung des aktuellen Lagerstands in Sand- Kieswerken, bei holzverarbeitenden Betrieben, die Massenermittlung vor oder nach Erdbewegungen oder auch die Abtragsberechnungen in Schottergruben bzw. Steinbrüchen sind nur Beispiele bei denen es notwendig ist das Volumen der jeweiligen Kubatur zu ermitteln. So sind händische Vermessungen neben einem hohen Zeitaufwand auch mit gewissen Sicherheitsrisiken für die Mitarbeiter behaftet. Gewisse Kubaturen können bzw. dürfen aus Sicherheitsgründen nicht betreten werden.

Aus dem durch die Drohnenbefliegung generierten georeferenzierten 3D Modell werden Kubaturen berechnet. Im Zeitraum der Befliegung muss der laufende Betrieb nicht (bzw. in Einzelfällen nur kurz) unterbrochen werden.

Ein Beispiel der Kubaturberechnung bei holzverarbeitenden Betrieben stellt Abbildung 4 dar.



Fig. 4: 3D-Punktwolke zur Kubaturberechnung einer Hackgutschüttung (Volumen 9300 m³)