



Bilder: Asdro GmbH

Geschickte Kombination aus Drohne und geophysikalischer Sensorik, um den Boden zu „durchleuchten“

# Drohnen-Geophysik zur Erkundung des Untergrunds

Die Vermessung und Kartierung von Flächen spielt für die Kostenkalkulation von Bauvorhaben eine entscheidende Rolle. Insbesondere die Vermessung von nicht zugänglichen Gebieten war bisher nicht möglich oder sehr kostenintensiv. Der zeitliche Aufwand ist für solche Projekte ein enormes Risiko. Durch den Einsatz von Drohnen können diese Gebiete kartiert werden und im Rahmen der Digitalisierung direkt in die Bauplanung mit einfließen.

Autor: Julian Beautemps

**D**as Start-up Asdro ist ein junges und innovatives Unternehmen aus dem Ruhrgebiet, welches sich eine effiziente Vermessung und Bewertung von Oberflächen und Untergründen zur Auf-

gabe gemacht hat. Asdro steht für „Advanced and specialized drone solutions“. Wie der Name bereits vermuten lässt, setzt das Team von Asdro dazu auf eine Kombination aus geophysikalischer Sensorik, ins-

besondere Geomagnetik, und autonomen Flugsystemen (auch Drohnen genannt). Asdro setzt dabei unterschiedliche Verfahren für die Analyse der Flächen ein, welche hier näher erläutert werden.

## Wo herkömmliche Methoden an ihre Grenzen stoßen

Üblicherweise werden Leitungen, Kampfmittel und Altlasten im Untergrund zu Fuß oder mit einem an einem Fahrzeug installierten Magnetometer aufgespürt. Insbesondere die Sondierung von schwer zugänglichen Gebieten, zum Beispiel Steilhänge und Gewässer, ist mit herkömmlichen Vermessungsmethoden oft sehr zeit- und kostenintensiv und kann zu Verzögerungen im Bauvorhaben führen. Des Weiteren birgt es Gefahren und Risiken für die Einsatzkräfte. Luftgestützte Messverfahren haben den großen Vorteil, dass sie nahezu unabhängig von der Beschaffenheit des Geländes eingesetzt werden können. Insbesondere Messverfahren, in denen eine flächendeckende Datensammlung notwendig ist, sind für luftgestützte Anwendungen geeignet. Es können sehr große Flächen innerhalb kürzester Zeit beflogen werden. Ein weiterer Vorteil der drohnengestützten Sondierung liegt vor allem in der Automatisierung. Die

auf Drohnen basierten Messsysteme sind dabei unabhängig von der Beschaffenheit, Lage und Böschungswinkel des zu untersuchenden Gebiete. Dies ist vor allem für die Sondierung von großen Flächen interessant ist. Ideale Anwendungsgebiete sind unter anderem Deichanlagen, Truppenübungsplätze, Brachflächen, Leitungstrassen, Sumpf-/Moorgebiete und vor allem Baumaßnahmen mit entsprechender Flächengröße.

## Drohnen-Photogrammetrie

Kameras, welche an der Drohne befestigt werden, erstellen aktuelle und hochauflösende Aufnahmen der Oberfläche aus der Luft. Diese schnelle Methode der Datenerfassung dient der Inspektion von Flächen. Mit der Methode der Photogrammetrie lassen sich 3D-Modelle aus den Bilddaten berechnen. Luftbilder, die mit Drohnen erstellt werden, zeigen die Fläche in einem aktuellen Zustand und sind zudem hochauflösender als Satellitenbilder. Die 3D-Datensätze werden für Planungs-

und Erschließungsprozesse genutzt und können im Rahmen der Digitalisierung direkt in die Bauplanung mit einfließen.

## Drohnen-Geomagnetik

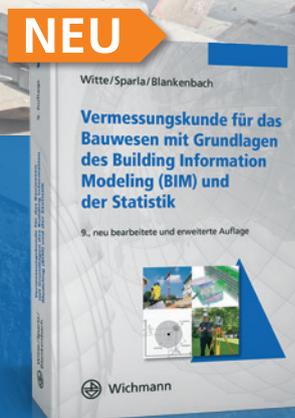
Magnetisch leitfähiger Körper sowie stromführende Leitungen im Untergrund verändern das örtliche Magnetfeld. Diese Änderungen sind lokal und werden als Anomalie oder Anomaliefeld bezeichnet und können mit Magnetometern gemessen werden. Zu den detektierbaren Anomalien zählen unter anderem Störkörper, Kampfmittel, Munitionsrückstände, Pipelines, stromführende Leitungen, Fundamente, archäologische Stätten und größere Ansammlungen von Metall. Durch die Betrachtung von Ausdehnung und Amplitude der Anomalie können Aussagen über die Größe und Tiefe des magnetischen oder magnetisierten Gegenstands im Untergrund getroffen werden. Am häufigsten wird die Methode der Geomagnetik zur Ortung von Munitionsresten und Blindgängern verwendet. Auch größere



Technikwissen punktgenau:

## Das Standardwerk des Vermessungswesens – von der Landesvermessung bis zur Ingenieurgeodäsie

Im Mittelpunkt des Standardwerkes für Studierende und Praktiker stehen die vermessungstechnischen Aufgaben, die mit der Erstellung und Überwachung von Bauwerken verknüpft sind. Die Neuauflage wurde um die Themen Building Information Modeling (BIM), Geoinformationssysteme (GIS), Feldprüfverfahren für Tachymeter und GNSS-Empfänger u. a. m. erweitert.



9., neu bearbeitete und erweiterte Auflage  
2020, 780 Seiten  
36,- € (Buch/E-Book)  
50,40 € (Kombi)



Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Das Kombiangebot bestehend aus E-Book und Buch ist ausschließlich auf [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de) erhältlich. Dieses Buch ist für das Studium geeignet.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder [www.vde-verlag.de/buecher/537657](http://www.vde-verlag.de/buecher/537657)



Ansammlungen von Metall und im Boden vergrabene Leitungen können aufgrund ihres magnetischen Abdrucks im Magnetfeld der Erde gefunden werden. Magnetische Anomalien, wie zum Beispiel durch Bomben, die in mehreren Metern Tiefe liegen, können durch diese Methode detektiert werden. Zur Auswertung wird eine eigens entwickelte Software verwendet.

Zur Detektion fliegt eine Drohne, die mit einem oder mehreren Magnetometern ausgestattet ist, autonom über ein vorher geplantes Messgebiet und misst das örtliche Magnetfeld der Erde. Eine eigens entwickelte Drohne dient als Trägerplattform für die Sensorik. An dieser wird ein hochauflösendes Totalfeldmagnetometer installiert. Der Abstand zwischen Drohne und Magnetometer ist dabei so groß, dass keine störenden Effekte der Drohne gemessen werden. Das Gespann fliegt anschließend autonom über eine vorher geplante Fläche und misst das örtliche Magnetfeld. Elektrisch und magnetisch leitfähige Materialien werden so im Untergrund sichtbar gemacht und später als Verdachtspunkte in einer Anomaliekarte des Magnetfelds markiert und analysiert.

### Projektplanung

Eine Drohnen-Geophysik-Befliegung startet im Büro. Dort werden alle nötigen Genehmigungen gesammelt, die für den Einsatz benötigt werden. Für jeden Anwendungsfall gibt es spezifische Genehmigungen. Vor allem im städtischen Bereich, in der Nähe von Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen und Naturschutzgebieten wird eine Aufstiegs Genehmigung nur unter besonderen Voraussetzungen erteilt. Auch die Flugplanung der Drohnen wird im Voraus mithilfe von Satellitendaten und Drohnen-Steuerungssoftware durchgeführt. Die Flugplanung basiert auf GPS-gestützten Wegpunkten, die von der Drohne angeflogen werden. Dabei kann die Flugplanung auf das jeweilige Anwendungsgebiet angepasst werden, um mögliche Gefahren, wie zum Beispiel Bäume oder Gebäude, zu vermeiden. Begibt sich die Drohne doch mal in Gefahr oder tritt eine schwerwiegende Fehlermeldung auf, schaltet die Drohne automatisch in den Rückkehrmodus und landet automatisch am Startpunkt.

Zur Befliegung werden auf dem Messgebiet ein Startplatz sowie eine Basisstation errichtet, die das Magnetfeld der Erde während der Messkampagne ermittelt. Diese Daten müssen aufgezeichnet werden, um Einwirkungen von Sonnenstürmen, die das Erdmagnetfeld im Gesamten stören, auf das lokale Magnetfeld zu erfassen. Wird eine solche parallele Messung nicht durchgeführt, könnten Störungen in den Messdaten auftreten, die eine potenzielle Anomalie nicht mehr sichtbar lassen wird. Vor Ort wird das Untersuchungsgebiet zunächst eingemessen und anschließend autonom abgeflogen. Durch eine hohe Abtastrate von 1000 Hz des Magnetometers wird (orientierungsunabhängig) eine Auflösung von 0,25 nT (Nanotesla) im Flug erreicht. Eine Fluggeschwindigkeit von bis zu 10 m/s, abhängig von dem zu untersuchenden Areal, ermöglicht eine Flächenleistung von 5 ha bis 10 ha pro Tag. Die herkömmliche Methode zu Fuß schafft dazu im Vergleich nur 1 ha pro Tag. Bei der Drohnen-Geomagnetik ist es wichtig, in einer konstanten Höhe über Grund zu fliegen, um eine hohe Datenqualität zu gewährleisten. Eine Änderung der Aufnahmehöhe kann bei einer Abnahme von der Quelle des Magnetfelds von  $r^3$  schon große Auswirkung auf das Messergebnis haben. Daher ist die Drohne mit einem Lidar-Scanner zur opti-



Asdro-Drohnen-Geomagnetik-System für die Kampfmittelsondierung

schen Abstandsmessung ausgestattet und garantiert so eine konstante Flughöhe entlang der Topographie, auch in unwegsamen Geländen.

Grundsätzlich ist die drohnen-gestützte Sondierung für jede Fläche geeignet, die eine Vegetationsfreiheit ab 1,5 m Höhe aufweist, besonders aber für große Areale. Die Wahl der Flugparameter, wie Flughöhe und Linienabstand, hängen ganz von den Anforderungen an die Ergebnisse und den damit verbundenen Genauigkeiten ab. Die Drohne hält Windgeschwindigkeiten bis 10 Knoten (rd. 5 m/s) problemlos stand, bei Regen muss allerdings eine Pause eingelegt werden. Grundsätzlich ist die Wetterlage in Deutschland für solche Drohnenflüge aber besser als man annehmen würde. Im Jahr 2019 wurden nur 35 nicht flugfähige Tage verzeichnet.

Für die Suche nach Störkörpern, Kampfmitteln oder archäologischen Stätten empfiehlt sich ein Bodenkonturflug mit einer maximalen Sensorhöhe von 2 m über dem Grund und einem Linienabstand von 0,5 m. Dies ermöglicht eine hohe Datendichte und eine gute Positionsgenauigkeit. Blindgänger (UXO, Unexploded Ordnance) können so in bis zu 5 m Tiefe detektiert werden. Für die Leitungsortung oder Fundamentortung hingegen können Linienabstände zwischen 1 m und 2 m und Flughöhen von 3 m bis 5 m gewählt werden. Im zweiten Schritt wird das Gebiet mit einer zweiten, kleineren Drohne befliegen. Die an dieser Drohne befestigten Kameras erstellen aktuelle und hochauflösende Aufnahmen der Oberfläche aus der Luft. Aus verschiedenen Winkeln werden

Bilddaten gesammelt und mithilfe der Methode der Photogrammetrie lassen sich 3D-Modelle aus den Bilddaten berechnen. Die aus der Luft aufgenommenen Bilder werden mittels Real-Time-Kinematic (RTK-) Vermessung georeferenziert, sodass Orthofotos zur Flächenberechnung und weiteren Planung benutzt werden können. Die Lagegenauigkeit erreicht 1 cm bis 2 cm und die Höhen Genauigkeit 2 cm bis 3 cm. Durch eine geschickte Kombination aus den 3D-Geländedaten und einem ortsreferenzierten Abbild des Magnetfelds ist eine absolute Ortung von Störkörpern und Leitungen im Untergrund möglich.

### Datenauswertung durch spezialisierte Geophysiker

Für die Auswertung, Kalibration und Kompensation der gemessenen Daten wird die eigens entwickelte Software „MagSurv“ verwendet. Sie benutzt modernste Kartenplattformen zur Darstellung der Messergebnisse und entspricht so den aktuellen Standards. Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) können Bearbei-

tungsprozesse optimiert und beschleunigt werden, sodass eine Auswertung nur noch ein Bruchteil der herkömmlichen Zeit beansprucht. Zunächst werden die Rohdaten des Magnetometers kompensiert und Störeinflüsse der Drohne werden aus den Daten herausgerechnet. Dadurch wird die geforderte Auflösung erreicht, die es erst möglich macht, tief liegende oder sehr kleine Objekte anhand ihrer Anomalie zu identifizieren. Eine KI-basierte Analyse untersucht die aufbereiteten Daten und klassifiziert gefundene Anomalien nach Größe, Tiefe und magnetischer Intensität. Dadurch lassen sich Aussagen über das im Boden gelegene Objekt treffen und es lässt sich im Idealfall Schrott von einem Blindgänger unterscheiden.

Neben der automatisierten Analyse begutachtet ein erfahrener Geophysiker den Datensatz und prüft die Auswertung der Software. Nach dem Bestehen der Qualitätsprüfung werden die klassifizierten Anomalien als digitale Datei gespeichert und zu einer Shape-Datei oder einem Bericht weiterverarbeitet. Die gesammelten

Daten mit der dazugehörigen Auswertung werden als digitale Shape-Dateien zur Verfügung gestellt und lassen sich in alle gängigen Geoinformationssysteme und 3D-Verarbeitungssoftware (zum Beispiel CAD) integrieren.

Der Einsatz von Drohnen für die Bewertung von Flächen hat sich im Bereich der Kampfmittelsondierung, Altlastenerkundung und Leitungsortung mittlerweile bewährt. Aufgrund der fortschreitenden Technik können Drohnen und Sensorik unterschiedlichste Anforderungen an die Messungen bewältigen. Projekte, die unter erheblichen Zeitdruck stehen, können so effizient und modern bearbeitet werden, da die Drohnenvermessung den Mehrwert aus Vermessung der Oberfläche und des Untergrunds in einem Gesamtpaket liefert.

.....  
**Autor:**

**Julian Beautemps**  
ASDRO GmbH  
E: julian.beautemps@asdro.de  
I: www.asdro.de



# gis.Radio

**Begeisterung, Einsatz, Erfolg!**

Ein Porträt und eine Erfolgsgeschichte über mehr als drei Jahrzehnte Wirken in der Geo-IT.



gis.Radio im Gespräch mit Geosystems.

Hören Sie rein in unseren Geo-IT-Podcast:  
gis.Radio – Hier gibt's Geo-IT aufs Ohr!

[www.gispoint.de/gisradio](http://www.gispoint.de/gisradio)

