

Kampfmittelsuche mit Hilfe von Drohnen

Testergebnisse von einem Militärgelände in Österreich
von Dieter Guldin und Ulrich Schneider SeaTerra GmbH

Die Detektion von Kampfmitteln auf nicht oder schwer begehbaren oder befahrbaren Flächen war bislang nur mit hohem Aufwand oder gar nicht zu bewältigen. Die Drohnentechnologie macht es jetzt möglich, schwer zugängliche Flächen ferngesteuert in geringer Höhe zu überfliegen und Messungen auf ferromagnetische Objekte durchzuführen. Nach dreijähriger Entwicklungszeit steht SeaTerra seit Anfang 2019 eine geeignete Drohne (Quadrocopter) und eine angepasste Softwarelösung zur Auswertung der geophysikalischen Daten zur Verfügung.

Um die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit dieses neu entwickelten Sondiersystems unter Beweis zu stellen, bekam SeaTerra die Möglichkeit, auf einem österreichischen Militärgelände ein 2.000 m² großes Testfeld überfliegen zu dürfen. In diesem Testfeld ist unbezünderte Munition verschiedener Kategorien in unterschiedlichen Bodentiefen eingegraben und eingemessen, so dass deren exakte Positionen, Größen und Tiefenlagen bekannt sind.

Die Untersuchungen werden mit der geophysikalischen Technologie der **Total-Magnetic-Intensity (TMI)** unter Verwendung von Fluxgate-Magnetometern durchgeführt. Die nahezu metallfreie Drohne des Herstellers DJI mit vier Rotoren und einer programmierbaren Fernsteuerung erlaubt die flächenhafte Erfassung von Magnetik-Messwerten, die den Anforderungen an eine Kampfmitteldetektion entsprechen.

Fluxgate-Magnetometer

Für die Sondierung wird eine Anordnung von drei 3-Achs-Magnetometern des Herstellers Barlington Instruments verwendet. Der Sondenabstand beträgt 0,75 m wodurch sich eine Länge des Sondenstabes von 1,5 m und eine Sondierspurbreite von 2,0 m ergeben.

Da die Eindringtiefe der Sensorik vom Abstand der Sensoren über dem Gelände abhängt, sollte sich die Sensorik während der Messung unmittelbar über dem Gelände befinden. Zu Testzwecken wurden die magnetischen Messungen in Flughöhen von 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m über Gelände durchgeführt.



Abbildung 1: DJI Drohne mit Dual-GPS und drei 3-Achs-Magnetometern (im Stab).

Positionierung

Zwei auf der Drohne befindliche GPS-Antennen (Dual-GPS) und eine Basisstation ermöglichen die Aufzeichnung der Positions- und Richtungsdaten während der Messung. Die Positions- und Sensordaten werden mit der eigens für die Kampfmittelsuche entwickelten Software „AGSDrone“ verarbeitet. Die tatsächlichen Positionen werden während der Sondierung in „Echtzeit“ auf einem Monitor angezeigt. Das im Vorfeld definierte Messfeld wird während der Messung autonom befliegen. Die Höhe über Grund, der Linienabstand, die Samplingrate und die Fluggeschwindigkeit sind frei wählbare Parameter.

Die Echtzeitkontrolle aller Parameter erlaubt eine zeitnahe Korrektur von Messlücken und/oder Spurabweichungen.

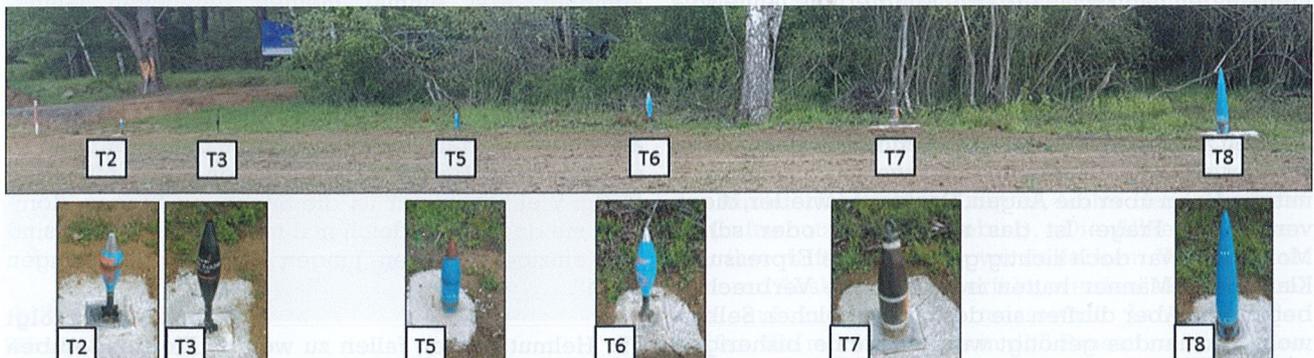


Abbildung 2: Einige Muster der vergrabenen Munition: T2 = 81-mm-UEBGRKPR 56A1, T3 = 81-mm-EXGR70/80, T5 = 105-mm-L-HLUEBG, T6 = 120-mm-UEBGR78/EXAZ 66, T7 = 155-mm-EXGR 88 M185, T8 = 155-mm-UEBGR 94.

Das Testfeld

Die Testmessungen konnten auf einem ca. 2.000 m² großen Testfeld des österreichischen Bundesheeres durchgeführt werden, auf dem zu diesem Zweck Munition unterschiedlicher Kaliber und Bauart linienweise und in regelmäßigen Abständen zwischen den einzelnen Objekten vergraben worden war. Das Testfeld war anschaulich aufgebaut und durchdacht vorbereitet, um die Möglichkeiten und Grenzen der Methodik, der Kampfmittelsondierung mittels Drohne, auszuloten. Die gute Anschaulichkeit des Testfeldes lag darin begründet, dass alle vergrabenen Objekte am Rande der Untersuchungsfläche, jeweils am Kopfende der Vergrabungslinie, im Original aufgestellt waren (Abbildung 2). Bei den auf einer Linie liegenden Objekten handelte es sich hierbei jeweils um den gleichen Munitionstyp, der aber immer in unterschiedlichen Ausrichtungen / Tiefen im Erdreich positioniert war. Die jeweilige Tiefe und Ausrichtung der Objekte wurde SeaTerra bekannt gegeben, so dass die Sondierergebnisse mit den Objekten noch vor Ort abgeglichen werden konnten.

Ergebnisse

Sowohl der Aufbau des Messequipments als auch jeder einzelne Drohnenflug über das Testfeld wurden in kurzer Zeit präzise ausgeführt. Alle erhobenen Magnetikdaten wurden zur Qualitätskontrolle und zu Demonstrationszwecken vor Ort prozessiert. Magnetische Messungen wurden in Flughöhen von 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m über der Geländeoberkante durchgeführt, und die Messergebnisse wurden miteinander verglichen.

Die wesentlichen Ergebnisse der Auswertung von Anomalien sind:

- die Flugstabilität der Drohne war gut;
- die meisten Objekte wurden bei einer Drohnenflughöhe von 0,5 m detektiert (41 der 46 vergrabenen Objekte oder 89,1%). Mit zunehmender Flughöhe wurden weniger Objekte detektiert;
- die Standardabweichungen der Ost-Positionierungen reichten von 0,05 bis 0,3 m, die der Nord-Positionierungen von reichten von 0,03 bis 0,44 m;

Insgesamt waren die geologischen Verhältnisse und der äußere Einfluss störender magnetischer Felder sehr gering, so dass innerhalb der Daten sehr anschaulich gezeigt werden kann, dass die Drohne als solches, nach erfolgter Kompensation, einen keinen nennenswerten magnetischen Einfluss auf die Datenqualität hat.

Die vorliegenden Magnetikdaten zeigen, dass SeaTerra's Drohne zuverlässig magnetische Daten akquiriert, die für eine Datenauswertung auf größere ferromagnetische Objekte und Kampfmittel geeignet ist.

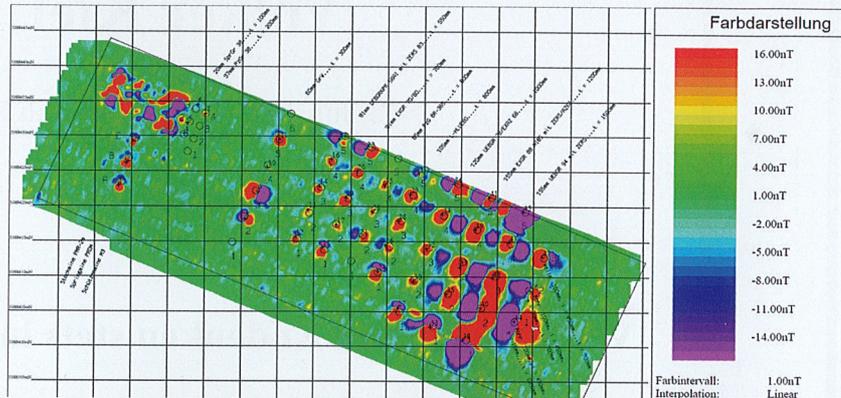


Abbildung 3: Sondierergebnisse für eine Drohnenflughöhe von 0,5 m.

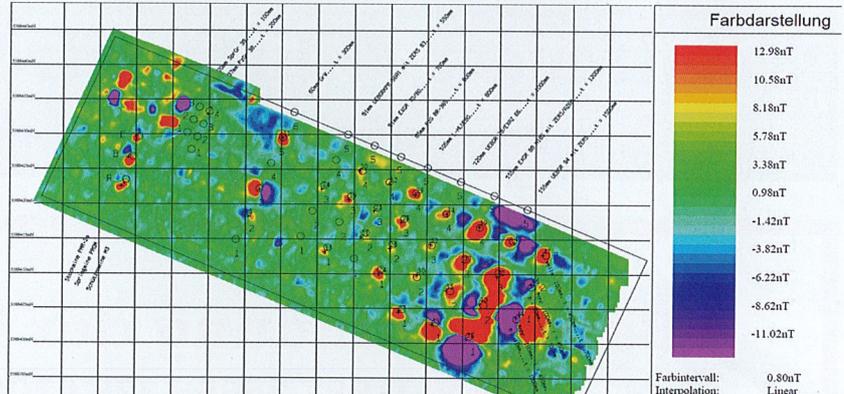


Abbildung 4: Sondierergebnisse für eine Drohnenflughöhe von 1,0 m.

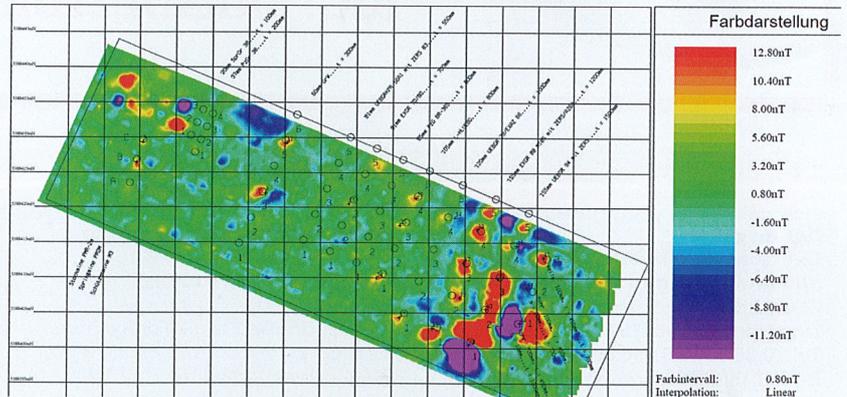


Abbildung 5: Sondierergebnisse für eine Drohnenflughöhe von 1,5 m.

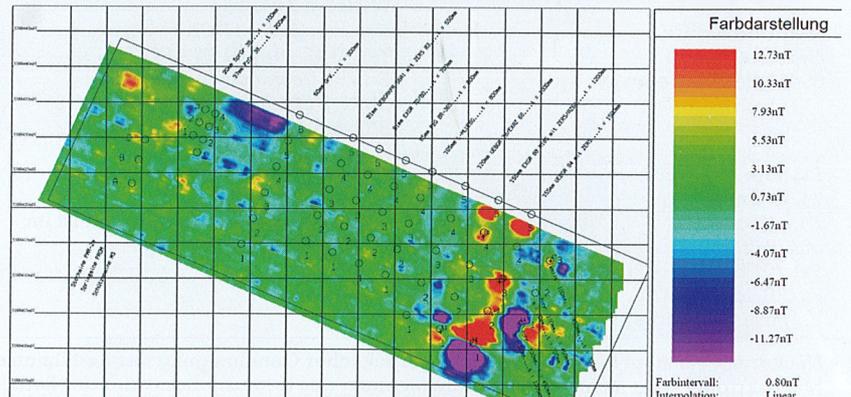


Abbildung 6: Sondierergebnisse für eine Drohnenflughöhe von 2,0 m.