



# Eine fliegende unbemannte geophysikalische Messplattform

Rudolf Eröss<sup>1</sup>, Bülent Tezkan<sup>1</sup>, Rainer Bergers<sup>1</sup> und Johannes Stoll<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität zu Köln, <sup>2</sup>Mobile Geophysical Technologies - Celle

reroess@geo.uni-koeln.de



## Motivation & Einleitung

In einem Pilotprojekt 2009/2010, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, wurden zum ersten Mal mit einem Unmanned Aerial System (UAS) aeromagnetische Messungen durchgeführt. (Abb. 1). Hierbei wurden die Anwendungsmöglichkeiten und die Messgenauigkeit untersucht (Tezkan et al., 2011).



Abb. 1: UAS Magnetfeldmessung bei Köln.

Es wurden verschiedene vergrabene künstliche Anomalien sowohl Bodengebunden, als auch mit dem UAS vermessen. Alle eingegrabenen Störkörper konnten mit UAS-Magnetik detektiert werden (Abb. 2).

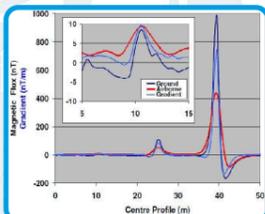


Abb. 2: Totalfeldmessung Boden und UAS Magnetik Daten (Tezkan et al., 2011).

Ein UAS kann aufgrund seiner computerkontrollierten Navigation präzise manövrieren und daher auch Messungen bei geringer Flughöhe durchführen. Es kann schweben oder mit langsamer Geschwindigkeit über Messlokalationen hinweg fliegen.



Abb. 3: ADU 07 Logger (links) und SHFT Sensor (rechts) von Metronix.

Nach der erfolgreichen UAS-Magnetik Messung ist in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt (AIDA) geplant, im März 2012 VLF/LF-Messungen mit einem UAS durchzuführen. Dazu wird auf dem UAS ein Induktionsspulentripel und ein Datenlogger (Abb. 3) der Firma Metronix integriert. Mit diesen lassen sich die elektromagnetischen Felder von Sendern im Frequenzbereich von 10 kHz bis 250 kHz messen.

Durch die große Anzahl der zur Verfügung stehenden Sender, welche ein breites Frequenzband abdecken, wird eine verbesserte Tiefenaufklärung erreicht.

Ziel der UAS-gestützten Messungen ist die Entwicklung einer neuen Messplattform und neuer Inversionsalgorithmen für effiziente, flächenhafte Leitfähigkeitsuntersuchungen.

## Noisemessungen

Um den Einfluss des Hubschraubers auf den Logger und den Sensor zu untersuchen, wurden Experimente durchgeführt, bei welchen für verschiedene Abstände (0, 0.85, 1, 1.5, 2 ... 6 m) des Loggers bzw. Sensors vom Hubschrauber abwechselnd Zeitreihen aufgenommen wurden (Abb. 4). Diese Messungen wurden für unterschiedliche Richtungen (längs/quer) zum Hubschrauber wiederholt. Dabei lief der Motor ununterbrochen.



Abb. 4: Aufbau des Hubschraubers bei der Noisemessung in Luzern.

Die Entfernung des SHFT-Sensors vom Hubschrauber hat großen Einfluss auf das Rauschniveau der Daten. Erst ab einem Abstand von 4 m wird der Sensor nicht mehr von dem Hubschrauber beeinflusst (Abb. 5).

Für die Konstruktion der Aufhängung musste sowohl das Rauschverhalten des Sensors, als auch das des Loggers berücksichtigt werden. Aus den Daten ergab sich ein optimaler Abstand zum Hubschrauber: Logger 2 m, Sensor 4 m. Aufgrund der Flugeigenschaften des Hubschraubers musste eine spezielle Aufhängung von der Firma Aeroscout entwickelt werden.

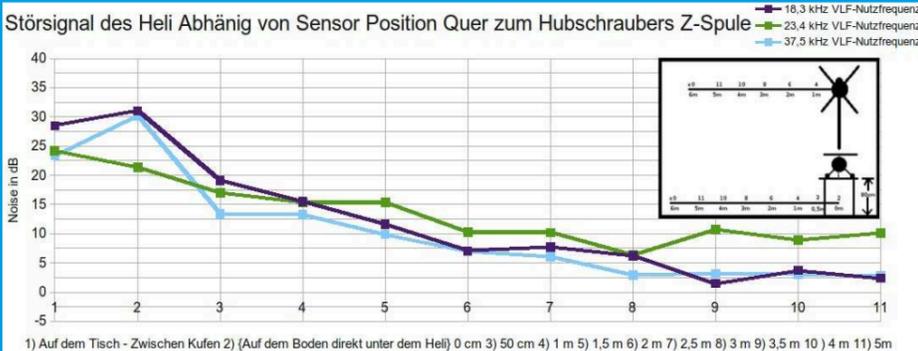
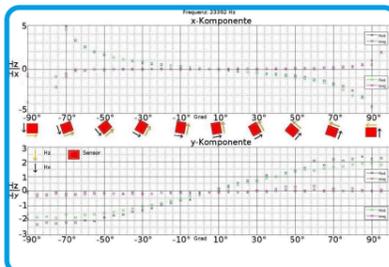


Abb. 5: Aufgetragen ist die Überlagerung des VLF Signals mit dem Noise des Hubschraubers (Motor an) in dB, gegen den Abstand des SHFT Sensors für verschiedene VLF Frequenzen, bezogen auf eine Nullmessung in 6 m Entfernung vom Hubschrauber.

## Drehexperiment

Der Hubschrauber wird nicht in der Lage sein, den Sensor rotationsfrei entlang eines Profils zu bewegen. Vielmehr wird der Sensor voraussichtlich Pendelbewegungen entlang der x-Achse (schwarzer Pfeil Abb. 6) und y-Achse (zeigt in Posterebene) und Drehbewegungen um die z-Achse (orangener Pfeil Abb. 6) ausführen.



Um diese zu untersuchen, wurde der Sensor mit einem Gestell (Abb. 7) zunächst von -90 bis +90 Grad kontrolliert rotiert. Die Auswirkungen solcher Bewegungen auf die Daten ist in Abbildung 6 zu sehen: rot/blau bei Rotation um die y-Achse, grün/rosa für Drehung um die z-Achse und anschließender Rotation um die y-Achse.



Abb. 7: Gestell zum kontrollierten Drehen des Sensors.

Man erkennt, dass bereits geringe Drehungen erheblichen Einfluss haben. Daher sollte die Gyration des Sensors während des Fluges gemessen werden, um Sensordrehungen nicht fälschlicherweise als Anomalie zu deuten. Es ist zu prüfen, ob es auch möglich ist, Drehungen aus der Übertragungsfunktion herauszurechnen und so Anomalien leichter zu identifizieren.

## Modellrechnungen

Um eine geeignete Anomalie zu finden, wurden bisher verschiedene bodengebundene Messungen durchgeführt. Eine davon fand bei Cuxhaven statt. Die Daten zeigen bei ~55 m eine Anomalie, welche jedoch von einem Telefonkabel erzeugt wird (Abb. 8). Intention der Messung in Cuxhaven war das Auffinden einer natürlichen Anomalie - Übergang von Süß- zu Salzwasser. Eine solche Anomalie lässt sich in den Daten nicht erkennen.

Die im März geplante Messkampagne mit dem UAS wird über einer anthropogenen Anomalien stattfinden. Es wird versucht eine Telefonleitung und eine Gasleitung mit UAS-VLF-Messungen zu detektieren.

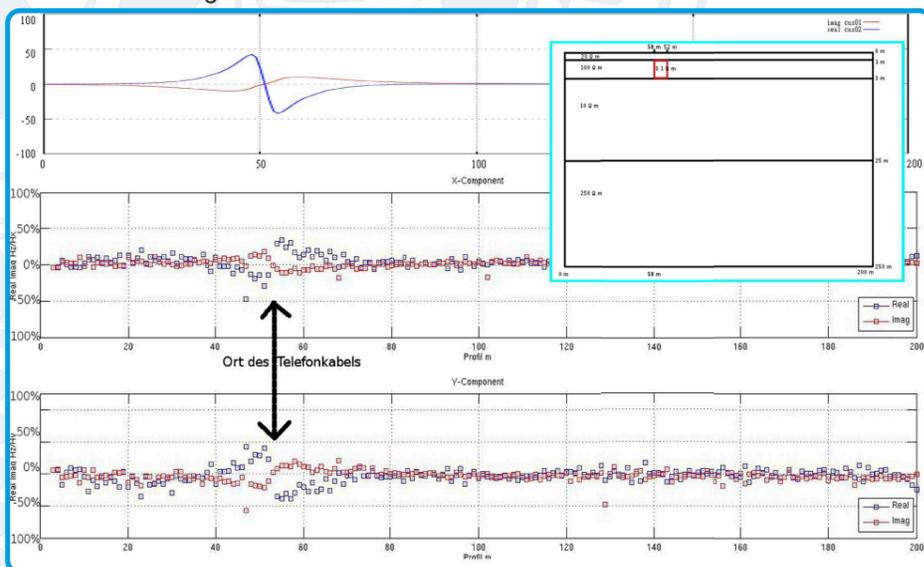


Abb. 8: (Mitte/Unten) Aufgetragen ist die magnetische Übertragungsfunktion gegen die Profilmeter. (Oben) Die Übertragungsfunktionen aus Cuxhaven mit theoretischen Daten Modelliert (Abb. 8 Rechts: Modell) zu erklären. Die synthetische Anomalie entspricht qualitativ den in Cuxhaven gemessenen VLF Daten sowohl für den Real, als auch für den Imaginärteil.

## Ausblick

- UAS-Messung in der Schweiz
- Modellierung von VLF-Daten mit Luftschiicht
- Weiterentwicklung des Auswertalgorithmus, um die Unterdrückung des Noise zu verbessern
- Weitere Noisemessungen weitere Rotationsmessungen

## Referenzen

- Bülent Tezkan, Johannes B. Stoll, Rainer Bergers, Hannah Großbach, Unmanned Aircraft Systems: A new geophysical measuring platform for aeromagnetism surveys, *First Break*, pp. 103-105, 2011.
- Jordan und Siemon, Die Tektonik des nordwestlichen Harzrandes - Ergebnisse der Hubschrauber-Elektromagnetik, 2002.



AIDA – From airborne data inversion to in-depth analysis

