



Hochauflösendes Gradiometersystem für oberflächennahe Magnetfeldmessungen mit einem UAV

C. Kulüke¹, A. Hördt¹, C. Virgil¹, J. Stoll²
¹Technische Universität Braunschweig | Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik, ²Mobile Geophysical Technologies
 c.kulueke@tu-braunschweig.de | Telefon +49 (0) 531 391-5228

Einleitung

Oberflächennahe Aeromagnetik mit kleinen, unbemannten Luftfahrzeugen (UAV) erlaubt durch geringe Flughöhen ($\sim 1\text{ m}$) eine hohe räumliche Auflösung, ähnlich der bei einer Messung zu Fuß, hat jedoch gegenüber letzterer den Vorteil der höheren Geschwindigkeiten ($\sim 5\text{ m s}^{-1}$). In existierenden Systemen werden Totalfeld bzw. Totalfeldgradienten ausgewertet. Dieses Projekt hat das Ziel, ein hochauflösendes Gradiometersystem zu entwickeln, mit dem die Gradienten der Magnetfeldkomponenten bestimmt werden können. Voraussetzung dafür ist eine möglichst gute Kenntnis der Störungen durch das UAV, der Lage der Sensoren relativ zum Erdfeld und zum UAV, sowie die Verwendung einer Aufhängung, die die Schwingungen und starke Bewegungen dämpft.



Abbildung 1: Für das Projekt verwendeter Multikopter (oben) und Sensorhalterung (unten) mit Sensorabstand 50 cm.

- ### Herausforderungen
- gedämpfte Aufhängung zur Reduzierung der Flugbewegungen (Vibrationen, Richtungsänderungen des UAV) an den Sensoren
 - Erfassung der magnetischen Anomalien des UAV (induziert, remanent, elektrisch)
 - Erfassung der Lage der Sensoren relativ zum Hintergrundfeld und relativ zum UAV mittels IMU \Rightarrow Berechnung des Gradientensensors und Korrektur der Störungen durch das UAV

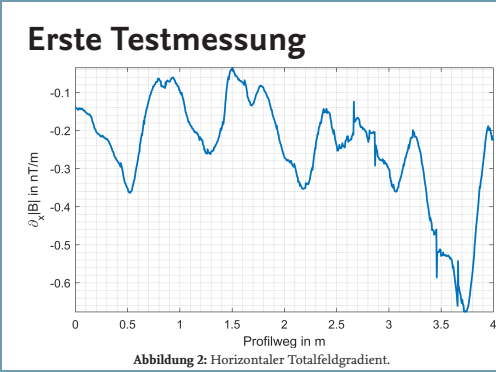
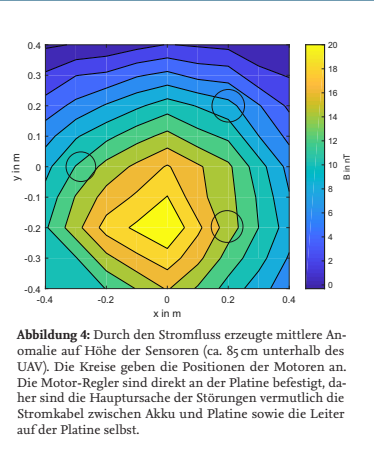
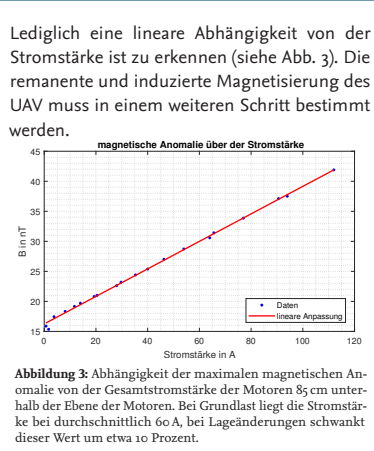


Abbildung 2 zeigt den Totalfeldgradienten einer handgestützten Messung mit horizontaler Sensoranordnung. Die erkennbaren regelmäßigen Muster sind auf Bewegungen durch Schritte zurückzuführen und zeigen die Notwendigkeit einer gedämpften Aufhängung. Von den bewegungsinduzierten Artefakten abgesehen zeigen die Daten ein sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis von weniger als $0,1 \frac{\text{nT}}{\text{m}}$.

Anomalie des Fluggeräts

Die in diesem Projekt verwendeten UAV sind elektrisch betriebene Multikopter, die im Flug durchschnittlich etwa 60 A benötigen. Dadurch erzeugt das UAV auch eine sehr starke magnetische Anomalie, die auch am Ort der Magnetometer noch mit etwa 20 nT messbar ist und somit korrigiert werden muss (vgl. Abb. 4). Durch Änderungen der Motorleistung, Relativbewegungen zwischen Sensoren und UAV sowie Drehungen des UAV im Erdmagnetfeld ändern sich die durch das UAV erzeugten Anomalien, sodass diese drei Einflüsse getrennt untersucht werden müssen. Eine Frequenzanalyse zeigt, dass die Frequenzen der Motoren deutlich über der Abtastrate liegen und man die dadurch verursachte Störung als statisch betrachten kann.



Dieses Projekt wird gefördert vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.