

# Troika der Lüfte

*Mit unbemannten Helikoptern lassen sich magnetische Objekte im Boden schnell und einfach aufspüren. Möglich sind die Messungen aus der Luft, weil Ingenieure der Hochschule Luzern einen speziellen Datenlogger entwickelten.*

Es sind eindruckliche Fluggeräte, die in der Werkstatt von Christoph Eck stehen. Rund zwei Meter lang sind die Helikopter, die der Elektroingenieur mit seiner Firma «Aeroscout» herstellt und als unbemannte Fluggeräte für kommerzielle Zwecke verkauft oder vermietet. Die 45 Kilogramm schweren Maschinen gehören zu den leistungsfähigsten ihrer Art, vermögen sie doch Nutzlasten von bis zu 20 Kilogramm während eineinhalb Stunden zu transportieren.

Seit gut einem Jahr arbeitet Christoph Eck, der auch als Dozent für Regelungstechnik an der Hochschule Luzern – Technik & Architektur tätig ist, mit einem neuen Kunden zusammen: Johannes Stoll führt mit seiner Firma MGT aus Celle (D) geophysikalische Messungen durch. Er war auf der Suche nach einem

zuverlässigen unbemannten Fluggerät, mit dem er geophysikalische Messungen durchführen kann. Der Helikopter von Eck traf genau seine Vorstellungen.

## Günstiger, schneller und präziser

Dass Stoll künftig UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) einsetzen will, hat gute Gründe: Bisher führte man solche Messungen, bei denen metallhaltige Objekte im Untergrund entdeckt werden können, entweder mit kostspieligen bemannten Flugzeugen durch oder aber in aufwendiger Feldarbeit am Boden. Unbemannte Fluggeräte schliessen die Lücke zwischen diesen beiden Möglichkeiten: Das Erdmagnetfeld kann mit ihnen präziser vermessen werden als vom Flugzeug aus und schneller als mit herkömmlichen Bodenmessungen. Vor allem aber lässt

sich mit UAVs auch unwegsames Gelände schnell und sicher vermessen.

Für die eigentlichen Magnetfeldmessungen kommt ein extrem empfindlicher Sensor zum Einsatz, der bereits Abweichungen des Erdmagnetfelds von wenigen Promille registriert, wie Eck erläutert: «Wenn das Messinstrument zu nahe am Benzinmotor des Helikopters angebracht ist, wird das Messsignal durch die Zündkerze so stark gestört, dass die Daten unbrauchbar werden.» Eck hat deshalb eine spezielle Aufhängung konstruiert, damit Stolls Sensor möglichst weit vom Motor entfernt ist.

Und noch ein anderes Problem war zu lösen: Bei den Messungen fallen grosse Datenmengen an, die sehr rasch aufgezeichnet werden müssen. Stoll beauftragte daher das Kompetenzzentrum Electronics der Hochschule Luzern, einen massgeschneiderten Datenlogger zu entwickeln, der das analoge Messsignal des Sensors in einen digitalen Wert umwandelt, der gespeichert werden kann.

## Einziger 24-Bit-Datenlogger

Innerhalb von wenigen Monaten mussten die Ingenieure eine Lösung finden, die den strengen Kriterien der Geophysiker genügt. Das Resultat kann sich sehen lassen: ein 24-Bit-Datenlogger, «wie es ihn nirgendwo sonst zu kaufen gibt», wie Stoll versichert. Es war alles andere als trivial, einen derart kleinen, portablen und mit Akkus betriebenen Datenwandler zu entwickeln, bestätigt Eck: «Üblicherweise arbeiten solche Datenlogger mit 8 oder maximal 16 Bit. Das reichte in diesem Fall jedoch nicht aus.»

Als geradezu ideal erwies sich, dass das Kompetenzzentrum Electronics ein breites Fachwissen bündelt. Rolf Mettler betreute mit seiner Gruppe den analogen Teil des neuen Datenloggers, Erich Styger die digitale Seite. «Wir hatten in unserem Team sowohl Spezialisten, die eine elektronische Schaltung auf der untersten Ebene entwerfen und programmieren können, wo es um einzelne Bits und Bytes geht, als auch Experten, die



Der Helikopter sucht im türkischen Erdbebengebiet nach verschütteten Fahrzeugen.





Weit mehr als ein Bubentraum: der unbemannte Helikopter ist mit Sensoren und einem Datenlogger ausgerüstet. Rolf Mettler, Erich Styger und Christoph Eck (von links) von der Hochschule Luzern sind zu Recht zufrieden mit dem Ergebnis ihrer Zusammenarbeit.

genau wissen, wie man ein feldtaugliches Benutzerinterface gestaltet», berichtet Eck. «Das sind zwei völlig verschiedene Aufgaben.»

### **125 Messungen pro Sekunde**

Das Team des Kompetenzzentrums Electronics entwickelte für den Datenlogger eine spezielle Schaltung, welche Signale an drei Eingängen gleichzeitig ablesen und in digitaler Form speichern kann – und zwar so, dass das Eingangssignal

nur minimal gestört wird, liefert der Sensor doch ein sehr schwaches Messsignal von nur gerade einigen wenigen Mikrovolt. «Um diese anspruchsvolle Aufgabe zu meistern,

---

**«In diesem innovativen Projekt floss das Know-how unterschiedlicher Disziplinen erfolgreich zusammen.»**

Christoph Eck, Hochschule Luzern

---

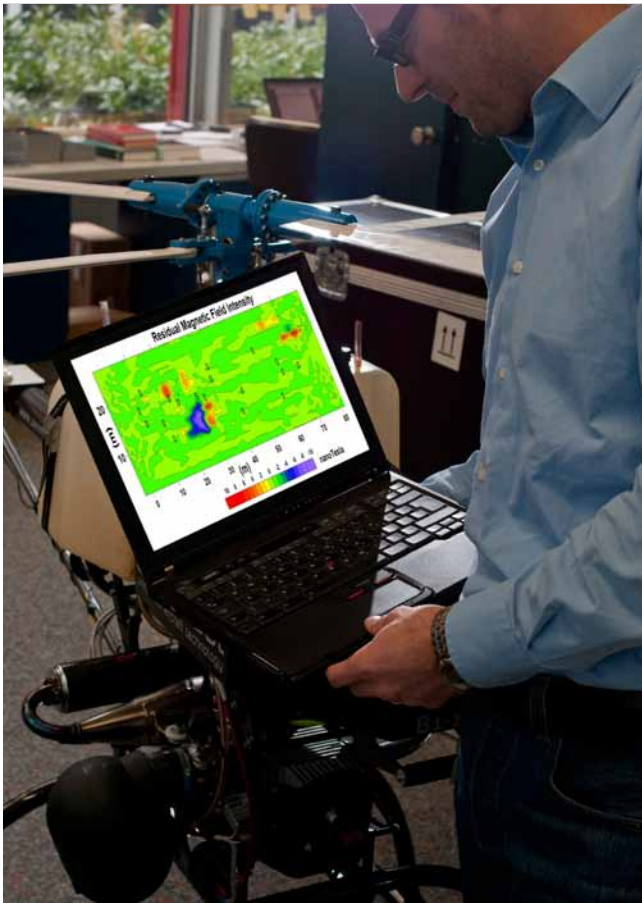
war es von grossem Vorteil, dass wir die Schaltung in unseren eigenen Werkstätten Schritt für Schritt selbst herstellen und prüfen konnten», erklärt Eck.

Der Datenlogger zeichnet die Messwerte 125-mal pro Sekunde auf. Oder anders gesagt: Während des Flugs wird alle sechs Zentimeter ein neuer Messwert registriert. Damit die einzelnen Messpunkte am Schluss zu einer Karte des lokalen Erdmagnetfeldes zusammengefügt werden können, müssen sie genau mit der Position des Helikopters abgestimmt werden. Beide Datensätze, die Magnetfeldmessungen und die Positionsdaten, werden daher laufend über die GPS-Zeit miteinander synchronisiert.

### **Feuerprobe in Erdrutschgebiet**

Dass das neue Messsystem tatsächlich funktioniert, konnten Stoll und Eck auf einem Testgelände der Nato in Deutschland nachweisen. «Auf diesem Versuchsfeld sind verschiedene metallische Gegenstände vergraben, von denen wir die meisten fanden», erzählt Stoll und ergänzt schmunzelnd: «Wir haben sogar einige Objekte entdeckt, von denen das Militär bis anhin nichts wusste.» Auch einen ersten konkreten Feldeinsatz hat





### Eine vorteilhafte Partnerschaft

Die enge Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen Aeroscout und MGT sowie dem Kompetenzzentrum Electronics der Hochschule Luzern ergibt für die Beteiligten eine Win-win-Situation, ist Christoph Eck, Dozent an der Hochschule Luzern, überzeugt: «Die Partnerfirmen profitieren vom umfangreichen Fachwissen der Hochschule Luzern. Das Kompetenzzentrum kommt zu interessanten Forschungsprojekten, zu denen es mangels eigener Fluggeräte sonst kaum Zugang hätte.» Kommt hinzu, dass die Erkenntnisse aus solchen Projekten auch in die Ausbildung der Studierenden einfließen.

Zurzeit entwickelt Eck mit seiner Firma eine neue Dienstleistung für Elektrizitätsgesellschaften. Diese überprüfen Strommasten, Hochspannungsleitungen und Isolatoren regelmässig auf mögliche Schäden. Mithilfe von unbemannten Helikoptern könnten diese Inspektionen vereinfacht werden. In Zusammenarbeit mit den Centralschweizerischen Kraftwerken (CKW) versucht Eck derzeit, ein entsprechendes Projekt vorzubereiten, an dem auch Ingenieurinnen und Ingenieure der Hochschule Luzern beteiligt sind. Ihre Aufgabe wäre es, eine Software zu entwickeln, mit der die Bilder effizient verarbeitet werden können. Sie müsste in der Lage sein, typische Schäden wie Abplatzungen an Betonmasten oder defekte Isolatoren automatisch zu erkennen.

Christoph Eck prüft die aufgezeichneten Messwerte.

das System bereits hinter sich: Im Februar 2011 kam es im Südosten der Türkei in einer Tagbau-Kohlemine zu einem Erdbeben, bei dem mehrere Fahrzeuge verschüttet wurden. Stoll und Eck bekamen den Auftrag, das unzugängliche Gelände mit dem Helikopter abzusuchen. Dank den Messungen aus der Luft konnten sie Teile der verschütteten Infrastruktur lokalisieren und identifizieren.

«UAVs werden üblicherweise eingesetzt, um mit Kameras die Umgebung von oben zu erkunden. Geophysikalische Messungen stellen eine komplett neue Anwendung dar», erläutert Stoll. Er sei zuversichtlich, dass sich dieser Bereich nun rasch entwickeln werde. «Es gibt

eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten für unsere Technologie. Man kann sie – wie im Fall der Türkei – nach Naturkatastrophen einsetzen, um verschüttete Fahrzeuge aufzuspüren; die Messsonde findet aber auch in Kriegsgebieten vergrabene Sprengkörper.»

### Auf urbaner Schatzsuche

Nicht zuletzt kann das System auch für die Suche nach Rohstoffen verwendet werden. Stoll denkt dabei nicht nur an herkömmliche Bodenschätze. Auch beim sogenannten «Urban Mining», bei dem wertvolle Rohstoffe aus Abbruchobjekten oder aus Müllhalden zurückgewonnen werden, könnte die Messtechnik

**«Unsere Entwicklung ist vielfältig einsetzbar, etwa bei Naturkatastrophen, zur Minenräumung oder zur Rohstoffsuche.»**

Johannes Stoll, MGT

nützliche Informationen liefern. Eck möchte den Datenlogger nun in einem Folgeprojekt weiterentwickeln. «Wir würden gern die Auflösung weiter verbessern, damit die Messungen noch präziser werden.» Auch bei der Eichung des Messgeräts besteht noch Verbesserungsbedarf, wird doch die Messgenauigkeit stark durch die Umgebungstemperatur beeinflusst. «Ideal wäre, wenn wir den Datenlogger direkt vor Ort kalibrieren könnten», erklärt Eck. Nicht zuletzt überlegt sich das Team der Hochschule Luzern, ob man die Daten allenfalls bereits während des Flugs an die Bodenstation übermitteln könnte. «Auf diese Weise würde man sofort sehen, ob das Untersuchungsgebiet vollständig überflogen wurde. Dadurch liesse sich der Messaufwand nochmals reduzieren.»

Felix Würsten