

# Fortschritt im EU-Projekt Greenpeg

---

Die IFU GmbH ist Teil des Greenpeg-Projekts und verantwortlich für die geophysikalische Vermessung und Datenerfassung mittels Drohne (UAVs). Daher lag die Hauptaufgabe der IFU GmbH in der Applikation von Drohnen als Bindeglied zwischen den Helikopter- und Bodenmessungen. Die drei ausgewählten Demonstrationsstätten sind alle von wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Interesse; jedoch sind alle drei in Bezug auf Vegetationsdecke, Gelände sowie auftretende Pegmatite-Typen sehr unterschiedlich. Während das norwegische Tysfjord-Gebiet meistens breit und offen ist, sind die Demonstrationsstätten in Leinster (Irland) und Wolfsberg (Österreich) hauptsächlich waldbedeckt und steiler.

In der ersten Periode des Projekts konzentrierte sich die IFU GmbH auf die Entwicklung, Einrichtung und Prüfung der Hardware für die boden- und drohnenbasierte, hyperspektrale Datenerfassung. Dies beinhaltete bspw. das Schwerlast-Drohnen-System und den akusto-optischen Monochromator für die hyperspektrale Bildgebung. Wir entwickelten ein spektrales Scansystem, um hyperspektrale Informationen mit hoher räumlicher Auflösung von Landoberflächen im sichtbaren und im Nahinfrarot-Bereich (450-990 nm) zu sammeln. Das System verwendet einen akusto-optischen Filter, um Bilder von ausgewählten (spezifischen) Wellenlängen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 100 Bildern pro Sekunde (10 ms pro Frame) aufzunehmen. Dieses hyperspektrale Kamerasystem kann zur detaillierten hyperspektralen Analyse von z. B. Bohrkernen im Labor sowie an einer Drohne befestigt, um hochauflösende hyperspektrale Landschaftsinformationen zu sammeln, angewendet werden. Das Kamerasystem misst den Betrag der reflektierten Strahlung der Oberflächen. Durch die Verwendung eines weißen Kalibriertargets mit bekannten Reflexionseigenschaften und einem einfallenden Lichtsensor (Lux-Messgerät) können wir die digitalen Signale der Bilder in Reflexionswerte umwandeln.

---

1

Neben der Laboranalyse, in der wir die Hyperspektralkamera z. B. an Bohrkernen aus Tysfjord, Leinster sowie Wolfsberg getestet haben, waren auch Feldmessungen am Boden möglich. Aufgrund der kürzeren Entfernung zum Objekt bei Bodenmessungen, konnte eine höhere laterale Auflösung im Vergleich zur Drohnenmessung erreicht (jedoch kleineres Messgebiet pro Zeit messbar). Bei den Messkampagnen nahmen wir in 1 nm-Schritten Bilder auf, um das volle Reflexionsspektrum des weißen Kalibrierungs-Reflexionsziels und jeder Felsenprobe (von 450 bis 990 nm) - pro Probe 540-Bilder / -rahmen zu erhalten.





Abb. 1: (a) Kalibrierung der Hyperspektralkamera und (b) Bodenmessungen (mit Beispielbildern bei (c) 560 und (d) 700 nm)

2

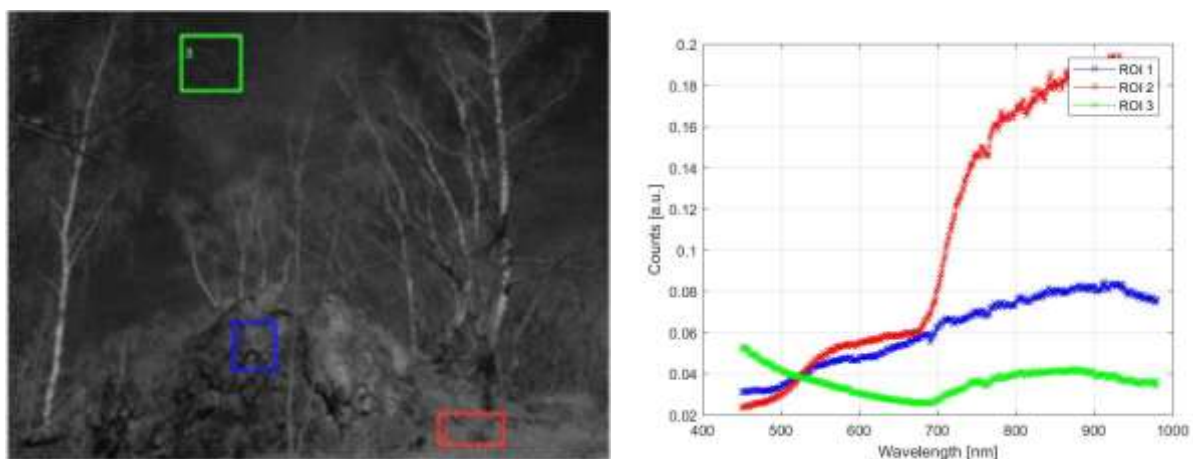


Abb. 2: Beispielspektren bei unterschiedlichen ROIs

Zahlreiche Tests wurden durchgeführt, um das hyperspektrale Drohnensystem praxistauglich zu entwickeln. Unsere Drohne nutzt den offenen Pixhawk Flight Controller-Standard. Neben dem physischen Aufbau der Drohne wurde auch nach den optimalen Einstellungen für eine Vielzahl an kundengerechter drohnenspezifischer Parameter, z. B. Motordrehzahl, DGPS-Setup oder auch Flugrouten mit GCPs für die verschiedenen Demonstrationsstellen gesucht. Das Drohnensystem trägt und kommuniziert mit dem hyperspektralen Imaging-System. Das Imaging-System selbst ist so konzipiert, dass er benutzerdefinierte Anwender-Jobs ausführt,



während sie noch leicht und einfach zu handhaben ist. Die hyperspektrale Kamera wurde auch auf einigen regionalen Standorten getestet. Dies ist erforderlich, um Informationen darüber zu erhalten, welche Wellenlängen relevant sein können und welche Befliegungsgeschwindigkeiten sowie -flächen wir erwarten können. Die Drohnenflüge können im Voraus programmiert werden. Die hyperspektralen Messungen können manuell oder automatisch mit einer integrierten Triggerfunktion erfolgen, die die Messung auf vordefinierten Wegpunkten ausführt. Zusätzlich wurde ein Helligkeitssensor integriert, um während des Fluges Lichtschwankungen zu korrigieren. Der Ablauf einer Feldmessung ist kurz im Video beschrieben.



**Abb. 3: Hyperspektrales, bildgebendes Messsystem an der Drohne**



**Abb. 4: Drohnenbefliegung mit der Hyperspektralkamera**



Abb. 5: Drohnenbefliegung mit der Hyperspektralkamera

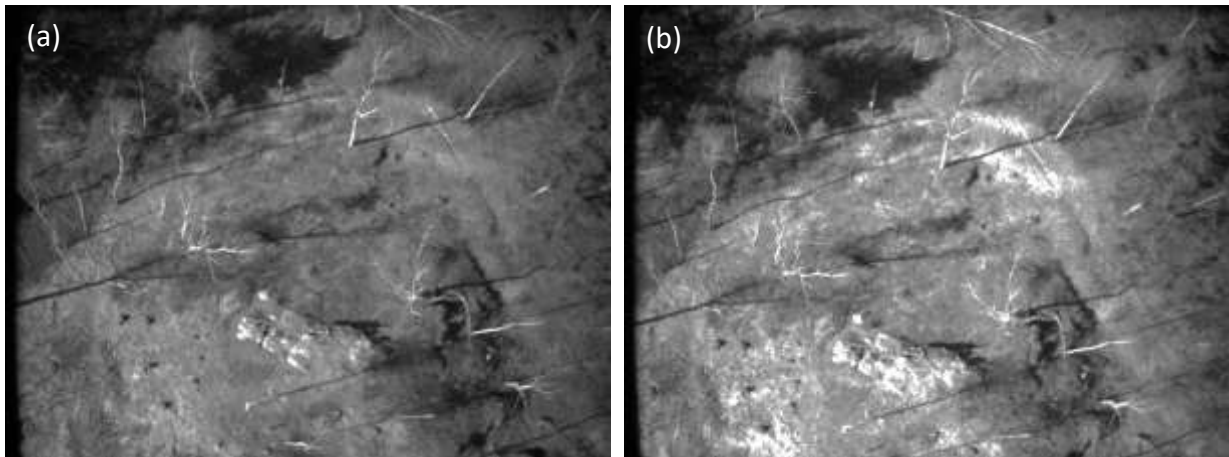
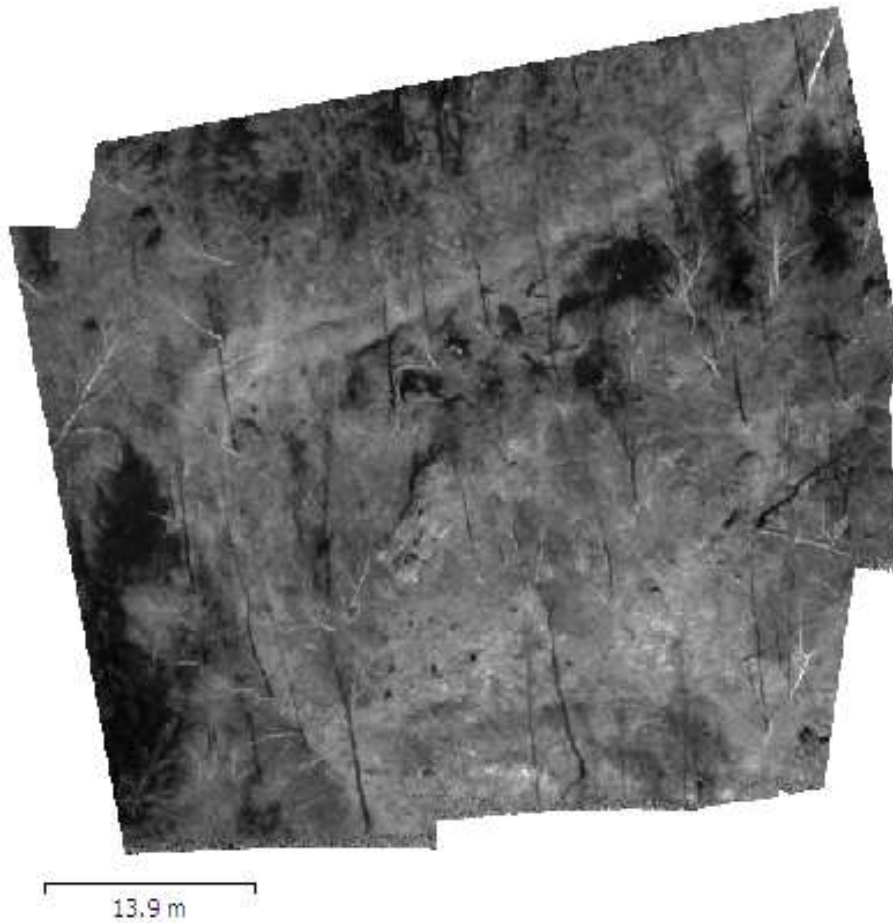


Abb. 6: Monochromatische Einzelbilder der Drohnenbefliegung: (a) 550 und (b) 660 nm



**Abb. 7: Resultierende spektrale Karte (Beispiel bei 660 nm)**

Zusammenfassend ist unser entwickeltes Hyperspektralsystem bereit, über die Greenpeg-Messgebiete in der kommenden Feldsaison zu fliegen. Es ist in der Lage, einzelne, monochromatische Bilder oder volle Spektren an programmierten Messpunkten zu messen, um große Bereiche mit der Drohne abzudecken. Der nächste Schritt wäre die spektralen Informationen mit den Lithium-haltigen Pegmatiten zu korrelieren.



**IFU GMBH**

Privates Institut für Umweltanalysen

6

Bei Interesse oder Fragen können Sie uns gern ansprechen:

IfU GmbH Privates Institut für Umweltanalysen  
Gottfried-Schenker-Str. 18  
09244 Lichtenau

Telefon: +49 37208/8890  
Email: [info@ifu.de](mailto:info@ifu.de)

[www.ifu.de](http://www.ifu.de)



**IFU GMBH**

Privates Institut für Umweltanalysen