

Rupert Müller
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Methodik der Fernerkundung
Oberpfaffenhofen

info-pks@dlr.de

Dr.-Ing. Erwin Lindermeir
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Methodik der Fernerkundung
Oberpfaffenhofen

info-pks@dlr.de

Hyperspektrale Fernerkundung

Hyperspektrale Fernerkundung nimmt mit der Verfügbarkeit geeigneter Sensorik auf verschiedenen Plattformen, von UAVs über Flugzeuge und Helikopter zu Satelliten, auch im militärischen Bereich stetig zu. Diese Technologie mit einer hohen spektralen und teilweise auch räumlichen Auflösung für die Bereiche Aufklärung, Identifizierung, Zielerfassung und thematische Kartographie wird demonstriert.

Sensoren für hyperspektrale Fernerkundung sind im Vergleich zu multispektralen oder thermalen Instrumenten vielseitig einsetzbar, da diese einen großen Wellenlängenbereich (typischerweise zwischen 400 nm und 2500 nm) mit einer hohen spektralen Auflösung (typischerweise im Bereich von 2 nm bis 20 nm) kontinuierlich abdecken und Feinstrukturen in der reflektierten spektralen Signatur von Targets messen. Dadurch ist es möglich, durch Vergleich mit bekannten Spektren (z. B. aus Labormessungen) unterschiedliche Materialien im Bild zu identifizieren. Im Bereich der Sensorik betreibt das DLR verschiedene Systeme, wie das Cubert System installiert auf einem UAV, HySpex mit Flugzeug als Messträger oder DESIS auf der Internationalen Raumstation ISS, bzw. bereitet zukünftige Missionen vor (Abb. 1). Eine komplexe Verarbeitungskette zur radiometrischen, geometrischen und atmosphärischen Korrektur der Daten liefert georeferenzierte Reflektanzwerte für jeden Bildpunkt und beschreibt die physikalischen Eigenschaften der Targets.

Das Projekt NVH (Nutzung von Hyperspektraldaten für die bathymetrische Datengewinnung und Bestimmung der Boden-

Kenngröße	HySpex VNIR 1600	HySpex SWIR 320m-e	EnMAP	DESES	Cubert UHD 185 Firefly
Typ	Pushbroom	Pushbroom	Pushbroom	Pushbroom	Frame
Spektralbereich [nm]	416-992	968-2498	400-2450	400-1000	450-950
Spektralkanäle (Anzahl)	160	256	94@VNIR 134@SWIR	235	125
Spektrale Auflösung [nm]	3.5 - 6.0	5.6 - 7.0	6.5@VNIR 10.0@SWIR	2.55	8
Räumliche Pixel (Anzahl)	1600	320	1000	1024	50
Max. räumliche Auflösung [m]	0.3	0.7	30	30	-
Dynamikbereich [bit]	12	14	14	12 (+1 gain)	12
Messträger	Flugzeug	Flugzeug	Satellit	ISS	UAV

Abb. 1: Spezifikationen der hyperspektralen Sensoren

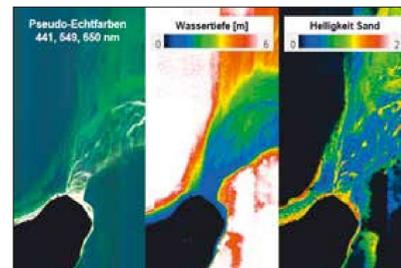


Abb. 2: Beispiel einer Auswertung im Projekt NVH. Links: Ausschnitt einer atmosphärenkorrigierten HySpex-Szene (Eingabebild). Mitte: Abgeleitete Bathymetrie (Ausgabebild). Rechts: Abgeleitete Untergrundkarte für die Klasse Sand (Ausgabebild)

bedeckung zur Unterstützung von Anlandeoperationen im Einsatzraum) zusammen mit dem Fraunhofer IOSB dient der Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung der Tiefe von Küstengewässern (Bathymetrie), der Beschreibung der Topographie im Übergangsbereich von Land und See sowie der Bestimmung der Bodenbedeckung (Vegetation, Materialien) im Küstenbereich (Klassifikation) (Abb. 2). Das Projekt ist ausgerichtet auf die Erschließung des Potenzials von Hyperspektraldaten aus dem Weltraum hinsichtlich Anlandeoperationen in Vorbereitung auf die operationelle Verfügbarkeit von EnMAP-Daten sowie basierend auf den momentan verfügbaren Daten des DESIS Instruments.

Insbesondere hyperspektrale (HS) Daten, aufgenommen aus dem Weltraum, haben auf Grund der hohen spektralen Auflösung eine verminderte räumliche Auflösung, um ein ausreichend hohes Signal-zu-Rausch Verhältnis zu bekommen, was deren Anwendung, wie z. B. im Projekt NVH, einschränkt. Deswegen werden neuartige spektrale Entmischungsverfahren von hyperspektralen Daten entwickelt und darauf basierend Verfahren abgeleitet, um die räumliche Auflösung von HS Bilddaten durch Verwendung von meist räumlich höher aufgelösten Multispektraldaten (MS) zu verbessern.

Die im HS Bildelement geschätzte Verteilung der reinen Materialien wird durch eine weitere spektrale Entmischung im räumlich höher aufgelösten MS Bild verortet und damit die Auflösung des hyperspektralen Bildes erhöht. Abb.3 zeigt beispielhaft die Fusion von multispektralen und hyperspektralen Daten unterschiedlicher räumlicher Auflösung. Das Verfahren geht dabei über die reinen Pansharpener Methoden hinaus.

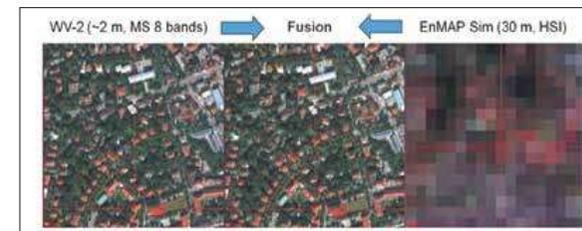


Abb. 3: Fusion einer Worldview-2 multispektralen Szene (ca. 2 m Bodenauflösung; 8 spektrale Bänder) (linkes Bild) mit (simulierten) EnMAP Daten (ca. 30 m Bodenauflösung; 230 spektrale Bänder) (rechtes Bild). Das fusionierte (mittlere) Bild ergibt dann ein hyperspektrales Bild mit hoher Bodenauflösung (~ 2 m) und 230 spektralen Bändern. Die physikalische Signatur wird dabei soweit möglich erhalten

Eine weitere wichtige Anwendung von hyperspektralen Bilddaten ist die detaillierte Charakterisierung städtischer und industrieller Flächen als Grundlage für die Erkennung einfacher Ziele in schattigen Bereichen und Detektion im Subpixel-Bereich. Die Ableitung von Gebäudeumrissen in urbanen und industriellen Gebieten aus Fernerkundungsdaten dient unter anderem der Zustands- bzw. Veränderungserfassung der Objekte. HS Daten können zur eindeutigen Detektion von Materialien genutzt werden, während digitale Oberflächen Modelle (DSM) die Objektextraktion auf der Basis von (relativen) Höhen (z. B. Gebäudehöhen) erlauben. Räumliche Diskontinuitäten (Kanten) im HS Bild durch Änderung der Materialeigenschaften und im DSM durch Höhenunterschiede beschreiben mit sehr großer Wahrscheinlichkeit dasselbe Objekt.

In einem probabilistischen Fusionsprozess werden diese komplementären Informationen genutzt, um hochgenaue Gebäudeumrisse abzuleiten (siehe Abb. 4). Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der multi-modale Ansatz zur Extraktion von Gebäudeumrissen zu besseren Ergebnissen führt, sowie die Robustheit erhöht wird.



Abb. 4: Beispiel von automatisch detektierten Gebäudeumrissen mit unterschiedlichen Dachmaterialien