

Der Einsatz hyperspektraler Fernerkundungsdaten bei der Biotopkartierung im Gezeitenbereich

Benjamin D. Hennig
Geographisches Institut
Universität zu Köln
b.hennig@uni-koeln.de
<http://www.benjaminhennig.de>



Abb. 1: Foto von den Hauptuntersuchungsgebieten im Nordost-Watt auf Helgoland (links) und in der Königshafen-Bucht auf Sylt (rechts)



Untersuchungsgebiete

Um der Heterogenität der deutschen Nordseeküste gerecht zu werden, wurden zwei geomorphologisch unterschiedlich strukturierte Gebiete für die Untersuchung ausgewählt (Abb. 2):

Das eine Gebiet, der Gezeitenbereich im Felswatt von Helgoland, ist durch sehr heterogene, fein gegliederte Biotope gekennzeichnet, die sich aus der geologischen Struktur der Abrasionsplattformen der Insel ergeben. Die Biotope werden von Makroalgen, v.a. Spezies der Rot-, Grün- und Braunalgen, dominiert (Abb. 1 und 3). Das zweite Gebiet ist die Königshafen-Bucht auf Sylt (Abb. 1). Hier herrscht die typische Morphologie des Wattenmeeres vor. So sind hier homogenere, im Vergleich zu Helgoland auch großräumigere Biotopstrukturen (z.B. Seegraswiesen) prägend. Die Fauna beider Gebiete ist u.a. durch Muschelbetten gekennzeichnet, die zum Teil einen Algenbewuchs aufweisen.

Datenanalyse

Die Analyse der geometrisch und radiometrisch korrigierten Daten wurde mit der Software ENVI durchgeführt, wobei ein semi-empirischer Ansatz in zwei Schritten gewählt wurde: An erster Stelle stand eine Hauptkomponentenanalyse durch den *Minimum Noise Fraction*-Algorithmus, der eine automatisierte Extraktion spektral signifikanter Klassen (*Endmember*) mit dem *Pixel Purity Index* ermöglichte.

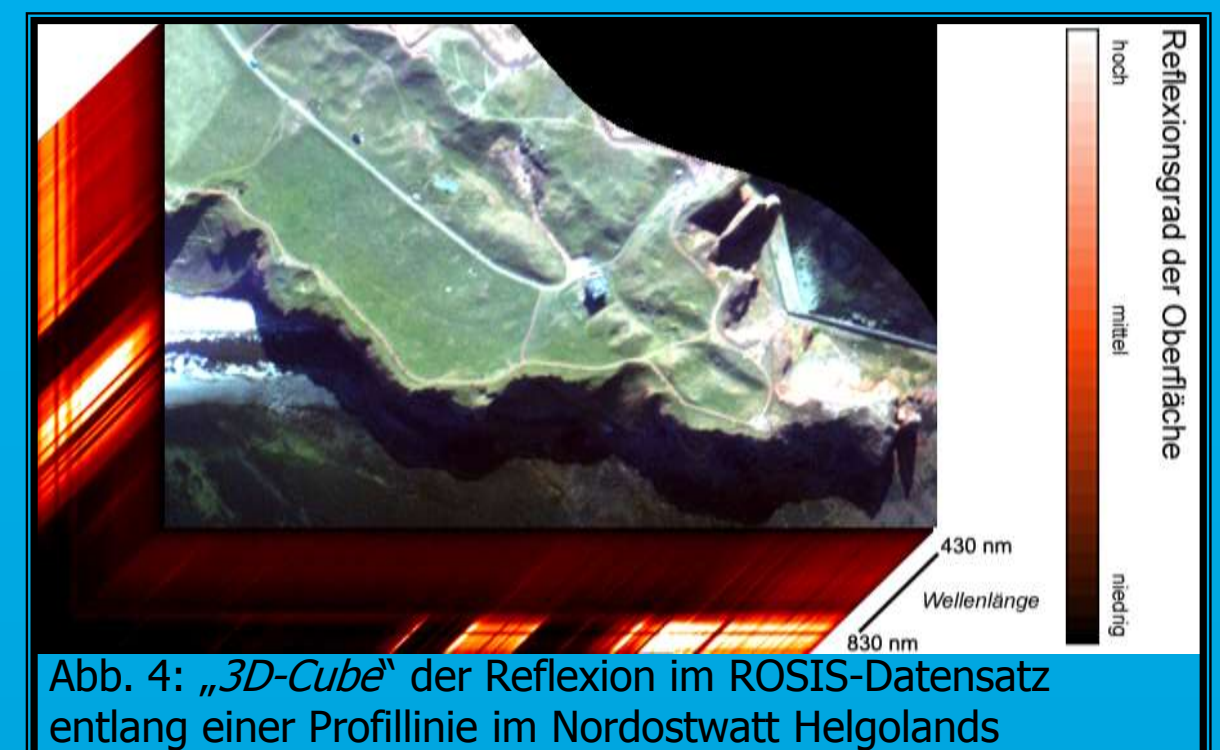
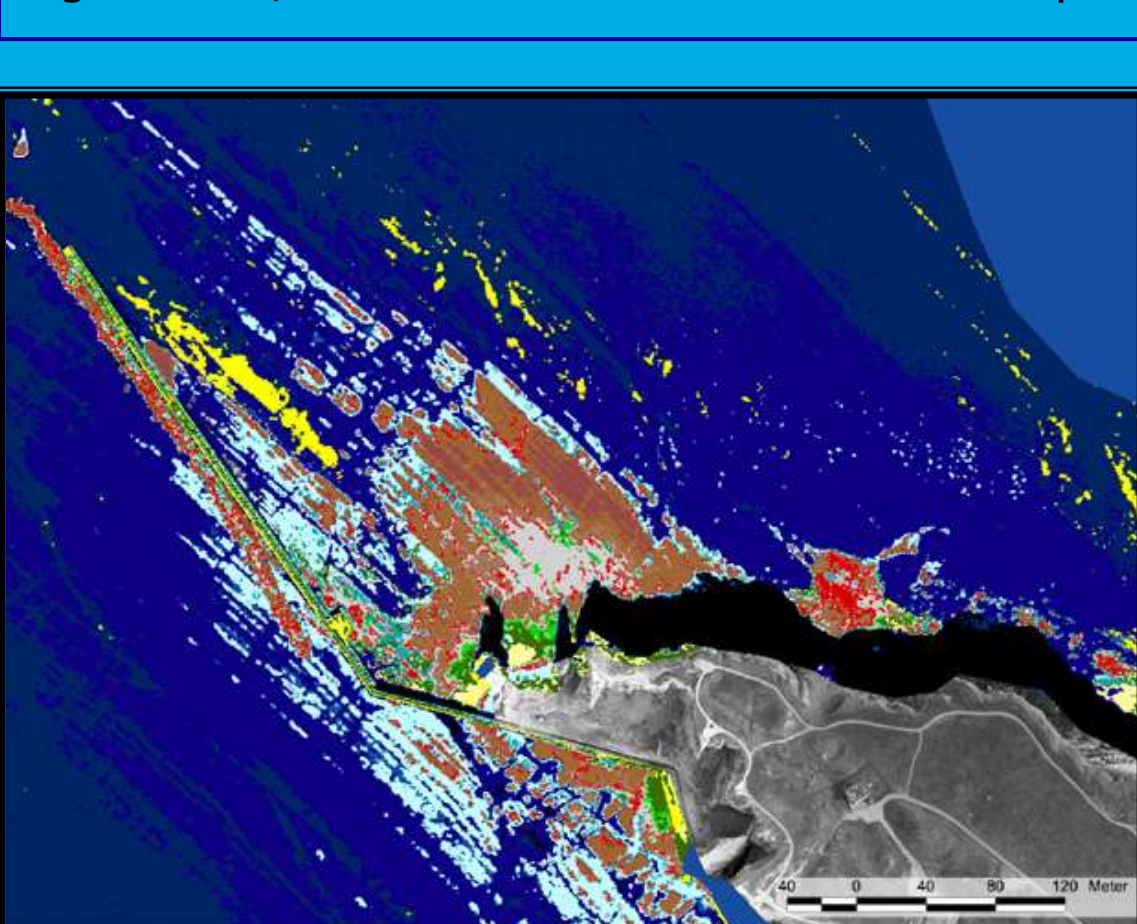


Abb. 4: „3D-Cube“ der Reflexion im ROSIS-Datensatz entlang einer Profillinie im Nordostwatt Helgolands

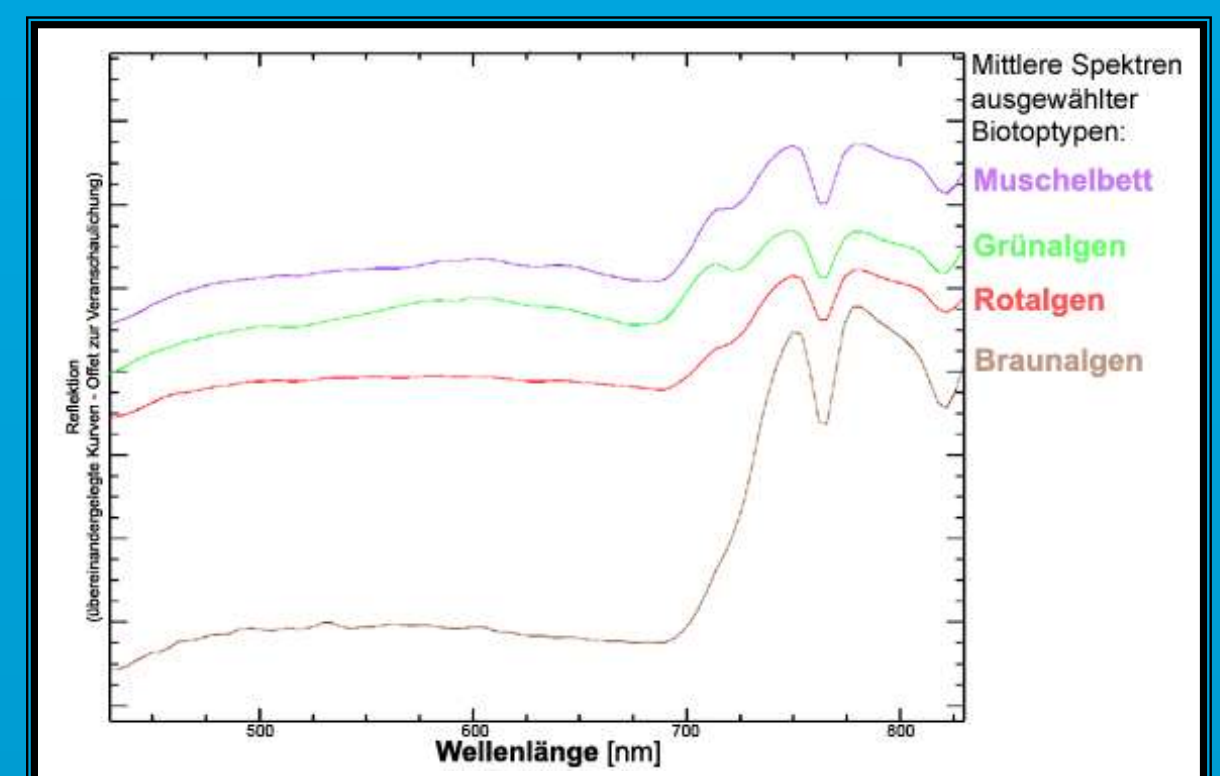


Abb. 5: Gemittelte Spektren der Hauptbiototypen

Einleitung

Der Gezeitenbereich der Meere ist ein wichtiger Übergangsbereich zwischen marinen und terrestrischen Ökosystemen, der zunehmend in den Mittelpunkt der Küstenforschung rückt. Im Gegensatz zur Tiefsee und zum Land ist der Gezeitenbereich für Feldstudien jedoch nur schwer zugänglich, so dass Fernerkundungsmethoden zu einer Erleichterung der Beobachtung dieser Gebiete beitragen können.

Die vorgestellte Arbeit beschäftigt sich mit der Analyse hyperspektraler Daten des flugzeuggetragenen Sensors ROSIS in zwei Untersuchungsgebieten in der Nordsee (Abb. 1 und 2). Zentrales Ziel der Untersuchung war die Detektion kleinräumiger Biotopstrukturen in unterschiedlich strukturierten Gezeitenbereichen und die Bewertung der Methode hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit für Langzeituntersuchungen z.B. im Rahmen der EU-Initiative 'Global Monitoring for Environment and Security' (GMES).

Datengrundlage

Grundlage der Arbeit waren Daten des hyperspektralen Sensors ROSIS (Abb. 4), der einen Spektralbereich von 430-820 nm in 101 Kanälen hat. Die räumliche Auflösung der Daten aus der Flugkampagne betrug 0.84 m / Pixel. *Ergänzende Daten:* Feldkartierungen vom AWI Bremerhaven und des Natural History Museum London; Orthofotos (0.28m Auflösung) und topographische Karten (1:25'000) des LVA Schleswig-Holstein.

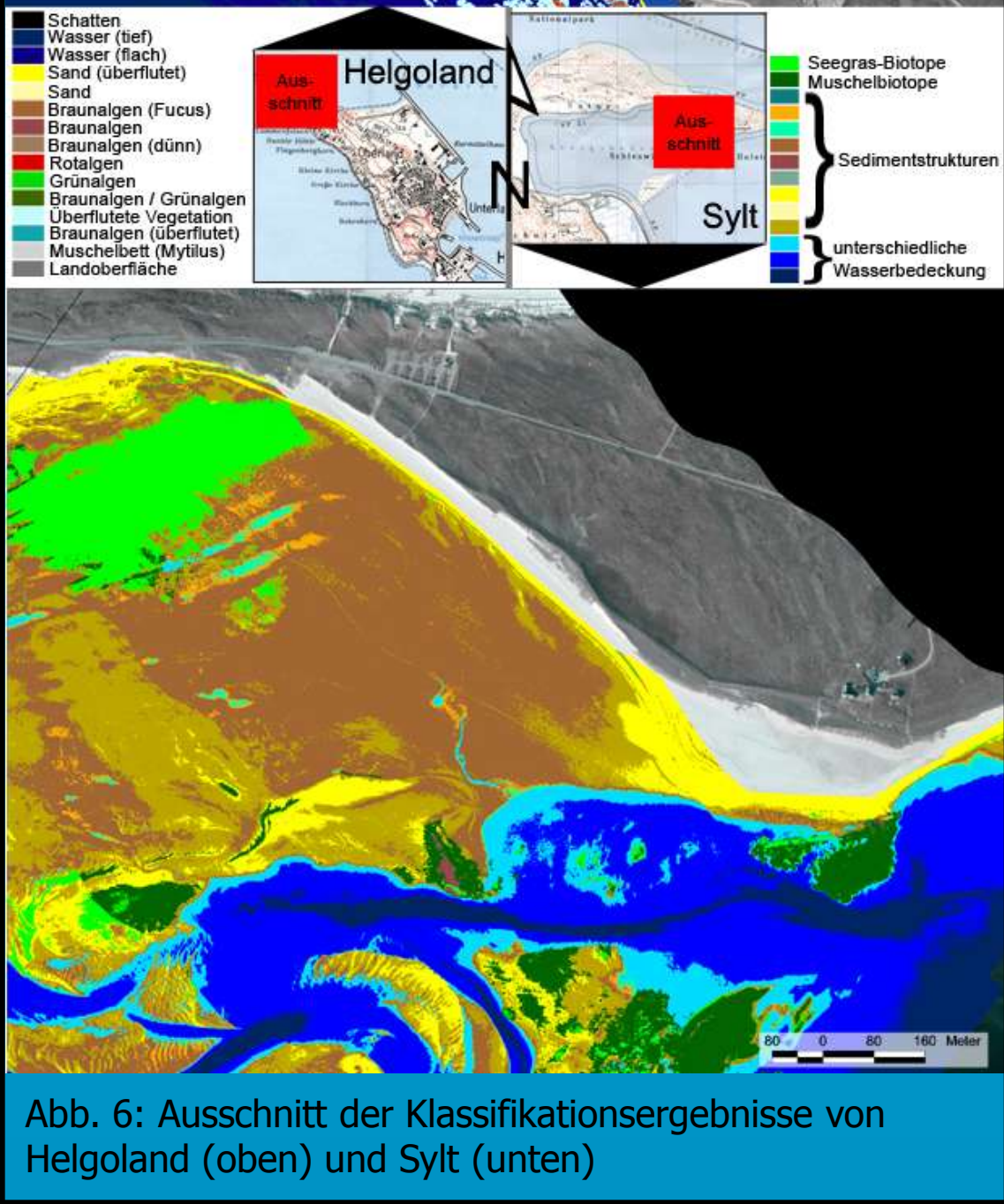


Abb. 6: Ausschnitt der Klassifikationsergebnisse von Helgoland (oben) und Sylt (unten)

Analyseergebnisse

Zur Darstellung der Klassifikation wurden Spektralklassen eines Untersuchungsgebietes den jeweiligen Merkmalen und Strukturen im Gezeitenbereich zugeordnet (Abb. 6). Dabei wurden einige Strukturen in der Karte z.T. durch mehrere Spektralklassen in der Spektralbibliothek repräsentiert, um eine konsistente Analyse durch den *Spectral Angle Mapper* zu ermöglichen. Auf Helgoland konnten im Nordostwatt neben den in der Analyse zweitrangigen Strukturen Sand, Wasser und Schatten neben unterschiedliche Biotopklassen ausgewiesen werden, die vornehmlich Makroalgenbiotope kennzeichnen. Auf Sylt konnten im Bereich des Königshafens die beiden Hauptbiototypen ebenfalls automatisiert klassifiziert werden. Zudem wurden hier unterschiedliche Sedimentstrukturen erfasst, so dass die Analyse nicht nur biologisch, sondern auch geomorphologisch relevante Daten lieferte.

Datenqualität

Die Georeferenzierung der ROSIS-Daten wies in beiden Untersuchungsgebieten erhebliche Mängel auf, so dass dies exemplarisch auf Helgoland im Rahmen einer Feldkampagne mit Hilfe eines D-GPS-gestützten Feldcomputers genauer untersucht wurde (Abb. 7). Durch die Vermessung klar identifizierbarer Elemente konnte gezeigt werden, dass die ROSIS-Daten eine variable Genauigkeit mit einer Abweichung von bis zu 18 m aufweisen, was eine erhebliche Einschränkung der generellen Nutzbarkeit der Daten darstellt. Verlässliche Vergleiche über einen längeren Zeitraum sind so nicht möglich.

Die thematische Qualität der gebildeten Klassen liegt auf Helgoland mit einer Genauigkeit von 75,94% in einem akzeptablen Bereich (Abb. 8).

Die Klassifikationsergebnisse weisen eine gute Übereinstimmung mit der Grundstruktur der Biotope auf, wobei eine Unterscheidung innerhalb der Spezies (z.B. *Fucus* und *Sargassum* innerhalb der Braunalgen) nicht zuverlässig möglich war. Die Klassifikation von Sylt zeigte vergleichbare Übereinstimmungen mit den vorhandenen Strukturen.



Abb. 7: Geometrische Qualitätsanalyse der Basis- und Klassifikationsdaten

Klassifikationsdaten	Referenzdaten										Gesamt	User's Accuracy [%]
	Vegetationsfrei	Braunalgen	Braunalgen (dicht)	Rotalgen	Grünalgen	Seetang (Kelp)	Wasserkanaäle (bewachsen)	Muschelbett	Schnecken			
Vegetationsfrei	9										15	60
Braunalgen		19									32	59,4
Braunalgen (dicht)			9								42	90,5
Rotalgen				4							26	92,3
Grünalgen					24						18	100
Seetang (Kelp)						18					28	60,7
Wasserkanaäle (bewachsen)							3	17			24	83,3
Muschelbett									1	3	20	66,7
Schnecken											27	9
Gesamt	3	12	19	38	37	22	20	40	39	39	266	75,94
Producer's accuracy [%]	75	100	100	64,9	81,8	85	50	69,2	76,9	78,1		

Abb. 8: Fehlermatrix der Helgoland-Klassifikation

Ausblick

Hochoflösende Fernerkundungsdaten können in komplexeren Küstenökosystemen vielversprechende Ergebnisse für die Beobachtung und Langzeituntersuchung liefern. Dennoch sind Grenzen hinsichtlich automatisierter Analysen festzustellen, da zwar Grundstrukturen, nicht jedoch jedes ökologisch relevante Detail durch die Klassifikationsalgorithmen erkannt werden können, so dass die Feldarbeit zwar vereinfacht, nicht jedoch ersetzt werden kann. Zudem müssen Probleme der geometrischen Genauigkeit für Monitoringaufgaben zuverlässig gelöst werden, um so eine Veränderung von Strukturen durch regelmäßige Fernerkundungsanalysen erkennen zu können. Die Kombination von Fernerkundung und Geographischen Informationssystemen (GIS) stellt eine zentrale Aufgabe der aktuellen methodischen Forschung dar. Nicht nur die Integration von Klassifikationsdaten im GIS (Abb. 9), sondern auch die wechselseitige Interaktion (z.B. die Einbeziehung geologischer Strukturen auf Helgoland in den Klassifikationsalgorithmus) ermöglichen vielversprechende Ansätze, diese Methoden effizienter für geökologische Fragestellungen einzusetzen.

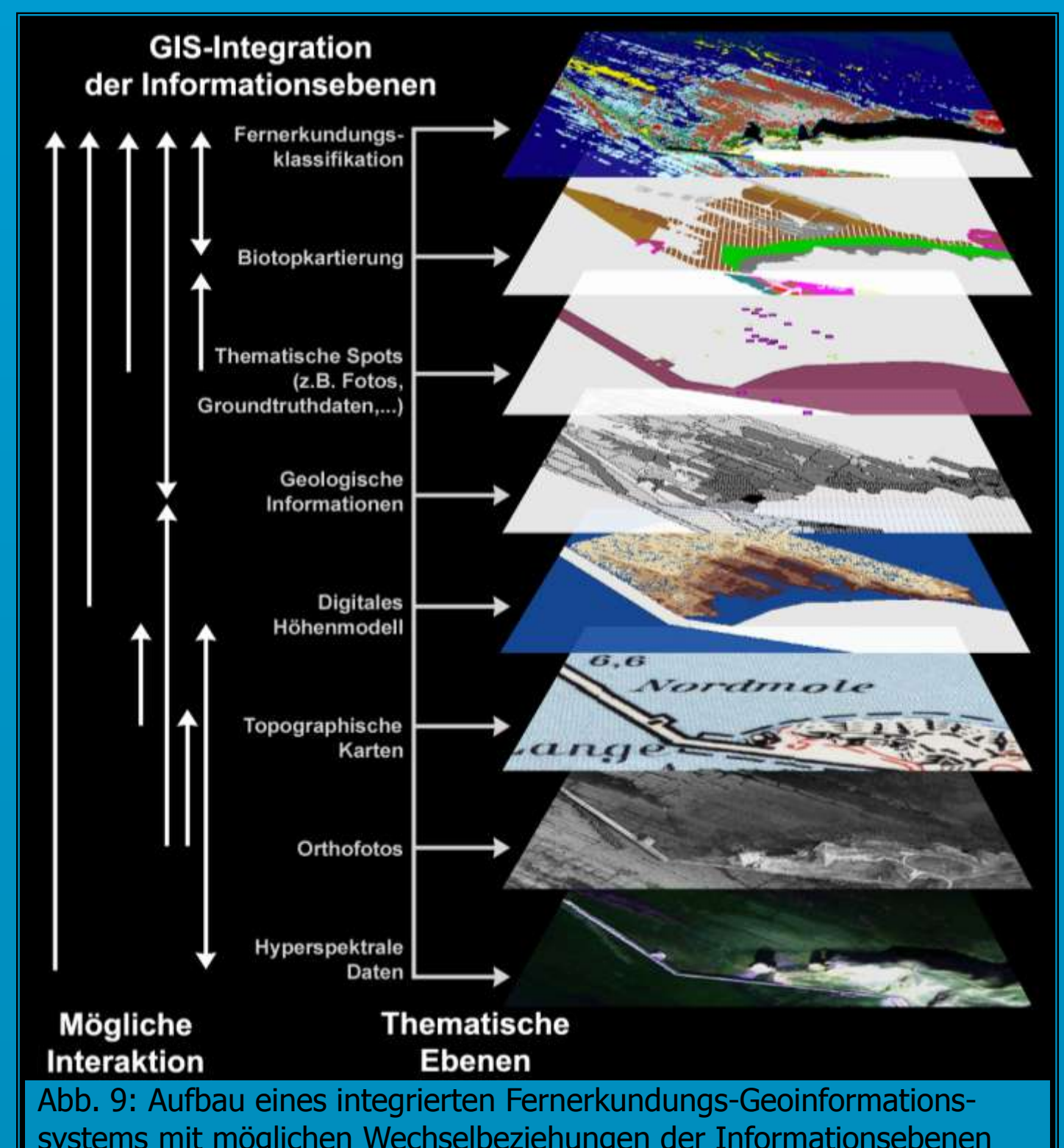


Abb. 9: Aufbau eines integrierten Fernerkundungs-Geoinformationssystems mit möglichen Wechselbeziehungen der Informationsebenen