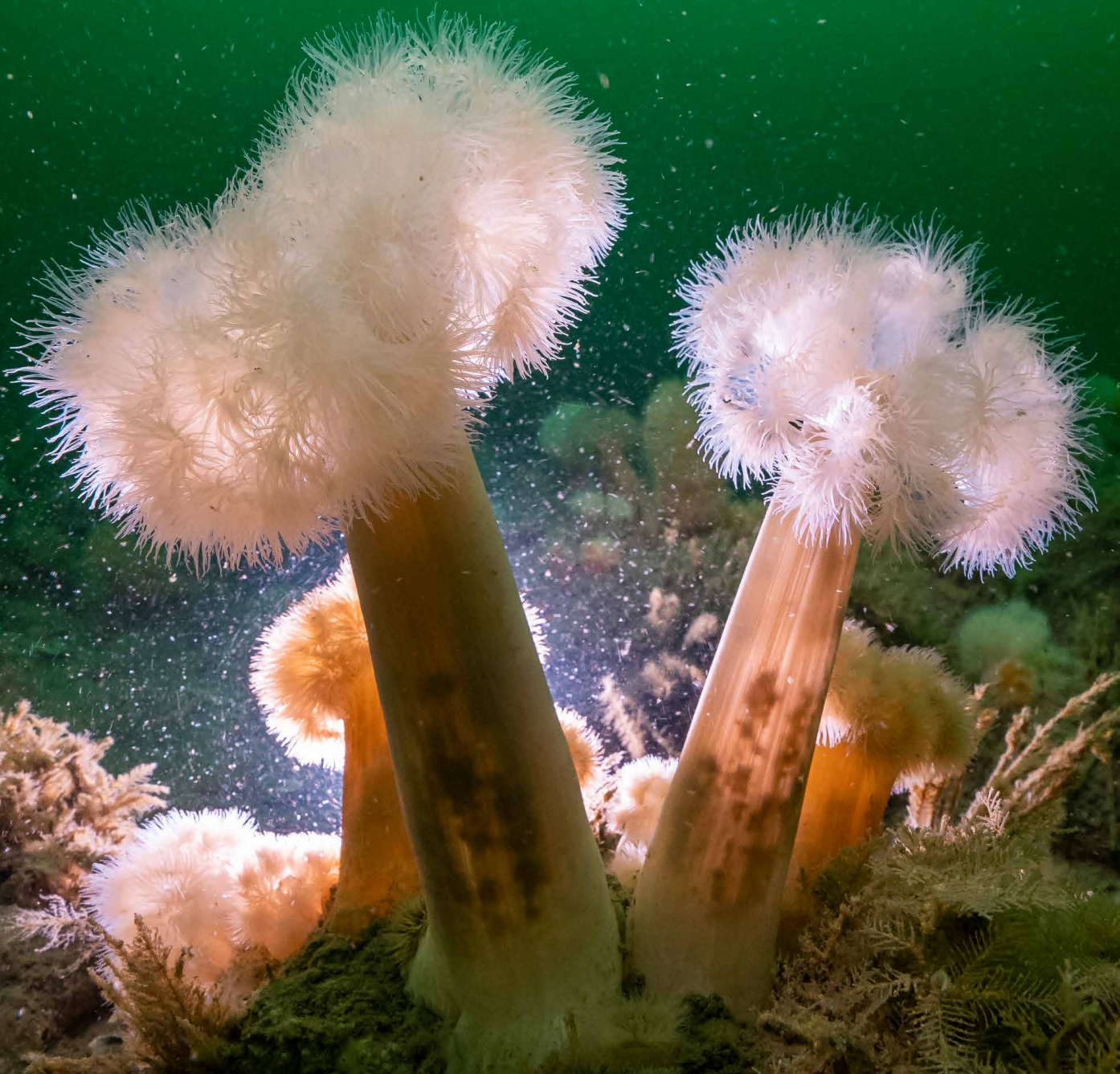


Gutachten

OASEN DER ARTENVIELFALT

Tauchuntersuchungen an Riffstrukturen
auf dem Borkum Riffgrund im April 2023



TAUCHUNTERSUCHUNGEN AN RIFFSTRUKTUREN AUF DEM BORKUM RIFFGRUND IM APRIL 2023

Bericht erstellt im Auftrag von Greenpeace e.V.



SUBMARIS
Forschungstaucherguppe
Körnerstraße 29
24103 Kiel
info@submaris.com

Bearbeiter:
Philipp Schubert
Christian Howe
Uli Kunz
Dr. Florian Huber



BioConsult GmbH & Co. KG
Auf der Muggenburg 30
28217 Bremen
+49 421 6207108
info@bioconsult.de

Bearbeiter:
Dr. Sandra Jaklin
Tim Bildstein

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Helfen Sie uns, eine lebenswerte Umwelt zu bewahren



► **Jetzt Fördermitglied werden!**

Mit Ihrem regelmäßigen Beitrag unterstützen Sie unsere Arbeit langfristig.

greenpeace.de/spenden/foerdermitglied

Impressum

Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, T 040 30618-0 mail@greenpeace.de, www.greenpeace.de
Politische Vertretung Berlin Marienstr. 19-20, 10117 Berlin, T 030 308899-0 **V.i.S.d.P.** Franziska Saalmann
Foto © Uli Kunz / Submaris / Greenpeace **Produktion** Ute Zimmermann **Stand** 07.06.2023
S 04511

greenpeace.de

GREENPEACE

Inhalt

Zusammenfassung	6
1. Hintergrund und Fragestellung	8
2. Untersuchungsgebiet	9
2.1 Vorhandene Unterlagen und Vorarbeiten	9
2.2 Lage der vier untersuchten Standorte	9
2.3 Schutzstatus	11
3. Probenahme & Methodik	12
3.1 Beprobung der Transekte durch Taucher	12
3.2 Taxonomie und Artenzahlen	15
3.3 Sichtung der Transektvideos und Rahmenfotos	15
3.3.1 Transektvideos	15
3.3.2 Rahmenfotos	17
4. Ergebnisse: Charakterisierung des Untersuchungsgebietes	18
4.1 Abiotische Habitatausstattung	18
4.1.1 Bathymetrie und Strömung	18
4.1.2 Substrate	18
4.2 Faunistische Besiedlung	19
4.2.1 Artenspektrum des Gebietes	19
4.2.2 Arten der Roten Liste	25
4.2.3 Struktur- und habitatbildende Arten	25
4.2.4 Bedeckung der Hartsubstrate mit Epibenthos	29
4.3 Räumliche Variabilität der Biotopausstattung	31
4.3.1 Steinvorkommen (Video)	31
4.3.2 Vagile Megafauna (Video)	32
4.3.3 Mobile und sessile Epifauna (Kratzproben)	33
4.3.4 Bedeckung der Hartsubstrate mit Epifauna (Video und Rahmenfoto) ..	35
4.4 Anzeichen anthropogener Beeinträchtigung	36
5. Einordnung der Ergebnisse	37
5.1 Abiotische Struktur des Habitats	38
5.2 Faunistische Besiedlungsstrukturen	39
5.2.1 Artenspektrum und Arten der Roten Liste	39
5.2.2 Vagile Megafauna im Umfeld der Steine	39
5.2.3 Struktur- und habitatbildende Arten und Bewuchs der Steine	40
5.2.4 Lebensraumtypische Arten	42
6. Klassifizierung und Bewertung	49
6.1 Klassifizierung	49
6.2 Ausprägung des Riffcharakters und naturschutzfachliche Bewertung	53
Literatur	57

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Karte des Untersuchungsgebietes mit den vier Standorten Alpha, Bravo, Charlie und Riffgat, an denen eine taucherbasierte Untersuchung im April 2023 erfolgte.	10
Abb. 2:	Schutzgebietskulisse.....	11
Abb. 3:	Beispiel für ein Rahmenfoto mit nachträglich digital hinzugefügtem Gitterkreuz (Kratzprobe: Alpha-2).	17
Abb. 4:	Die Garnele <i>Pandalus montagui</i> zwischen Seeanemonen (<i>Metridium senile</i>) an der Tauchstelle Charlie.	24
Abb. 5:	Nacktschnecke <i>Polycera quadrilineata</i> und eine Grundel (<i>Pomatoschistus</i> sp.) an Tauchstelle Charlie.	24
Abb. 6:	Mit Seanelken und Hydrozoa bewachsener größerer Stein mit randlichem Vorkommen von <i>Halichondria</i> spp. (s. Pfeil) am Standort Riffgat.	26
Abb. 7:	Mit Seanelken bewachsene Steine sowie ein vollständig mit <i>Suberites</i> spp. überwachsener kleiner Stein (s. Pfeil) am Standort Charlie.	26
Abb. 8:	Großer, mit Hydrozoa und wenigen Anthozoa bewachsener Block am Standort Charlie.	27
Abb. 9:	Typischer Steinbewuchs mit einer Dominanz von <i>Metridium senile</i> am Standort Charlie.	28
Abb. 10:	Kolonie der Toten Mannshand <i>Alcyonium digitatum</i> (s. Pfeil) am Standort Riffgat.	29
Abb. 11:	Vorkommen kleinerer, zumeist übersandeter Steine ohne epibenthische Besiedlung am Standort Charlie.	30
Abb. 12:	Gemeinsames Vorkommen von Seanelken und Hydrozoa auf einem Stein ohne klar erkennbare Dominanz einer Art am Standort Riffgat.	30
Abb. 13:	Gesamtartenzahl und mittlere Artenzahl (+SD) in den Kratzproben an den vier Standorten.	34
Abb. 14:	Relativer Anteil (%) der einzelnen Großgruppen am gesamten Artenspektrum) in den Kratzproben an den vier Standorten.	34
Abb. 15:	Relative Anteile der sessilen Epifauna an der Bedeckung der Steine für die 12 Kratzproben an den vier Standorten.	35
Abb. 16:	Untersuchte Standorte und Riffabgrenzungen nach BIOCONSULT (2022). .	52
Tab. 1:	Artenliste der mittels Videos und Kratzproben erfassten Fauna (Makrozoobenthos und Fische) im April 2023.	20
Tab. 2:	Zusammenfassende Habitatbeschreibung der vier untersuchten Standorte anhand der Videoauswertung.	32
Tab. 3:	Abundanzen der anhand der Videoauswertung erfassten vagilen Megafauna-Arten (Wirbellose und Fische) an den vier Standorten und im Untersuchungsgebiet.....	33

Tab. 4:	Lebensraumtypische Arten des LRT Riffe (Code 1170) in der deutschen und niederländischen AWZ, den deutschen Küstengewässern sowie Nachweise dieser Arten im NSG Borkum Riffgrund (deutsche AWZ) und den Küstengewässern des Borkum Riffgrundes.....	44
Tab. 5:	Vorschlag aus BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) für charakteristische (lebensraumtypische) Arten und Arten mit besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung für geogene Riffe im Küstenmeer des Borkum Riffgrundes.....	48
Tab. 6:	Kriterien zu den nachgewiesenen Biotoptypen nach FINCK et al. (2017)....	51
Tab. 7:	Vergleich abiotischen und biotischen Ausprägung der Riffstrukturen an den vier Standorte anhand unterschiedlicher Kriterien.	55

Zusammenfassung

Die Europäische Meerespolitik hat mit der Implementierung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) und der Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) die Rahmenbedingungen zum Erhalt der biologischen Vielfalt in den heimischen Meeren geschaffen. Ein Augenmerk beider Richtlinien liegt auf den Lebensräumen bzw. Biotopen des Meeresbodens sowie der Biodiversität der assoziierten Gemeinschaften.

Im Küstenmeer sind von ONE-Dyas Erdgasbohrungen und damit assoziierte Arbeiten im Rahmen des GEMS (Gateway to the Ems)-Projekts im Bereich des Borkum Riffgrundes an der Bohrlokation N05-A geplant. Das Untersuchungsgebiet wurde für die Antragsstellung im Auftrag von ONE-Dyas mittels van-Veen-Greifer, Video und SideScanSonar zur Erfassung der In- und Epifauna sowie der Biotopstrukturen untersucht (MARINESPACE 2022a, b). Ein Vorkommen von Riffen entsprechend der Habitatrichtlinie und der niederländischen Kartieranleitung (MANFQ 2014) wurde verneint. Zur Überprüfung dieser Aussage im Rahmen der Klage gegen das Vorhaben vor niederländischen Gerichten hat die Deutsche Umwelthilfe (DUH) die Firma BioConsult GmbH & Co. KG aus Bremen beauftragt, eine Abgrenzung des FFH-Lebensraumtyps „Riffe“ (Code 1170) unter Anwendung der deutschen Riff-Kartieranleitung des BFN (2018) auf Basis der vorhandenen SideScan-Daten vorzunehmen (BIOCONSULT 2022). Diese Auswertung hat ergeben, dass sich sowohl rund um die geplante Bohrplattform als auch im Bereich der ursprünglich geplanten Kabeltrasse schützenswerte Riffe (FFH-LRT 1170) befinden. Nach Verlegung der Kabeltrasse durch ONE-Dyas Richtung Süden soll diese nun durch ein Gebiet verlaufen, in dem laut den Daten von MARINESPACE (2022a, b) keine Steine vorkommen. Eine biologische Untersuchung des Bewuchses dieser Trasse wurde aber bisher nicht durchgeführt.

Um diese Lücke zu schließen, beauftragte Greenpeace e.V. die Forschungstauchgruppe submaris aus Kiel Anfang April 2023, drei Riffverdachtsflächen (Alpha, Bravo, Charlie) auf Steinvorkommen mit rifftypischem Bewuchs zu überprüfen. Mitte April 2023 erfolgten wissenschaftliche Taucharbeiten an den drei Standorten sowie einem weiteren, in der Nähe gelegenen Standort (Riffgat). Der Standort Riffgat wurde bereits 2020 untersucht, fachlich als „Riff“ eingeordnet (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021) und sollte als Vergleich zu den drei Riffverdachtsflächen dienen. Alpha und Bravo liegen auf niederländischer Seite in unmittelbarer Nähe zu der von ONE-Dyas geplanten Bohrlokation N05-A, Charlie liegt direkt auf dem geplanten Trassenverlauf für die Stromversorgung der Bohrplattform, welche vom deutschen Offshore-Windpark „Riffgat“ ausgeht, der etwa fünf Kilometer östlich der geplanten Bohrlokation liegt, Richtung niederländischem Gebiet verläuft.

Die Taucharbeiten erfolgten durch submaris an jeweils einem Transekt pro Standort (Alpha und Charlie 50 m, Bravo 24 m Länge). Pro Transekt wurden 1) die Bedeckung des Meeresbodens mit Steinen (Klassen), 2) die Steingrößen (Klassen), 3) die vagile Megafauna, 4) die epibenthische Bedeckung sessiler Wirbellose auf Steinen und 5) das Artenspektrum anhand von Videoaufnahmen, Kratzproben (25 x 25 cm Fläche) und Fotodokumentation sowohl *in situ* als auch durch Laboranalysen erfasst. Für die Laboranalysen (Artbestimmung der Kratzproben) sowie für den gemeinsamen Bericht mit submaris wurde das Büro BioConsult GmbH & Co. KG aus Bremen von Greenpeace beauftragt.

Die untersuchten Standorte wiesen entlang der Transekte alle Steinvorkommen auf, wobei der Standort Riffgat durch eine besonders hohe Steindichte (oftmals flächendeckend) sowie durch viele

sehr große Steine (Blöcke) auffiel. Die drei Verdachtsflächen waren im Vergleich durch lockere Steinvorkommen mit längeren steinfreien Abschnitten und im Mittel kleineren Steinen geprägt. Insbesondere am Standort Bravo kamen nur wenige, dafür aber große Steine (Blöcke) vor. Insbesondere die großen Steine waren an allen Standorten flächig mit unterschiedlichen Tierarten besiedelt und es war ein Zusammenhang zwischen der Bewuchsdichte und der Steindichte bzw. Steingröße festzustellen. Größere, dicht liegende Steine sind weniger von Übersandung und Abrasion durch Sedimentdrift betroffen und bieten daher der Epifauna einen physikalisch ungestörteren Lebensraum als kleinere und in geringer Dichte vorkommende Steine. Entsprechend kann sich dort eine besser ausgeprägte Epifauna-Gemeinschaft einstellen.

Durch die Methodenkombination wurden insgesamt 98 Taxa (88 Arten) an wirbellosen Tieren (93 Taxa) und Fischen (5 Taxa) erfasst, darunter 17 Arten der aktuellen deutschen Roten Liste für die marine benthische Wirbellosenfauna. Es kamen insgesamt 16 Arten vor, die durch ihre Größe und aufrechte Wuchsart struktur- bzw. habitatbildend sind. Hierzu gehören Schwämme (Porifera), Moostierchen (Bryozoa), Blumentiere (Anthozoa), Hydroidpolypen (Hydrozoa) und Seescheiden (Asciacea), welche die Steine mit wechselnder Dominanz oder gemeinsam besiedelten und als charakteristisch für Riffe bewertet werden. Die drei Riffverdachtsflächen wurden v.a. von der Seeselke *Metridium senile* (Anthozoa) sowie unterschiedlichen, hochaufragenden Stöcken verschiedener Hydrozoa-Arten besiedelt. Schwämme (v.a. *Halichondria* spp.) sowie das Blättermoostierchen (*Flustra foliacea*) und die Tote Mannshand (*Alcyonium digitatum*) waren seltener und kamen häufiger am Standort Riffgat auf großen Blöcken vor. Durch ihre dreidimensionale Wuchsform bieten hochwachsende Hydrozoa weiteren (typischen) Arten (Nacktschnecken, Flohkrebse, Asselspinnen, Muscheln), einen Siedlungs-, Nahrungs- und/oder Laichraum und erfüllen wichtige strukturelle und trophische Funktionen im Lebensraum. Auch innerhalb der vagilen Megafauna (Stachelhäuter, höhere Krebse, Fische) kamen rifftypische Arten wie der Taschenkrebs (*Cancer pagurus*), der Gemeine Seestern (*Asterias rubens*), die Gespensterkrabbe (*Macropodia rostrata*) und die Teufelsschwimmkrabbe (*Necora puber*) an allen Standorten vor. Der Europäische Hummer (*Homarus gammarus*) wurde dagegen nur am Transekt Riffgat beobachtet (ein Hummer wurde im Gebiet Charlie außerhalb des Transektes beobachtet).

Eine zusammenfassende Bewertung der vier Standorte anhand der in BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) vorgeschlagenen Kriterien zur Bewertung der abiotischen und biotischen Ausprägung von Riffen zeigt, dass es sich beim Standort Riffgat um ein Steinfeld besonderer Ausprägung handelt, das in dieser Form unseres Wissens nur selten im niedersächsischen Küstenmeer anzutreffen ist und bisher noch kein zweites Mal dokumentiert wurde. Auch wenn der Riffcharakter an den drei Standorten Alpha, Bravo und Charlie im Vergleich zum Standort Riffgat als weniger ausgeprägt zu bewerten ist, wurde auch an diesen drei Standorten eine artenreiche, rifftypische Gemeinschaft beobachtet, die eine räumlich seltene und besondere Gemeinschaft innerhalb der sandgeprägten Bereiche der deutschen Nordseeküste darstellt. Hierbei ist auch die Funktion von weniger gut ausgeprägten Steinbereichen als Trittstein- und Regenerationsreservoir bei der Ausbreitung von Benthosorganismen hervorzuheben. Die morphologische Dynamik ist an den Verdachtsflächen höher als am Standort Riffgat, sodass dadurch nicht alle im Untersuchungsgebiet vorhandenen Steine zu allen Zeiten an der Oberfläche liegen (Übersandung). Dennoch ist die Einordnung als ein schützenswertes Biotop (Riff) nicht nur auf Grundlage der Steinvorkommen, sondern auch auf Basis der biotischen Besiedlung und der ökosystemaren Funktion für alle vier Standorte gerechtfertigt.

1. Hintergrund und Fragestellung

Vor dem Hintergrund von geplanten Erdgasbohrungen und damit assoziierten Arbeiten im Rahmen des GEMS (Gateway to the Ems)-Projekts im Bereich des Borkum Riffgrundes an der Bohrlokation N05-A hat Greenpeace e.V. die Forschungstauchgruppe submaris (Kiel) mit wissenschaftlichen und dokumentarischen Tauchgängen an drei Riffverdachtsflächen vor Borkum im Bereich der geplanten Arbeiten zur Erdgasförderung sowie einem bekannten und bereits untersuchten Riff nördlich des Offshore-Windparks "Riffgat" beauftragt. Der vierte Tauchgang an dem von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) im Auftrag des NLWKN und der NLPV untersuchten und auf Basis dieser Ergebnisse als Riff eingestuftem Steinfeld nördlich des Offshore-Windparks "Riffgat" dienten dabei dem Vergleich der Struktur und des Bewuchses der Verdachtsflächen mit einem gut ausgeprägten Steinfeld als Referenz. Die Taucharbeiten fanden im April 2023 statt.

Aufgrund der besonders hohen Steindichte und vielfältigen Besiedlung des Riffes nördlich des Offshore-Windparks "Riffgat" wurde die Veröffentlichung von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) und vor allem die Einbeziehung des Riffes in das Genehmigungsverfahren für die Gasbohrung von Greenpeace als relevant eingestuft. Auch ist aus den verfügbaren Sonardaten aus vorangegangenen Kartierungen im Rahmen der Antragsstellung zur Bohrlokation N05-A (MARINESPACE 2022a, b) und der anschließenden erneuten Auswertung durch BIOCONSULT (2022) bekannt, dass in dem Gebiet um die Bohrlokation N05-A bekannt zahlreiche Steine vorkommen.

Daraufhin hat Greenpeace submaris und BioConsult GmbH & Co. KG Bremen beauftragt, auch die noch näher an der Bohrstelle gelegenen Steinvorkommen erstmals biologisch untersuchen zu lassen. Die drei Riffverdachtsflächen Alpha, Bravo und Charlie sollten nicht nur erstmals biologisch untersucht werden, sondern auch mit dem Riff nördlich des Offshore-Windparks "Riffgat" verglichen werden. Auf dieser Basis soll, soweit mit einer Tauchuntersuchung möglich, eine Einschätzung erfolgen, ob die gefundenen Strukturen den Kriterien des nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz geschützten Biotoptyps "Riff" genügen und der Bewuchs typisch für diesen Biotoptyp ist, der dem FFH-Lebensraumtyp „Riff“ (Code 1170) entspricht.

Die drei untersuchten Riffverdachtsflächen (Bezeichnung: Alpha, Bravo, Charlie) wurden anhand von SideScanSonar-Kartierungen von Greenpeace und verfügbaren Sonardaten aus vorangegangenen Kartierungen im Rahmen der Antragsstellung zur Bohrlokation N05-A (MARINESPACE 2022a, b) identifiziert und ausgewählt. Der Standort Alpha befindet sich auf niederländischer Seite in unmittelbarer Nähe zu der von ONE-Dyas geplanten Bohrlokation N05-A, der Standort Bravo liegt halb auf niederländischer und halb auf deutscher Seite und der Standort Charlie liegt direkt auf dem geplanten Trassenverlauf für die Stromversorgung der Bohrplattform, welche ausgehend vom deutschen Offshore-Windpark „Riffgat“, der etwa fünf Kilometer östlich der geplanten Bohrlokation liegt, Richtung niederländischem Gebiet verläuft.

Im Nachgang der Taucharbeiten von submaris wurde das Umweltbüro BioConsult (Bremen) mit der Auswertung und Bestimmung der biologischen Proben und des Fotomaterials beauftragt. Der vorliegende Bericht wurde von submaris und BioConsult gemeinschaftlich erstellt. Er enthält die Ergebnisse der taucherbasierten Erfassungen und der Laborauswertungen und ordnet die Befunde im Vergleich zu bestehenden Informationen über Hartsubstrat-geprägte Bereiche und „Riffe“ der Nordsee ein.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Vorhandene Unterlagen und Vorarbeiten

Das Untersuchungsgebiet wurde für die Antragsstellung im Auftrag von ONE-Dyas mittels van-Veen-Greifern, Video und SideScanSonar zur Erfassung der In- und Epifauna sowie der Biotopstrukturen untersucht (MARINESPACE 2022a, b). Ein Vorkommen von Riffen entsprechend der Habitatrichtlinie und der niederländischen Kartieranleitung (MANFQ 2014) wurde verneint.

Zur Überprüfung dieser Aussage im Rahmen der Klage gegen das Vorhaben vor niederländischen Gerichten hat die Deutsche Umwelthilfe (DUH) die Firma BioConsult beauftragt, eine Abgrenzung des FFH-LRT „Riffe“ (Code 1170) unter Anwendung der deutschen Riff-Kartieranleitung des BFN (2018) auf Basis der vorhandenen SideScanSonar-Daten vorzunehmen (BIOCONSULT 2022). Diese Auswertung hat ergeben, dass sich sowohl rund um die geplante Bohrplattform als auch im Bereich der ursprünglich geplanten Kabeltrasse schützenswerte Riffe (LRT 1170) befinden. Die Kabeltrasse wurde durch ONE-Dyas mehrfach Richtung Süden verlegt, um diese Bereiche zu umgehen, so dass die geplante Kabeltrasse nun durch ein Gebiet verläuft, in dem laut den Daten von MARINESPACE (2022a, b) keine Steine vorkommen. Eine biologische Untersuchung des Bewuchses wurde im Zuge dieses Berichtes aber nicht durchgeführt. Diese Lücke soll die vorliegende Tauchuntersuchung schließen.

In einem ersten Schritt begutachteten Greenpeace-Taucher die drei Riffverdachtsflächen (Bezeichnung: Alpha, Bravo, Charlie) Anfang April 2023 während mehrerer Tauchgänge, um herauszufinden, ob dort Steinvorkommen mit rifftypischem Bewuchs in ausreichendem Maße existieren, bevor sub-maris dann mit den wissenschaftlichen und dokumentarischen Taucharbeiten am 16. April vor Ort begann (s. Kap. 3.1).

2.2 Lage der vier untersuchten Standorte

Die Auswahl der untersuchten Standorte erfolgte entsprechend des geplanten Trassenverlaufs und der Vorauswahl von potenziellen Vorkommen des Biotoptyps „Riff“ anhand von hydroakustischen Aufnahmen (SideScanSonar) durch Greenpeace (Abb. 1).

Die drei Riffverdachtsflächen (Alpha, Bravo und Charlie) und das bekannte Riff am Standort Riffgat liegen zwischen 18 bis 24 km nordwestlich vor Borkum, teils auf niederländischen, teils auf deutschem Hoheitsgebiet, wobei die Grenzfrage in diesem Bereich noch nicht endgültig geklärt ist. Seit 2016 existiert eine „Zuständigkeitslinie“, östlich derer Deutschland zuständig ist, westlich davon die Niederlande. Die Standorte Charlie und Riffgat liegen demnach auf deutscher Seite, die Standorte Alpha und die geplante Bohrplattform auf niederländischer Seite dieser Zuständigkeitslinie, Bravo befindet sich direkt auf dieser Linie (Abb. 1).

Die Trasse für die Stromversorgung der Bohrplattform geht vom deutschen Offshore-Windpark „Riffgat“ aus, der etwa fünf Kilometer östlich der geplanten Bohrlokation liegt.

Die geplante Plattform N05-A, die über dem gleichnamigen Gasfeld entstehen soll, würde in einer Entfernung von 430 m südöstlich von der Riffverdachtsfläche Alpha, 785 m nordwestlich von Bravo und 2,5 km nordwestlich von Charlie liegen. Der Standort Riffgat liegt etwa 8,4 km von N05-A in Richtung Nordosten. Die Verdachtsflächen Bravo und Charlie liegen im Bereich der geplanten Trasse für das Stromkabel zum Offshore-Windpark „Riffgat“. Die Wassertiefe im dem etwa 15 km² großen Untersuchungsgebiet beträgt ca. 21-24 m unter Seekartennull (LAT).

Die Standorte Alpha und Bravo liegen in Bereichen, die entsprechend BIOCONSULT (2022) als Riff einzustufen sind.

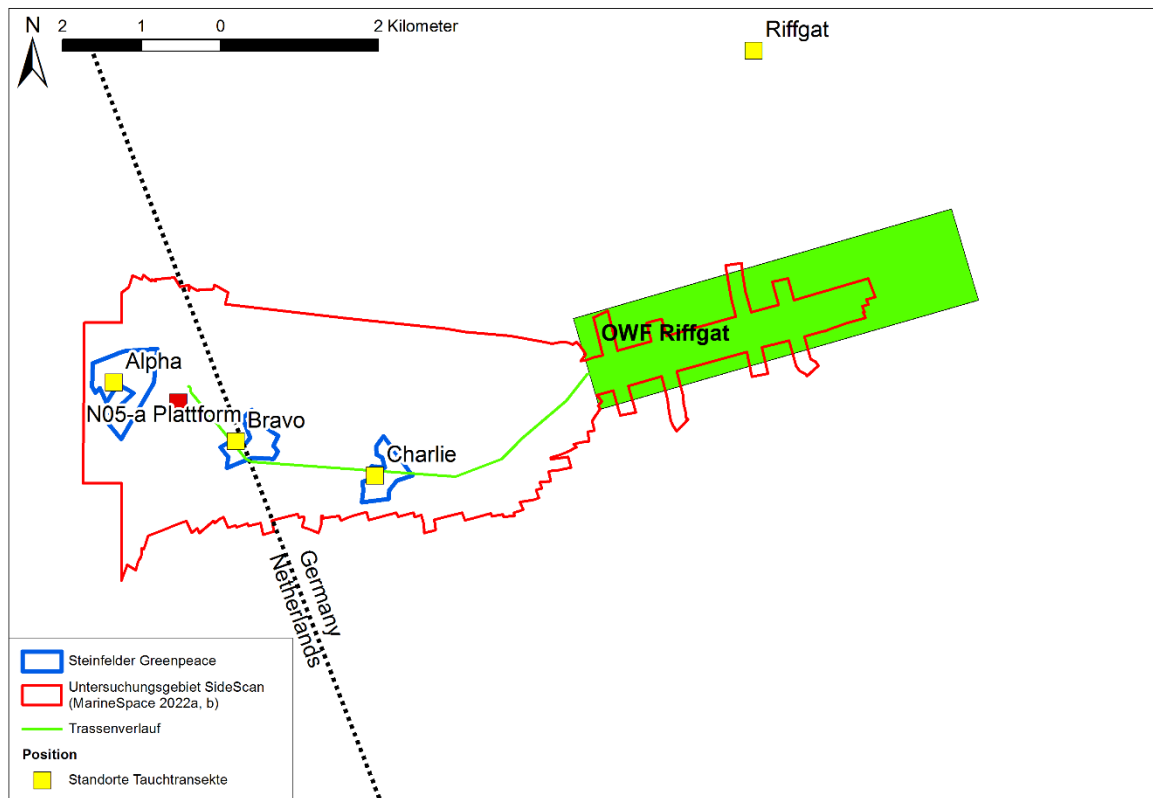


Abb. 1: Karte des Untersuchungsgebietes mit den vier Standorten Alpha, Bravo, Charlie und Riffgat, an denen eine taucherbasierte Untersuchung im April 2023 erfolgte.
Anmerkung: Die gesamte Ausdehnung der Bohrplattform und ihrer Infrastruktur wird hier nicht wiedergegeben, wodurch hier eine optische Unschärfe zum Trassenverlauf entsteht

2.3 Schutzstatus

Keine der untersuchten Flächen liegt derzeit in einem Schutzgebiet. Bisher ist auch noch keine der untersuchten Flächen als geschütztes Biotop festgelegt worden.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf deutscher Seite zwischen dem NSG „Borkum Riffgrund“ (FFH-Gebiet DE 2104-301) in der deutschen AWZ, in dem auch der FFH-LRT „Riff“ vorkommt und geschützt ist und dem NSG „Borkum Riff“ in den Küstengewässern, das Teil des EU-Vogelschutzgebietes „Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer“ (DE2210-401) ist und dem Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (FFH-Gebiet DE 2306-301), der in etwa 7 km Entfernung östlich vom Standort Riffgat beginnt (Abb. 2).

Auf niederländischer Seite befindet sich das FFH- und Vogelschutz-Gebiet „Noordzeekustzone“ (NL9802001) ca. 12 km südlich des Untersuchungsgebietes. Dort ist der FFH-LRT „Riff“ ebenso wie in dem südlich anschließenden FFH-Gebiet „Waddenzee“ (NL9801001) kein Schutz- und Erhaltungsziel.

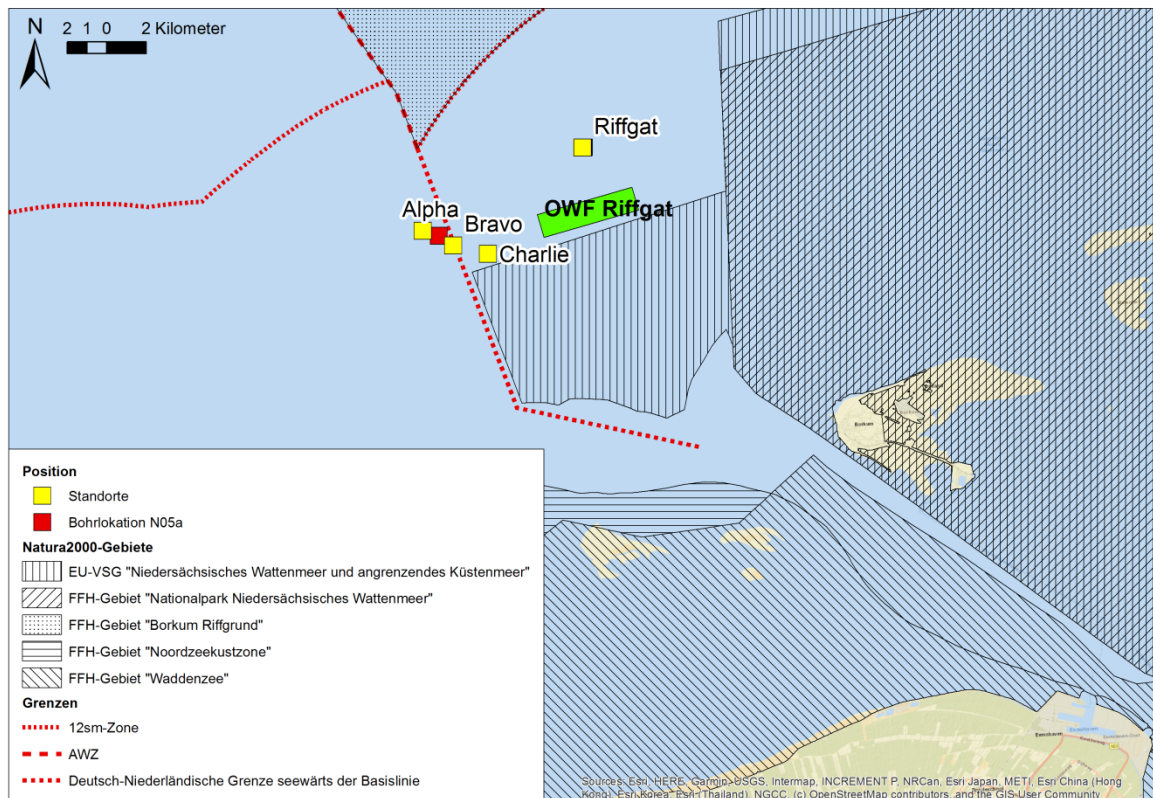


Abb. 2: Schutzgebietskulisse.

3. Probenahme & Methodik

3.1 Beprobung der Transekte durch Taucher

Die wissenschaftlichen und dokumentarischen Tauchgänge im Rahmen des Projekts erfolgten am 16. und 17. April 2023 und wurden von vier Forschungstauchern der Tauchgruppe submaris durchgeführt. Ausgangsbasis für die Einsätze war die Insel Borkum, von der aus mit der BELUGA II ins Zielgebiet gefahren wurde. Getaucht wurde von Bord eines Schlauchbootes mit einer Länge von 8,5 m und zwei 150 PS Außenbordern. Da die Tauchtiefen im Einsatzgebiet je nach Wasserstand zwischen 22 und 25 m liegen, wurde statt Druckluft sauerstoffangereichertes Atemgas (Nitrox 32) getaucht und zusätzlich teilweise mit reinem Sauerstoff dekomprimiert.

Dabei kamen offene Systeme mit Doppel 12-Liter-Flaschen in Kombination mit reinem Sauerstoff als Dekompressionsgas in seitlich mitgeführten Flaschen, sog. Stages zum Einsatz. Durch den Einsatz von Nitrox konnten die Grundzeiten und somit die Arbeitszeiten in der Zieltiefe gegenüber Druckluft deutlich verlängert werden, ohne beim Auftauchen längere Dekompressionsstopps einlegen zu müssen. Außerdem wurden dadurch auch die einzuhaltenden Pausen zwischen zwei Tauchgängen reduziert.

Um die Zeit im Arbeitsgebiet optimal zu nutzen, wurde in zwei Teams getaucht, wobei Team 1 (Wissenschaft) bei noch leichter Strömung an der Shotline (Verbindung von der Oberfläche zum Meeresboden) abtauchte und Team 2 (Film und Fotos) bei bereits wiedereinsetzender Strömung auftauchte. Team 2 startete etwa 15 min nach Team 1, um bei unerwarteten Schwierigkeiten wie z. B. sehr schlechter Sicht oder zu starker Strömung den Tauchgang bei Rückkehr von Team 1 gar nicht erst antreten zu müssen und so Atemgas zu sparen und die Stauwasserzeit optimal auszunutzen.

Die Einsätze erfolgten grundsätzlich nach den Regeln für den Einsatz von Forschungstauchern (BGR/GUV-R 2112). Aufgrund der Arbeitsaufgabe sowie des Arbeitsgebiets musste jedoch sowohl auf eine Signalleine, einen Blub, eine Armverbindungsleine sowie Vollgesichtsmasken verzichtet werden. Getaucht wurde stattdessen im Buddy-Team, wobei jeder Taucher mit zwei voneinander getrennten Atemreglersystemen ausgestattet war (jeweils bestehend aus erster und zweiter Stufe). Dieses System erlaubt nicht nur das schnelle Isolieren eines nicht mehr funktionierenden Atemreglers durch Abdrehen des entsprechenden Ventils, sondern auch eine schnelle Gasspende durch Abgabe eines, an einem langen Schlauch hängenden, Atemreglers an den Tauchpartner. Diese Methode bietet beim Tauchen im Team eine wesentlich größere Flexibilität gegenüber dem Tauchen mit Vollgesichtsmaske und eine höhere Sicherheit.

Aufgrund der beschriebenen Strömungsverhältnisse wurde auf Signalleinen bzw. Blubs verzichtet, da diese zu stark am Taucher gezogen und ein Arbeiten bei starker Strömung unmöglich gemacht hätten. Zusätzlich können sich die Taucher so sicher und unkompliziert im Team über den Meeresboden bewegen. Alle am Einsatz beteiligten Forschungstaucher haben bezüglich des Einsatzes von Mischgasen (Nitrox+Trimix) sowie Tauchen im Buddy-Team entsprechende Fortbildungen nach internationalen Standards absolviert. Starke Lampen mit fokussiertem Lichtstrahl dienten zur

Kommunikation zwischen den Tauchpartnern. Die Wassertemperatur lag bei etwa 7° C, getaucht wurde mit Trockentauchanzügen.

Auf- und abgetaucht wurde an einer Shotline, an der oben eine große Boje und unten ein ca. 40 kg schweres Grundgewicht befestigt war. Etwa einen Meter über dem Grundgewicht wurde an der Leine ein Blitzlicht befestigt, das als Orientierungshilfe diente und auch außerhalb der Sichtweite in größerer Entfernung immer noch deutlich zu sehen war. Die Sichtweiten betragen an beiden Tagen etwa fünf Meter und waren somit für das Küstenmeer der Nordsee exzeptionell gut. Direkt vom Grundgewicht aus wurde per Maßband das entsprechende Transekt (zwischen 26 bis 50 m) gelegt. Die Filmaufnahmen wurden im Umkreis von etwa 15 m rund um das Grundgewicht gemacht.

Insgesamt wurden an zwei Einsatztagen vier wissenschaftliche Tauchgänge sowie drei dokumentarische Tauchgänge von jeweils zwei Einsatztauchern um Stauwasser herum durchgeführt. Die gemessenen Wassertiefen wurden anhand des Pegels „Borkum Fischerbalje“ korrigiert und auf Seekartennull (lowest astronomical tide: LAT) bezogen.

Die wissenschaftlichen Tauchgänge umfassten pro Transekt folgende Schritte: 1) Abtauchen zum Grundgewicht und Auslegen des Maßbandes, 2) Videoerfassung der Megafauna entlang des Transektes, 3) Erstellung von Rahmenfotos, 4) Entnahme von drei Kratzproben entlang des Transektes. Die Schritte werden im Folgenden beschrieben:

1. Abtauchen zum Grundgewicht und Auslegen des Maßbandes

Das Anfahren der Positionen geschah in langsamer Geschwindigkeit gegen die jeweils herrschende Gezeitenströmung mit der BELUGA II. Das Bord-GPS hat eine Genauigkeit von 1-3 Metern. Beim Erreichen der Position (Abstand zur jeweiligen Position unterhalb von einem Meter laut Anzeige) wurde ein 40 kg schweres Grundgewicht geworfen, das innerhalb weniger Sekunden den Grund erreichte. Das schwere Gewicht wird beim Absinken nicht durch die Strömung versetzt. Selbst bei starkem Zug durch die in der Strömung am Seil hängenden Taucher während des Abstiegs und während der Dekompression beim Aufstieg ist das Grundgewicht nicht über den Boden gezogen worden.

Nachdem die Taucher das Grundgewicht erreicht hatten, befestigten sie das Maßband am Grundgewicht und schwammen zwischen 24 und knapp 50 m in die gewählte Richtung. Bis auf die Tauchstelle Bravo, wo die Strömung leider zu stark war und daher nur 24 m geschwommen werden konnten, wurde an allen Standorten 50 m Videotransekt abgeschwommen. Die gewählten Kurse wurden mit einem Taucherkompass geschwommen. Der Kompass (Suunto SK-7) hat eine Unterteilung in fünf Grad-Schritten.

2. Videoerfassung der vagilen Megafauna entlang des Transektes

Als vagile Megafauna wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Tiere definiert, die eine Größe von etwa 8 cm und größer haben können. Unabhängig von ihrer tatsächlichen Größe wurden daher bestimmte Arten während der Videoauswertung auch gezählt, wenn sie etwas kleiner als 8 cm waren (beispielsweise junge Individuen von Einsiedlerkrebse, Taschenkrebse oder Klippenbarsche). Nicht erfasst wurden Seesterne und Grundeln, auch wenn diese teilweise über 8 cm Größe erreichen können. Der Grund hierfür liegt in der sehr großen Anzahl dieser Tiergruppen und - bei

Grundeln - auch ihrer teils geringen Größe und schlechten Erkennbarkeit. Beides würde die Aufmerksamkeit von den übrigen Arten weglenken und die Videoauswertung sehr viel zeitaufwendiger machen.

In etwa 5 m Abstand zu Taucher 1 (Auslegen des Maßbandes) folgte Taucher 2, der die Fläche links und rechts vom Maßband abfilmte. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Maßband stets mittig im Bild zu sehen ist, um die spätere Auswertung zu ermöglichen. Die Filmaufnahmen der Transekte entstanden mit einer GoPro 11, die mit 50 Bildern pro Sekunde in einer Auflösung von 4.096 x 2.160 Pixeln (4K) und einer Farbtiefe von 10 Bit aufgenommen hat. Zwei starke Kamera-Leuchten waren mit Armen an der Kamera befestigt (Keldan Video 8X).

Im Zuge der Videoauswertung wurden nur Tiere innerhalb eines 200 cm breiten Korridors gezählt (je 100 cm rechts und links vom Maßband). Die Videos wurden später am Bildschirm ausgewertet (Kap. 3.3). Als Bezugsraum für die Auswertung (Abundanzen der Fauna) wurde auf eine Fläche von 100 m² pro Transekt normiert, um die Abundanzen zwischen den Transekten vergleichen zu können.

3. Erstellen von Rahmenfotos

Nach der Erstellung der Videoaufnahmen schwammen die Taucher am Maßband zurück und wählten drei Bereiche mit großen Steinen für die Entnahme von Kratzproben aus. Bei der Auswahl wurde auf eine möglichst unterschiedliche Besiedlung der Steine geachtet, um möglichst viele verschiedene Arten zu beproben. Von Taucher 1 wurde ein 25 x 25 cm großer Edelstahlrahmen auf den entsprechenden Stein gelegt, der die Fläche für die Kratzprobe definiert. Taucher 2 nahm daraufhin ein Übersichtsfoto der Umgebung auf sowie ein weiteres Detailfoto des Rahmens auf. Für jeden Transekt wurden auf diese Weise mindestens 6 Rahmen- und Übersichtsfotos aufgenommen. Die Auswertung der Fotos erfolgte im Labor (Kap. 3.3).

4. Entnahme von Kratzproben

Nach der Aufnahme der Rahmenfotos wurde die epibenthische Besiedlung aus dem Rahmenbereich von Taucher 2 mit Hilfe eines Spachtels so gründlich wie möglich abgekratzt und von Taucher 1 mit einem Kescher möglichst verlustfrei eingefangen. Es handelt sich somit um eine semiquantitative Probennahme. Sehr große sessile Tiere (Seenelken, große Schwämme, große Mengen Seemoos, Seesterne) wurden teilweise aus den Proben entfernt, um das Probenvolumen gering zu halten. Der gefüllte Kescher wurde anschließend komplett in einer vornummerierten Tüte mit Ziplock verstaut. An Bord wurden die Proben in 4 %iges Formalin überführt und bis zur späteren Bestimmung (im Labor von BioConsult in Bremen) konserviert.

Erstellung von hochwertigen Film- und Fotoaufnahmen

Begleitend zur wissenschaftlichen Untersuchung der verschiedenen Verdachtsflächen und des Riffgat-Riffes wurden durch das zweite Tauchteam von submaris Film- und Fotoaufnahmen zur Dokumentation und für die Öffentlichkeitsarbeit von Greenpeace erstellt. Hierzu wurden Makro- und Weitwinkelaufnahmen vieler der gefundenen Tierarten und vom Lebensraum angefertigt. Zum Einsatz kamen dabei professionelle Kameras in UW-Gehäusen mit Videoleuchten und spezielle Vorsatzlinsen.

3.2 Taxonomie und Artenzahlen

Im Labor von BioConsult in Bremen erfolgte die vollständige taxonomische Bearbeitung der Kratzproben und die Bestimmung anhand der Rahmenfotos. Die Arten wurden soweit möglich bis zur Art bestimmt und gezählt. Bei sehr abundanten Taxa erfolgte eine Schätzung und Einordnung in Häufigkeitsklassen. Modular wachsende Organismen (Arten, die Kolonien aus mehreren Einzeltieren bilden wie z.B. Hydrozoa, Bryozoa) sind nicht zählbar und wurden daher nur mit ihrer Präsenz/Absenz erfasst.

Die taxonomische Bestimmung der Arten erfolgte anhand der gängigen Bestimmungsliteratur bzw. anhand von neuerer Literatur, (v.a. Literatur zu einzelnen taxonomischen Gruppen von „The National Marine Biological Analytical Quality Control Scheme“, NMBAQC). Die Namensgebung der Arten, Gattungen etc. entspricht dem aktuellen Stand nach WoRMS (World Register of Marine Species). Hierfür wurden die in der Laborroutine verwendeten taxonomischen Bezeichnungen vor der Datenanalyse mit den international gültigen taxonomischen Bezeichnungen verglichen. Dabei wurde die von WoRMS auf der Internetseite www.marinespecies.org angebotene Funktion „Match Taxa“ genutzt; die im Bericht enthaltenen taxonomischen Bezeichnungen entsprechen dem Stand vom 15.5.2023. Die Einordnung der marinen Wirbellosen in die Gefährdungskategorien der Roten Liste erfolgte nach RACHOR et al. (2013), die Fische anhand der Roten Liste von THIEL et al. (2013). Des Weiteren erfolgte eine Kennzeichnung von nicht-heimischen Arten (Neozoa) nach LACKSCHEWITZ et al. (2022) und weiterer Literatur sowie eigenen Erhebungen von BioConsult.

Um eine realistische Einschätzung der Artenzahlen innerhalb eines Gebietes (Untersuchungsgebiet, Transekt, Probe) zu bekommen, erfolgte die Zählung der „Arten“ folgendermaßen: 1) jedes Taxon, das auf Artebene bestimmt wurde, wurde als „Art“ gezählt, 2) jedes Taxon, das unterhalb der Artebene (Gattung, Familie, etc.) bestimmt wurde, wurde als „Art“ gezählt, wenn ausgeschlossen werden konnte, dass durch ebenfalls in der Probe vorkommende Arten oder Gattungen, eine mögliche Doppelzählung erfolgt. So wurde z.B. auf Gattungsebene *Musculus* spp. nicht gezählt, wenn die Art *Musculus subpictus* in den Proben vorkam. Kam keine Art der Gattung vor, wurde die Gattung (*Musculus* spp.) als „Art“ gezählt. Ebenso wurde auf Familienebene Polyclinidae indet. nicht gezählt, wenn eine Gattung der Familie (z.B. *Polyclinum* spp.) oder eine Art dieser Familie (z.B. *Polyclinum aurantium*) vorkam. Die Erfassung des Gesamtartenspektrums erfolgte nach der oben beschriebenen Methode für das gesamte Untersuchungsgebiet und für die einzelnen Transekte (Standorte).

3.3 Sichtung der Transektvideos und Rahmenfotos

3.3.1 Transektvideos

Die Sichtung der Transektvideos erfolgte am PC. Dazu wurde ein herkömmliches Video-Programm (VLC Media Player 3.0.8) genutzt und die Daten parallel in eine Excel-Tabelle eingetragen. Jeder Transekt wurde in 2 m-Abschnitte unterteilt und auf einer Breite von jeweils 1 m rechts und links vom Maßband die abiotische und biotische Biotopausstattung erfasst.

Die **abiotische Charakterisierung** erfolgte für jeden Abschnitt durch eine Schätzung der Steindichte und der vorkommenden Steingrößen. Der Bedeckungsgrad des Meeresbodens mit Hartsubstraten (hier: Steine, Schill) ist auf der Ebene 3 ebenfalls Bestandteil des Klassifizierungssystem nach FINCK et al. (2017) für die deutschen Biotoptypen der Nord- und Ostsee, die hier vorgenommen wurde im ersten Schritt. Die Klassifizierung nach FINCK et al. (2017) ist allerdings sehr grob: Eine Bedeckung von 5-90 % des Meeresbodens mit Hartsubstraten wird als Mischsubstrat bezeichnet; eine Bedeckung von >90 % mit z.B. Steinen wird als Steingrund klassifiziert (vorwiegend Helgoland). Um die Biotopansprache im Untersuchungsgebiet etwas detaillierter vorzunehmen, wurden daher weitere Klassengrenzen gesetzt und bestimmt:

Klassengrenzen Bedeckungsgrad Steine: Kat. 0: keine Steine; Kat. 1: <5%; Kat. 2: 5-50%; Kat. 3: 50-90%; Kat. 4: >90%

Die Größe der Steine geht nicht in das Klassifizierungssystem von FINCK et al. (2017) ein. Sie wurde aber mit aufgenommen, da die epibenthische Besiedlung und das Vorkommen der vagilen Megafauna potenziell auch von der Größe der Steine abhängen kann. Daher wurden für jeden 2 m-Abschnitt die vorkommenden Steingrößen aufgenommen. Für die Klassifizierung der Steingröße wurden folgende Klassengrenzen gesetzt:

Klassengrenzen Steingröße: Größenklasse 1 = <20 cm; GK 2 = 20-40 cm, GK 3 = >40 cm (Blöcke)

Der nicht von Steinen bedeckte Meeresboden wurde grob nach FINCK et al. (2017) weiter unterschieden (Sandgrund mit oder ohne Vorkommen des Bäumchenröhrenwurmes *Lanice conchilega*, Schillgrund mit Epibenthos).

Die **biotische Charakterisierung** erfolgte für jeden Abschnitt durch die Erfassung der größeren vagilen Megafauna (Artenspektrum und Abundanz). Des Weiteren wurde das Artenspektrum der sessilen epibenthischen Fauna auf den Steinen mit der Präsenz/Absenz erfasst und die Gesamtbedeckung der Steine mit Epifauna (keine Trennung nach Arten/Taxa). Für die Gesamtbedeckung wurden folgende Kategorien festgesetzt:

Klassengrenzen Bedeckung mit Epifauna: Kat. 1 = <10 %, Kat. 2 = 10-50 %, Kat. 3 = 50-100 %

Neben der grundsätzlichen Bedeckung der Hartsubstrate mit Epifauna wurde für die Abschnitte vermerkt, welche Artengruppen dominant vorkamen. Da nicht alle Organismen anhand der Videos auf Artebene angesprochen werden können, wurde die epibenthische Besiedlung der Steine mit Unterscheidung in Hydrozoa (z.B. *Sertularia cupressina*, *Hydrallmania falcata*, *Obelia* spp.), Anthozoa (*Metridium senile*, sonstige Anthozoa), Bryozoa (*Flustra foliacea*) für jeden Abschnitt vermerkt (Schätzung als Mittel). Für die sandigen Abschnitte wurde vermerkt, ob eine Besiedlung mit dem leicht erkennbaren Bäumchenröhrenwurm (*Lanice conchilega*) vorkam oder reiner Sandboden mit Infauna.

Die Berücksichtigung des Bedeckungsgrades mit Epifauna entspricht ebenfalls dem Vorgehen nach FINCK et al. (2017) für die Klassifizierung von Biotopen auf Ebene 4 (Eine Bedeckung $\geq 5\%$ mit Epifauna wird als „Epifauna“ klassifiziert), geht aber über diese hinaus.

3.3.2 Rahmenfotos

Die Sichtung der Rahmenfotos erfolgte durch die Taxonomen am PC. Die Organismen wurden - soweit anhand der auf dem Bildschirm erkennbaren Merkmale möglich - bis zur Art bestimmt und größere Individuen gezählt. Für die Abschätzung des Bedeckungsgrades (%) einer Art (Draufsicht) wurde über jedes Rahmenfoto ein Gitterkreuz gelegt (s. Abb. 3). Die Angabe des Bedeckungsgrades erfolgte nicht anhand gesetzter Klassengrenzen, sondern möglichst prozentgenau (1-100 %).

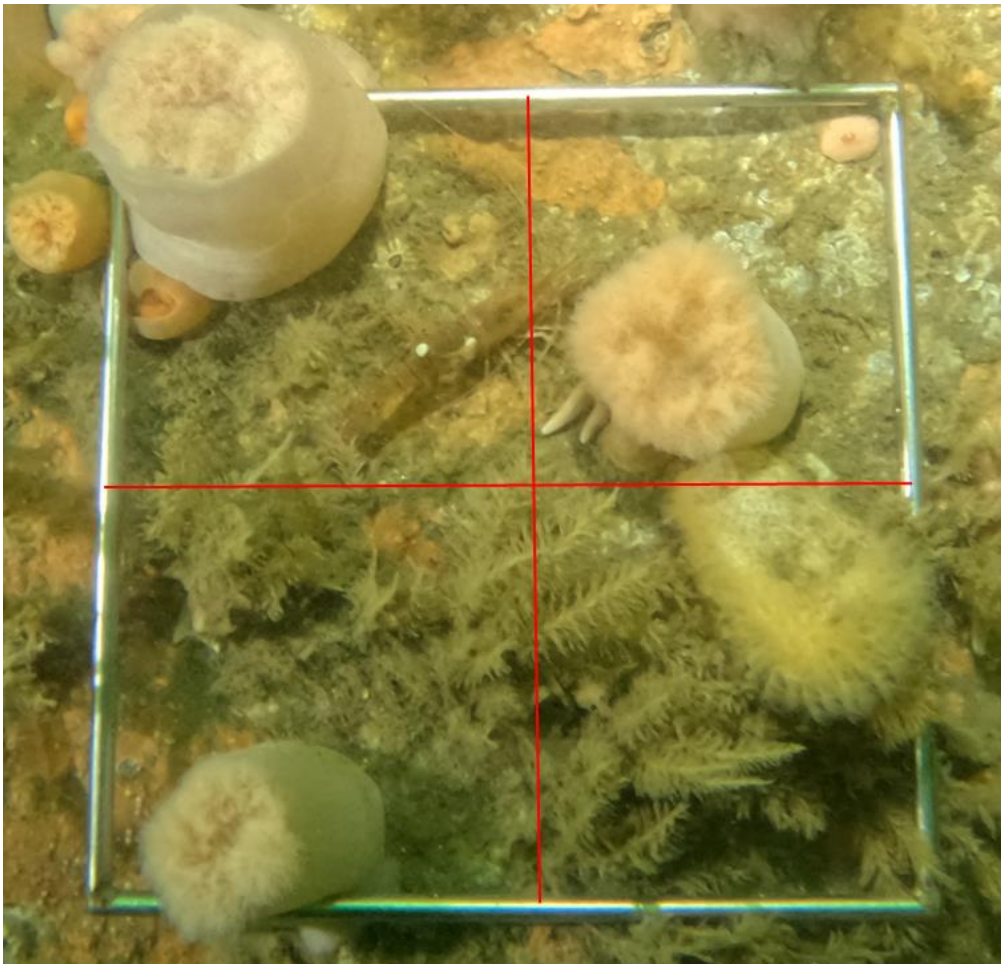


Abb. 3: Beispiel für ein Rahmenfoto mit nachträglich digital hinzugefügtem Gitterkreuz (Kratzprobe: Alpha-2).
Foto: Florian Huber

4. Ergebnisse: Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

4.1 Abiotische Habitatausstattung

4.1.1 Bathymetrie und Strömung

Die untersuchten vier Standorte befanden sich in Wassertiefen (LAT) zwischen 21,4 und 26,1 Metern, sodass dieser Parameter eine geringe Variabilität aufwies.

Die Strömung im Untersuchungsgebiet ist abhängig vom Alter der Gezeit (Nipp- vs. Springtide) und dem jeweiligen Gezeitenstand. Getaucht wurde jeweils zur Stauwasserzeit (Hoch- und Niedrigwasser) und ein bis zwei Tage nach Nipptide (Nipptide: 15.4.2023). Über die Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet zum Zeitpunkt der Probenahme liegen keine Daten vor. Für den in der AWZ gelegenen Teil des Borkum Riffgrundes liegen die Strömungsgeschwindigkeiten im Tidezyklus im Mittel bei 0,4 - 0,45 m/s (BFN 2017a). Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten liegen mit Werten um 1 m/s deutlich höher. Die saisonale Variabilität der Strömungsgeschwindigkeit ist gering, was auf geringen Einfluss wind-induzierter Strömungen hindeutet. Da das untersuchte Gebiet küstennäher und daher flacher ist, ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Strömungsgeschwindigkeiten von der AWZ abweichen. Durch zeitweilig starke wind- und gezeiteninduzierte Strömungen werden Sande vermutlich kleinräumig häufig umgelagert. Als geomorphologische Struktur ist die großräumige glaziale Ablagerung der Kiese und Steine weitgehend lagestabil (BFN 2017a). In welchem Ausmaß die im Gebiet vorkommenden größeren Steine durch Sandumlagerungen periodisch überdeckt bzw. durch Sande abgeschliffen werden, ist aber unbekannt.

4.1.2 Substrate

Das Vorkommen von Hartsubstraten bzw. Sandboden wurde anhand der Videos in 2 m-Abschnitten analysiert. Der Meeresboden war an allen vier Standorten zumindest teilweise mit Steinen unterschiedlicher Größe bedeckt, darunter auch viele Blöcke (Steine > 40 cm). Vereinzelt kamen auch sehr große Blöcke von 80-100 cm Kantenlänge vor.

In einigen Transektbereichen fehlten Steine >20 cm und der Meeresboden bestand überwiegend aus Sand. Am Standort Alpha betrug die Länge dieser Sandflächen 16 von 50 Transektmetern, an Bravo 16 von 26 Transektmetern und an Charlie 22 von 50 Transektmetern. Am Riffgat-Riff betrug die Länge der Sandflächen entlang des dortigen Transektes zum Vergleich 6 von 50 m.

Der Meeresboden zwischen den Steinen bestand aus Sand und lokal aus Kies, wobei der tatsächliche Sedimenttyp (Feinsand, Mittelsand, Grobsand) anhand der Videos nicht zu bestimmen war. In situ wurde der überwiegende Teil als Mittel- bis Grobsand angesprochen; für eine genaue Sedimentansprache entlang der Transekte fehlte aber unter Wasser die Zeit. Weitere Hartsubstrate an der Oberfläche bestanden aus Schill (v.a. Schalen von *Ensis* spp., *Cerastoderma edule* und *Spisula* spp.) und Kiesen. Auch diese Substrate stellen ein potenzielles Siedlungssubstrat für sessile Wirbellose oder bieten kleinen vagilen Tieren Versteckmöglichkeiten. Ein Teil des anstehenden Schills war mit v.a.

Hydrozoa bewachsen; andere Bereiche waren mit einer dünnen Sedimentschicht überzogen und waren unbesiedelt. Auch hier fehlte im Rahmen des Auftrages die Zeit für eine genaue Analyse der Besiedlung bzw. Bedeckung dieser kleineren Hartsubstrate. Der Meeresboden war größtenteils eben, lokal kamen kleinere Rippelflächen vor, was auf strömungsinduzierte Umlagerungsprozesse hinweist.

4.2 Faunistische Besiedlung

4.2.1 Artenspektrum des Gebietes

Ein Ziel dieser Untersuchung war die Erfassung der Besiedlung der Hartsubstrate (Kiese, Steine, Blöcke), um die faunistische Ausstattung dieses potenziellen Riffes charakterisieren zu können. Durch die Videoaufnahmen wird die größere am Meeresboden und auf den Hartsubstraten sichtbare und mittels Videoanalyse identifizierbare Fauna erfasst. Die Kratzproben von den Blöcken ermöglichen auch die Identifizierung der kleineren Arten. Das hierdurch erfasste Artenspektrum umfasst das sog. Epibenthos. Alle im Sediment verborgen lebenden Arten (sog. In- oder Endofauna) werden durch die gewählte Methodik nicht erfasst, sodass das Gesamtartenspektrum (Makrozoobenthos) des Gebietes deutlich über dem hier dargestellten liegt.

Durch die Kratzproben und Videoanalysen wurden insgesamt 98 Taxa entlang der vier untersuchten Transekte nachgewiesen, von denen 76 bis auf Artebene bestimmt werden konnten (Tab. 1). Entsprechend der in Kap. 3.2 beschriebenen Herangehensweise zur Ermittlung der Artenzahl wurden insgesamt 88 Arten aus 9 Tierstämmen bzw. 13 Großgruppen erfasst. Von den 98 Taxa sind 93 Taxa der Wirbellosenfauna und 5 Taxa der Fischfauna zuzuordnen.

Das Artenspektrum der Wirbellosen umfasste vagile, hemisessile und sessile Arten aus 9 Tierstämmen bzw. 12 Großgruppen. Die artenreichste Gruppe waren Crustacea (Krebstiere) mit 24 Arten sowie die sessil lebenden (festsitzenden) Hydrozoa mit 11 Arten. Die meisten vorkommenden Hydrozoa bilden hochaufwachsende Stöcke, die aus mehreren stark verzweigten Ästen bestehen und einer Reihe von assoziierten Arten Lebensraum bieten (s. Kap. 4.2.3). Die Crustacea bestanden den Großgruppen Amphipoda (Flohkrebse) und Decapoda (Zehnfüßkrebse, z.B. *Pandalus montagui* in Abb. 4) sowie Cumacea und Balanomorpha (Seepocken). Die Amphipoda umfassten eine Reihe von Arten, die sich vorzugsweise in den verzweigten Ästen der Hydrozoa (Hydroidpolyphen) aufhalten oder als röhrenbauende Arten dichte Teppiche auf ihrem Siedlungssubstrat bilden (z.B. *Jassa herdmanni*). Gastropoda (Schnecken) kamen mit 9 Arten vor, von denen 7 zu den Nudibranchia (Nacktkiemern) gehörten. Bei den 8 Arten der Bryozoa (Moostierchen) handelt es sich ebenfalls um eine sessile Artengruppe, die entweder flächig wachsende Kolonien ausbildet oder ähnlich wie Hydrozoa stark verzweigte, dreidimensionale Büschel bildet (z.B. *Flustra foliacea*, *Bugulina flabellata*). Die Gruppen der Anthozoa (Blumentiere) und Polychaeta (Vielborster) kamen mit jeweils 6 Arten vor. Unter den Polychaeten vereinen sich Arten wie z.B. *Harmothoe*, *Eumida* und *Eulalia*, die sowohl im Sediment leben als auch als Jäger häufig auf der Oberfläche angetroffen werden. Bivalvia waren mit 5 Arten vertreten und die restlichen Großgruppen wie Porifera (Schwämme), Nemertea (Schnurwürmer), Pycnogonida (Asselspinnen), Ascidiacea (Seescheiden) und Echinodermata (Stachelhäuter) kamen mit 2 bis 4 Arten vor, wobei innerhalb der Nemertea ohne aufwendige Präparation nur eine sehr eingeschränkte Artbestimmung möglich ist.

Die Fischfauna setzte sich aus demersalen Fischen zusammen, die z.T. wie Klippenbarsch (*Ctenolabrus rupestris*) und Butterfisch (*Pholis gunnelus*) für ihre Bindung an Hartsubstratbereiche bekannt sind. Grundeln (Gobiidae) wurden während der Tauchgänge zahlreich gesichtet (s. Abb. 5), sind aber ohne Laboruntersuchung ebenfalls nicht auf Artebene anzusprechen. Im Rahmen der Transektuntersuchungen wurde unter den Plattfischen nur die Kliesche (*Limanda limanda*) identifiziert. Daneben kam noch der Gestreifte Leierfisch (*Callionymus lyra*) vor.

Insgesamt wurden 4 Arten nachgewiesen, die in deutschen Meeresgewässern nicht-heimisch (Neozoa) sind. Während die Bohrmuschel *Petricolaria pholadiformis* und das Moostier *Diadumene cincta* schon seit ca. 100 Jahren in der Nordsee vorkommen, werden das Moostier *Schizoporella japonica* und die Nacktschnecke *Corambe obscura* erst seit 2018/19 in der Nordsee beobachtet (LACKSCHEWITZ et al. 2022).

Durch die Kratzproben wurden insgesamt 80 Taxa (75 Arten) erfasst und somit der größte Anteil der vorkommenden 98 Taxa. Da sich anhand der Videos nur größere Tiere sicher bestimmen lassen, wurden durch diese Methode 17 Taxa nachgewiesen. Insbesondere vagile dekapode Krebse wie der Taschenkrebs *Cancer pagurus*, der Europäische Hummer *Homarus gammarus*, die Maskenkrabbe *Corystes cassivelaunus*, die Gemeine Schwimmkrabbe *Liocarcinus holsatus*, der Einsiedlerkrebs *Pagurus bernhardus* und die Teufelskrabbe *Necora puber* sowie der Nordische Kammstern *Astropecten irregularis* und das Moostier *Flustra foliacea* und alle Fischarten wurden nur anhand der Videos nachgewiesen. Auch der Schwamm *Suberites* spp. wurde nur auf Basis der Videoanalysen nachgewiesen.

Die Rahmenfotos der Kratzproben entlang der Videotransekte, welche auch einen kleinen Bereich über den eigentlichen Kratzbereich hinaus abdecken, wurden gesichtet und nach dem Vorkommen weiterer Arten hin überprüft. Hierüber wurden jedoch keine erfasst, die nicht bereits durch die Kratzprobe und/oder die Videoauswertung nachgewiesen wurden.

Tab. 1: Artenliste der mittels Videos und Kratzproben erfassten Fauna (Makrozoobenthos und Fische) im April 2023. RL: Rote Liste-Kategorie nach RACHOR et al. (2013): Kat. 2 = stark gefährdet, Kat. 3 = gefährdet, Kat. G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, Kat. R = extrem selten, V = Vorwarnliste

N = nicht-heimische Art (Neozoon)

*im Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art gezählt, blau hinterlegt: für den Transekt nicht als eigenständige Art gezählt, grün hinterlegt: als struktur- und/oder habitatbildende Art eingeordnet

C = Charlie, A = Alpha, B = Bravo, R = Riffgat

Großgruppe/ Ordnung	Familie	Taxon / Art	RL	N	C	A	B	R
Porifera								
Leucosolenida	Syconidae	<i>Sycon ciliatum</i>						x
Suberitida	Halichondriidae	<i>Halichondria</i> spp.			x	x	x	x
	Suberitidae	<i>Suberites</i> spp.			x			x
Hydrozoa								
Anthoathecata	Bougainvilliidae	<i>Bougainvillia muscus</i>				x	x	x
	Corymorphidae	<i>Corymorpha nutans</i>			x			
	Eudendriidae	<i>Eudendrium ramosum</i>			x	x	x	x
	Tubulariidae	<i>Tubularia indivisa</i>			x		x	
		Tubulariidae indet.*						x

Großgruppe/ Ordnung	Familie	Taxon / Art	RL	N	C	A	B	R	
Leptothecata	Campanulariidae	<i>Clytia hemisphaerica</i>			x	x	x	x	
		<i>Obelia dichotoma</i>				x	x	x	
		<i>Obelia longissima</i>			x	x	x		
		<i>Calycella syringa</i>			x	x	x	x	
	Haleciidae	<i>Halecium halecinum</i>	R		x	x	x		
	Sertulariidae	<i>Hydrallmania falcata</i>	R						x
<i>Sertularia cupressina</i>		G			x	x	x	x	
Anthozoa									
Malacalcyonacea	Alcyoniidae	<i>Alcyonium digitatum</i>	3		x	x		x	
Actiniaria	Actiniidae	<i>Urticina eques</i>	3				x		
	Diadumenidae	<i>Diadumene cincta</i>	R	N			x	x	
	Metridiidae	<i>Metridium senile</i>	G		x	x	x	x	
	Sagartiidae	<i>Cylista troglodytes</i>				x		x	
		<i>Sagartia undata</i>	3			x			
		Sagartiidae indet.*					x		
	Actiniaria indet.*						x	x	
Bryozoa									
Cheilostomatida	Bugulidae	<i>Bugulina flabellata</i>						x	
	Electridae	<i>Conopeum reticulum</i>			x		x		
		<i>Electra pilosa</i>			x	x	x	x	
	Flustridae	<i>Flustra foliacea</i>						x	
	Schizoporellidae	<i>Schizoporella japonica</i>		N			x		x
<i>Schizoporella</i> spp.*						x		x	
Ctenostomatida	Alcyonidiidae	<i>Alcyonidium parasiticum</i>	G		x				
		Alcyonidiidae indet.*						x	
	Arachnidiidae	<i>Arachnidium fibrosum</i>				x	x	x	
Cyclostomatida	Crisiidae	<i>Crisia aculeata</i>	R					x	
Nemertea									
Monostilifera	Oerstediiidae	<i>Oerstedtia dorsalis</i>			x	x	x	x	
		Nemertea indet.			x		x		
Polychaeta									
Phyllodocida	Phyllodocidae	<i>Eulalia viridis</i>			x				
		<i>Eumida</i> spp.				x			
	Polynoidae	<i>Eunoe nodosa</i>						x	
		<i>Harmothoe impar</i>			x				
		Polynoidae indet.*						x	x
	Syllidae	<i>Eusyllis blomstrandii</i>			x	x	x	x	
<i>Myrianida</i> spp.				x				x	
Bivalvia									
Myida	Myidae	<i>Mya</i> spp.						x	
Mytilida	Mytilidae	<i>Musculus subpictus</i>	G					x	

Großgruppe/ Ordnung	Familie	Taxon / Art	RL	N	C	A	B	R	
		<i>Mytilus edulis</i>			x			x	
Pectinida	Pectinidae	<i>Aequipecten opercularis</i>	R					x	
Venerida	Veneridae	<i>Petricolaria pholadiformis</i>		N	x		x		
Gastropoda									
Caenogastro- poda	Epitoniidae	<i>Epitonium clathratulum</i>						x	
Littorinimorpha	Rissoidae	<i>Pusillina inconspicua</i>			x		x	x	
Nudibranchia	Corambidae	<i>Corambe obscura</i>		N			x	x	
	Facelinidae	<i>Facelina</i> spp.			x	x			
	Flabellinidae	<i>Flabellina</i> spp.			x		x	x	
	Polyceridae	<i>Limacia clavigera</i>				x			
		<i>Polycera quadrilineata</i>						x	x
	Tergipedidae	<i>Tergipes tergipes</i>					x		
	Tritoniidae	<i>Tritonia hombergii</i>				x			
		Nudibranchia indet.*					x		
Crustacea									
Amphipoda	Amphilochidae	<i>Apolochus neapolitanus</i>	V					x	
	Aoridae	<i>Aora gracilis</i>			x	x	x	x	
	Caprellidae	<i>Pariambus typicus</i>						x	
		<i>Phtisica marina</i>					x		
		<i>Pseudoprotella phasma</i>				x			
	Corophiidae	<i>Monocorophium acherusicum</i>			x	x	x	x	
	Iphimediidae	<i>Iphimedia minuta</i>					x		
	Ischyroceridae	<i>Jassa herdmani</i>	R		x	x	x		
	Melitidae	<i>Abludomelita obtusata</i>					x	x	
	Microprotopi- dae	<i>Microprotopus maculatus</i>			x		x	x	
	Stenothoidae	<i>Stenothoe marina</i>			x	x	x	x	
		Stenothoidae indet.*			x				x
	Tryphosidae	<i>Tryphosa nana</i>						x	
Cumacea	Bodotriidae	<i>Bodotria scorpioides</i>						x	
Decapoda	Cancriidae	<i>Cancer pagurus</i>			x	x	x	x	
	Corystidae	<i>Corystes cassivelaunus</i>			x				
	Hippolytidae	<i>Hippolyte varians</i>			x	x	x	x	
	Inachidae	<i>Macropodia rostrata</i>			x	x	x	x	
	Nephropidae	<i>Homarus gammarus</i>	2					x	
	Paguridae	<i>Pagurus bernhardus</i>			x	x	x	x	
	Pandalidae	<i>Pandalus montagui</i>			x				
	Polybiidae	<i>Liocarcinus holsatus</i>			x			x	
		<i>Necora puber</i>			x	x	x	x	
	Thoridae	<i>Eualus cranchii</i>	R		x				

Großgruppe/ Ordnung	Familie	Taxon / Art	RL	N	C	A	B	R
Balanomorpha	Balanidae	<i>Balanus crenatus</i>			x	x		x
		Balanidae indet.*			x			
Pycnogonida								
Pantopoda	Ammotheidae	<i>Achelia</i> spp.			x	x		x
	Callipallenidae	<i>Callipallene</i> spp.						x
	Nymphonidae	<i>Nymphon brevirostre</i>				x	x	x
		<i>Nymphon</i> spp.*			x	x	x	
Echinodermata								
Forcipulatida	Asteriidae	<i>Asterias rubens</i>			x	x	x	x
Paxillosida	Astropectinidae	<i>Astropecten irregularis</i>	G		x	x	x	
Camarodonta	Parechinidae	<i>Psammechinus miliaris</i>				x		x
Amphilepidida	Amphiuridae	<i>Amphipholis squamata</i>	V					x
Asciacea								
Aplousobranchia	Polyclinidae	<i>Polyclinum aurantium</i>	R			x		x
Stolidobranchia	Molgulidae	<i>Molgula</i> spp.			x		x	x
Pisces								
Callionymiformes	Callionymidae	<i>Callionymus lyra</i>			x			x
Eupercari	Labridae	<i>Ctenolabrus rupestris</i>				x		x
Perciformes	Pholidae	<i>Pholis gunnellus</i>						x
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Limanda limanda</i>			x	x		
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Pomatoschistus</i> spp.			x	x	x	x
Gesamttaxazahl: Σ 98 Taxa			17	4	56	41	50	64
Gesamtartenzahl: Σ 88 Arten					54	39	46	61



Abb. 4: Die Garnele *Pandalus montagui* zwischen Seeanemonen (*Metridium senile*) an der Tauchstelle Charlie.
Foto: Christian Howe



Abb. 5: Nacktschnecke *Polycera quadrilineata* und eine Grundel (*Pomatoschistus* sp.) an Tauchstelle Charlie.
Foto: Christian Howe

4.2.2 Arten der Roten Liste

Nach aktueller Roter Liste für die marine benthische Wirbellosenfauna von RACHOR et al. (2013) weisen insgesamt 17 Arten (18 % der Arten) einen Gefährdungsgrad (Kategorie 0-3, G, R) auf. Den höchsten Gefährdungsgrad mit der Kategorie „2“ (stark gefährdet) hat der Europäische Hummer (*Homarus gammarus*), der anhand der Videoaufnahmen zwischen den Steinen identifiziert wurde. Den Gefährdungsgrad „3“ (gefährdet) weisen das Moostier *Alcyonidium parasiticum* und die Seeanemonen *Urticina eques* und *Sagartia undata* (früher *Sagartiogeton undatus*) auf. Insgesamt 5 Arten werden mit der Kategorie „G“ (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) eingestuft und 8 Arten mit der Kategorie „R“ (extrem selten, geographische Restriktion). Auf der Vorwarnliste (Kategorie „V“) befinden sich der Flohkrebs *Apolochus neapolitanus* und der Schlangensterne *Amphipholis squamatus*. Die Häufigkeit der Rote-Liste-Arten war unterschiedlich: Hummer wurden regelmäßig am Standort Riffgat gesichtet. Ein weiterer Hummer wurde zusätzlich am Standort Charlie gesehen. Da dieses Tier aber außerhalb des Videotranssektes war, wird das Vorkommen hier nur nachrichtlich gegeben und nicht als Art in Tab. 1 gezählt. Ebenso traten die sessilen Aufwuchsarten regelmäßig bzw. sogar dominant (z.B. *Metridium senile*, *Sertularia cupressina*, beide Kategorie G) auf. Andere RL-Arten waren Einzelfunde (z.B. *Urticina eques*, *Eualus cranchii*).

4.2.3 Struktur- und habitatbildende Arten

Im Untersuchungsgebiet traten mehrere Arten auf, die hinsichtlich der Frequenz, des Bedeckungsgrades und der Biomasse die Epifauna dominierten. Da sie durch ihre aufrechte verzweigte Lebensweise die Heterogenität des Lebensraumes deutlich erhöhen (strukturbildend), können solche Arten potenziell als ecosystem engineer¹ sensu JONES et al. (1994) fungieren. Als habitatbildend werden innerhalb dieses Berichtes Arten bezeichnet, die weiteren sessilen oder vagilen Sekundärbesiedlern einen Siedlungsraum bieten. Während der Taucharbeiten und auf den Videos bzw. Fotos waren diese Arten/Taxa aufgrund ihrer Größe und Wuchsform zumeist deutlich zu erkennen und anhand der Kratzproben auf Artebene bzw. anhand der Videos auf Gattungsebene auch zu identifizieren.

Porifera: Im Gebiet kamen insgesamt drei Schwammarten vor, die aufgrund ihrer Größe und Wuchsform aufragende, dreidimensionale Strukturen ausbilden können. Insgesamt war das Auftreten von Schwämmen zumeist vereinzelt. *Halichondria panicea* bzw. *Halichondria* spp. war die häufigste Art und kam an allen Standorten vor. Auffällig war, dass alle Kolonien noch vergleichsweise klein waren und kaum in die Höhe ragten (vgl. Abb. 6). Die Gattung *Suberites* spp. wurde nur anhand der Videos gefunden und kam sehr vereinzelt an den Standorten Charlie und Riffgat vor (Abb. 7). *Sycon ciliatum* bzw. *Sycon* spp. kam vereinzelt nur am Standort Riffgat vor.

¹ Definition: The creation, destruction, or modification of habitats and/or modulation of the availability of resources to other species by organisms (JONES et al. 1994)



Abb. 6: Mit Seenelken und Hydrozoa bewachsener größerer Stein mit randlichem Vorkommen von *Halichondria* spp. (s. Pfeil) am Standort Riffgat.
Foto: Florian Huber

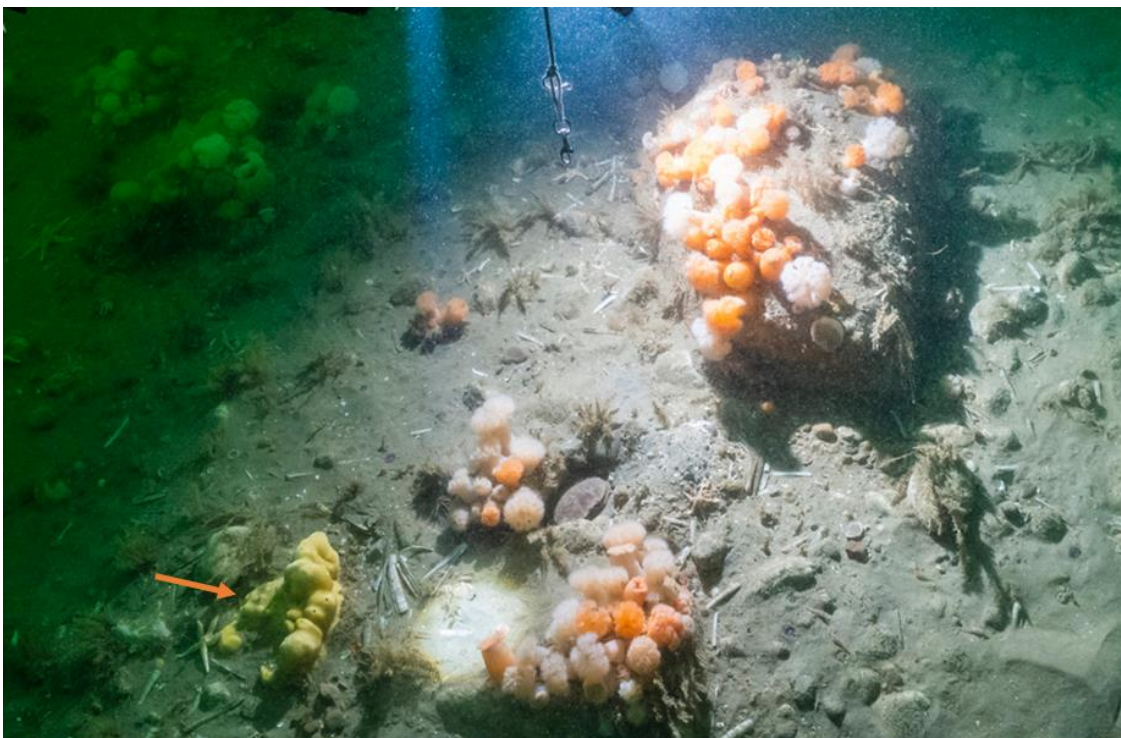


Abb. 7: Mit Seenelken bewachsene Steine sowie ein vollständig mit *Suberites* spp. überwachsener kleiner Stein (s. Pfeil) am Standort Charlie.
Foto: Uli Kunz

Hydrozoa: In dieser Untersuchung kamen drei größere Taxa/Arten vor, die aufgrund ihrer aufrechten Wuchsform als Strukturbildner fungieren (Abb. 8). Weit verbreitet und in jedem Transekt auffindbar waren hoch aufwachsende Hydrozoa wie *Sertularia cupressina*, *Halecium halecinum* und verschiedene *Obelia*-Arten. Die Kolonien erreichten eine maximale Höhe von 20 cm und eine maximale Ausdehnung von 25 cm.

Die genannten Arten bieten vielen kleineren Arten einen Lebens-, Laich- und Nahrungsraum sowie Versteckmöglichkeiten (habitatbildend). Die Interaktionen zwischen Hydrozoen und anderen Organismen sind z.B. in BRADSHAW et al. (2003) und DI CAMILLO et al. (2017) beschrieben. Auch in dieser Untersuchung kamen eine Reihe von Arten vor, die wie viele Bryozoen und kleinere Hydrozoen als sekundäre Aufwuchsf fauna die Hydrozoostöcke besiedelten. Deutlich sichtbar waren oftmals dichte Bezüge von *Electra pilosa* auf *S. cupressina*. Viele Nacktschnecken ernähren sich von den Hydroidpolyphen und nutzen zudem die Stöcke als Ort der Eiablage. Auch in dieser Untersuchung wurden mehrere Eigelege der Nudibranchia in den Kratzproben gefunden. Daneben kommen viele Arthropoda (Pycnogonida, Amphipoda) und kleinere Polychaeten (Syllidae) an Hydrozoa assoziiert vor.



Abb. 8: Großer, mit Hydrozoa und wenigen Anthozoa bewachsener Block am Standort Charlie.
Foto: Uli Kunz

Anthozoa: In dieser Untersuchung kamen die Seenenke *Metridium senile* und die Tote Mannshand *Alcyonium digitatum* als strukturbildende Arten vor.

Metridium senile war aufgrund der Wuchsgröße, Abundanz und Biomasse eine der dominanten Arten des Gebietes und an allen Standorten mit großen Individuen vertreten (Abb. 9). Sie besiedelte alle Formen von Hartsubstrat und kam z.T. in sehr dichten Beständen vor. Neben *Sertularia cupressina*

war sie die dominanteste Art des Gebietes. Einzelne Individuen hatten Größen von 20-25 cm, teils überzogen sie ganze Steinoberflächen. Für *M. senile* ist nicht beschrieben, dass eine an sie assoziierte Fauna vorkommt. Gegenteilig beobachtete COOLEN et al. (2015), dass Proben, die von *M. senile* dominiert waren, weniger Arten enthielten als Proben ohne *M. senile*. Er schloss, dass *M. senile* durch Reduktion von Siedlungsraum und Larvenprädation einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt hat und dadurch eine Schlüsselrolle einnimmt.



Abb. 9: Typischer Steinbewuchs mit einer Dominanz von *Metridium senile* am Standort Charlie.
Foto: Uli Kunz

Die Tote Mannshand *Alcyonium digitatum* wurde entlang der Videotransekte nur selten gesichtet und dominierte in keinem Abschnitt die sessile Fauna, wie man es beispielsweise von Helgoland an Steilwänden und Canyons kennt. Diese Art war nur am Standort Riffgat regelmäßig vertreten (Abb. 10) während sie an den Standorten Charlie und Alpha vereinzelt anzutreffen war und am Standort Bravo fehlte. Die Art spielt aufgrund Ihrer Wuchsform, Größe und Langlebigkeit (bis 20 Jahre) eine wichtige und indikative Rolle für das Ökosystem von Riffen. Zudem steht sie mit der Kategorie 3 ("gefährdet") auf der Roten Liste.

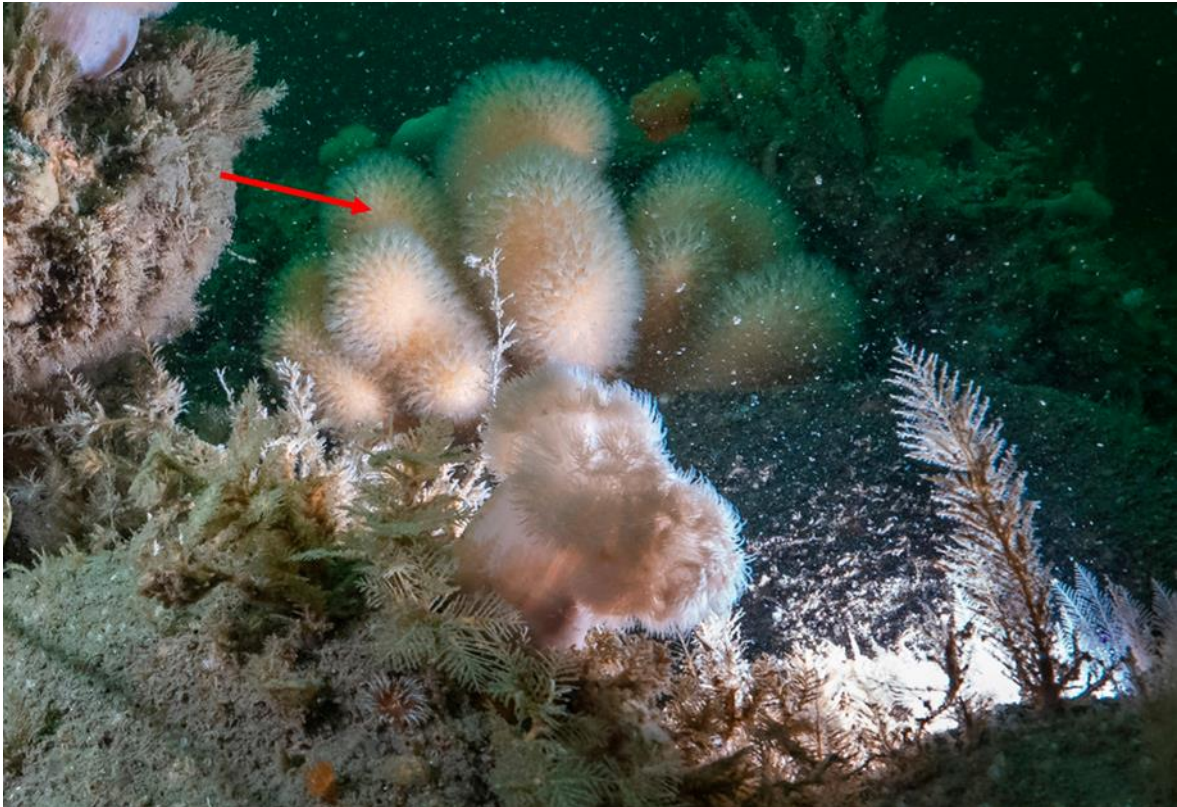


Abb. 10: Kolonie der Toten Mannshand *Alcyonium digitatum* (s. Pfeil) am Standort Riffgat.
Foto: Uli Kunz

Bryozoa: Zu den struktur- und habitatbildenden Bryozoa gehört *Flustra foliacea*. Diese Art kam im Untersuchungsgebiet allerdings nur vereinzelt mit kleinen Kolonien am Standort Riffgat vor. An den anderen Transekten wurden keine *Flustra* beobachtet. Von dieser Art ist ebenfalls bekannt, dass sie eine diverse Fauna beherbergt (STEBBING 1971).

4.2.4 Bedeckung der Hartsubstrate mit Epibenthos

Die Videoaufnahmen zeigten, dass größere Steine (>20 cm) entlang der untersuchten Transekte zumeist alle besiedelt waren. Insbesondere am Standort Riffgat war die Bedeckung der Steine sehr hoch. An den drei Verdachtsflächen kamen dagegen auch abschnittsweise Bereiche mit kleineren Steinen vor, die nur eine geringe Besiedlung aufwiesen und z.T. übersandet waren (vgl. Abb. 11).

Die strukturbildenden Arten kamen z.T. gemeinsam auf einem Stein vor, ohne dass eine klare Dominanz einer Art zu bestimmen ist (Abb. 12). Alternativ waren Steine nur von einer Art dominant besiedelt. Jedoch wechselten sich z.B. Anthozoen- und Hydrozoen-Gemeinschaften mosaikartig auf kleinem Raum ab. Auf räumliche Unterschiede der epibenthischen Besiedlung wird detaillierter in Kap. 4.3 eingegangen.

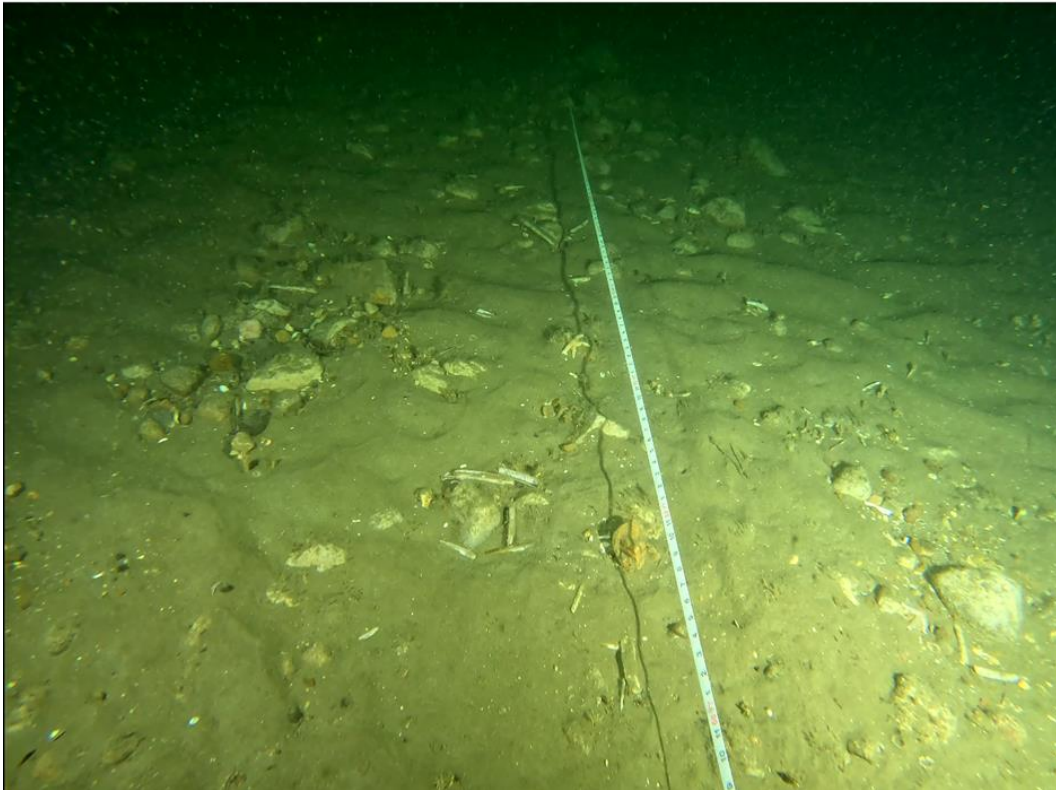


Abb. 11: Vorkommen kleinerer, zumeist übersandeter Steine ohne epibenthische Besiedlung am Standort Charlie.
Foto: Standbild Video im Abschnitt 20-25 m.



Abb. 12: Gemeinsames Vorkommen von Seenelken und Hydrozoa auf einem Stein ohne klar erkennbare Dominanz einer Art am Standort Riffgat.
Foto: Uli Kunz.

4.3 Räumliche Variabilität der Biotopausstattung

In den folgenden Kapiteln wird die räumliche Variabilität der abiotischen und biotischen Biotopausstattung beschrieben. Das Ziel ist, die räumliche Variabilität der Substrate und der epibenthischen Besiedlung mit ihren Ausprägungen für das Untersuchungsgebiet darzustellen.

4.3.1 Steinvorkommen (Video)

Anhand der Videoauswertungen wurden die Habitate an den vier untersuchten Tauchstellen beschrieben. Die Transekte wurden in 2 m lange Abschnitte unterteilt. Für jeden Abschnitt wurden folgende Parameter erfasst: Die mittlere Bedeckungsklasse mit Steinen, die mittlere Steingrößenklasse, die Abschnitte ohne Steine, vorherrschenden sessilen Arten, der mittlere Bedeckungsgrad der Steine mit sessiler Fauna und die Anzahl von Steinen >30 cm mit Bewuchs. Die Ergebnisse sind vergleichend in Tab. 2 zu gegenübergestellt.

Der Standort Riffgat wies entlang des 49 m langen Transektes mit im Mittel 3,16 (d.h. Bedeckungsgrad Kategorie 3, 50-90 %) einen hohen Bedeckungsgrad mit Steinen auf. Über 11 Abschnitte kamen Steine flächendeckend (Kategorie 4, >90 %) vor und nur 3 der 25 Abschnitte waren ohne Steinvorkommen. Neben der hohen Steindichte kamen in 21 Abschnitten überwiegend große Steine der Kategorie 3 (Blöcke = Steine >40 cm) vor.

Am Standort Alpha war die Bedeckung des Meeresbodens mit Steinen gegenüber dem Riffgat wesentlich geringer und entsprach im Mittel der Kategorie 1 (<5 %). Blöcke wurden nur vereinzelt in zwei Abschnitten beobachtet und über 7 Abschnitte des 48 m langen Transektes dominierten Steine der Kategorie 1 (<20 cm). Insgesamt traten größere Lücken mit reinen Sandvorkommen zwischen den Steinfeldern auf und 8 der 24 2 m-Abschnitte wiesen keine Steine auf.

Am Standort Charlie war die Steindichte mit im Mittel 1,05 vergleichbar zum Standort Alpha. Allerdings waren die Steine etwas größer und es kamen entlang des 48 m langen Transektes mehr Blöcke in vier Abschnitten vor. Dennoch wiesen auch hier 11 der 24 2 m-Abschnitte keine Steine auf.

Der Standort Bravo wies entlang des 24 m langen Transektes insgesamt mit im Mittel 0,5 die geringste Bedeckung mit Steinen innerhalb der Verdachtsflächen auf. An 8 der 12 2 m-Abschnitte kamen keine Steine vor. Allerdings kamen an den wenigen Abschnitten zumeist große Steine der Kategorie 3 (Blöcke) vor, wobei die Anzahl insgesamt gering war.

Der räumliche Vergleich der abiotischen Habitatausstattung zeigt, dass sich die drei Verdachtsflächen deutlich von dem Standort Riffgat unterscheiden. Hierbei haben die Standorte Alpha und Charlie eine ähnliche Steindichte, während der Standort Bravo eine geringere Steindichte aufweist.

Tab. 2: Zusammenfassende Habitatbeschreibung der vier untersuchten Standorte anhand der Videoauswertung. Einteilungen der Klassen Steinbedeckung und Steingröße s. Kap. 3.3.

Standort	Schwimmrichtung	Transektlänge [m]	mittlere Steinbedeckung (Kat.)	mittlere Steingröße (Kat.)	Abschnitte ohne Steine	dominante sessile Epifauna	mittl. Bedeckungsgrad Steine mit sessiler Fauna	Anzahl von Steinen >30 cm mit Bewuchs, auf 100 m ² normiert
Alpha	SO	48	1	2	8 von 24	Metridium, Hydrozoa	1,33	12
Charlie	O	48	1,04	2	11 von 24	Metridium, Hydrozoa	1,08	17
Bravo	SO	24	0,5	3	8 von 12	Metridium, Sandboden	0,75	13,5
Riffgat	SW	49	3,16	3	3 von 24	Hydrozoa, Metridium, Alcyonium	2,64	146

4.3.2 Vagile Megafauna (Video)

Die Darstellung der Artenvielfalt und Abundanz der vagilen Megafauna (Tiere >8 cm, Wirbellose und Fische) erfolgt anhand der Daten der Videoauswertung.

Durch die Videoanalysen konnten insgesamt 12 Arten der vagilen Megafauna im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden (Tab. 3). Die Artenzahlen an den Standorten schwanken zwischen minimal 5 Arten (Bravo) und maximal 8 Arten (Riffgat). Die Gesamtabundanz, normiert auf 100 m², variierte zwischen 16,7 Ind./100 m² (Bravo) und 52,0 Ind./100 m² (Riffgat).

Am Standort Riffgat wurden entlang des Transektes vier Hummer gesichtet, die an den anderen drei Standorten nicht auftraten. Lediglich am Standort Charlie wurde ebenfalls ein Hummer gesichtet, der sich aber außerhalb des Transektes befand und daher nicht in Tab. 3 aufgenommen wurde. Neben Hummern war auch die Dichte an Taschenkrebse (*Cancer pagurus*) und Teufelsschwimmkrabben (*Necora puber*) sowie Klippenbarschen (*Ctenolabrus rupestris*) und Butterfisch (*Pholis gunnelus*) am Standort Riffgat deutlich höher als an den anderen Standorten. Dagegen kamen Einsiedlerkrebse (*Pagurus bernhardus*) und Kammsterne (*Astropecten irregularis*) am Riffgat in geringerer Abundanz vor als an den anderen Standorten.

Innerhalb der drei Riffverdachtsflächen wiesen Charlie und Alpha eine ähnlich hohe Artenvielfalt und Abundanz der vagilen Megafauna auf. Beim Standort Bravo wurden geringere Werte für Artenzahl und Abundanz festgestellt, was sowohl im Fehlen von Fischen, als auch in einer geringeren Abundanz der Wirbellosen begründet ist.

Tab. 3: Abundanzen der anhand der Videoauswertung erfassten vagilen Megafauna-Arten (Wirbellose und Fische) an den vier Standorten und im Untersuchungsgebiet.

Artnamen		Ind./Tauch-strecke				Ind./100 m ²				Σ	Ind./100 m ²
		Charlie	Alpha	Riffgat	Bravo	Charlie	Alpha	Riffgat	Bravo	Gesamt-gebiet	Gesamt-gebiet
<i>Homarus gammarus</i>	Europäischer Hummer	0	0	4	0	0	0	4,1	0	4	1,0
<i>Cancer pagurus</i>	Taschenkrebs	3	1	13	2	3,1	1,0	13,3	4,2	19	5,4
<i>Necora puber</i>	Teufelsschwimmkrabbe	1	3	16	2	1,0	3,1	16,3	4,2	22	6,2
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Schwimmkrabbe	1	0	0	1	1,0	0	0	2,1	2	0,8
<i>Macropodia rostrata</i>	Gespensterkrabbe	0	0	2	0	0	0	2,0	0	2	0,5
<i>Pagurus bernhardus</i>	Einsiedlerkrebs	18	14	3	2	18,8	14,6	3,1	4,2	37	10,1
<i>Corystes cassivelaunus</i>	Maskenkrabbe	1	0	0	0	1,0	0	0	0	1	0,3
<i>Astropecten irregularis</i>	Nordischer Kammstern	1	4	0	1	1,0	4,2	0	2,1	6	1,8
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Klippenbarsch	0	1	5	0	0	1,0	5,1	0	6	1,5
<i>Callionymus lyra</i>	Gestreifter Leierfisch	3	0	4	0	3,1	0	4,1	0	7	1,8
<i>Phonis gunellus</i>	Butterfisch	0	0	4	0	0,0	0	4,1	0	4	1,0
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	0	1	0	0	0	1,0	0	0	1	0,3
Gesamtartenzahl vagiler Megafauna		7	6	8	5					12	
Gesamtabundanz (Ind./100 m²) vagiler Megafauna						29,2	25,0	52,0	16,7	111	30,7

4.3.3 Mobile und sessile Epifauna (Kratzproben)

In Abb. 13 sind die Artenzahlen der mit den Kratzproben erfassten Fauna für die vier untersuchten Standorte als Gesamtartenzahl und mittlere Artenzahl aus den drei Proben pro Transekt (Standort) dargestellt. Insgesamt variierten die Artzahlen pro Probe zwischen 13 Arten (Standort Alpha, Probe 1) und 35 Arten (Standort Riffgat, Probe 3).

Am Standort Riffgat wurde mit insgesamt 49 Arten und einer mittleren Artenzahl von 31 Arten eine deutlich höhere Artenvielfalt als an den anderen Standorten ermittelt (Abb. 13). Die Standorte Charlie und Bravo ähneln sich sowohl hinsichtlich der Gesamtartenzahlen von 42 bzw. 41 Arten als auch im Vergleich der mittleren Artenzahl von 22,3 (Charlie) bzw. 20,7 (Bravo). Am Standort Alpha wurde mit 28 Arten sowohl eine wesentlich geringere Gesamtartenzahl erfasst, als auch eine etwas geringere mittlere Artenzahl von 18 Arten. Die geringere Artenvielfalt am Standort Alpha wurde v.a. durch den vergleichsweise geringen Anteil an Crustacea und Gastropoda (Nudibranchia) hervorgerufen (Abb. 14).

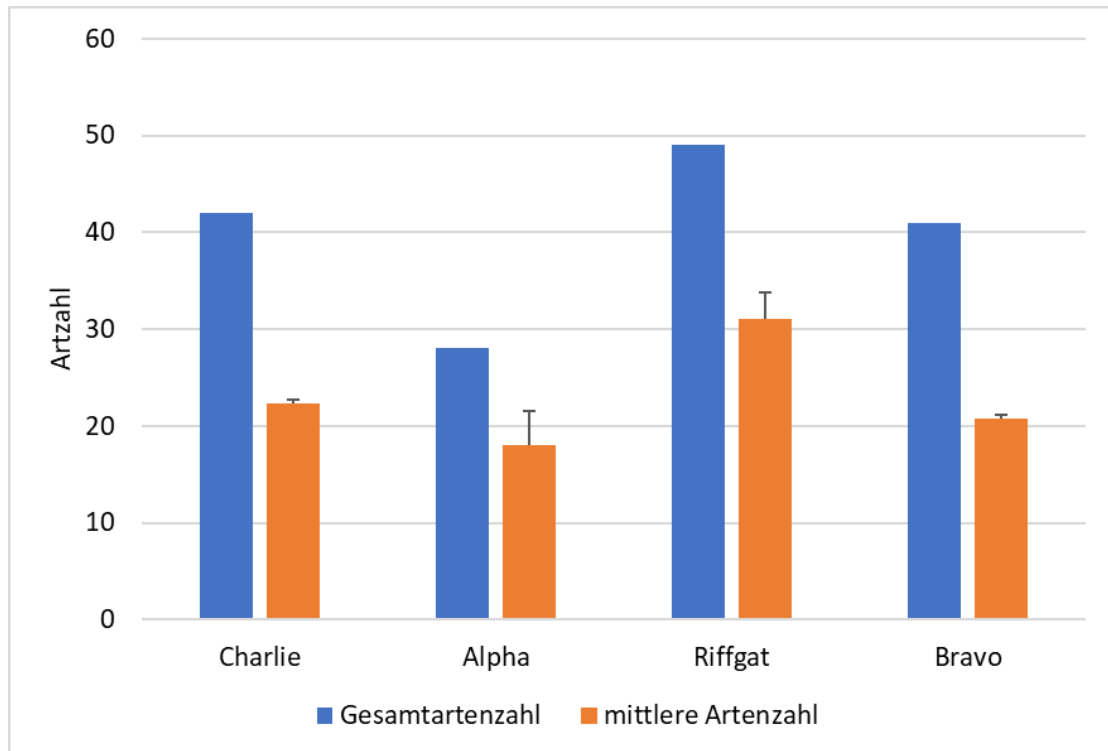


Abb. 13: Gesamtartenzahl und mittlere Artenzahl (+SD) in den Kratzproben an den vier Standorten.
N = 3 Kratzproben pro Standort

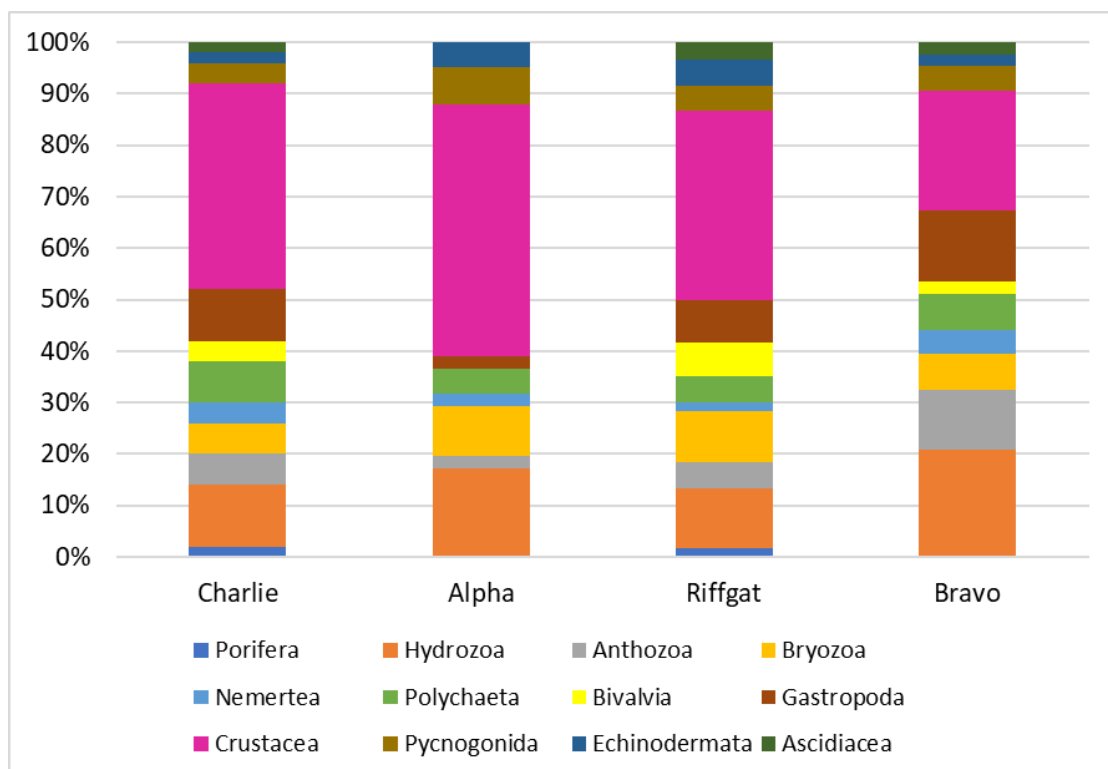


Abb. 14: Relativer Anteil (%) der einzelnen Großgruppen am gesamten Artenspektrum) in den Kratzproben an den vier Standorten.
N = 3 Kratzproben pro Standort

4.3.4 Bedeckung der Hartsubstrate mit Epifauna (Video und Rahmenfoto)

In Tab. 2 ist die mittlere Bedeckung der Steine mit sessiler Epifauna gelistet, die anhand der Videos in 2 m-Abschnitten in drei Kategorien aufgenommen wurde. Die Berechnung der Mittelwerte bezieht sich nur auf die Abschnitte mit Steinen. Die meisten Steine waren an allen Standorten auch besiedelt. Der Bedeckungsgrad war am Standort Riffgat mit durchschnittlich der Kategorie 3 (50-100 % Bedeckung der Steine) am höchsten. An den Standorten Charlie und Alpha lag die mittlere Bedeckung bei der Kategorie 2, d.h. zwischen 10-50 %. Der Standort Bravo wies zwar weniger Steinabschnitte auf, dafür kamen aber größere Steine vor, die eine mittlere Bedeckung von 2,3 aufwiesen und somit zwischen dem Riffgat und den anderen zwei Standorten einzuordnen sind.

Die Zusammensetzung der sessilen Epifauna auf den Steinen wurde anhand der Rahmenfotos auf der 25 x 25 cm großen Fläche geschätzt. Der prozentuale Anteil der identifizierten Taxa ist in Abb. 14 dargestellt. Die Graphik verdeutlicht, dass die Besiedlung der Steine im untersuchten Gebiet sehr variabel ausgeprägt ist, wie auch schon anhand der Bilder in Kap. 4.2 sichtbar wird. Die Besiedlung kann sowohl eine diverse Epifauna aufweisen (z.B. Riffgat-2, Bravo-1 oder Alpha-2) als auch dominant von einer Art besiedelt sein (z.B. Alpha-3, Bravo-3). An allen Standorten und Proben nahmen Detritusbeläge bzw. Amphipodenrasen (Röhren von Amphipoden) einen größeren Anteil an der Gesamtbedeckung ein. Daneben gehörten Bryozoa (*Eudendrium* spp., *Electra pilosa*), *Metridium senile* und Hydrozoa (v.a. *Sertularia cupressina*) zu den dominanten Besiedlern der Steine.

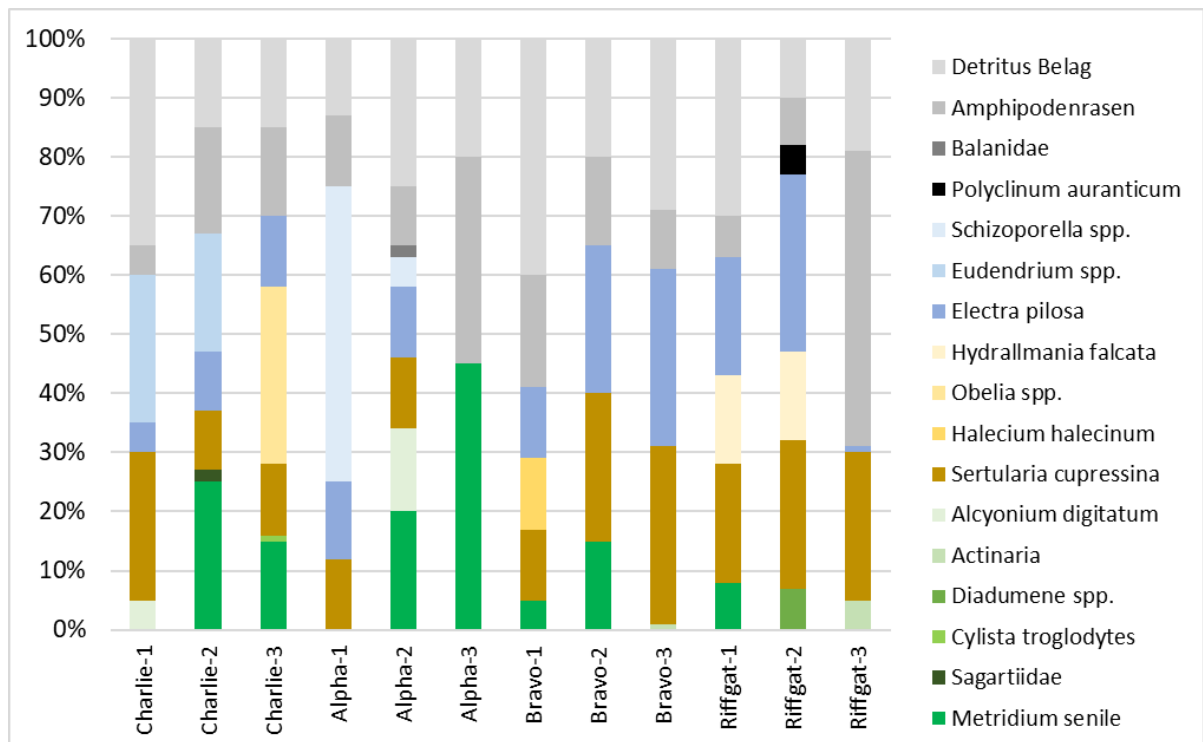


Abb. 15: Relative Anteile der sessilen Epifauna an der Bedeckung der Steine für die 12 Kratzproben an den vier Standorten.
N = 3 Rahmen pro Standort mit jeweils 625 cm²

Auch innerhalb eines Standortes kann die Zusammensetzung der Epifauna recht unterschiedlich sein, was allerdings auch darin begründet ist, dass möglichst unterschiedliche Steine hinsichtlich Bewuchs, Größe und Ausrichtung beprobt wurden, um umfassendere Informationen über einen ganzen Standort zu bekommen.

4.4 Anzeichen anthropogener Beeinträchtigung

Während der Taucharbeiten und auch in der nachträglichen Videoanalyse fielen keine menschlichen Spuren wie z.B. Reste von Fischernetzen oder möglicherweise auf geschleppte Fischereigeräte zurückzuführende Abrasionsspuren an Steinen oder abgeschlagene Schwammkolonien auf. Nicht nur am Standort Riffgat, sondern auch an den anderen Standorten waren keine anthropogenen Veränderungen an der Struktur oder dem Bewuchs sichtbar. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass diese doch sehr steinreichen Gebiete nicht von grundberührender Fischerei betroffen sind, da die Fischer Gefahr laufen ihre Netze zu zerstören bzw. bei größeren Steinen auch Haker riskieren, die potenziell gefährlich sein können, da sich das Schiff zur Seite neigt und im schlimmsten Fall kentert.

5. Einordnung der Ergebnisse

Natürliche Vorkommen an geogenen Hartsubstraten wie Steine und Kiese sind wichtige ökologische Merkmale der Meeresumwelt, die in der südlichen Nordsee nur in wenigen Bereichen vorkommen. Diese Bereiche konzentrieren sich im deutschen Meeresraum auf den Helgoländer Felssockel, Helgoländer Steingrund sowie das Sylter Außenriff und den Borkum Riffgrund. Hartsubstrate erhöhen die Komplexität des Meeresbodens und gehen einher mit einer hohen Biodiversität, charakteristischen Arten und spezifischen Ökosystemfunktionen, die sie von den umgebenden Weichböden unterscheiden (z.B. COOLEN et al. 2015, GOLDING et al. 2020, HARTNOLL 1998, IRVING 2009).

Im Gegensatz zu den weit verbreiteten Weichböden ist das Epibenthos natürlicher Hartsubstrate im Sublitoral der südlichen Nordsee nur wenig untersucht (umfangreichere Untersuchungen liegen zu anthropogenen Hartsubstraten wie z.B. Piles von Offshore-Windkraftanlagen vor). Frühere Studien in steingeprägten Gebieten konzentrierten sich v.a. auf den Felssockel von Helgoland (z.B. DE KLUIJVER 1991, KÜHNE & RACHOR 1996). Die geringe Datenbasis ist v.a. durch methodische Schwierigkeiten begründet, da der Aufwuchs von Hartsubstraten nicht mit den üblichen Standardmethoden (Greiferproben) untersucht werden, sondern nur mit bildgebenden oder tauchergestützten Methoden. Bildgebende Verfahren ermöglichen nur bei wenigen, großen Arten eine sichere Bestimmung, Taxonomen benötigen in der Regel Material zur Bestimmung, welches bisher nur mit Tauchern schnell und effizient entnommen werden kann. Taucheinsätze sind gering-invasive Methoden, aber in der offenen Nordsee aufgrund diverser Schwierigkeiten (Welle, Strömung, Stauwasserzeiten, Wind, schlechte Sicht, niedrige Temperaturen) nur unter erschwerten Bedingungen und mit viel Erfahrung möglich, was sie teuer, zeitintensiv und aufwändig macht.

Mit Umsetzung europäischer Richtlinien (FFH-RL, MSRL), wurden Hartsubstrat-geprägte Lebensräume (potenzielle Riffe) in der südlichen Nordsee auch außerhalb Helgolands intensiver untersucht und es liegen Informationen aus deutschen und niederländischen Gebieten in der AWZ und dem Küstenmeer vor (z.B. COOLEN 2017, COOLEN et al. 2015, MICHAELIS et al. 2019b, SCHRIEKEN et al. 2013). Insbesondere tauchbasierte Studien wie die vorliegende, die das Arteninventar von einzeln liegenden Steinbereichen außerhalb des Helgoländer Felssockels vollständiger erfassen, sind rar und umfassen einzelne Studien auf dem niederländischen (ALVAREZ et al. 2019, COOLEN et al. 2015) und deutschen Borkum Riffgrund (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021).

Im Folgenden werden die Befunde für die drei Riffverdachtsflächen Alpha, Bravo und Charlie im Vergleich zum Standort Riffgat sowie im Vergleich zu Literatur hinsichtlich der Ausprägung der abiotischen Strukturen und biotischen Besiedlungskennwerte eingeordnet.

5.1 Abiotische Struktur des Habitats

An allen vier Standorten war innerhalb eines Transektes ein Wechsel zwischen Bereichen mit dichten und/oder lockeren Steinvorkommen und Sandflächen ohne Steine bzw. einzelnen solitär vorkommenden Blöcken zu beobachten. Daneben war der Meeresboden lokal mit Schill, z.T. etwas Kies bedeckt. Auch diese Substrate stellen ein potenzielles Siedlungssubstrat für sessile Wirbellose oder bieten kleinen vagilen Tieren Versteckmöglichkeiten. Der tatsächliche Sedimenttyp (Feinsand, Mittelsand, Grobsand) war anhand der Videos nicht zu bestimmen. In situ wurde der überwiegende Teil als Mittel- bis Grobsand angesprochen. An einigen Abschnitten trat der Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* in wechselnder Dichte auf. Das kleinräumige Mosaik aus heterogenen Substraten ist charakteristisch für den Borkum Riffgrund (BFN 2017a, COOLEN et al. 2015, MICHAELIS et al. 2019b, RACHOR & NEHMER 2003). MICHAELIS et al. (2019b) klassifizierte die dominante Steindichte auf dem Borkum Riffgrund (AWZ) als „Type 1“ (widely scattered individual boulders and large boulders). Dies entspricht auch den Beschreibungen anderer Untersuchungen auf dem Borkum Riffgrund (z.B. RACHOR & NEHMER 2003). Aufgrund der unterschiedlichen Methodik und Klassifizierung sind die Studien jedoch nur eingeschränkt vergleichbar.

Zwischen den vier im April 2023 untersuchten Standorten bestanden z.T. deutliche Unterschiede hinsichtlich der abiotischen Strukturen. Der Standort Riffgat wurde bereits auf Basis von SideScan-Sonar als steingepprägter Bereich durch den NLWKN ausgewählt und 2020 von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) durch Tauchuntersuchungen erfasst, bewertet und fachlich als Riff eingeordnet. Die Ergebnisse der Untersuchung im Auftrag von Greenpeace bestätigen die Befunde von 2020: Der Standort wies weiterhin eine sehr hohe Bedeckung des Meeresbodens mit Steinen auf und war durch eine hohe Anzahl großer Steine sowie Blöcke gekennzeichnet. Diese Steindichte ist für die deutsche Nordsee sehr ungewöhnlich; wir kennen bisher nur einen vergleichbaren Standort im schleswig-holsteinischen Küstenmeer (der „Helgoländer Steingrund“). Die Abgrenzung des Riffgrundes gegen die Umgebung ist durch eine plötzliche starke Abnahme der Steindichte scharf.

Im Vergleich zum Standort Riffgat war die Bedeckung des Meeresbodens an den drei Verdachtsflächen und insbesondere am Standort Bravo, geringer und es kamen weniger große Blöcke und mehr Abschnitte mit reinem Sandboden vor (vgl. Kap. 4.3.1). Auf Basis der SideScanSonar-Daten von ONEDYAS (MARINESPACE 2022a, b) aus den Jahren 2019 und 2021 ist ersichtlich, dass es an den Standorten Alpha und Bravo innerhalb dieser kurzen Zeitspanne zu einem scheinbaren Rückgang der Steinbedeckung kam. Während beide Standorte nach Kriterien der Kartieranleitung des BFN (2018) 2019 als Riff klassifiziert wurden, war die Steindichte 2021 zu gering, um als Riff klassifiziert zu werden (BIOCONSULT 2022). Eine Befassung mit der Klassifizierung von Biotopen (Riffen) findet in Kap. 6 statt.

Die aktuelle Erfassung zeigte ebenfalls, dass entlang der Transekte Alpha und v.a. Bravo vereinzelt größere Steine (Blöcke) vorkamen und die randlichen kleineren Steine z.T. übersandet waren. Ob es nach 2021 zu weiteren Übersandungen gekommen ist, lässt sich auf Basis der unterschiedlichen Erfassungsmethoden der Steine (SideScanSonar versus Videoanalysen) nicht quantifizieren. Der Standort Charlie lag nach den SideScanSonar-Daten 2019 und 2021 außerhalb von Steinvorkommen, in der aktuellen Untersuchung wurden dagegen einige Blöcke sowie kleinere z.T. übersandete Steinfelder (vgl. Abb. 11) in den Videos festgestellt. Die Untersuchungen, wenngleich methodisch nur eingeschränkt vergleichbar, verdeutlichen, dass sich die drei Verdachtsflächen in Bereichen befinden, die morphologischen Veränderungen unterworfen sind. Am Standort Riffgat ist wahrscheinlich

aufgrund der Dichte an größeren Blöcken von lagestabileren Siedlungssubstraten auszugehen, welche ihrerseits die bodennahe Erosion reduzieren.

5.2 Faunistische Besiedlungsstrukturen

5.2.1 Artenspektrum und Arten der Roten Liste

Die Untersuchungsgebiete wiesen mit 98 Taxa bzw. 88 Arten aus neun Tierstämmen eine diverse Fauna aus sessilen und daran assoziierten epibenthischen Arten und einigen vagilen Megafaunaarten (>8 cm) auf. Damit liegt die Artenvielfalt etwas unterhalb derer, die 2020 von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) für den Standort Riffgat (6 Transekte und 12 Kratzproben) festgestellt wurde, wo 128 Taxa (101 Arten) aus zehn Tierstämmen vorkamen. COOLEN et al. (2015) geben für stein- und kiesgeprägte Bereiche des Borkum Riffgrundes (niederländisches Küstenmeer) insgesamt 137 Taxa (Greifer, Taucher, Video) an. Für den Helgoländer Steingrund geben DEDERER et al. (2015) 129 Arten der Epifauna an, die tauchbasiert erfasst wurden. RACHOR & NEHMER (2003) haben für die Weichböden des Borkum Riffgrundes Artlisten erstellt, die auf vier Untersuchungen mittels van Veen-Greifer und Dredge basieren. Die Artenzahl liegt bei 139 Taxa (Wirbellose und Fische).

In dieser Studie wurden 17 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) gefunden, was sowohl der Anzahl am Standort Riffgat 2020 entspricht (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021) als auch von RACHOR et al. (2013) für den deutschen Teil des Borkum Riffgrundes angegeben wird. Im niederländischen Borkum Riffgrund wiesen BOS et al. (2014) insgesamt 18 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) nach, im eigentlichen Steinbereich wurden bei begrenzter Probezahl 5 Arten gefunden. Auf dem Helgoländer Steingrund wurden 32 Arten gefunden (DEDERER et al. 2015); viele hiervon, wie auch auf dem Borkum Riffgrund, mit dem Gefährdungsgrad „R“ (extrem selten).

Grundsätzlich ist ein Vergleich von Gesamtartenzahlen zwischen Studien durch methodische Unterschiede (Probenahmegeräte, Anzahl der Stichproben, beprobtes Substrat) limitiert. Hinzu kommen saisonale und interannuelle Unterschiede im Auftreten von Arten. Potenziell kann die verringerte Artenzahl 2023 gegenüber 2020 mit den unterschiedlichen Beprobungsmonaten bzw. der Wassertemperatur zusammenhängen. Die Untersuchungen 2023 wurden bereits Mitte April bei einer Wassertemperatur von 7°C durchgeführt, während die Aufnahme 2020 am Standort Riffgat Mitte Juni bei 15°C erfolgte. Reproduktions- und Rekrutierungsprozesse sind an die Wassertemperatur gekoppelt, sodass im Sommer potenziell mehr Individuen einer Art vorkommen und die Erfassungswahrscheinlichkeit höher ist.

5.2.2 Vagile Megafauna im Umfeld der Steine

Die numerisch bedeutendsten Arten der vagilen Megafauna (>8 cm) waren Einsiedlerkrebse (*Pagurus bernhardus*), Teufelsschwimmkrabbe (*Necora puber*) und Taschenkrebse (*Cancer pagurus*; vgl. Tab. 3). Alle drei Arten sind charakteristisch für steinige/felsige Lebensräume (Riffart der AWZ) und wie Europäischer Hummer (*Homarus gammarus*) und Taschenkrebs (*Cancer pagurus*) als Top-Prädatoren außerdem wichtige Arten (keystone-species sensu PAINE (1966)) im Riff-Ökosystem.

Der Europäische Hummer wurde entlang der Transekte nur am Standort Riffgat beobachtet. Allerdings kam ein Hummer außerhalb des Transektes auch am Standort Charlie vor; dieser wurde aber aufgrund der standardisierten Methodik nicht in die Artliste aufgenommen. Die Beobachtung verdeutlicht aber, dass diese rifftypische Art grundsätzlich auch an den anderen Standorten vorkommen kann, der Nachweis aber aufgrund der geringeren Dichte über eine größere Fläche erfolgen muss.

Die geringere Hummerdichte von 4,1 Ind./100 m² in der aktuellen Erfassung gegenüber 7,5 Ind./100 m² im Jahr 2020 kann in dem unterschiedlichen Beprobungszeitpunkt begründet sein und/oder in interannueller Variabilität der Hummerdichten. Dekapode Krebse werden mit wärmerem Wasser aktiver und kehren aus ihrer Winterruhe zurück (z.B. MOLAND et al. 2011). Das Wasser hatte im April 2023 eine Temperatur von ca. 7°C. Bei der Untersuchung aus 2020, die im Juni stattfand, hatte das Wasser bereits 15°C und war somit mehr als doppelt so warm, was einen Einfluss auf Aktivität und damit die Erfassungswahrscheinlichkeit haben kann.

Die Hummerdichte am Standort Riffgat war mit 4,1 Ind./100 m² im Vergleich zu den auf dem Helgoländer Felssockel und dem am ehesten mit dem Borkum Riffgrund zu vergleichendem Helgoländer Steingrund (HSG) sehr ähnlich. Auf dem Helgoländer Felssockel wurden mit der gleichen Methode maximale Dichten von 4 Ind./100 m², am HSG von 7 Hummern pro 100 m² gefunden (unveröff. Daten P. Schubert, submaris). In den niederländischen Küstengewässern des Borkum Riffgrunds wurden entlang der Tauchtransekte keine Hummer beobachtet (BOS et al. 2014, COOLEN et al. 2015). Ursache dafür kann sein, dass sich der Hummer erst in den letzten Jahren wieder stärker ausgebreitet hat.

Die Taschenkrebsdichte in dieser Studie lag bei maximal 13 Ind./100 m² und war damit deutlich geringer als 2020 mit 66,7 Ind./100 m². Auf dem Helgoländer Felssockel wurden maximale Dichten von etwa 30 Ind./100 m², am HSG von etwa 100 Ind./100 m² im Sommer gefunden. Im niederländischen Borkum Riffgrund wurden durch Tauchuntersuchungen maximal 15 Ind./100 m² gezählt (BOS et al. 2014). Somit sind die Ergebnisse vergleichbar zu Abundanzen von anderen Standorten im Borkum Riffgrund, bleiben aber in der aktuellen Studie deutlich hinter den Zahlen von Helgoland zurück. Dies ist wahrscheinlich mit der geringeren Wassertemperatur im April 2023 zu begründen, da Taschenkrebse saisonale Wanderungen durchführen und die kältere Jahreszeit in tieferen Meeresgebieten verbringen (TONK & ROZEMEIJER 2019). Während der Taucharbeiten 2023 fiel auf, dass viele Taschenkrebse sich im Sediment vergraben hatten, was zudem die geringere Abundanz erklären könnte, da diese Individuen auf den Videos schlecht detektiert werden.

5.2.3 Struktur- und habitatbildende Arten und Bewuchs der Steine

In dieser Studie kamen insgesamt 16 Arten vor, die durch ihre Größe und aufrechte Wuchsart strukturbildend sind (vgl. Tab. 1, grün hinterlegte Arten). *Metridium senile* und Hydrozoa (v.a. *Sertularia cupressina*, aber auch *Halecium halecinum* und Arten der Gattung *Obelia*) waren über weite Bereiche des Untersuchungsraumes die dominanten Arten. *Metridium senile* ist eine weit verbreitete Art in geogenen Riffen und wurde auch von MICHAELIS et al. (2019a) anhand von Videomaterial neben Hydrozoa und Porifera als häufigste Art des Borkum Riffgrundes identifiziert. Unter den Schwämmen kam nur *Halichondria panicea* lokal auf größeren Steinen vor. Andere Schwämme, *Flustra foliacea* sowie *Alcyonium digitatum* traten demgegenüber in der Dominanz zurück. Auffällig war die geringe Größe der Schwämme. Die häufigere Art *Halichondria panicea* wies in dieser Studie im Vergleich zu

2020 (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021) auch am Standort Riffgat nur wenig in der Fläche ausge dehnte und kaum in die Höhe ragende Kolonien auf. Viele biologische Vorgänge sind temperaturabhängig und es ist davon auszugehen, dass die Aufwuchsgemeinschaft ihre Gestalt (z.B. Größe der Kolonien sessiler Struktur- und Habitatbildner) über das Jahr ändert. Die Kolonien einiger Schwammarten bilden sich im Winter zurück und erst im Frühjahr bei steigenden Wassertemperaturen wächst die Kolonie in die Fläche und Höhe (BELL & BARNES 2002, KNIGHT-JONES & MOYSE 1961, TANAKA 2002). Es ist nicht auszuschließen, dass aufgrund der geringeren Wassertemperaturen (7°C) die Schwammkolonien noch nicht gut ausgebildet waren und Arten, die 2020 am Standort Riffgat nachgewiesen worden sind (*Leucosolenia vaiabilis*, *Haliclona oculata*) daher nicht anhand der Videos beobachtet werden konnten. Von den 16 struktur- und habitatbildenden Arten in der aktuellen Untersuchung (Gesamtgebiet) kamen 13 am Standort Riffgat vor. Die drei Verdachtsflächen wiesen mit 8 (Bravo), 9 (Charlie) bzw. 10 (Alpha) etwas geringere Anzahlen dieser prägenden Arten auf, lagen aber grundsätzlich eng beieinander.

Im Untersuchungsgebiet waren meist etwa 50 % der Fläche der vorhandenen Steine besiedelt, während Kiese und kleinere Steine (<10 cm) auch unbesiedelt vorkamen bzw. eine augenscheinlich abweichende Besiedlung (kleinere Organismen, keine Schwämme, weniger langlebige Arten) aufwiesen. Eine Ausnahme stellte der Standort Riffgat dar, an welchem die Steine fast durchgängig zwischen 75 und 100 % bewachsen waren. Ähnliche Zusammenhänge sind für das NSG "Borkum Riffgrund" in der AWZ in MICHAELIS et al. (2019b) beschrieben: Auch hier war ein Zusammenhang zwischen der Steingröße und der besiedelten Fläche zu erkennen; Kiese erschienen in den Videoaufnahmen ebenfalls unbesiedelt. Gebietsübergreifend lässt sich der Zusammenhang zwischen Steingröße und Besiedlungsdichte durch die oben beschriebene Bedeutung der Lagestabilität bzw. Unge störtheit der Substrate erklären. Zudem ernährt sich ein Großteil des Epibenthos als Suspensionsfresser, sodass große Steine auch hinsichtlich der Strömungsexposition sowie der geringeren Abrasion durch Sedimentdrift auf den höher gelegenen Teilen der Steine einen optimalen Siedlungsort darstellen.

Größere Strukturbildner wurden in dieser Untersuchung v.a. auf größeren Blöcken beobachtet. Dies wird von MICHAELIS et al. (2019a) auch für die Bereiche der deutschen AWZ beschrieben. *Metridium* ist eine konkurrenzstarke Art und verdrängt durch Überwachsen Hydrozoen und Weichkorallen (*Aicyonium digitatum*), wie die Sukzession (11 Jahre Beobachtung) an offshore Plattformen zeigte (WHOMERSLEY & PICKEN 2003). Des Weiteren kann *Metridium* freien Raum durch asexuelle Fortpflanzung schnell besetzen, neue Rekruten durch Seitwärtsbewegung unter ihrem Fuß ersticken und eine Ansiedlung durch Prädation von Larven verhindern (NELSON & CRAIG 2011). Auch *Halichondria panicea* ist eine konkurrenzstarke Art und verdrängt während der Wachstumsperiode die meisten Arten (BELL 2008). Die kleineren Steine wurden v.a. von Hydrozoa bewachsen sowie von einzelnen *Metridien*. Auch übersandete Steine waren von Hydrozoa bewachsen und z.T. reichten sehr kleine Schillstücke aus, um den Hydrozoa als Siedlungsraum zu dienen. Die Größe der Hartsubstrate hatte dabei zumindest nach grober Einordnung keinen Einfluss auf die Höhe der Hydrozoa-Kolonie. Daher wurden neben *Metridium senile* auch größere Kolonien verschiedener Hydrozoa-Arten an allen Standorten beobachtet.

Durch ihre dreidimensionale Wuchsform bieten hochwachsende Hydrozoa weiteren (typischen) Arten einen Siedlungs-, Nahrungs- und/oder Laichraum. Hierdurch erfüllen sie wichtige strukturelle und trophische Funktionen im Lebensraum (BELL 2008, DI CAMILLO et al. 2017, HARTNOLL 1998, STEBBING 1971). Als typische sekundäre Hartsubstratarten können durch ihre enge Bindung zu

diesem Lebensraum im Prinzip alle in dieser Studie nachgewiesenen Arten innerhalb der Großtaxa Hydrozoa, Bryozoa, Nudibranchia, Amphipoda und Pycnogonida angesehen werden. Diese Artengruppen sind in mehreren Studien als regelmäßige Begleitarten der festsitzenden, struktur- und habitatbildenden Gemeinschaft in der südlichen Nordsee und auch dem Wattenmeer erwähnt (z.B. BIOCONSULT 2013, 2019a, COOLEN et al. 2015, HARTNOLL 1998). Ein überwiegender Teil der für den Borkum Riffgrund 2020 neu nachgewiesenen Arten gehört zu den kleineren Begleitarten (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021). Da das Vorkommen größerer Hydrozoa-Kolonien nicht an die Dichte und/oder die Größe von großen Steinen gekoppelt ist, ist auch das Vorkommen der assoziierten Arten unabhängiger von der Abiotik. Dies mag erklären, warum die Anzahl sekundärer Hartsubstratarten am Standort Riffgat mit 24 Arten nicht oder kaum höher war als z.B. an Charlie (25 Arten) oder Bravo (21 Arten). Lediglich Alpha lag mit 16 Arten darunter. Hier fehlten z.B. neben einigen kleineren Crustacea auch Nacktschnecken fast vollständig. Die Gründe hierfür sind unbekannt.

5.2.4 Lebensraumtypische Arten

Die FFH-Richtlinie definiert die „charakteristischen Arten“ (bzw. „typical species“) in Art. 1 lit. e als Element des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen nach Anhang I FFH-RL. Welche Arten als charakteristisch anzusehen sind, ist in der Richtlinie nicht dargestellt. Definitionen finden sich in der EC-guidance „Reporting under Article 17 HD, explanatory notes and guidelines“ (2017). Hiernach sind charakteristische Arten, solche,

- die regelmäßig mit hoher Konstanz anzutreffen sind,
- die als Indikator für gute Umweltbedingungen herangezogen werden können, z.B. da sie Anzeiger für eine größere Gruppe von Arten mit spezifischen Habitatbedingungen sind,
- die sensitiv für Veränderungen der Umweltbedingungen sind und
- die vorzugsweise einfach mit nicht-destruktiven Methoden zu erfassen sind.

Eine Art muss hierbei nicht jedes Kriterium erfüllen. Die Liste charakteristischer Arten sollte idealerweise über einen langen Zeitraum Bestand haben.

Für die deutsche und niederländische AWZ liegen Listen charakteristischer Arten für den Lebensraumtyp „Riffe“ vor (BFN 2018, MANFQ 2014). In der Kartieranleitung des BFN (2018) sind rifftypische Arten für den LRT 1170 (Riffe) der AWZ gelistet, die mit optischen Methoden (Video) zu erfassen sind. Die niederländische Kartieranleitung für den LRT 1170 benennt ebenfalls rifftypische Arten, die konstante (stetige) Arten mit Hinweis auf einen guten abiotischen Status und eine gute biotische Struktur, charakteristische und exklusive Arten umfassen. Da die Niederlande keine Riffe in den Küstengewässern ausgewiesen haben, ist die Artliste für die küstenfernen Bereiche der Klaverbank. Für die Küstengewässer können lebensraumtypische Arten des LRT 1170 dem Bewertungsschemata für die Meeres- und Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie und den darauf aufbauenden Vollzugshinweisen des Landes Niedersachsen entnommen werden (KRAUSE et al. 2008, NLWKN 2011). Für den LRT 1170 (AWZ und Küste Deutschland, Niederlande) sind insgesamt 86 lebensraumtypische Arten gelistet, davon 64 epibenthische Arten (Tab. 4). Zu den 22 Arten der Infauna gehören v.a. Polychaeta, die durch die Methodik dieser Studie nicht erfasst wurden. Für die Riffe der AWZ werden

für Deutschland 25 Arten genannt und für die Niederlande nur 14 Arten. Von KRAUSE et al. (2008) werden 56 lebensraumtypische Riffarten gelistet. Hierbei wird allerdings weder zwischen biogenen Riffen (Muschelbänke, Sabellaria-Riffe) und geogenen Riffen noch zwischen eu- und sublitoralen Standorten unterschieden.

Um zu überprüfen, ob in Küstengewässern des Borkum Riffgrundes dieselben Arten als charakteristisch angesehen werden können, sind die Arten dieser Untersuchung den Listen lebensraumtypischer Arten (AWZ und Küstenmeer) gegenübergestellt (Tab. 4). Neben dieser Studie, die allerdings nur epibenthische Arten erfasste, wurden Ergebnisse aus Studien aus benachbarten Bereichen (BIOCONSULT 2018, 2019b, DARR et al. 2014) hinzugezogen, welche auch die Infauna mittels Greifer beprobt haben. Zudem bietet sich für den Vergleich eine Artliste von COOLEN et al. (2015) aus dem niederländischen Küstengewässer des Borkum Riffgrund an, welche sowohl taucherbasierte Erfassungen der Epifauna als auch die Infauna integriert. Aus COOLEN et al. (2015) wurden für den Vergleich nur Daten berücksichtigt, die in Stein-dominierten Bereichen (potenziell geogene Riffe) erhoben wurden.

Insgesamt wurden in allen oben genannten Untersuchungen auf dem Borkum Riffgrund 52 lebensraumtypische Arten erfasst, davon 49 auch in den Küstengewässern (Tab. 4). Mit 14 lebensraumtypischen Arten wurden in dieser Untersuchung etwas weniger Arten erfasst als am Standort Riffgat 2020 mit 22 Arten (BIOCONSULT & SUBMARIS 2021). In den drei Studien, die ebenfalls auch die Infauna erfasst haben bzw. über Dredgehols auch eine größere Fläche erfasst haben als durch Tauchtransekte, wurden zwischen 27 und 34 lebensraumtypische Arten nachgewiesen.

Tab. 4: Lebensraumtypische Arten des LRT Riffe (Code 1170) in der deutschen und niederländischen AWZ, den deutschen Küstengewässern sowie Nachweise dieser Arten im NSG Borkum Riffgrund (deutsche AWZ) und den Küstengewässern des Borkum Riffgrundes.

AWZ = Ausschließliche Wirtschaftszone, BRG = Borkum Riffgrund

X = Vorkommen einer Art, (X) = wahrscheinliches Vorkommen einer Art, da die Gattung identifiziert wurde

Hellblau hinterlegt: nur für niederländische Gewässer genannte Arten

Taxon / Art	Epifauna	LRT 1170 AWZ		LRT 1170 Küste	NSG BRG AWZ (D)	BRG Küste (D)			BRG Küste (NL)
		BFN (2018) (D)	MANFQ (2014) (NL)	Krause et al. (2008)	Darr et al. (2014)	diese Studie (2023)	BioConsult & submaris (2021)	BioConsult (2018, 2019b)	Coolen et al. (2015)
Porifera									
<i>Haliclona oculata</i>	X	X					X		
<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	X	X				X	X	X	X
<i>Leucosolenia botryoides</i>	X			X			(X)		
Cnidaria – Hydrozoa/Anthozoa									
<i>Sertularia cupressina</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Alcyonium digitatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X
<i>Metridium senile</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Urticina</i> spp.	X		X			X			
Bryozoa									
<i>Electra pilosa</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Flustra foliacea</i>	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Hydractinia</i> spp.	X	X						X	X
<i>Membranipora membranacea</i>	X	X		X	X				
<i>Securiflustra securifrons</i>	X			X					
Nemertea									
<i>Lineus viridis / L. ruber</i>	(X)			X					
Annelida – Polychaeta									
<i>Aonides paucibranchiata</i>					X			X	X
<i>Capitella capitata (Capitellidae)</i>				X					X
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		X							
<i>Chone duneri</i>		X							
<i>Glycera lapidum</i>					X			X	
<i>Goniadella bobrezkii</i>					X			X	X
<i>Hediste diversicolor</i>				X					
<i>Heteromastus filiformis</i>									X
<i>Lanice conchilega</i>		X		X	X	X	X	X	X
<i>Neanthes succinea</i>				X					
<i>Orbinia sertulata</i>					X				
<i>Owenis fusiformis</i>		X					X	X	X
<i>Pisione remota</i>					X			X	X

Taxon / Art	Epifauna	LRT 1170 AWZ		LRT 1170 Küste	NSG BRG AWZ (D)	BRG Küste (D)			BRG Küste (NL)
		BFN (2018) (D)	MANFQ (2014) (NL)	Krause et al. (2008)	Darr et al. (2014)	diese Studie (2023)	BioConsult & submaris (2021)	BioConsult (2018, 2019b)	Coolen et al. (2015)
<i>Polydora ciliata</i>	X			X					(X)
<i>Polydora cornuta</i>				X					(X)
<i>Polygordius appendiculatus</i>					X			(X)	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>					X			X	X
<i>Pygospio elegans</i>				X					
<i>Sabellaria spinulosa</i>	X		X	X			X		X
<i>Scoloplos armiger (agg.)</i>				X				X	X
<i>Spirobranchus triqueter</i>	X	X		X	X		(X)		
<i>Tharyx killariensis</i>				X					
<i>Tubificoides benedeni</i>				X					
Mollusca									
<i>Acropagia crassa</i>			X						
<i>Aequipecten opercularis</i>	X		X			X			
<i>Aporrhais pespelecani</i>	X		X						
<i>Buccinum undatum</i>	X	X	X						
<i>Crepidula fornicata</i>	X	X		X				X	X
<i>Dosinia exoleta</i>			X					(X)	
<i>Goodallia triangularis</i>					X			X	
<i>Lepidochitona cinerea</i>	X			X					
<i>Littorina littorea</i>	X			X					
<i>Macoma balthica</i>				X					X
<i>Macomangulus tenuis</i>					X			X	
<i>Mytilus edulis</i>	X			X			X	X	X
<i>Ostrea edulis</i>	X				X				
<i>Pododesmus patelliformis</i>	X		X						
<i>Thracia villosiuscula</i>					X				
<i>Xandarovula (Simnia) patula</i>	X		X						
Arthropoda									
<i>Balanus balanus</i>	X	X						X	X
<i>Balanus crenatus</i>	X			X		X	X		
<i>Balanus improvisus</i>	X			X					
<i>Cancer pagurus</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Caprella linearis</i>	X			X					X
<i>Carcinus maenas</i>	X			X				X	X
<i>Elminius modestus</i>	X			X					
<i>Galathea intermedia</i>	X		X	X	X				
<i>Galathea nexa</i>	X			X					

Taxon / Art	Epifauna	LRT 1170 AWZ		LRT 1170 Küste	NSG BRG AWZ (D)	BRG Küste (D)			BRG Küste (NL)
		BFN (2018) (D)	MANFQ (2014) (NL)	Krause et al. (2008)	Darr et al. (2014)	diese Studie (2023)	BioConsult & submaris (2021)	BioConsult (2018, 2019b)	Coolen et al. (2015)
<i>Galathea squamifera</i>	X			X					
<i>Galathea strigosa</i>	X			X					
<i>Homarus gammarus</i>	X			X		X	X	X	
<i>Jaera albifrons</i>	X			X					
<i>Pagurus bernhardus</i>	X	X				X	X	X	X
<i>Semibalanus balanoides</i>	X			X					
Echinodermata									
<i>Asterias rubens</i>	X			X	X	X	X	X	X
<i>Echinocyamus pusillus</i>	X				X				
<i>Echinus esculentus</i>	X	X		X	X				
<i>Ophiothrix fragilis</i>	X			X			X		
Chordata									
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>		X			X			X	X
<i>Ascidella aspersa</i>	X	X							
<i>Ascidella scabra</i>	X	X			X				
<i>Ciona intestinalis</i>	X	X		X	X				
Chordata – Pisces									
<i>Anguilla anguilla</i>	X			X					
<i>Ciliata mustela</i>	X							X	
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	X	X					X	X	X
<i>Cyclopterus lumpus</i>	X								
<i>Diplecogaster bimaculata</i>	X		X						
<i>Gadus morhua</i>	X							X	
<i>Liparis liparis</i>	X								X
<i>Liparis montagui</i>	X								
<i>Lophius piscatorius</i>	X		X						
<i>Micrenophrys lilljeborgii</i>	X		X						
<i>Microstomus kitt</i>	X							X	X
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	X						X		
<i>Pholis gunellus</i>	X						X	X	
<i>Scophthalmus maximus</i>	X								
<i>Taurulus bubalis</i>	X							X	
<i>Zoarcis viviparus</i>	X			X					
Σ Riff-Arten gesamt: 86	64	25	14	45	27	14	22	34	31
Σ Riff-Arten gesamt BRG: 52						52			
Σ Riff-Arten gesamt BRG Küste: 49						49			

Sechs der in Tab. 4 für die niederländische AWZ genannten Arten kommen in Deutschland nicht vor (s. hellblaue Hinterlegung der Arten in Tab. 4). Fünf Arten (*Echinus esculentus*, *Echinocyamus pusillus*, *Ostrea edulis*, *Orbinia sertulata*) sind in den Küstengewässern selten bzw. an Großalgen assoziiert (*Membranipora membranacea*). Viele Fische verändern ihre Verbreitung saisonal, sodass eine hohe Konstanz in Riffen nicht grundsätzlich gegeben ist. Von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) wurden daher für das Küstenmeer des Borkum Riffgrundes charakteristische (lebensraumtypische) Arten ausgewählt, welche die o.g. Kriterien der FFH-RL erfüllen (Tab. 5, Details in BIOCONSULT & SUBMARIS (2021)). Von den dort genannten 28 Arten wurden 18 Arten auch in dieser Untersuchung gefunden, während es 2020 am Standort Riffgat 24 Arten waren. Innerhalb der einzelnen Standorte wurden am Standort Riffgat die höchste Anzahl (13) lebensraumtypischer Arten gefunden, während es an Alpha (10) und Charlie (9) etwas weniger Arten waren und am Standort Bravo mit 7 Arten am wenigsten lebensraumtypische Arten vorkamen.

Insgesamt sind somit eine Reihe von lebensraumtypischen Arten, die für den Borkum Riffgrund des Küstenmeeres vorgeschlagen wurden, auch im Rahmen dieser Untersuchung wiederholt aufgetreten. Die Anzahl der erfassten Arten weist aber räumliche Unterschiede auf.

Tab. 5: Vorschlag aus BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) für charakteristische (lebensraumtypische) Arten und Arten mit besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung für geogene Riffe im Küstenmeer des Borkum Riffgrundes.

A = Alpha, B = Bravo, C = Charlie, R = Riffgat

Art	Vorkommen, Struktur und Funktion im BRG Küstenmeer	erwartetes Signal bei gutem Zustand geogener Riffe	Schutzstatus ¹	Nachweis diese Studie	BioConsult & Submaris (2021)	A	B	C	R
charakteristische Makrozoobenthosarten²									
Porifera									
<i>Halichondria panicea</i>	langlebig, sessil, strukturbildend	Zunahme der maximalen Größe, Zunahme der Komplexität der Lappenstruktur		X	X	X		X	X
<i>Haliclona oculata</i>	sessil, strukturbildend	Zunahme der maximalen Größe, Zunahme der Komplexität der Äste			X				
<i>Leucosolenia variabilis</i>	sessil, strukturbildend				X				
<i>Suberites ficus</i>	langlebig, sessil, strukturbildend	Zunahme der maximalen Größe		(X)	X			X	X
<i>Sycon ciliatum</i>	sessil, strukturbildend			X	X				X
Hydrozoa									
<i>Halecium halecinum</i>	sessil, struktur- und habitatbildend			X	X	X	X	X	
<i>Obelia bidentata</i>	(Arten in situ und auf Photomaterial nicht zu bestimmen), sessil, struktur- und habitatbildend	Zunahme der maximalen Größe, Zunahme der Komplexität der Äste		X	X				
<i>Obelia dichotoma</i>				X	X	X	X		X
<i>Obelia longissima</i>					X	X	X	X	
<i>Obelia geniculata</i>					X				
<i>Sertularia cupressina</i>	sessil, struktur- und habitatbildend			X	X	X	X	X	X
Anthozoa									
<i>Alcyonium digitatum</i>	langlebig, sessil, strukturbildend	Zunahme der maximalen Größe, Zunahme der Komplexität der Lappenstruktur	3	X	X	X		X	X
<i>Metridium senile</i>	langlebig, sessil, strukturbildend	Zunahme der maximalen Größe		X	X	X	X	X	X
Bryozoa									
<i>Flustra foliacea</i>	langlebig, sessil, struktur- und habitatbildend	Zunahme der maximalen Größe, Zunahme der Komplexität der Lappenstruktur		X	X				X
Arthropoda - Decapoda									
<i>Cancer pagurus</i>	vagil, keystone-species	Zunahme der Dichte		X	X	X	X	X	X
<i>Homarus gammarus</i>	vagil, keystone-species	Zunahme der Dichte		X	X				X
<i>Macropodia rostrata</i>	unregelmäßig, vagil	unbekannt		X	X	X	X	X	X
Chordata									
<i>Polyclinum aurantium</i>	sessil, strukturbildend	unbekannt		X	X	X			X
Weitere Makrozoobenthosarten mit besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung³									
gefährdete Arten									
<i>Sagartia undata</i>	sessil		3	X	X				
<i>Heteranomia squamula</i>	sessil		0		X				
<i>Onchidoris muricata</i>	sessil		0		X				
Historische Arten									
<i>Ostrea edulis</i>	langlebig, sessil, struktur- und habitatbildend		1, OSPAR-Art						
charakteristische (lebensraumtypische) Fischarten⁴									
<i>Pholis gunnelus</i>	standorttreu			X	X				X
<i>Microstmus kitt</i>	standorttreu								
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	standorttreu?	unbekannt			X				
<i>Taurulus bubalis</i>	evtl. saisonale Wanderung								
<i>Gadus morhua</i>	evtl. saisonale Wanderung		OSPAR-Art						
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	evtl. saisonale Wanderung	Zunahme der Dichte		X	X				
Σ 28 Arten				Σ 18	Σ 24	10	7	9	13

1 Rote Liste für Wirbellose (RACHOR et al. 2013) und Fische (THIEL et al. 2013) mit dem Gefährdungsstatus 0, 1, 2, 3 und OSPAR-Art entsprechend der OSPAR-Liste of threatened and/or declining species and habitats

2 Identifizierung nach Artikel 17 reporting, Explanatory Notes & Guidelines for the period 2013-2017, Final Version, May 2017

3, 4 Identifizierung der Arten nach Vorgehen BFN (2017b)

6. Klassifizierung und Bewertung

Ziel der Untersuchung ist u.a. eine Klassifizierung (Kap. 6.1) und naturschutzfachliche Bewertung (Kap. 6.2) der drei bisher noch nicht untersuchten Standorte Alpha, Bravo und Charlie.

6.1 Klassifizierung

Für die Klassifikation werden folgende Ansätze berücksichtigt:

- Rote Liste Biotoptypen der deutschen Nord- und Ostsee (FINCK et al. (2017))
- Biotoptypen in Niedersachsen (DRACHENFELS 2021)
- Kartieranleitung für den nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyp „Riffe“ (BFN (2018))
- niederländischen Kartieranleitung für den FFH-LRT „Riffe“ (MANFQ 2014)

FINCK et al. (2017)

Auf Basis der Angaben zu Sedimentzusammensetzung, Steindichte und Epifaunabesiedlung lassen sich die 2 m-Abschnitte den in Tab. 6 zusammengestellten Biotoptypen nach FINCK et al. (2017) zuordnen.

Es handelt sich bei allen drei Stationen um lockere Steinfelder auf Sand mit unterschiedlichen, meist aber relativ geringen Schillanteilen. Offensichtlich bestehen Teile des Sedimentes aus Grobsand, der Grobsandanteil ist aber ohne Sedimentproben nur anhand der Videoauswertungen nicht eindeutig zu bestimmen. Daher werden die Bereiche ohne ausreichende Bedeckung durch Steine (s. folgender Absatz) als Sandgrund (Code 02.02.10) und nicht als Grobsediment (Code 02.02.08) eingestuft.

Bezogen auf die 2 m-Abschnitte kommt es durch die sehr kleinräumigen Wechsel zwischen einzelnen Steinen und dem umgebenden Sediment zu ebenso kleinräumigen Wechseln der Biotopzuordnungen. Dies ist vor dem Hintergrund des Ziels einer Biotopzuordnung, der verallgemeinerten Typzuordnung eines untersuchten Bereiches, nicht zielführend. Da bisher noch keine Angaben zu Mindestgrößen der marinen Biotoptypen nach FINCK et al. (2017) vorliegen, erfolgt hier eine Zusammenfassung auf Transektebene. Bei einer Transektlänge von 50 m (Alpha und Charlie) bzw. 24 m (Bravo) und einer Erfassungsbreite von 2 m erfolgt damit eine Biotopzuordnung für eine jeweils 100 m² bzw. 48 m² große Fläche. Diese Verallgemeinerung ist auch vor dem Hintergrund der im marinen Bereich üblichen kleinmaßstäbigeren (= gröberen) Biotopkartierung als an Land angemessen. So geben auch die beiden (hier nicht anzuwendenden) AWZ-Kartieranleitungen für „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (BFN 2011) und „Geogene Riffe- Typ Restsediment mit vereinzelt Steinen und/oder Blöcken“ (BFN 2018) Mindestgrößen von 1.000 m² an.

Nach dem Kriterium der Ebene 3 ($\geq 5\%$ bis $< 90\%$ Deckung durch Steine) lassen sich nach FINCK et al. (2017) die Transekte an den Stationen Alpha und Charlie insgesamt eindeutig als Mischsubstrate (Code 02.02.06) einstufen. Am Transekt des Standorts Bravo kommen wenige, dafür aber größere Steine vor. Die Videoaufnahmen lassen aber auch weitere, übersandete Steine erkennen, die nicht mitgezählt wurden. Da sie aber auch potenzielles Siedlungssubstrat für die typische Epifauna der Steinfelder darstellen, sind sie hier ebenfalls entsprechend des Interpretation Manual (EUROPEAN COMMISSION 2013) bei der qualitativen Beurteilung des Standortes zu berücksichtigen. Die Steindichte mit Abständen von mehreren Metern zwischen den einzelnen größeren Steinen ist im Vergleich zu anderen noch als Riff eingestuften Bereichen in Deutschland noch ausreichend für eine Einstufung als Riff. Insgesamt ist daher auch dieser Transekt den Mischsubstraten zuzuordnen, wenn auch als weniger ausgeprägter Typ.

Die gut sichtbare Epifauna-Besiedlung erlaubt eine Ansprache der Mischsubstrat-Biotypen bis auf Ebene 6. Wie aus Tab. 6 ersichtlich ist, dominieren dabei die Anthozoen, so dass die Transekte an den Stationen Alpha und Charlie insgesamt dem Biotyp „Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit Blumentieren (Anthozoa)“ (Code 02.02.06.01.05.01) zugeordnet werden.

Tab. 6: Kriterien zu den nachgewiesenen Biotoptypen nach FINCK et al. (2017).

Code	Biotoptypbezeichnung	Kriterien Sediment Ebene	Kriterien Epifauna Ebene			Anzahl 2 m-Abschnitte		
		3	4	5	6	Alpha 12 Steine >30 cm auf 100 m ²	Bravo 13,5 Steine >30 cm auf 100 m ²	Charlie 17 Steine >30 cm auf 100 m ²
02.02.06. 01.05.01	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit Blumentieren (Anthozoa) - nur offene Nordsee	≥5 % bis <90 % Deckung durch Steine	≥5 % Deckung durch Epifauna	Epifauna dominiert von Cnidaria	Epifauna dominiert von Anthozoa	6	0	8
02.02.06. 01.05.02	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit Hydroidpolypen (Hydrozoa), z.B. "Seemoos"				Epifauna dominiert von Hydrozoa	0	2	4
02.02.10.02	Sublitoraler, ebener Sandgrund der Nordsee mit Infauna	<5 % Deckung durch Steine <50 % Grobsand <20 % Kies <20 % Schlick <90 % Schill	<5 % Deckung durch Epifauna	-	-	18	10	12

Biotoptypenliste für Niedersachsen

Entsprechend der Biotoptypenliste für Niedersachsen sind die untersuchten Stationen entweder dem Biotoptyp „Tiefwasserzone des Küstenmeeres“ (KMT) oder dem Biotoptyp „Steiniges Riff des Sublitorals“ (KMR) zuzuordnen. Der Biotoptyp KMT umfasst laut Drachenfels „Über 20 m tiefe Meeresbereiche (unterhalb der euphotischen Zone, Wachstum benthischer Makrophyten aus Lichtmangel nicht möglich).“ Die Definition des Biotoptyps „Steiniges Riff des Sublitorals“ (KMR) aus DRACHENFELS (2021) lautet „Vom Meeresboden aufragende, natürliche, abiotische Hartsubstrate des Sublitorals (Ansammlungen von großen Steinen aus pleistozänem Geschiebe).“ Sie ist damit so allgemein gehalten, dass auf dieser Basis keine eindeutige Zuordnung der Transekte zu diesem Typ möglich ist.

Kartieranleitung für den nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyp „Riffe“ (BFN 2018)

Die Kartieranleitung für den nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyp „Geogene Riffe – Typ Steinfeld/Blockfeld Nordsee“ (BFN 2018) setzt eine flächenhafte Einzelerfassung der größeren Steine (>30 – 50 cm) mittels SideScanSonar voraus. Die für das Untersuchungsgebiet vorliegenden Daten wurden von BIOCONSULT (2022) entsprechend ausgewertet. Die Auswertung ergab, dass die Stationen Alpha und Bravo 2021 innerhalb des nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyps „Riffe“ liegen, während Charlie 300 m südlich der Riffflächen liegt (s. Abb. 16).

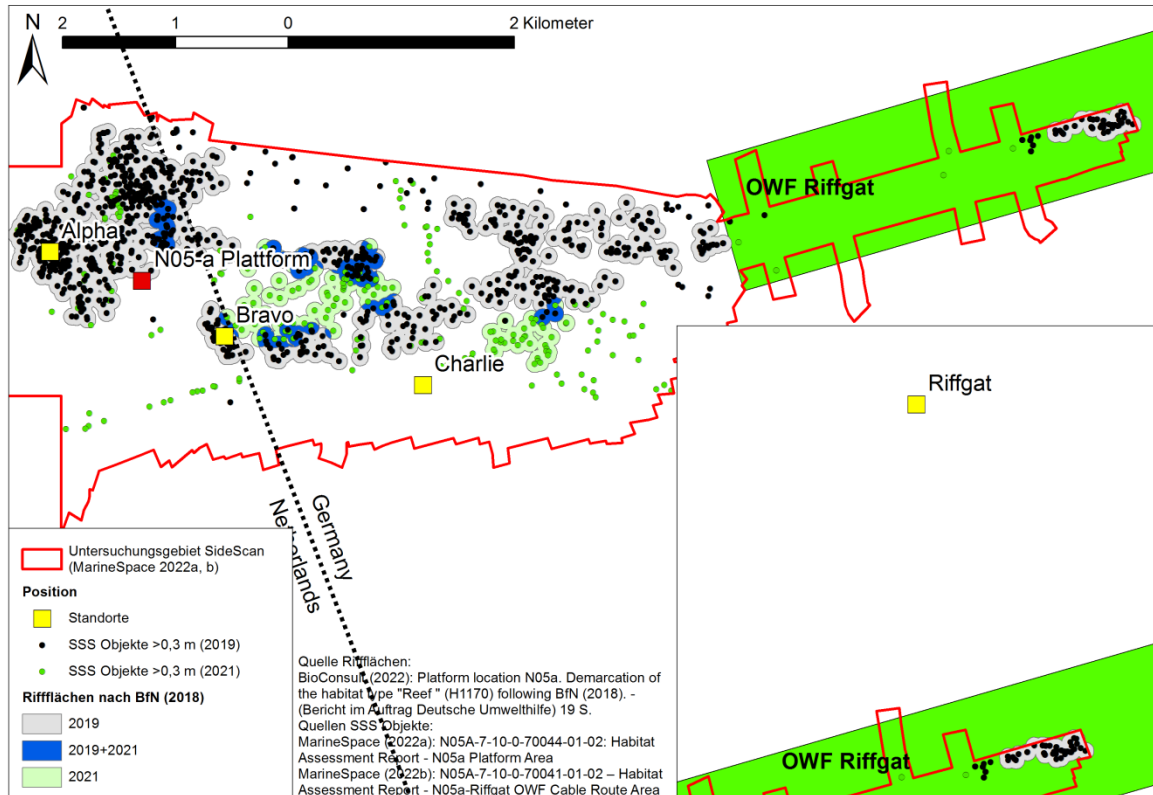


Abb. 16: Untersuchte Standorte und Riffabgrenzungen nach BIOCONSULT (2022).

Dies widerspricht scheinbar den Beobachtungen während der Tauchgänge, wonach Alpha, Bravo und Charlie als „Riff“ einzustufen wären. Hier scheinen auch die methodischen Beschränkungen (einzelne Erfassung kleinerer Steine mittels SideScanSonar nicht möglich, großflächige Erfassung mittels Video / Tauchereinsatz nicht möglich) eine Rolle zu spielen. Wesentlich für die scheinbaren Widersprüche sind aber die auch in BIOCONSULT (2022) bereits beschriebene Sedimentdynamik und die unterschiedlichen Kartierzeitpunkte (SideScanSonar in den Jahren 2019 und 2021, Taucher im Jahr 2023). Es ist wahrscheinlich, dass dadurch nicht alle im Untersuchungsgebiet vorhandenen Steine zu allen Zeiten an der Oberfläche liegen. Vielmehr sind die Steine anscheinend zeitweise übersandet und dadurch im SideScanSonar und bei größeren Überdeckungen auch im Video nicht mehr zu erkennen.

Aus fachgutachterlicher Sicht hat daher die Abgrenzung des nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyps „Riffe“ aus BIOCONSULT (2022) weiterhin Bestand. Möglich erscheint, dass die in

BIOCONSULT (2022) abgegrenzten Riffe weiter nach Süden bis in den Bereich der Station Charlie reichen.

Niederländische Kartieranleitung für den FFH-LRT „Riffe“ (MANFQ 2014)

Entsprechend der niederländischen Kartieranleitung für den FFH-LRT „Riffe“ beträgt die Mindestgröße 100 m². Diese Fläche kann auf mehrere Teilvorkommen verteilt sein, solange diese einen funktionalen Zusammenhang aufweisen. Als Faustregel wird ein Abstand der Teilvorkommen zueinander von maximal 20 m genannt. In der Kartieranleitung heißt es *„Der gesamte Komplex aus geogenen Riffstrukturen, dazwischen liegenden Flächen mit kleineren Steinen und groben Kies (wenn er mit sessilen Organismen bewachsen ist) gehört zum Lebensraumtyp H1170.“* Unklar ist allerdings, ob damit auch eine Stein- und Kiesbedeckung von 100 % in den Teilvorkommen Voraussetzung für eine Einstufung als FFH-LRT „Riffe“ ist.

Je nach Auslegung können daher nach dieser Kartieranleitung die mittels Video erfassten Bereiche als „Riff“ oder auch trotz vorhandener Steine und rifftypischer Fauna nicht als „Riff“ eingestuft werden. Letzteres war bei der von ONE-Dyas in Auftrag gegebenen FFH-Studie (MARINESPACE 2022a, b) der Fall.

6.2 Ausprägung des Riffcharakters und naturschutzfachliche Bewertung

Zustandsbewertungen von marinen Biotoptypen sind v.a. im Rahmen der FFH-Richtlinie und der Meeresstrategie-Richtlinie erforderlich, wenn es sich um einen Lebensraumtyp nach FFH bzw. ein Habitat nach MSRL handelt. Wie in Kap. 6.1 dargestellt, gehen wir für das Untersuchungsgebiet davon aus, dass es sich bei den untersuchten Flächen um den FFH-LRT Riffe handelt und damit auch um ein MSRL-Habitat vom Typ „other habitat“ bzw. „andere Lebensraumtypen“ zu denen neben Riffen z.B. auch Sandbänke gehören.

Vollständig quantitative Kriterien für eine Zustandsbewertung von Riffen in deutschen Küstengewässern liegen bisher noch nicht vor und die Daten über die Besiedlung der Steinfelder sind nach wie vor rar. Die Niederlande haben diesen Lebensraumtyp in den Küstengewässern nicht ausgewiesen. Auf Basis der Erfassung 2020 am Standort Riffgat wurde von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) ein Vorschlag für quantitative Kriterien erarbeitet, anhand derer sich zukünftig (bei ausreichender Datenlage und Verifizierung) eine Bewertung der Ausprägung von Riffen vornehmen lässt. Die Kriterien wurden so gewählt, dass sie sich mit nicht-invasiven Methoden bewerten lassen.

Folgende quantitative Kriterien wurden von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) vorgeschlagen:

- (1) Hartboden-Bedeckungsgrad (wieviel % des Meeresgrundes sind von Hartboden bedeckt)
- (2) Anzahl / Bedeckung von Steinen >40-50 cm Kantenlänge
- (3) Bedeckungsgrad des Hartbodens mit sessiler Epifauna (%)
- (4) Artenzahl der charakteristischen (lebensraumtypischen) Arten

- (5) Wuchshöhe und -form sessiler charakteristischer (lebensraumtypischer) Epifauna
- (6) Dichte charakteristischer vagiler wirbelloser Megafauna-Arten
- (7) Dichte charakteristischer Fischarten
- (Ergänzend) Arten-/Taxazahl der Hartbodenbegleitfauna

In Tab. 7 sind verschiedene abiotische und biotische Kenngrößen vergleichend für die vier Standorte gegenübergestellt. Die von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) vorgeschlagenen Parameter sind fett gedruckt und die Ränge für die einzelnen Parameter farblich hervorgehoben (Rang 1: grün, Rang 2: orange, Rang 3: gelb, Rang 4: rot). Die Kennwerte in Tab. 7 verdeutlichen, dass der Standort Riffgat eine Sonderstellung im Vergleich zu den drei Verdachtsflächen einnimmt. Mit einer Ausnahme der „Arten-/Taxazahl der Hartbodenbegleitfauna“ erreichen alle Parameter hier die höchsten Werte. Auch von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) wurde betont, dass es sich beim Standort Riffgat aufgrund der hohen Steindichte, der Steingrößen und der Artenvielfalt und Abundanz charakteristischer Arten um ein Steinfeld besonderer Ausprägung handelt, das in dieser Form unseres Wissens nur selten im niedersächsischen Küstenmeer anzutreffen ist und bisher noch kein zweites Mal dokumentiert wurde. Die aktuelle Erfassung bestätigt somit grundsätzlich die Befunde von 2020.

Wird ein Mittelwert aus den vorgeschlagenen Bewertungskriterien von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) gebildet, wird deutlich, dass sich die drei Verdachtsflächen Alpha, Bravo und Charlie nicht grundlegend voneinander unterscheiden, aber im Vergleich zum Standort Riffgat eine geringere Ausprägung der abiotischen und biotischen Parameter aufweisen.

An allen Standorten wurde im Mittel eine geringere Bedeckung des Meeresbodens mit Steinen, eine geringere Steingröße und weniger große Steine gefunden (Tab. 7). Während die Steindichte und die Anzahl größerer Steine am Standort Charlie besser ausgeprägt war als an den anderen Standorten, kamen am Standort Bravo größere Steine vor, die eine höhere Bedeckung mit sessiler Fauna aufwiesen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die abiotische Struktur einen Einfluss auf biotische Ausprägung hat: Je mehr größere Steine vorhanden sind, desto umfangreicher wird die dreidimensionale Struktur, die Oberfläche und das Lückensystem und desto mehr Nischen stehen sessilen und vagilen Arten zur Verfügung. Je größer die Steine sind, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit der Übersandung und Abrasion durch Sedimentdrift, was die Stabilität des Lebensraumes für das Epibenthos erhöht. Insbesondere Schwämme und einige Anthozoa können ein hohes Alter erreichen (10-20 Jahre) und benötigen hierfür ein sowohl anthropogen als auch naturräumlich möglichst ungestörtes Habitat. So fanden sich größere Schwämme sowie die Tote Mannshand (*Alcyonium digitatum*) vermehrt am Standort Riffgat. Diese sehr langsam wachsenden Filtrierer benötigen lange, ungestörte Zeiträume, um große Individuen / Kolonien auszubilden und reagieren zudem sehr empfindlich auf Sedimentauflage. Diese Grundlage scheint nur am Standort Riffgat gegeben zu sein, da die Steine dort so dicht liegen, dass sie sich gegenseitig schützen und befestigen können, und sie gleichzeitig so hoch aufragen, dass Sedimenteintrag und -überdeckung reduziert sind. An den anderen drei Standorten führen starke Stürme wohl regelmäßig zur Überdeckung kleinerer Steine mit Sand. Die größeren Steine werden ihrem Bewuchs nach zu schließen auch hier selten überdeckt. An

diesen Standorten befindet sich die Epifauna insbesondere auf kleineren Steinen potenziell dauerhaft in einem früheren Sukzessionsstadium.

Tab. 7: Vergleich abiotischen und biotischen Ausprägung der Riffstrukturen an den vier Standorte anhand unterschiedlicher Kriterien.
Fettgedruckte Kenngrößen: von BIOCONSULT & SUBMARIS (2021) vorgeschlagenen Kriterien für eine Zustandsbewertung von Riffen in Küstengewässern
Rang 1: grün, Rang 2: orange, Rang 3: gelb, Rang 4: rot

Kenngröße		Alpha	Bravo	Charlie	Riffgat
Abiotik	mittlere Bedeckung (Kat.) Meeresboden mit Steinen	1	0,5	1,04	3,16
	Anzahl von Steinen >30 cm normiert auf 100 m²	12	17	13,5	146
	mittlere Steingröße (Kat.)	1,69	2,5	1,77	3
	mittlerer Bedeckung (Kat.) Steine mit sessiler Fauna	2	2,25	2	3
Biotik	Gesamtartenzahl	39	46	54	61
	Anzahl RL-Arten	7	7	9	10
	Artenzahl vagile Megafauna	6	5	7	8
	Artenzahl lebensraumtypische Arten	10	8	9	13
	mittlere Abundanz (Ind./100 m²) charakteristischer Fischarten	2,1	0	3,1	13,3
	mittlere Abundanz (Ind./100 m²) charakteristischer vagiler Wirbelloser	22,9	16,7	26	38,8
	Artenzahlen Kratzproben	28	41	42	49
	Arten-/Taxazahl der Hartbodenbegleitfauna (sekundäre Hartbodenfauna)	16	21	25	24
	Wuchshöhe und -form sessiler charakteristischer (lebensraumtypischer) Epifauna	nicht bewertet aufgrund sehr früher Beprobung Mitte April bei 7°C Wassertemperatur			
Summe (oben) und Mittelwert (unten) für die Parameter nach BIOCONSULT & SUBMARIS (2021)	66	65,45	79,64	241,26	
	9,4	9,4	11,4	34,5	

An allen Standorten wurde eine Reihe von struktur- und habitatbildenden Arten gefunden, die als lebensraumtypisch einzuordnen sind. Auch die Anzahl der Arten der Roten Liste unterschied sich nicht deutlich zwischen den Standorten. Gleiches gilt für die sekundäre (assoziierte) Hartbodenfauna, die an allen Standorten (Ausnahme Alpha) artenreich ausgeprägt war.

Die vagile Megafauna kam an allen Standorten mit mehreren Arten vor, jedoch wurden rifftypische Arten wie Hummer, Taschenkrebs, Klippenbarsch und Butterfisch in höherer Abundanz am Standort Riffgat angetroffen. Diese Arten zeigen eine enge Bindung an Steinvorkommen und ihre Abundanz scheint auf Basis der bisherigen Erfassungen mit der Steindichte und Steingröße in Zusammenhang zu stehen. Es scheint plausibel, dass der Standort Riffgat diesen Arten mehr Nischen und Versteckmöglichkeiten zwischen den Steinen bietet, als die lockeren Steinvorkommen an den anderen drei Standorten.

Bedingt durch die im Vergleich zu den Standorten Alpha und Bravo höhere Steindichte und die höhere Anzahl größerer Steine am Standort Charlie wies dieser bei den meisten biotischen Kriterien etwas bessere Werte auf. Auch hier spielt neben der Anzahl der Steine wahrscheinlich die Steingröße eine wesentliche Rolle (siehe oben).

Auch wenn der Riffcharakter an den drei Standorten Alpha, Bravo und Charlie im Vergleich zum Standort Riffgat als weniger ausgeprägt zu bewerten ist, wurde aber an allen Standorten eine rifftypische Gemeinschaft beobachtet, die eine räumlich seltene und besondere Gemeinschaft innerhalb der sandgeprägten Bereiche der deutschen Nordseeküste darstellt. Hierbei ist auch die Funktion an weniger gut ausgeprägten Steinbereichen als Trittstein- und Regenerationsreservoir bei der Ausbreitung von Benthosorganismen hervorzuheben. Die Einordnung als ein schützenswertes Biotop (Riff) ist daher nicht nur auf Grundlage der Steinvorkommen, sondern auch auf Basis der biotischen Besiedlung und der ökosystemaren Funktion für alle vier Standorte gerechtfertigt.

Literatur

- ALVAREZ, H., S. GARCÍA, A. L. PERRY, B. J., D. J. MAAHOLM & R. AGUILAR, 2019: Protecting the North Sea: Borkum Stones. - Oceana, Madrid, 56 S.
- BELL, J. J., 2008: Sponges as agents of biological disturbance. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 127-135.
- BELL, J. J. & D. K. A. BARNES, 2002: Density, distribution and decline of two species of unattached demosponge. - Sarsia 87: 110-118.
- BFN, 2011: Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich. Definition und Kartieranleitung Kies-, Grobsand- & Schillgründe. - 5 S. Stand Oktober 2011.
- BFN (Hrsg.), 2017a: Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee – Beschreibung und Zustandsbewertung. - BfN-Skripten 477, 549 S.
- BFN (Hrsg.), 2017b: Methodik der Managementplanung für die Schutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee. - (Erstellt von Kramer, M., Bleich, S., Dierschke, V., Koschinski, S., Schückel, S., Darr, A., Bildstein, T., Schuchardt, B.) BfN-Skripten 478 Bonn: 104 S.
- BFN, 2018: BfN-Kartieranleitung für „Riffe“ in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) - Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG, FFH - Anhang I - Lebensraumtyp (Code 1170). - 70 S.
- BIOCONSULT, 2013: Das Makrozoobenthos auf der potenziellen Kompensationsfläche zur Umfahrung Minsener Oog. - (Gutachten im Auftrag des WSA Wilhelmshaven) 32 S.
- BIOCONSULT, 2018: Optische und biologische Untersuchungen für eine benthische Biotopklassifikation im niedersächsischen Küstenmeer - Pilotstudie Borkum Riffgrund. - (i. A. des Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Oldenburg) S. 144.
- BIOCONSULT, 2019a: Benthoskartierung im sublitoralen Ebbdelta- und Rinnenbereich von Sylt und Amrum. Besiedlungsmuster und Biotope. - (i. A. des Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Büsum) 67 S.
- BIOCONSULT, 2019b: Optische und biologische Untersuchungen für eine benthische Biotopklassifikation im niedersächsischen Küstenmeer und der Ems/Osterems - Ergebnisse der Kartierung im September 2018. - (i. A. des Nds. Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Oldenburg) 62 S.
- BIOCONSULT, 2022: Platform location N05a. Demarcation of the habitat type "Reef " (H1170) following BfN (2018). - (Bericht im Auftrag Deutsche Umwelthilfe) 19 S.
- BIOCONSULT & SUBMARIS, 2021: Taucherische Erfassung, Analyse und Bewertung benthischer Biotope im niedersächsischen Küstengewässer. - (Bericht im Auftrag des NLWKN Brake-Oldenburg und der NLPV Wilhelmshaven) 98 S. + Anhang.
- BOS, O. G., S. GLORIUS, J. W. P. COOLEN, J. CUPERUS, B. VAN DER WEIDE, A. AGÜERA GARCIA, P. W. VAN LEEUWEN, W. LENGKEEK, S. BOUMA, M. HOPPE & H. VAN PELT, 2014: Natuurwaarden Borkumse Stenen - project Aanvullende beschermde Gebieden. - (IMARES Rapport C115.14) 82 S.
- BRADSHAW, C., P. COLLINS & A. R. BRAND, 2003: To what extent does upright sessile epifauna affect benthic biodiversity and community composition? - Marine Biology 143: 783-791.
- COOLEN, J. W. P., 2017: North Sea Reefs - Benthic biodiversity of artificial and rocky reefs in the southern North Sea. - (PhD Thesis, Wageningen University & Research) 203 S.
- COOLEN, J. W. P., O. G. BOS, S. GLORIUS, W. LENGKEEK, J. CUPERUS, B. VAN DER WEIDE & A. AGÜERA, 2015: Reefs, sand and reef-like sand: A comparison of the benthic biodiversity of habitats in the Dutch Borkum Reef Grounds. - Journal of Sea Research Volume 103, 2015: 84-92.
- DARR, A., M. L. ZETTLER, B. EBBE & L. GUTOW, 2014: Monitoringbericht: Zustand benthischer Arten und Biotope in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee. Untersuchungsjahr 2013. - (Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz) 86 S.
- DE KLUIJVER, M. J., 1991: Sublittoral hard substrate communities off Helgoland. - Helgol. Mar. Res. 45, 317-344 S.

- DEDERER, G., K. BOOS & P. KANSTINGER, 2015: Tauch-Untersuchung des Steingrunds bei Helgoland (FFH DE 1714-391) und Konzeptentwicklung eines Tauch-Monitorings für den FFH Lebensraumtyp Riff. Abschlussbericht. - S.
- DI CAMILLO, C. G., G. BAVESTRELLO, C. CERRANO, G. CINZIA, S. PIRAINO, S. PUCE & F. BOERO, 2017: Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa): A neglected component of animal forests. - In: ROSSI, S. (Hrsg.), Marine Animal Forests, DOI 10.1007/978-3-319-17001-5_11-1. Springer International Publishing AG, 397-427.
- DRACHENFELS, O. V., 2021: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4, Hannover: 1-336 S.
- EUROPEAN COMMISSION, 2013: Interpretation Manual of European Union Habitats. - European Commission, DG Environment, Brussels: 144 S.
- FINCK, P., S. HEINZE, U. RATHS, U. RIECKEN & A. SSYMANK, 2017: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands - Dritte fortgeschriebene Fassung 2017. - Naturschutz und Biologische Vielfalt 156, 637 S.
- GOLDING, N., J. ALBRECHT & F. MCBREEN, 2020: Refining criteria for defining areas with a "low resemblance" to Annex I stony reef; Workshop Report. . - JNCC Report No. 656, JNCC, Peterborough, ISSN 0963-8091 34 S.
- HARTNOLL, R. G., 1998: Volume VIII. Circalittoral Faunal Turf Biotopes: An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association of Marine Sciences, Oban, Scotland. -. 112.
- IRVING, R., 2009: The identification of the main characteristics of stony reef habitats under the Habitats Directive. Summary report of an inter-agency workshop 26-27 March 2008. - JNCC Report No. 432, 42 S.
- JONES, C. G., J. H. LAWTON & M. SHACHAK, 1994: Organisms as ecosystem engineers. - Oikos 69: 373-386.
- KNIGHT-JONES, E. W. & J. MOYSE, 1961: Intraspecific competition in sedentary marine animals. - Symp. Soc. Exp. Biol. 15: 72-95.
- KRAUSE, J., O. DRACHENFELS, V., G. ELLWANGER, H. FARKE, D. M. FLEET, J. GEMPERLEIN, K. HEINICKE, C. HERRMANN, H. KLUGKIST, U. LENSCHOW, C. MICHALCZYK, I. NARBERHAUS, E. SCHRÖDER, M. STOCK & K. ZSCHEILE (Bund-Länder-Arbeitskreis "FFH-Berichtspflichtigen Meere und Küsten"), 2008: Bewertungsschemata für die Meeres- und Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie - 11er Lebensraumtypen: Meeresgewässer und Gezeitenzonen. - 23 S.
- KÜHNE, S. & E. RACHOR, 1996: The macrofauna of a stony sand area in the German Bight (North Sea). - Helgoländer Meeresuntersuchungen 50 (4): 433-452.
- LACKSCHEWITZ, D., K. REISE, C. BUSCHBAUM & R. KAREZ, 2022: Neobiota der deutschen Nord- und Ostseeküste. Eingeschleppte Arten in deutschen Küstengewässern. - LLUR SH-Gewässer, 394 S.
- MANFQ, 2014: Reef (H1170). - 7 S. <https://www.natura2000.nl/profielen/h1170-riffen>
- MARINESPACE, 2022a: N05A-7-10-0-70041-01-02 – Habitat Assessment Report - N05a-Riffgat OWF Cable Route Area. - S.
- MARINESPACE, 2022b: N05A-7-10-0-70044-01-02: Habitat Assessment Report - N05a Platform Area. - Bericht im Auftrag one dyas (Amsterdam, Niederlande) und GEOxyz (Zwegem, Belgien), 102 S. +Anhang.
- MICHAELIS, R., H. C. HASSA, F. MIELCKA, S. PAPANMEIER, L. SANDER, L. GUTOW & K. H. WILTSHIRE, 2019a: Epibenthic assemblages of hard-substrate habitats in the German Bight (south-eastern North Sea) described using drift videos. - Continental Shelf Research 175: 30-41.
- MICHAELIS, R., H. C. HASSA, F. MIELCKA, S. PAPANMEIER, L. SANDERA, B. EBBE, L. GUTOW & K. H. WILTSHIRE, 2019b: Hard-substrate habitats in the German Bight (South-Eastern North Sea) observed using drift videos. - Journal of Sea Research 144: 78–84.
- MOLAND, E., E. M. OLSEN, H. KNUITSEN, J. A. KNUITSEN, S. E. ENERSEN, C. ANDRÉ & N. C. STENSETH, 2011: Activity patterns of wild European lobster *Homarus gammarus* in coastal

- marine reserves: implications for future reserve design. - Marine Ecology Progress Series 429: 197-207.
- NELSON, M. L. & S. F. CRAIG, 2011: Role of the sea anemone *Metridium senile* in structuring a developing subtidal fouling community. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 139-149.
- NLWKN, 2011: Vollzugshinweise zum Schutz der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer Biotoptypen mit landesweiter Bedeutung in Niedersachsen. - FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen - Riffe. - Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover. - 12 S.
- PAINE, R. T., 1966: Food web complexity and species diversity. - American Naturalist 100: 65-75.
- RACHOR, E., R. BÖNSCH, K. BOOS, F. GOSELCK, M. GROTHJAHN, C.-P. GÜNTHER, M. GUSKY, L. GUTOW, W. HEIBER, P. JANTSCHIK, H.-J. KRIEG, R. KRONE, P. NEHMER, K. REICHERT, H. REISS, A. SCHRÖDER, J. WITT & M. L. ZETTLER, 2013: Rote Liste und Artenlisten der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere - 4. Fassung, Stand Dezember 2007, einzelne Aktualisierungen bis 2012. - In: BECKER, N., H. HAUPT, N. HOFBAUER, G. LUDWIG & S. NEHRING (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 2: Meeresorganismen. Münster (Landwirtschaftsverlag). Bundesamt für Naturschutz. Bonn. Naturschutz und Biologische Vielfalt. 70 (2): 81-176.
- RACHOR, E. & P. NEHMER, 2003: Erfassung und Bewertung ökologisch wertvoller Lebensräume in der Nordsee. - (Abschlussbericht für das F+E-Vorhaben FKZ 899 85 310 BfN)) Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven: 175 S.
- SCHRIEKEN, N., A. GITTENBERGER, J. COOLEN & W. LENGKEEK, 2013: Marine fauna of hard substrata of the Cleaver Bank and Dogger Bank -Nederlandse Faunistische Mededelingen 41 – 2 013 41, 69-78 S.
- STEBBING, A. R. D., 1971: The epizoic fauna of *Flustra foliacea* (Bryozoa). - Journal of the Marine Biological Association of the U.K. 51: 283 - 300.
- TANAKA, K., 2002: Growth dynamics and mortality of the intertidal encrusting sponge *Halichondria okadai* (Demospongiae, Halichondrida). - Marine biology 140: 383-389.
- THIEL, R., H. WINKLER, U. BÖTTCHER, A. DÄNHARDT, R. FRICKE, M. GEORGE, M. KLOPPMANN, T. SCHAARSCHMIDT, C. UBL & R. VORBERG, 2013: Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands - 5. Fassung, Stand August 2013. - Naturschutz und Biologische Vielfalt Band 70 (2): 11-76.
- TONK, L. & M. J. C. ROZEMEIJER, 2019: Ecology of the brown crab (*Cancer pagurus*) and production potential for passive fisheries in Dutch offshore wind farms. Wageningen, Wageningen Marine Research (University & Research centre), Wageningen Marine Research report number C064/19A. - 49 S.
- WHOMERSLEY, P. & G. B. PICKEN, 2003: Long-term dynamics of fouling communities found on offshore installations in the North Sea. - J. Mar. Biol. Ass. U.K. 83: 897-901.