

Projekt/Vorhaben: **NOR-9-2 / +525-kV-DC-Leitung**
Konverterplattform NOR-9-2 – Wilhelmshaven2
Abschnitt Seetrasse

<p>Aufgestellt: Bayreuth, den 30.06.2023</p> <p><i>i.V. Paul</i> <i>i.V. M. Henning</i></p>	<p>Unterlage zur Planfeststellung</p>				
<p>Anlage 11.5 zum Vorhaben</p> <p>NOR-9-2</p> <p>±525 kV-HGÜ-Offshore-Netzanbindungssystem</p> <p>Konverterplattform NOR-9-2 – Wilhelmshaven2</p> <p>für den Bereich der 12-sm-Grenze bis Anlandungspunkt Dornumergrode</p> <p>– Abschnitt Seetrasse –</p>					
<p>Prüfvermerk</p>					
<p>Datum</p>	<p>15.07.2022</p>				
<p>Ersteller</p>	<p>BioConsult GmbH</p>				
<p>Änderung(en):</p>					
<p>Rev.-Nr.</p>	<p>Datum</p>	<p>Erläuterung</p>			
<p>1</p>					
			<p>Anhang: Klarstellung zur Projektbezeichnung im Gutachten</p>		

Offshore-Netzanbindungssystem BalWin1+2

Basisaufnahme Makrozoobenthos Küstenmeer



Auftraggeber:
Tennet Offshore GmbH
Bayreuth

15.07.2022

Auftraggeber: Tennet Offshore GmbH
Bayreuth

Titel: BalWin1+2
Basisaufnahme Makrozoobenthos Küstenmeer

Auftragnehmer: BioConsult GmbH & Co.KG

Auf der Muggenburg 30
28217 Bremen
Telefon +49 421 6207108
Telefax +49 421 6207109

Lerchenstraße 22
24103 Kiel
Telefon +49 431 53036338

Internet www.bioconsult.de
eMail info@bioconsult.de

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Tim Bildstein

Dr. Sandra Jaklin

Datum: 15.07.2022

Inhalt

1. Anlass und Aufgabenstellung	6
2. Material und Methoden.....	7
2.1 Untersuchungsgebiet und –konzept	7
2.2 Probenahme und Probenbearbeitung	12
2.2.1 Beprobung des Sediments mittels van-Veen-Greifer	12
2.2.2 Beprobung der Infauna mittels van-Veen-Greifer	13
2.2.3 Beprobung der Epifauna mittels Dredge	13
2.2.4 Video (Epifauna/Sedimente)	14
2.3 Datenbehandlung und Auswertung	15
2.3.1 Taxonomische Hinweise	15
2.3.2 Ermittlung der Artenzahl.....	18
2.3.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse	18
2.3.4 Datenauswertung	19
2.3.4.1 Kennwerte	19
2.3.4.2 Gemeinschaftsanalysen.....	19
2.3.4.3 Gruppierung der Stationen	20
3. Ergebnisse	21
3.1 Hydrografische Rahmenbedingungen	21
3.2 Sediment.....	21
3.3 Makrozoobenthos Infauna (van-Veen-Greifer)	23
3.3.1 Gruppierungen der Stationen.....	23
3.3.2 Artenzusammensetzung	25
3.3.3 Rote Liste Arten	30
3.3.4 Mittlere Kennwerte (Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität und Äquität).....	30
3.3.5 Dominanz bei Abundanz und Biomasse	34
3.3.6 Gemeinschaftsanalyse	35
3.4 Makrozoobenthos Epifauna (2 m-Baumkurre)	40
3.4.1 Gruppierungen der Stationen.....	40
3.4.2 Artenzusammensetzung	41
3.4.3 Rote Liste Arten	44
3.4.4 Mittlere Kennwerte (Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Äquität und Diversität)	44
3.4.5 Dominanz bei Abundanz und Biomasse	46
3.4.6 Gemeinschaftsanalyse	48
3.5 Fische (2 m-Baumkurre).....	51
3.6 Makrozoobenthos Epifauna und Sedimente / Morphologie (Video)	52
4. Einordnung der Ergebnisse.....	53
4.1 Sediment.....	53
4.2 Makrozoobenthos	53
4.2.1 Infauna	53
4.2.2 Epifauna.....	55
4.3 Geschützte Biotope (nach § 30 BNatSchG)	55
Literatur.....	57
Anhang	59

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Lage der Stationen (Van Veen-Greifer) im Küstenmeer seewärts der Inseln. 10	
Abb. 2:	Lage der Dredgehols und Videotransekte im Küstenmeer seewärts der Inseln.....	11
Abb. 3:	Für die Videountersuchung genutztes Kamerasystem.	15
Abb. 4:	Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Transekt- und Einzelstationen mit homogenem Sediment).....	22
Abb. 5:	Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Stationen in KGS-Verdachtsflächen).	23
Abb. 6:	Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Arten-Abundanzstruktur der Infauna (van-Veen-Greifer) an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.....	24
Abb. 7:	MDS-Darstellung der Infauna-Gemeinschaft (van-Veen-Greifer) an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors. ...	25
Abb. 8:	Anzahl der Taxa pro Station nach Clustern.....	31
Abb. 9:	Abundanz pro Station nach Clustern.....	31
Abb. 10:	Mittlere Abundanz (Ind./m ² , links) und Biomasse (FG g/m ² , rechts) ± Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	33
Abb. 11:	Mittlere Diversität (links) und Äquität (rechts) ± Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	33
Abb. 12:	Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer, relative Abundanz) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). 34	
Abb. 13:	Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer, relative Biomasse in g FG/m ²) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	35
Abb. 14:	Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Gemeinschaftsstruktur der quantitativ erfassten Epifauna (2 m-Baumkurre) im Herbst 2021 an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.....	41
Abb. 15:	Mittlere Artenzahl (links), mittlere Abundanz (Ind./ha, Mitte) und mittlere Biomasse FG g/ha, rechts) ± Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	45
Abb. 16:	Mittlere Äquität (J) Diversität (H') mit Standardabweichung der Epifauna pro Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“) entlang des geplanten Kabelkorridors.	46
Abb. 17:	Dominanzverhältnisse der Epifauna (2 m-Baumkurre, relative Abundanz) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). 47	

Abb. 18:	Dominanzverhältnisse der Epifauna (2 m-Baumkurre, relative Biomasse) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). 48	
Abb. 19:	MDS-Darstellung auf Basis der Epifauna-Gemeinschaftszusammensetzung (nur quantitativ erfasste Arten) mit strukturierenden Arten.	49
Abb. 20:	MDS-Darstellung auf Basis der Epifauna-Gemeinschaftszusammensetzung (Präsenz-Absenz).	50
Tab. 1:	Übersicht der Anzahl von Transekten, Stationen und Greifern, bzw. Hols im Untersuchungsgebiet.	9
Tab. 2:	Mittlere Anteile der Korngrößenfraktionen der Fein- bzw. Mittelsandstationen.	22
Tab. 3:	Artenspektrum des Makrozoobenthos (Infauna, van-Veen-Greifer) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet Sublitoral des Küstenmeeres.	26
Tab. 4:	Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität und Äquität der Infauna je Station (van-Veen-Greifer) sowie Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) je Cluster entlang des geplanten Kabelkorridors.	32
Tab. 5:	Unähnlichkeit (%) zwischen den Clustern basierend auf den Ergebnissen der SIMPER Analyse der Infauna-Gemeinschaftsstruktur.	36
Tab. 6:	Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern. .	37
Tab. 7:	Artenspektrum des Makrozoobenthos (Epifauna, 2m-Baumkurre) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet im Küstenmeer (Gesamt).	42
Tab. 8:	Artenzahl, Abundanz (Ind./ha), Biomasse (g FG/ha), Diversität und Äquität der Epifauna je Hol (Kieler Kinderwagen) sowie Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) je Cluster und für das Gesamtgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.	44
Tab. 9:	Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern. .	49
Tab. 10:	Artenspektrum und mittlere Abundanzen (Ind./ha) der Fischfauna (Kieler Kinderwagen) pro Cluster basierend auf der Clusteranalyse für die Epifauna-Gemeinschaft.	51
Tab. 11:	Rahmendaten Videotransekte.	52

1. Anlass und Aufgabenstellung

Gegenstand der Planung sind die Offshore-Netzanbindungssysteme (ONAS) BalWin1 und BalWin2 in dem im ROV festgelegten Korridor über Baltrum. Beantragt wird dabei die Verlegung im niedersächsischen Küstenmeer von der Grenze der 12 sm-Zone (Grenzkorridor N-III) bis zu dem Anlandungsbereich westlich Dornumersiel (s. Abb. 1). Die ONAS BalWin1 und BalWin2 dienen dem geplanten Anschluss der OWP-Cluster 9 und 10.

Für die Kabelverlegung im niedersächsischen Küstenmeer sowie in Küsten- und Übergangsgewässern hat der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) gemeinsam mit der Nationalparkverwaltung niedersächsisches Wattenmeer (NLPV) Anforderungen an Untersuchungen für die Genehmigungsverfahren festgelegt (NLWKN & NLPV 2012).

Vorrangiges Ziel der Untersuchungen ist die Ermittlung der räumlichen Verbreitung des Makrozoobenthos vor Baubeginn und die Schaffung von Grundlagen für die Bewertung der zu erwartenden bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen des Vorhabens. Die vorhandenen Daten zu den Sedimenten (s. Kap. 3.2) können mit den Daten verifiziert und ggf. detailliert werden. Der Untersuchungsumfang wurde mit NLWKN und NLPV vor Probenahmebeginn abgestimmt (Zusammenfassung s. Kap. 2.1). Für die hier gegenständlichen Netzanbindungssysteme ist eine sogenannte Korridorbetrachtung vorzunehmen, so dass die beiden Systeme BalWin1 und BalWin2 gemeinsam in einem Bericht dargestellt werden.

Mit der Durchführung der Untersuchungen im Bereich des geplanten Kabelkorridors im Küstenmeer wurde die BioConsult GmbH & Co. KG beauftragt.

Für die naturschutzfachlichen Unterlagen des Genehmigungsantrages stehen damit u. a. Aussagen zum Bestand und zur Bedeutung der Schutzgüter Makrozoobenthos, Sedimente und Biotope zur Verfügung. Diese bilden eine Grundlage für die umweltfachlichen Auswirkungsprognosen.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet und –konzept

Für die Erstellung des Untersuchungskonzepts wurden sowohl die Anforderungen des NLWKN & NLPV (2012) als auch die Kartieranleitung des BFN (2011) für artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe berücksichtigt.

Die Untersuchungen haben lt. NLWKN & NLPV (2012) folgende Untersuchungen zu umfassen:

- Untersuchung der sublitoralen Sedimente und Substrate mit Sonar einschließlich „ground truth“ (Feldbeprobungen: Greifer, ggf. Video) (nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung),
- Untersuchungen der sublitoralen Epifauna/ Vegetation mittels Dredge,
- Untersuchung des sublitoralen Endobenthos (Infauna) mittels Greifer,
- Untersuchung der sublitoralen Sedimenttypen mittels Greifer,
- erforderlichenfalls Untersuchung von sublitoralen Sonderstandorten, wie sublitoralen Hartschubstratbiotopen (Struktur und Epifauna/Vegetation) mit geeigneten speziellen Verfahren.

Da mit den Netzanbindungssystemen BalWin1 und BalWin2 mehr als ein einzelnes Kabel beantragt werden soll, handelt es sich nach NLWKN & NLPV (2012) um die Ausweisung eines Kabelkorridors. Das Untersuchungskonzept wurde entsprechend Kap. 7.3 in NLWKN & NLPV (2012) darauf ausgerichtet.

Die genaue Positionierung der Transekte und Einzelstationen wurde auf Basis der SideScanSonar-Untersuchungen (SSS) der Firma VBW (im Auftrag von TenneT) aus dem Jahr 2020 vorgenommen. Da die Anforderungen von NLWKN & NLPV (2012) keine Angaben zu Korridorbreiten eines Kabelkorridors enthalten, wurde in Abstimmung mit NLWKN und NLPV ein Trassenkorridor mit einer Breite von 600 m definiert. Damit werden bei dem Trassenabstand BalWin1 & 2 von 100 m zwischen den beiden Netzanbindungen mögliche laterale Auswirkungen z.B. durch Sedimentation innerhalb des Korridors erfasst. Entsprechend NLWKN & NLPV (2012) wurden die äußeren Stationen jedes Transekts jeweils 250 m außerhalb des Korridors positioniert.

Das Makrozoobenthos entlang des Kabelkorridors wurde mittels van-Veen-Greifer (Infauna, Sedimente) und 2 m-Baumkurre (Epifauna) untersucht. Entlang des Kabelkorridors wurden entsprechend des Untersuchungskonzeptes 4 Quertransekte (Bal-S-1 bis 4) mit je 4 Stationen sowie zwanzig dazwischen liegende Einzelstationen (Bal-A bis E und Bal-S-KGS-1 bis 15) untersucht. Von diesen Einzelstationen entsprachen 5 den nach NLWKN & NLPV (2012) vorgesehenen Einzelstationen zwischen den Quertransekten mit voraussichtlich gleicher Sedimentbeschaffenheit (im Nachfolgenden „Stationen mit homogenem Sediment“ genannt). Die weiteren 15 Einzelstationen wurden in Bereichen mit größerem Sediment ausgewählt (im Nachfolgenden „Stationen mit heterogenem Sediment“

genannt). Für die van-Veen-Greiferproben ergibt sich ein Probenumfang von insgesamt 108 van-Veen-Greifern resultierend aus der Beprobung von 36 Stationen mit je 3 Parallelproben. Nach Vorgaben des NLWKN & NLPV (2012) wurden pro Quertransekt zwei Hols mittels 2 m-Baumkurre entlang der zwei geplanten Netzkabel durchgeführt, wobei das Quertransekt den Mittelpunkt des jeweiligen Hols darstellt. Zusätzlich wurde je ein Hol auf jeder Station mit heterogenem Sediment durchgeführt. Daraus ergibt sich ein Probenumfang von insgesamt 13 Hols mit dem Kieler Kinderwagen. Eine Übersicht des Probenumfangs gibt Tab. 1.

Abb. 1 zeigt die Positionen der Stationen mit van-Veen-Greiferproben und Abb. 2 zeigt die Position der Hols mittels 2 m-Baumkurre im Untersuchungsgebiet.

In den Bereichen mit Grobsand und Kies wurden zudem 8 Videotransekte abgefahren (s. Abb. 2), von denen allerdings aufgrund der extrem schlechten Sicht nur 5 ausgewertet werden konnten.

Der gesetzliche Biotopschutz nach § 30 BNatSchG (Identifikation von Verdachtsflächen gesetzlich geschützter Biotope) wird dabei durch die Beprobung der Bereiche mit Grobsand und Kies mit berücksichtigt. Die vier identifizierten Verdachtsflächen werden daher in Anlehnung an die aktuelle Kartieranleitung des Bundesamtes für Naturschutz für „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (BFN 2011) untersucht. Diese sieht pro Verdachtsfläche eine Beprobung mit van Veen-Greifern an drei Stationen mit jeweils 3 Parallelen je Station und die Durchführung je eines Videotransektes vor (s. Abb. 2). Aufgrund der Größe der südlichsten Verdachtsfläche wurde diese an 6 Stationen beprobt und mit 2 Videotransekten erfasst.

Vorkommen anderer (v. a. Riffe) nach § 30 BNatSchG geschützter Biotope waren auf Basis der vorliegenden Daten auszuschließen. Es sind jedoch einige als „Wrack“, „Geologie“, „Biostruktur“ und/oder „Stein“ klassifizierte Objekte entlang der Trasse vorhanden. Aufgrund der unsicheren Klassifikation wurden von diesen Objekten alle, die in der Nähe der geplanten Trassen liegen, mit Video erfasst. Hierfür wurden drei weitere Videotransekte eingeplant. Insgesamt wurden damit 8 Videotransekte abgefahren (s. Abb. 2).

Tab. 1: Übersicht der Anzahl von Transekten, Stationen und Greifern, bzw. Hols im Untersuchungsgebiet.

Transekte	Anzahl Stationen	Greifer/Hols	Sedimentprobe
Van-Veen-Greifer	4 Transekte á 4 Stationen	16 Stationen x 3 Parallelproben n=48	1 x pro Transekt n=4
2 m-Baumkurre	4 Transekte á 2 Hols	8 Hols	
Einzelstationen mit homogenem Sediment	Anzahl Stationen	Greifer/Hols	Sedimentprobe
Van-Veen-Greifer	5 Einzelstationen	5 Stationen x 3 Parallelproben n=15	1 x pro Station n=5
2 m-Baumkurre	-	-	-
Einzelstationen in KGS-Verdachtsflächen	Anzahl Stationen	Greifer/Hols	Sedimentprobe
Van-Veen-Greifer	5 x 3 Einzelstationen	15 Stationen x 3 Parallelproben n=45	3 x pro Station n=45
2 m-Baumkurre	5 Einzelstationen mit je 1 Hol	5 Hols	-

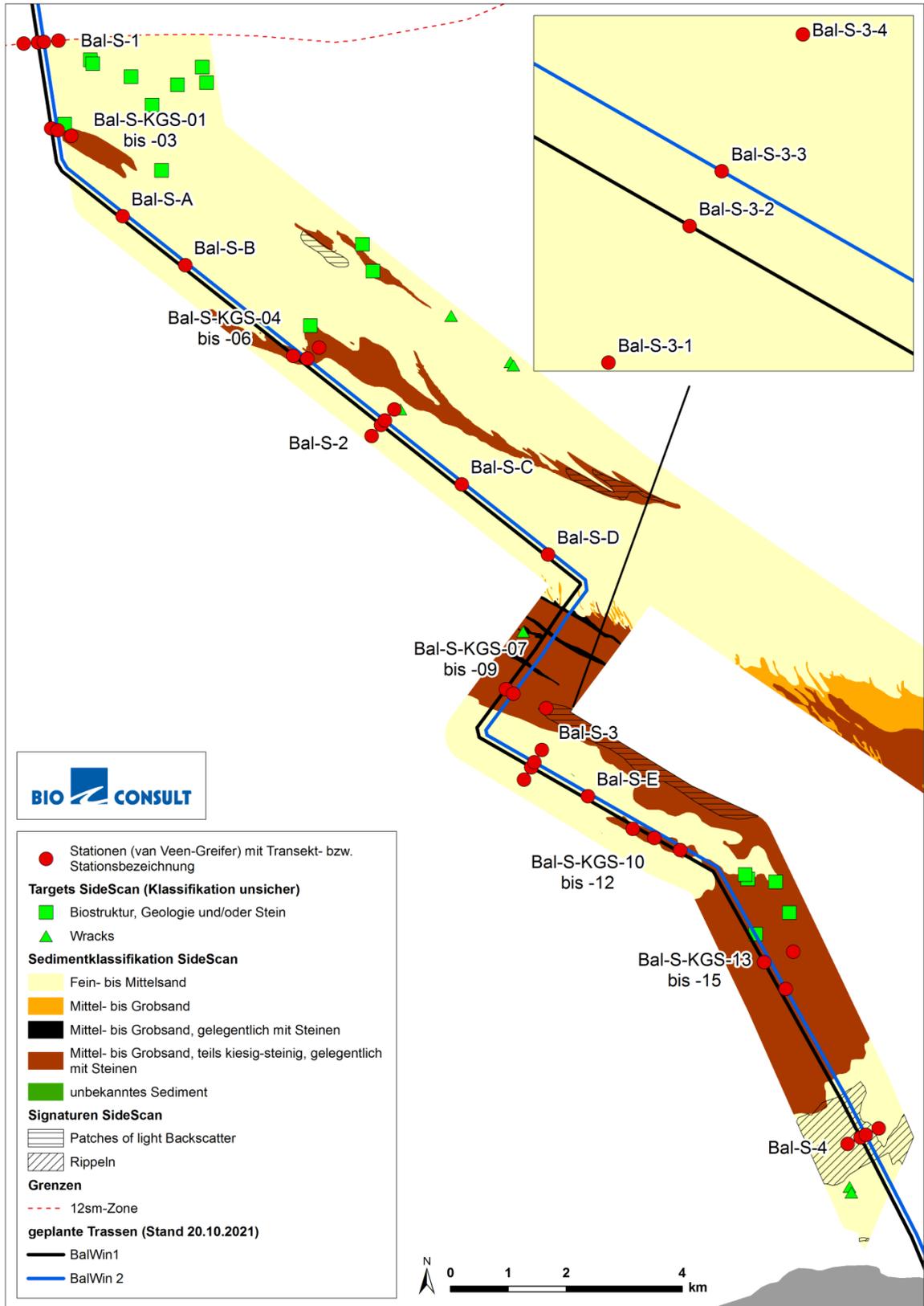


Abb. 1: Lage der Stationen (Van Veen-Greifer) im Küstenmeer seawärts der Inseln.

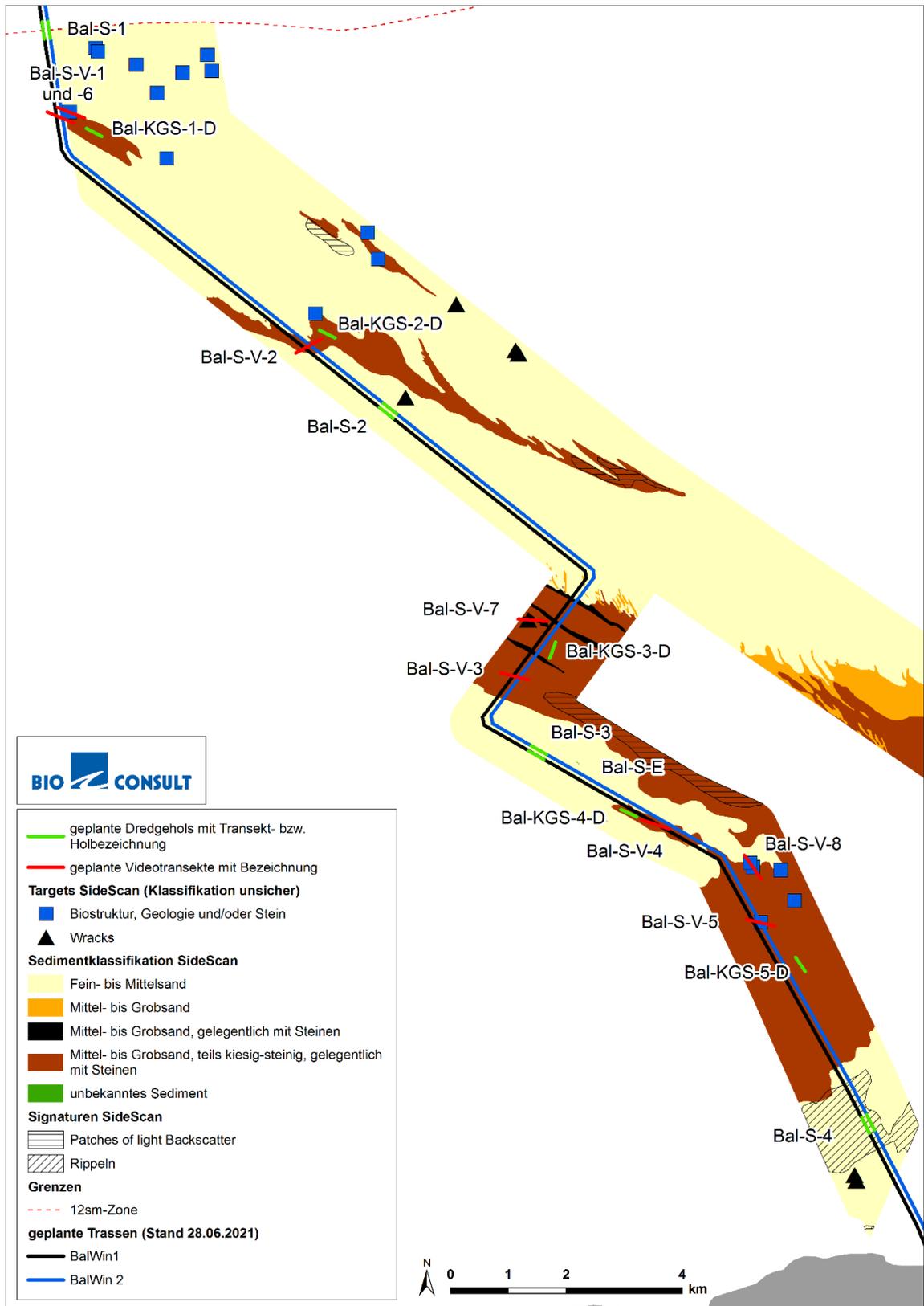


Abb. 2: Lage der Dredgehols und Videotransekte im Küstenmeer seewärts der Inseln.

2.2 Probenahme und Probenbearbeitung

Die Probenahme in der 12 sm-Zone fand vom 24. bis 26.10.2021 von Bord der „Sverdrupson“ statt.

Der Zeitraum der gesamten Probenahmen war geprägt von sehr wechselhaften Wetterbedingungen und einem Sturm, der kurz vor der Probenahme durchgezogen ist.

Zusätzlich zu den im Folgenden beschriebenen Untersuchungsmethoden wurden an jedem Untersuchungstag mindestens dreimal vor Ort hydrografische Rahmenparameter mittels Sonde erhoben. Die Messungen erfolgten dabei jeweils in 0,5 m Wassertiefe.

2.2.1 Beprobung des Sediments mittels van-Veen-Greifer

Die Sedimente jedes Greifers wurden gemäß NLWKN & NLPV (2012) hinsichtlich ihrer Sedimenteigenschaften direkt an Bord charakterisiert (Schätzung der Korngrößenzusammensetzung durch Fingerprobe, Beschreibung von Konsistenz, Farbe, Geruch, Detritusanteil und sonstigen Auffälligkeiten).

Wie in den Anforderungen des NLWKN & NLPV (2012) vorgesehen, wurde von einem Greifer je Transekt und Einzelstation mit homogenem Sediment auf nur einem der beiden Kabel eine Probe zur genauen Untersuchung des Sediments genommen. In diesem Fall wurde jeweils die Station auf dem geplanten BalWin2-Kabel zur Sedimentanalyse gewählt. Zusätzlich wurde von einem Greifer je Einzelstation mit heterogenem Sediment und entsprechend BFN (2011) aus jedem Greifer in KGS-Verdachtsflächen eine Probe zur genauen Untersuchung des Sediments genommen. Insgesamt wurden demnach an 9 Stationen je eine Sedimentprobe und an 15 Stationen je drei Sedimentproben genommen (vgl. Tab. 1).

Die Beprobung zur Ermittlung des Glühverlustes und der Korngrößenverteilung erfolgte durch eine gestörte Löffelprobe nach DIN 18 123. Die Sedimentproben wurden gekühlt gelagert und im Anschluss an die Probenahme ins Labor transportiert und bis zur Aufarbeitung tiefgefroren.

Nach dem Auftauen wurde ein Teil der jeweiligen Probe im Labor bei 55°C für 48 h getrocknet und anschließend bei 485 °C für 12 h verascht, um so den Gehalt der organischen Substanz (Glühverlust nach DIN 18 128) in der jeweiligen Probe zu ermitteln. Der Rest der Probe wurde zur Bestimmung der Korngrößenverteilung der Nass-/Trockensiebung nach DIN 18 123 zugeführt (6 Maschenweiten nach DIN ISO 3310-1).

Die Klassifizierung der Sandkornfraktionen erfolgte analog zu FIGGE (1981) bzw. LAURER et al. (2014). Die Kornfraktionen werden wie folgt klassifiziert:

Mittlere Korngröße	Benennung nach FIGGE (1981)	Kürzel	Weitere Unterteilung ¹
< 63 µm	Ton/Schluff („Schlick“)	T/U	-
63–250 µm	Feinsand	fS	63–125 µm 125–250 µm
250–500 µm	Mittelsand	mS	-
500–2.000 µm	Grobsand	gS	500–1000 µm 1000–2000 µm
2.000–16.000 µm	Kies	G	2000–4000 µm 4000–8000 µm 8000–16000 µm

2.2.2 Beprobung der Infauna mittels van-Veen-Greifer

Für die quantitative Untersuchung der Infauna nach NLWKN & NLPV (2012) wurde ein van-Veen-Greifer mit einer Grundfläche von 0,1 m² verwendet. Der Greiferinhalt wurde nach einer Kurzansprache des Sedimentes (Fingerprobe, siehe Kap. 2.2.1) in Baljen überführt und anschließend über einem Sieb mit 1 x 1 mm Maschenweite gesiebt. Die Siebrückstände wurden an Bord in Kunststoff-Weit-halsflaschen überführt und in 4 % igem, gepufferten Formalin fixiert. Im Labor wurde das in den Proben enthaltene Makrozoobenthos zunächst in Großtaxa sortiert, anschließend taxonomisch bearbeitet und die Individuen pro Taxon gezählt.

2.2.3 Beprobung der Epifauna mittels Dredge

In dieser Untersuchung umfasst die als Epifauna definierte Fauna 1) alle größeren und kleineren mobilen Arten, 2) sessile Aufwuchsarten auf Schill, Steinen, Kies und auf biogenen Strukturen und 3) Arten der Infauna, die durch die Greiferproben nur unzureichend oder gar nicht erfasst wurden. Zu 1) gehören v.a. Krebse (Crustacea), Stachelhäuter (Echinodermata) sowie größere Schnecken (Gastropoda), aber auch kleinere Arten, die als sekundäre Hartsubstratsiedler oftmals an Hydrozoen etc. assoziiert vorkommen. Zu 2) zählen die auf geogenen (Steine, Kies) und biogenen Strukturen siedelnden Arten. Dies sind v.a. koloniebildende (modulare) Arten aus den Großgruppen Bryozoa, Hydrozoa und Porifera, aber auch kleinere (unitare) Arten. Sofern die Dredgeholts Einsiedlerkrebse enthielten, wurden hiervon einzelne Tiere unterschiedlicher Größenklassen (klein, mittel, groß) und augenscheinlich unterschiedlichem Aufwuchs der Wohngehäuse mitgenommen. Um die in die Küstengewässer der Nordsee eingewanderte Einsiedlerkrebse-Art *Diogenes pugilator* von dem Gemeinen Einsiedlerkrebs *Pagurus bernhardus* zu unterscheiden, wurden die Krebse im Labor aus ihren Wohngehäusen gezogen und bis zur Art bestimmt. Danach wurde die auf den Wohngehäusen befindliche Epifauna bestimmt. Da ein Teil der Epifauna auch in den Wohngehäusen lebt, wurden die Gehäuse zum Schluss aufgebrochen und nach Epifauna untersucht. Zu 3) gehören z. B. große Muscheln (z.B. *Spisula*, *Mactra*), die eigentlich eine endobenthische Lebensweise haben und demnach der Infauna

¹ Vgl. Siebgrößen der DIN ISO 3310-1:2001-09.

zugeordnet werden. Wurden diese Arten durch die Greiferproben repräsentativ erfasst, wurden sie bei der Epifauna nicht berücksichtigt.

Für die Untersuchung der Epifauna wurde in Abstimmung mit NLWKN & NLPV in Abweichung von den Vorgaben in NLWKN & NLPV (2012) eine Baumkurre mit einer Netzöffnung von 2 m genutzt. Die jeweilige Schleppdauer der Hols betrug 10 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 1-2 Knoten was eine Länge der Schleppstrecken von 336 m bis 471 m ergab.

Die Fänge wurden zum Großteil an Bord bearbeitet, d. h. große Makrozoobenthos-Taxa wurden sofort aussortiert und pro Hol und Taxon/Art bestimmt und das Nassgewicht gewogen. Größere Individuen, die nicht direkt an Bord bestimmt werden konnten, wurden für eine spätere Bestimmung im Labor in Alkohol überführt. Des Weiteren wurden für die Erfassung des Gesamtartenspektrums auch bewachsene Schillstücke oder Steine sowie Kolonien von Hydrozoa oder verschiedene Einsiedlerkrebse (s.o.) selektiv mitgenommen. Hierbei handelte es sich aufgrund der Maschenweite der Baumkurre und der selektiven Auswahl der Tiere bzw. Substrate nicht um quantitativ erfasste Taxa/Arten.

Im Rahmen der Auswertung der Epifauna wird somit zwischen quantitativ und qualitativ erfassten Taxa/Arten unterschieden (vgl. Kap. 2.3.3) und diese Unterscheidung entsprechend in der Artenliste kenntlich gemacht.

Eine gesonderte Erfassung der Fischfauna ist gemäß NLWKN & NLPV (2012) nicht vorgesehen. Die bei der Probenahme mit der 2 m-Baumkurre gewonnenen Daten zur Fischfauna wurden aber zusätzlich aufbereitet, die Biomasse der Fische wurde allerdings nicht ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass eine 2 m-Baumkurre die Fischfauna nur ausschnittsweise in Form der kleineren, demersalen Fischfauna erfasst. Die Ergebnisse können also nicht als repräsentativ für das Fischartenspektrum des Gebietes angesehen werden. Die Auswertung der Fischfauna erfolgt nicht in gleichem Umfang wie bei der Epifauna, deren Untersuchung das vorrangige Ziel der Fänge war.

2.2.4 Video (Epifauna/Sedimente)

Die Unterwasser-Videoaufnahmen dienten in dieser Untersuchung in erster Linie der Überprüfung auf Vorkommen biotopprägender Epifauna (Hydrozoen, Lanice) und von Steinen. Daneben sollten durch die Aufnahmen allgemeine Charakteristika wie Beschaffenheit der Sedimentoberfläche, Besiedlung anhand von Grabgängen, Öffnungen von Bauten etc. sowie Vorkommen demersaler Fische und größerer Evertebraten und ggf. Makrophyten erfasst werden. Die Wetterbedingungen für den Einsatz der Schleppkamera waren allerdings aufgrund des Seegangs und des Windes (es herrschte eine Windstärke von 5-6 Bft mit entsprechender Wellenhöhe, was für den Videoeinsatz bereits grenzwertig ist) schlecht. Am Grund zeigten sich schlechte Sichtverhältnisse. Dies lässt sich auf starke Trübung durch „Marine snow“ (Detritus in der Wassersäule), Strömung und ein kürzlich vergangenes Sturmereignis zurückführen. 3 der 8 Videotransekte konnten daher nicht ausgewertet werden, bei den übrigen 5 ist der Detailgrad der Auswertung geringer als üblicherweise.

Für die Videountersuchung wurde die in einem speziellen Schlitten installierte Kamera (Abb. 3) bei möglichst langsamer Fahrt (1-2 kn) für eine Dauer von 5 -10 Minuten hinter dem Schiff hergezogen. Die Kamera war über ein Kabel mit einem an Deck des Schiffes befindlichen digitalen Videorecorder (Hersteller Sony, Gerät GV-HD700/1) verbunden. Zwischen Kamera und Videorecorder war ein

Computer mit angeschlossenem Genlockadapter geschaltet. Der Computer verarbeitet mittels einer eigens entwickelten Software die Daten des Navigationsgeräts (D-GPS) und blendet sie in das Videobild ein. Dadurch erscheinen in der Videoaufzeichnung die Stationsbezeichnung, die aktuelle Position und Tiefe, das Datum und die Uhrzeit. Da die Position an der Stelle aufgezeichnet wird, an der das Schleppseil des Gerätes an Bord führt, tritt ein Versatz zur tatsächlichen Geräte-Position auf. Dieser Versatz wurde bei Überführung der Tracks in ArcGIS berücksichtigt, indem ein Korrekturwert aus der an Bord pro Transekt erfassten tatsächlichen Länge des Schleppseils, der Wassertiefe und der Bordwandhöhe errechnet wurde.

Zur Ausleuchtung des Kamerafeldes waren zwei LED-Weitstrahler (je 3 x 5 Watt, 12 Volt) am Kameragestell befestigt. Mittels dreier Laserpointer, die in die Mitte des Bildes auf den Meeresboden ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge von 10 cm projizieren, sind Flächen- und Größenabschätzungen möglich. Neben der fest installierten Kamera mit Standardauflösung wurde an dem Schlitten auch eine 2. Kamera (GoPro) montiert, die parallel eine HD-Aufnahme mit 1920×1080 Pixeln aufgezeichnet hat.



Abb. 3: Für die Videountersuchung genutztes Kamerasystem.

2.3 Datenbehandlung und Auswertung

2.3.1 Taxonomische Hinweise

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.

In vielen Fällen war eine genaue Artzuweisung der Organismen nicht möglich und es erfolgte innerhalb der Linnéischen Systematik eine Zuordnung in die nächst höhere taxonomische Gruppe (Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm). Unklarheiten in der taxonomischen Bestimmung waren z.B. bei der Klasse der Hydrozoa darin begründet, dass die für eine Artzuweisung benötigten Hydrotheken nicht vorhanden waren. Ebenso lassen oftmals juvenile Formen eine Artbestimmung nicht zu, da die erforderlichen Merkmale noch nicht ausgeprägt sind. Großgruppen wie Actiniaria, Nemertea und Platyhelminthes lassen sich entweder in fixiertem Zustand nicht bestimmen oder erfordern für eine Artzuweisung generell eine sehr zeitintensive Anfertigung mikroskopischer Präparate. Eine derart detaillierte Untersuchung ist aufgrund der meist geringen Abundanzen für die allgemeine Charakterisierung der Benthosgemeinschaft jedoch nicht relevant.

Bei der Auswertung der Taxa sind folgende Besonderheiten zu erwähnen:

- Bei der Art *Glycera lapidum* soll es sich um einen Komplex mehrerer Arten handeln. Die Bezeichnung wurde entsprechend dem Vorschlag beim 5. Makrozoobenthos Workshop des BLMP in Wilhelmshaven 2019 in *Glycera lapidum* agg. angepasst.
- Die Art *Loimia ramzega* ist eine dem Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* ähnliche Terbelliden-Art, die bevorzugt auf grobem Sediment vorkommt. *Loimia ramzega* sp. nov. wurde erstmals für europäische Meeresgebiete von LAVESQUE et al. (2017) beschrieben. Die ersten Funde wurden 2011 an intertidalen Sandstränden in der Bretagne und am Ärmelkanal gemacht, wobei es sich hier um riesige Exemplare mit bis zu 65 cm Länge handelte. Seit 2016 wurden von uns in verschiedenen Projekten (deutsche AWZ der Nordsee) immer wieder *Loimia* sp. gefunden, die viel kleiner waren als die von LAVESQUE et al. (2017) beschriebenen und morphologisch nicht vollständig mit den Beschreibungen der adulten Stadien von LAVESQUE et al. (2017) übereinstimmen. Ein genetischer Abgleich von Probenmaterial aus dem Bereich Borkum Riffgrund, ausgeführt vom Deutschen Zentrum für Marine Biodiversität (DZMB) im Dezember 2019, brachte die Bestätigung, dass es sich bei diesen gefundenen Exemplaren um *Loimia ramzega* handelt (M. Christodoulou, DZMB mdl. Mttl.). Für das niedersächsische Küstenmeer ist die Art ebenfalls durch Genanalysen bestätigt (NLWKN/Dr. Thomas Knefelberger, biome-id). Wo genau das Ursprungsgebiet von *L. ramzega* liegt, ist noch nicht geklärt.
- In vielen Untersuchungen zum Nordost-Atlantik wurde die Bezeichnung *Chamelea gallina* verwendet, so auch von RACHOR et al. (2013) in der Roten Liste. Nach Angaben in BACKELJAU et al. (1994) kommt basierend auf Genanalysen *Chamelea gallina* nur im Mittelmeerraum bis zur West-Algarve vor, während *Chamelea striatula* von der West-Algarve bis in die Nordsee verbreitet ist. Allerdings wurde zwischenzeitlich auch für die Nordseepopulation die Artbezeichnung *Chamelea gallina* eingeführt (z.B. HAYWARD & RYLAND 1995) während frühere Untersuchungen (z.B. TEBBLE 1966) noch durchgängig den Artnamen *Venus striatula* verwendet haben. In dem vorliegenden Bericht wird ausschließlich der Name *Chamelea striatula* verwendet.
- Nach neueren Erkenntnissen handelt es sich bei der Art *Scoloplos armiger* um mehrere Arten, die sich morphologisch trennen lassen. Eine genaue Beschreibung der Arten steht aber noch aus. Daher wird in diesem Bericht durchgängig der Name *Scoloplos armiger* agg. verwendet.

- Eine Art der Gattung *Rullierinereis* wurde mittlerweile von mehreren Laboren in Grobsedimenten der deutschen AWZ der Nordsee nachgewiesen. Die am ehesten in Frage kommende Art schien *Rullierinereis ancornunezi* zu sein, beschrieben von NUNEZ & BRITO (2006). Wir (BioConsult) haben Exemplare von unseren zunächst als *Rullierinereis* spp. bezeichneten Tieren an Jorge Nunez geschickt, der sie der von ihm beschriebenen Art, *Rullierinereis ancornunezi*, zuordnete. Auf dem taxonomischen Workshop des BLMP 2019 wurde aufgrund von Unterschieden des vorliegenden Materials zur Artbeschreibung von NUNEZ & BRITO (2006) ausschließlich der Gattungsname verwendet. Wir haben uns dieser Vorgehensweise angeschlossen.
- Für die Gattung *Notomastus* stellen wir seit 2019 fest, dass einige Tiere ein sog. aveolates Muster auf der Haut der vorderen Segmente aufwiesen. Diese Individuen waren wie *Notomastus latericeus* durch ein borstenfreies Peristomium gekennzeichnet. Anders als bei *N. latericeus* schließen sich bei der Absprache gemäß (taxonomischer Workshop UBA) als *Notomastus* sp. bezeichneten Art aber zwei borstenfreie Segmente an. Es folgen 9 Segmente mit Haarborsten in oberem und unterem Parapodialast. Der Übergang von Thorax zu Abdomen ist plötzlich. Die abschließende Identifikation der Art, möglicherweise sogar der Gattung steht noch aus. Entsprechend den Diskussionen zum 5. UBA-workshop wird diese Art einheitlich als *Notomastus* sp. bezeichnet.
- Anhand von genetischen Untersuchungen haben NYGREN & PLEIJEL (2011) festgestellt, dass es sich bei der in europäischen Meeresgebieten vorkommenden Polychaetenart *Eumida sanguinea* tatsächlich um einen Komplex von 10 Arten handelt. Davon lassen sich im lebenden Zustand drei anhand eines artspezifischen weißen Pigmentmusters bestimmen. Da man üblicherweise ausschließlich mit fixiertem Material arbeitet ist eine Unterscheidung der meisten der Arten nicht möglich. Wir schließen uns bei der Benennung des Taxons an die im Vortrag von Bick/Dietrich (MZB Workshop des UBA 2019 in Wilhelmshaven) verwendete Bezeichnung *Eumida sanguinea* agg. an.
- Bei der Art *Glycera lapidum* soll es sich um einen Komplex mehrerer Arten handeln. Die Bezeichnung wurde entsprechend dem Vorschlag beim 5. Makrozoobenthos Workshop des BLMP in Wilhelmshaven 2019 in *Glycera lapidum* agg. angepasst.
- Eine Art der Gattung *Rullierinereis* wurde mittlerweile von mehreren Laboren in Grobsedimenten der deutschen AWZ der Nordsee nachgewiesen. Die am ehesten in Frage kommende Art schien *Rullierinereis ancornunezi* zu sein, beschrieben von NUNEZ & BRITO (2006). Wir (BioConsult) haben Exemplare von unseren zunächst als *Rullierinereis* spp. bezeichneten Tieren an Jorge Nunez geschickt, der sie der von ihm beschriebenen Art, *Rullierinereis ancornunezi*, zuordnete. Auf dem taxonomischen Workshop des BLMP 2019 wurde aufgrund von Unterschieden des vorliegenden Materials zur Artbeschreibung von NUNEZ & BRITO (2006) ausschließlich der Gattungsname verwendet. Wir haben uns dieser Vorgehensweise angeschlossen.
- Nach NYGREN & PLEIJEL (2011) handelt es sich bei *Eumida sanguinea* um einen Artenkomplex, bei dem die Arten ausschließlich anhand des Pigmentmusters lebend unterschieden werden können. Daher wird in diesem Bericht der Begriff *Eumida sanguinea* agg. verwendet.

- Grundsätzlich ist die Bestimmung von Arten innerhalb der Nemertea schwierig. Einige charakteristische Gruppen lassen sich jedoch ohne Anfertigung eines Präparates ansprechen. In diesem Bericht wird innerhalb der Nemertea zwischen 1) *Tubulanus polymorphus*, 2) Linneidae und 3) Nemertea indet. unterschieden.
- Eine Artbestimmung innerhalb der Anthozoa ist im fixierten Zustand schwierig und sehr zeitaufwendig. In diesem Bericht wird durchgängig der Begriff Anthozoa indet. verwendet, der aber ausschließlich epibenthische Blumentiere (Actinaria) umfasst, die sich von den im Sediment lebenden Art *Cerianthus lloydii*, *Edwardsia* spp. oder *Peachia cylindrica* trennen lassen.

2.3.2 Ermittlung der Artenzahl

Um eine realistische Einschätzung der Artenzahlen innerhalb eines Gebietes (Station, Transekt, Cluster, Gesamtgebiet) 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 *Eteone* spp. nicht gezählt, wenn die Art *Eteone longa* in den Proben vorkam. Kam keine Art der Gattung vor, wurde die Gattung (*Eteone* spp.) als „Art“ gezählt. Ebenso wurde auf Familienebene Nereididae indet. nicht gezählt, wenn eine Gattung der Familie (z.B. *Eunereis* spp.) oder eine Art dieser Familie (z.B. *Eunereis longissima*) vorkam.

Die Erfassung des Gesamtartenspektrums erfolgte nach der oben beschriebenen Methode entweder auf Basis des Gesamtgebietes (gemeinsame Betrachtung aller Stationen) oder auf Basis von Stationsgruppen (getrennte Betrachtung der Artenlisten definierter Gruppen wie z.B. Teilgebieten, Clustern).

2.3.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse

Infauna: Alle faunistischen Daten der Van-Veen-Greifer (Abundanz, Biomasse) wurden für die statistischen Analysen auf einen Quadratmeter standardisiert. Da es sich bei den Großgruppen Hydrozoa und Bryozoa um koloniebildende Formen handelt, deren Abundanz nicht bestimmt werden kann, wurden die Arten mit ihrer Präsenz/Absenz erfasst und in der Artenliste mit einem „X“ gekennzeichnet. Aufgrund fehlender quantitativer Daten (Individuenzahlen) für diese Großgruppen, sind diese nicht in die Berechnung der Gesamtabundanzen pro Greifer eingegangen. Im Rahmen von Gemeinschaftsanalysen wurden die Arten aber berücksichtigt; quantitativ sind sie dort mit 1 Ind./Greifer bzw. 10 Ind./m² eingegangen. Die Biomasse wurde artspezifisch als Frischgewicht (FG; Abtupfgewicht) und Trockengewicht (TG) bestimmt, wobei die kleinste Wägeeinheit 0,0001 g betrug.

Epifauna: Alle faunistischen Daten der 2 m-Baumkurre (Abundanz, Biomasse) wurden für die statistischen Analysen auf einen Hektar standardisiert. Aufgrund der in Kap. 2.2.3 beschriebenen Methodik zur Erfassung des gesamten Arteninventars der Epifauna, wurden nicht alle Arten quantitativ erfasst.

Für Arten, die nur qualitativ (Präsenz/Absenz) erfasst wurden, gibt es keine Abundanzwerte und ihre Präsenz wird mit einem „X“ vermerkt. Statistische Auswertungen der Abundanz berücksichtigen nur quantitativ erfasste Arten. Die Biomasse wurde als Frischgewicht erfasst und beschränkt sich auf die Wägung quantitativ erhobener Arten.

2.3.4 Datenauswertung

2.3.4.1 Kennwerte

Neben der Artenzahl, der Abundanz (Ind./m² bzw. Ind./ha) und der Biomasse (g TG/m² bzw. g FG/ha) wurden auch die Diversität (Shannon-Wiener-Index H') und Äquität J' (PIELOU 1966) ermittelt. Die Diversität [H'], ein Index der Artenvielfalt und Gleichverteilung, wurde nach SHANNON & WEAVER (1949) berechnet. Sie wird durch Artenzahl und Dominanzstruktur bestimmt.

$$H' = -\sum_{i=1}^t p_i \times \ln p_i \quad (t = \text{Gesamtartenzahl}; i = i\text{-te Art}; p_i = \text{relative Häufigkeit der } i\text{-ten Art})$$

Der Index der Gleichmäßigkeit oder Äquität gibt das Verhältnis der ermittelten Shannon-Diversität der Arten (H') zur maximal möglichen Diversität an. Die Äquität [J'] wurde nach PIELOU (1966) ermittelt. Äquitäts-Werte liegen zwischen 0 und 1. Ist J' = 1, so sind alle vorhandenen Arten in gleich hoher Individuenzahl vorhanden.

$$J' = H' / H_{\max} \quad (H'_{\max} = \text{maximal möglicher Wert von } H')$$

2.3.4.2 Gemeinschaftsanalysen

Durch multivariate Methoden ist ein Vergleich von Lebensgemeinschaften (bzw. Assoziationen) durch gleichzeitiges Einbeziehen von Artenspektrum und Abundanzen möglich. Die im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten multivariaten Statistiken (MDS, Cluster und SIMPER) wurden unter Verwendung des Software-Pakets „Primer 6.1.1.2 & PERMANOVA+“ berechnet.

Die multivariaten Statistiken basierten nicht auf dem gesamten Datensatz, da das sporadische Auftreten vieler verschiedener, nicht auf Artebene bestimmter Taxa, mögliche räumliche Muster in der Arten-Abundanzstruktur maskiert. Daher wurde die Abundanz bestimmter Arten und Gattungen summiert. Taxa der Infauna, die auf sehr niedrigem Level (Großgruppe) bestimmt wurden, wurden aus dem Datensatz eliminiert. Eine Ausnahme in diesem Bericht stellt das Taxon *Ensis* spp. dar. Diese teilweise juvenilen Muscheln kamen in einigen Stationen in hoher Abundanz vor und konnten aufgrund ihres Lebensstadiums keiner Art eindeutig zugewiesen werden. Aufgrund ihrer Abundanz und daher potenziell großen Bedeutung für die Arten-Abundanzstruktur wurden diese Individuen dennoch in der multivariaten Auswertung berücksichtigt.

Um seltene und dominante Arten bei den multivariaten Auswertungen gleichmäßiger zu gewichten, wurden die Abundanzdaten mit der 4. Wurzel transformiert. Die Ergebnisse der multivariaten

Methoden basieren auf einer Ähnlichkeitsmatrix (CLARKE 1993). Als Ähnlichkeitsmaß für die Arten-Abundanzstruktur wurde die Bray-Curtis-Similarität gewählt.

Basierend auf dieser Ähnlichkeitsmatrix wurde eine Clusteranalyse (mit der Methode „Group average“) durchgeführt, wodurch Gruppierungen anhand der Ähnlichkeit von Stationen bezüglich ihrer Gemeinschaftszusammensetzung identifiziert werden können. Ein mit der Clusteranalyse assoziierter SIMPROF (Similarity Profile) Test gibt zusätzlich Aufschluss über die statistische Signifikanz dieser Gruppierungen. Die Ergebnisse beider Tests werden in einem hierarchischen Dendrogramm wiedergegeben.

Durch eine SIMPER-Analyse wurden diejenigen Arten ermittelt, die am meisten zur Ähnlichkeit innerhalb einer Gruppe bzw. zur Unähnlichkeit zwischen Gruppen beitragen (CLARKE & WARWICK 2001). Die Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit einzelner Stationen wurde mittels Multidimensionaler Skalierung (MDS) auf einer 2-dimensionalen Ebene visuell dargestellt. Die Güte der MDS-Darstellung wird über den Stress-Wert angegeben (Stress < 0,05: sehr gute Darstellung ohne Möglichkeit der Fehlinterpretation; Stress < 0,1: gute Ordination; Stress < 0,2: potenziell brauchbare Darstellung, die jedoch mit Vorbehalten verwendet werden sollte; Stress > 0,3: Punkte sind fast zufällig in der Darstellung verteilt). Die 5 Arten die laut SIMPER am meisten zu der Ähnlichkeit jedes Clusters beitrugen wurden als Vektoren zu der MDS-Darstellung hinzugefügt. Die Länge und Richtung dieser Vektoren gibt an, wie sehr die jeweilige Art zur Trennung der Stationen entlang der Vektorrichtung beiträgt. Da in Cluster 1 nur eine Station vorhanden war und somit keine SIMPER Ergebnisse vorhanden, wurden hier die 5 häufigsten Arten gewählt.

Als Signifikanzlevel wurde bei allen statistischen Tests ein Wert von $p < 0,05$ gewählt.

2.3.4.3 Gruppierung der Stationen

Durch die unterschiedlichen Umweltbedingungen wie z.B. Sedimentbeschaffenheit, Strömungsverhältnisse und Energieeintrag entlang des geplanten Kabelkorridors ist eine zusammenfassende Bewertung von Stationen und Quertransekten nicht sinnvoll. Stattdessen wurden in einem ersten Schritt Gruppierungen der Stationen basierend auf den Makrozoobenthos-Gemeinschaftsstrukturen mittels multivariater Analysen untersucht (s.o.). Diese multivariate Analyse ermöglicht eine Zuordnung der Stationen zu Gruppen (= Clustern) die, trotz vorhandener Variabilität, eine hohe Gemeinsamkeit bzgl. ihrer Arten- bzw. Abundanzstruktur aufweisen. Diese Cluster, wurden in weiteren Auswertungsschritten zusammenfassend bewertet. Durch die ungleiche Verteilung der Anzahl von Stationen bzw. Quertransekten pro Cluster wird auf statistische Vergleiche zwischen Clustern verzichtet.

3. Ergebnisse

3.1 Hydrografische Rahmenbedingungen

An allen Untersuchungstagen waren die Messungen sehr ähnlich. Die mittlere Wassertemperatur im Bereich der untersuchten Transekte lag bei 13,0 °C. Die Salinität im untersuchten Gebiet lag bei durchschnittlich 31,7, der Sauerstoffgehalt nahm an allen drei Tagen Werte zwischen 6,2 mg/l und 8,4 mg/l an (Mittel 7,8 mg/l). Insgesamt wies der Wasserkörper also während der Probenahme für die Jahreszeit und den Teil der Nordsee typische Werte auf.

Die Wassertiefen im untersuchten Gebiet nahmen vom küstennächsten Transekt Bal-S-4 bis zum Transekt Bal-S-1 von ca. 4 m auf ca. 23 m zu.

3.2 Sediment

Um die Variabilität der Sedimentzusammensetzung zwischen den Transekten und Einzelstationen zu veranschaulichen, sind in Abb. 4 die Korngrößenverteilung und der Glühverlust für die Transekt- und Einzelstationen dargestellt, in Abb. 5 die der KGS-Verdachtsflächen.

Das Sediment innerhalb des Untersuchungsgebietes setzte sich in allen Proben aus ungeschichteten Sanden zusammen. An den Stationen dominierten mit wenigen Ausnahmen Fein- und Mittelsande. Auffällig war dabei, dass die von VBW im Jahr 2020 als mittel- bis grobsandig eingestuften Bereiche, die daraufhin als KGS-Verdachtsflächen eingestuft wurden, zum größten Teil ebenfalls von Feinsand dominiert wurden (s. Abb. 5).

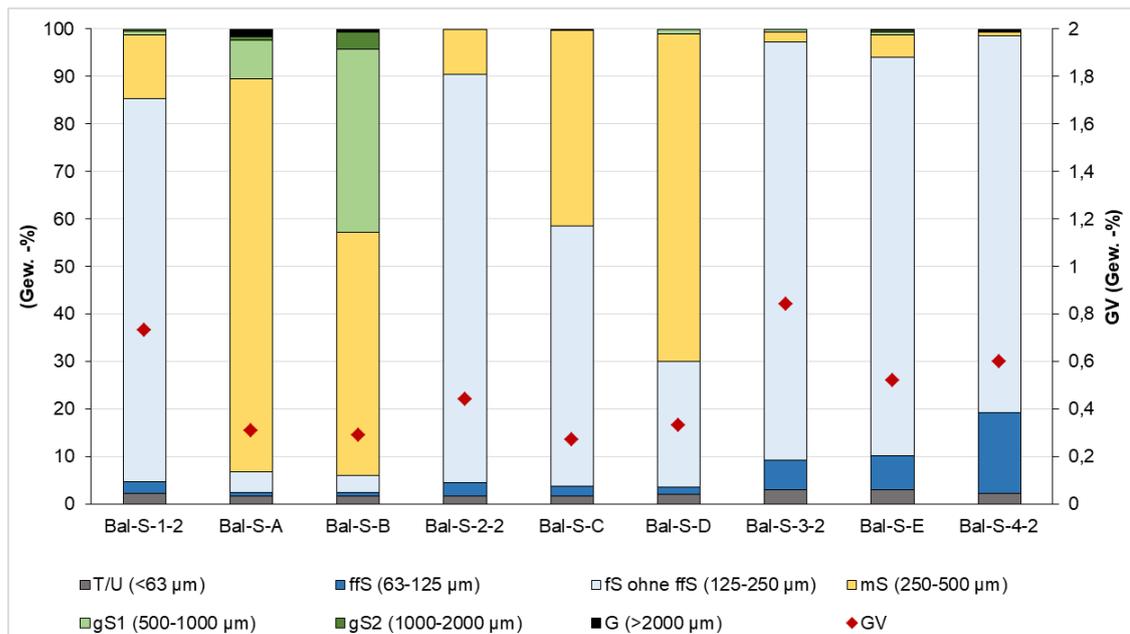
Die feinsandgeprägten Stationen wiesen mittlere Feinsandanteile von >80 % auf, bei den mittelsandgeprägten Stationen waren es <30 % (s. Tab. 2). Entsprechend gegenläufig verhielten sich die Mittelsandanteile. Die mittelsandgeprägten Stationen wiesen dazu noch Grobsandanteile von im Mittel >10 % auf.

Der Glühverlust als Ausdruck des Anteils an organischer Substanz war mit Werten von i. d. R. unter 1 % gering und unterschied sich auch nur wenig zwischen Fein- und Mittelsandstationen.

Tab. 2: Mittlere Anteile der Korngrößenfraktionen der Fein- bzw. Mittelsandstationen.

Erläuterung: Korngrößenfraktionen: T = Ton, U = Schluff, ffS = Feinstsand, fS = Feinsand, mS = Mittelsand; gS=Grobsand, G=Kies, GV = Glühverlust

Stationsgruppen	T/U (<63 µm)	ffS (63-125 µm)	fS ohne ffS (125-250 µm)	mS (250-500 µm)	gS1 (500-1000 µm)	gS2 (1000-2000 µm)	G (>2000 µm)	GV
Feinsandstationen (Abb. 4)	2,3	6,3	78,8	11,9	0,4	0,2	0,2	0,6
Mittelsandstationen (A, B und D, Abb. 4)	1,7	1,1	11,4	67,6	15,9	1,5	0,8	0,3
Feinsandstationen (Abb. 5)	2,4	7,9	76,6	10,1	1,7	0,8	0,5	0,7
Mittelsandstationen (KGS-01 bis 03, -05 sowie Greifer -04-c, Abb. 5)	1,9	2,7	22,7	59,5	11,7	0,8	0,6	0,5

**Abb. 4:** Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Transekt- und Einzelstationen mit homogenem Sediment).

Erläuterung: Korngrößenfraktionen: T = Ton, U = Schluff, ffS = Feinstsand, fS = Feinsand, mS = Mittelsand; gS=Grobsand, G=Kies, GV = Glühverlust

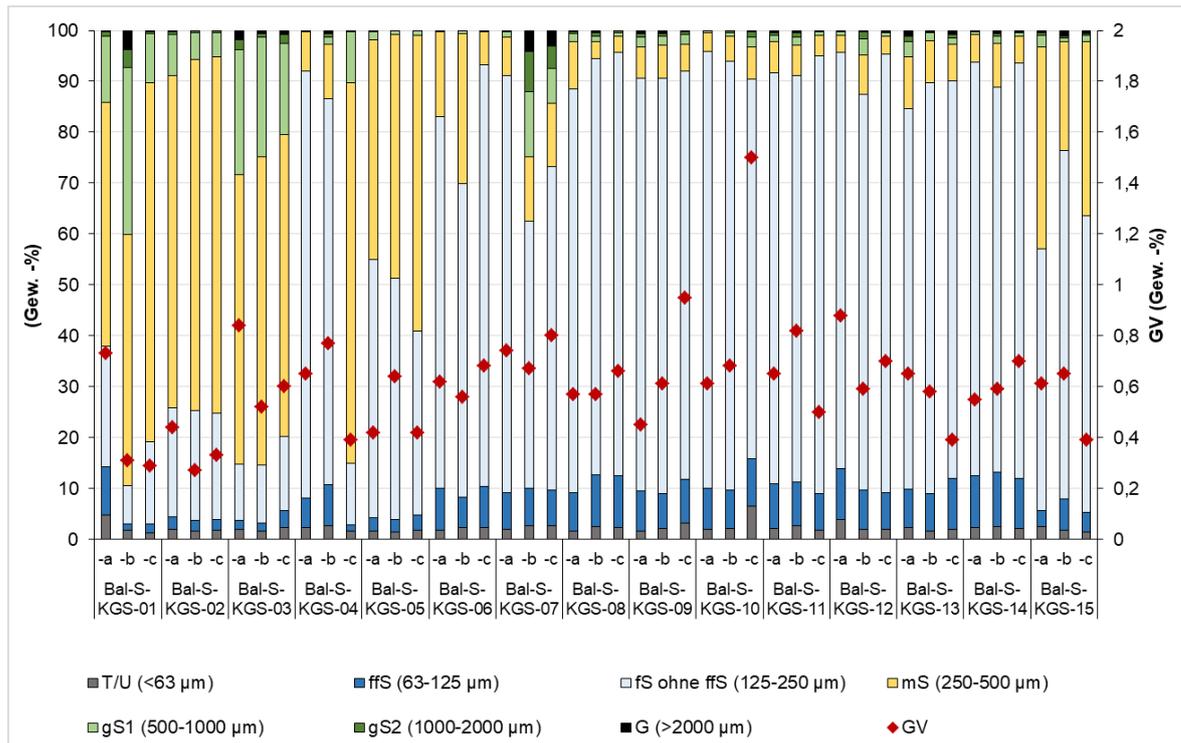


Abb. 5: Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Stationen in KGS-Verdachtsflächen).

Erläuterung: Korngrößenfraktionen: T = Ton, U = Schluff, ffS = Feinstsand, fS = Feinsand, mS = Mittelsand; gS=Grobsand, G=Kies, GV = Glühverlust

3.3 Makrozoobenthos Infauna (van-Veen-Greifer)

3.3.1 Gruppierungen der Stationen

Anhand der multivariaten Analyse mittels Clusteranalyse, SIMPROF und MDS wurde festgestellt, dass die beprobten Stationen in Bezug auf ihre Infauna-Gemeinschaftszusammensetzung deutliche Gruppierungen aufweisen. Das Dendrogramm der Clusteranalyse in Abb. 6 zeigt insgesamt 12 signifikante Gruppierungen (Cluster). Bei Betrachtung der MDS-Darstellung kann man jedoch erkennen, dass sich nur 5 dieser Gruppierungen im 2-dimensionalen Raum klar voneinander abgrenzen lassen (Abb. 7). Daher wurde die Aufteilung der Stationen auf einem Ähnlichkeitsniveau von 38,0% vorgenommen, bei dem sich diese 5 Gruppierungen aufteilen.

Es lässt sich feststellen, dass die sich von der Hauptgruppe der Feinsandstationen (Cluster b mit 24 der 36 Stationen) unterscheidenden Stationen in ihrer Besiedelung von der geringeren Wassertiefe (Transekt 4) bzw. der Sedimentzusammensetzung (Stationen KGS-01 bis -03, A und B) beeinflusst sind. Transekt 4 (Cluster d) liegt als einziger Transekt inselnah in geringen Wassertiefen und damit einem Bereich mit erhöhten Sedimentumlagerungen, was sich u. A. in den geringen Abundanzanzen widerspiegelt. Die Stationen KGS-01 bis -03, A und B (Cluster a und c) sind Mittel- und Grobsandstationen und weisen eine entsprechende Infauna auf. Die Stationen C und D (Cluster e) sind durch Fein- und Mittelsande gekennzeichnet. Lediglich die zu Cluster e gehörende Station 1 des etwas

weiter nördlich gelegenen nächsten Transektes 2 weist überwiegend Feinsand auf, ist aber ähnlich arten- und individuenarm besiedelt wie die Stationen C und D.

Im weiteren Verlauf dieses Berichts findet daher die Auswertung der Infauna-Daten auf Basis dieser 5 Cluster statt.

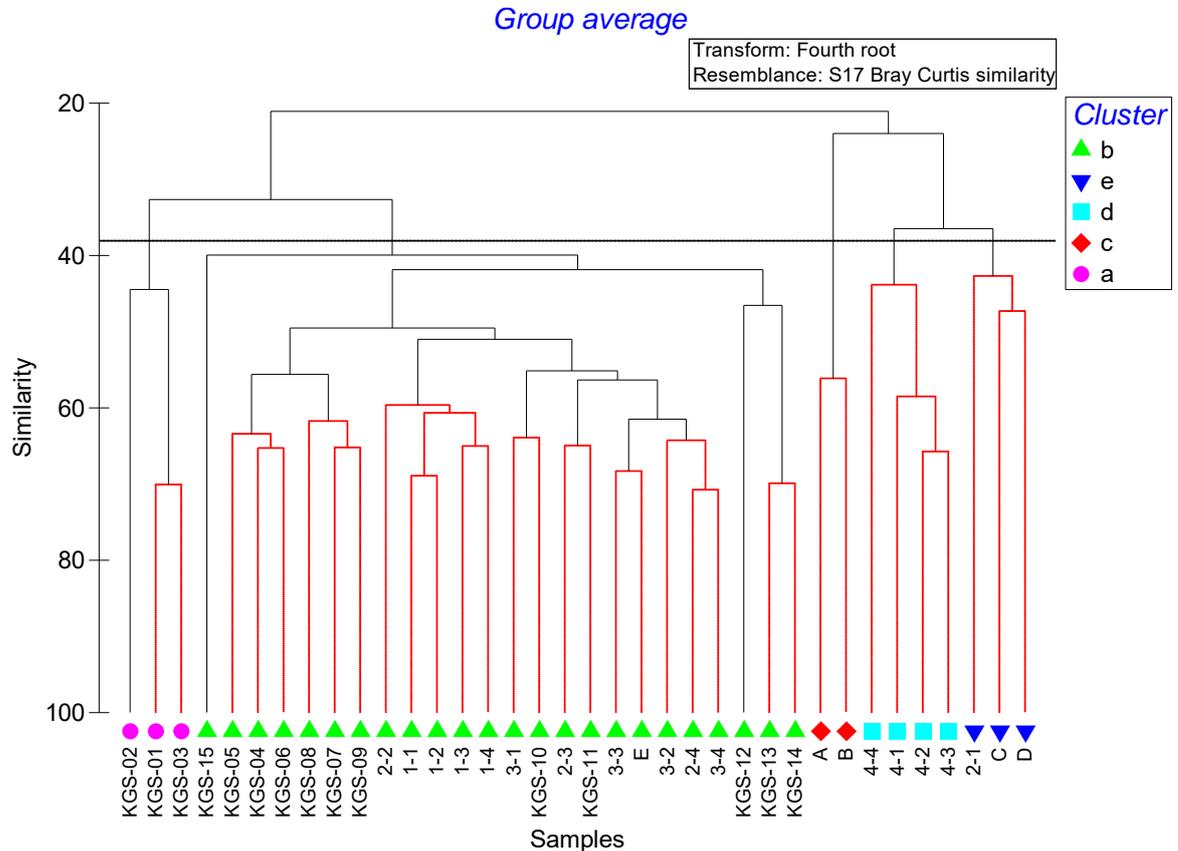


Abb. 6: Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Arten-Abundanzstruktur der Infauna (van-Veen-Greifer) an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors. Abgrenzung der 5 unterschiedlichen Cluster (Farbcodierung) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 38 %. Signifikante Gruppierungen (durch SIMPROF Test, $\alpha = 0,05$) werden mit schwarzen Linien angezeigt, rote Linien weisen auf nicht signifikante Gruppierungen hin.

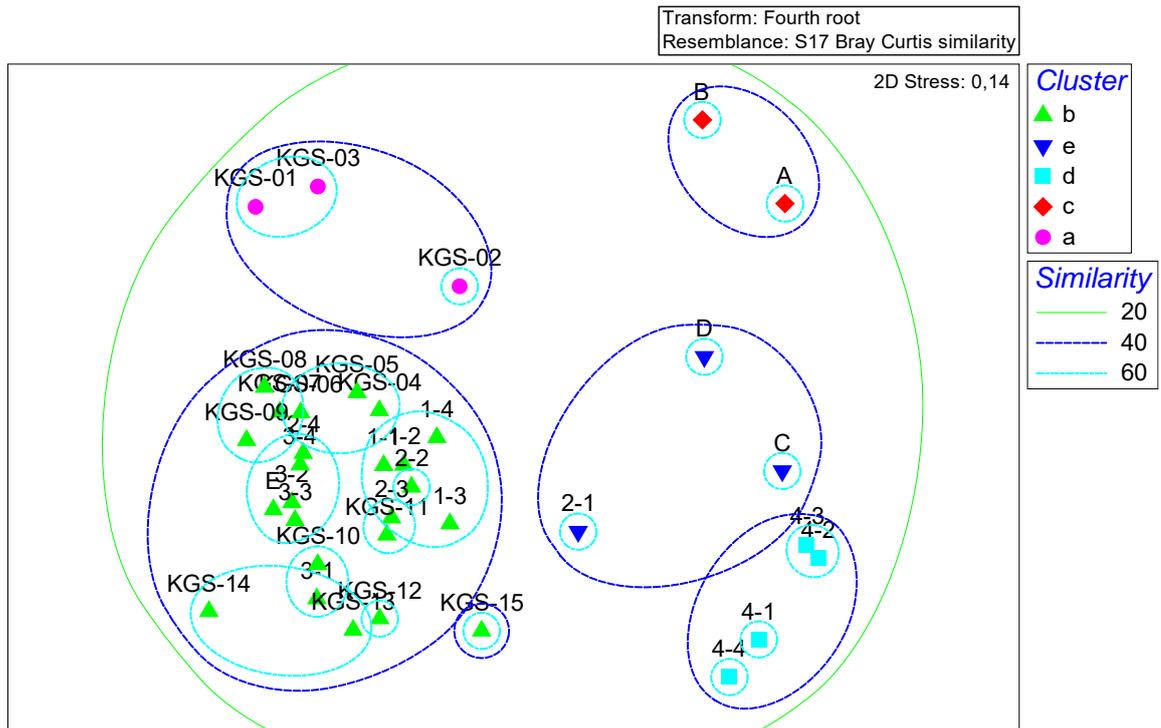


Abb. 7: MDS-Darstellung der Infauna-Gemeinschaft (van-Veen-Greifer) an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors.
Die Kreise zeigen die Gruppierung der Stationen basierend auf den Ergebnissen der Cluster-Analyse.

3.3.2 Artenzusammensetzung

Bei der Basisuntersuchung im Herbst 2021 wurden insgesamt 147 Taxa der Infauna in den van-Veen-Greifer-Proben der Transekte und Einzelstationen entlang des geplanten Kabelkorridors erfasst (Tab. 3).

Die artenreichste Gruppe war die der Polychaeta (54 Taxa), gefolgt von den Gruppen der Crustacea (45 Taxa) und der Bivalvia (21 Taxa). Alle übrigen taxonomischen Großgruppen waren jeweils mit weniger als 10 Taxa vertreten.

Mit 120 Taxa war Cluster b, der mit 24 auch die meisten Stationen umfasst, der artenreichste Cluster. Es folgt Cluster a, der an nur 3 Stationen 75 Taxa aufwies. Cluster c bis e mit jeweils 2 bis 4 Stationen wiesen mit 22, 31 bzw. 35 Taxa deutlich geringere Zahlen auf.

Tab. 3: Artenspektrum des Makrozoobenthos (Infauna, van-Veen-Greifer) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet Sublitoral des Küstenmeeres.
Für die zählbaren Arten ist die mittlere Abundanz (Ind./m²) angegeben.
blau unterlegt: im Gesamtartenspektrum bzw. in dem Cluster nicht als eigenständige Art bewertet, x: nicht zählbare Art, da koloniebildende Art, Rote Liste Kategorie (RL-Kat.) nach RACHOR et al. (2013): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion).

Großtaxa	Taxanamen Auswertung	Gesamt	a	b	c	d	e	RL-Kat.
Anthozoa	Actiniaria indet.	1,0		1,5				
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	12,5	28,9	15,1				
	<i>Abra prismatica</i>	0,8		1,3				
	<i>Chamelea striatula</i>	1,0	1,1	1,4				G
	<i>Donax vittatus</i>	1,7		1,8		3,3	1,1	G
	<i>Ensis leei</i>	2,1		3,1			1,1	
	<i>Ensis magnus</i>	0,1	1,1					3
	<i>Ensis</i> spp.	1,4		2,1				
	<i>Fabulina fabula</i>	49,0	2,2	73,2				
	<i>Goodallia triangularis</i>	5,5			98,3			3
	<i>Kurtiella bidentata</i>	3,5		5,3				
	<i>Lutraria</i> spp.	0,3	1,1	0,3				
	<i>Macomangulus tenuis</i>	0,1				0,8		
	<i>Mactra stultorum</i>	0,3		0,4				G
	<i>Moerella donacina</i>	0,1	1,1					
	<i>Mytilus edulis</i>	0,1	1,1					
	<i>Phaxas pellucidus</i>	0,2		0,1			1,1	
	<i>Spisula elliptica</i>	0,3			3,3		1,1	2
	<i>Spisula solida</i>	0,4	1,1		5,0			G
	<i>Spisula</i> spp.	1,4		1,8			2,2	
	<i>Spisula subtruncata</i>	2,4		3,6				G
	<i>Tellimya ferruginosa</i>	3,9		5,8				
	<i>Varicorbula gibba</i>	0,1		0,1				
	<i>Macoma balthica</i>	3,1		4,2		2,5		
Bryozoa	Alcyonidiidae indet.	x		x		x	x	
	<i>Alcyonidium parasiticum</i>	x	x	x			x	G
	<i>Arachnidium fibrosum</i>	x	x	x		x	x	
	<i>Conopeum reticulum</i>	x		x				
	<i>Electra pilosa</i>	x	x	x		x		
	<i>Hypophorella expansa</i>	x		x				
Cephalochordata	<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	1,7	4,4	0,4	18,3			G
Crustacea	<i>Abludomelita obtusata</i>	1,4	5,6	1,4				
	<i>Ampelisca brevicornis</i>	0,7		1,1				
	<i>Aora gracilis</i>	4,9	37,8	2,5			1,1	
	<i>Argissa hamatipes</i>	0,1		0,1				
	<i>Bathyporeia elegans</i>	6,7	1,1	3,1	1,7	34,2	7,8	
	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	15,4	10,0	21,3	3,3		2,2	
	<i>Bathyporeia pelagica</i>	0,3				2,5		
	<i>Bathyporeia</i> spp.	1,6		1,7		4,2		
	<i>Bodotria scorpioides</i>	0,3	3,3					
	Corophiidae indet.	0,6	2,2	0,6				

Großtaxa	Taxanamen Auswertung	Gesamt	a	b	c	d	e	RL-Kat.
	<i>Corystes cassivelaunus</i>	0,6		0,7			1,1	
	<i>Crangon crangon</i>	1,5		1,4		4,2	1,1	
	Decapoda indet.	0,2		0,1		0,8		
	<i>Diastylis bradyi</i>	1,0		1,4			1,1	
	<i>Diastylis laevis</i>	0,2		0,3				
	<i>Gammarus</i> spp.	0,1				0,8		
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	1,4		1,3	3,3		4,4	
	<i>Gilvossius tyrrhenus</i>	1,0	12,2					
	<i>Haustorius arenarius</i>	0,1				0,8		
	<i>Hippolyte varians</i>	0,1	1,1					
	<i>Idotea linearis</i>	0,6		0,4		3,3		
	<i>Iphinoe trispinosa</i>	1,1		1,7				
	<i>Leucothoe incisa</i>	3,8	2,2	5,4				
	<i>Liocarcinus depurator</i>	0,1		0,1				
	<i>Liocarcinus holsatus</i>	0,1		0,1				
	<i>Liocarcinus navigator</i>	0,8	8,9	0,1				R
	<i>Liocarcinus</i> spp.	0,6	3,3	0,4				
	<i>Macropodia rostrata</i>	1,0	6,7	0,7				
	<i>Macropodia</i> spp.	0,1	1,1					
	<i>Megaluropus agilis</i>	0,3		0,4				
	<i>Monocorophium acherusicum</i>	5,4	63,3	0,1				
	<i>Nototropis swammerdamei</i>	0,1				0,8		
	<i>Pagurus bernhardus</i>	0,1		0,1				
	<i>Pariambus typicus</i>	2,4	11,1	2,2				
	<i>Perioculodes longimanus</i>	0,3		0,4				
	<i>Phtisica marina</i>	0,6	3,3	0,4				
	<i>Pinnotheres pisum</i>	0,2		0,3				
	<i>Pisidia longicornis</i>	0,2	1,1	0,1				
	<i>Pontocrates altamarinus</i>	1,6				14,2		
	<i>Pontocrates moorei</i>	0,3		0,3	1,7			
	<i>Portumnus latipes</i>	0,1				0,8		
	<i>Processa modica</i>	2,2	3,3	2,9				
	<i>Schistomysis kervillei</i>	0,5		0,4		1,7		
	<i>Stenothoe marina</i>	0,8	7,8	0,3				
	<i>Synchelidium maculatum</i>	1,6		2,1		0,8	1,1	
	<i>Thia scutellata</i>	1,0	3,3	0,6	6,7			
	<i>Tryphosa nana</i>	0,1		0,1				
	<i>Upogebia deltaura</i>	0,1	1,1					G
	<i>Urothoe poseidonis</i>	21,4		32,1				
Echinodermata	<i>Acrocnida brachiata</i>	0,1		0,1				
	<i>Astropecten irregularis</i>	0,1		0,1				G
	<i>Echinocardium cordatum</i>	4,5		6,4		0,8	2,2	
	<i>Echinocardium</i> spp.	0,5		0,6			1,1	
	<i>Ophiura albida</i>	21,1	115,6	17,2				
	<i>Ophiura ophiura</i>	1,9		2,8				
Gastropoda	<i>Acteon tornatilis</i>	0,2		0,3				
	<i>Cylichna cylindracea</i>	0,1		0,1				

Großtaxa	Taxanamen Auswertung	Gesamt	a	b	c	d	e	RL-Kat.
	<i>Euspira nitida</i>	0,3		0,4				
Hydrozoa	<i>Aequorea</i> spp.	x		x				
	<i>Clytia hemisphaerica</i>	x	x	x	x	x	x	
	<i>Ectopleura dumortierii</i>	x		x				
	<i>Obelia bidentata</i>	x	x	x				
	<i>Obelia dichotoma</i>	x	x	x		x	x	
	<i>Obelia</i> spp.	x	x	x	x	x	x	
	<i>Sertularia cupressina</i>	x					x	G
	Tubulariidae indet.	x	x	x	x			
Nemertea	Lineidae indet.	0,3		0,4				
	Nemertea indet.	1,9	5,6	1,9	1,7			
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	0,4		0,6				
Phoronida	<i>Phoronis muelleri</i>	0,7	1,1	1,0				
	<i>Phoronis pallida</i>	33,3	1,1	49,6			2,2	
Polychaeta	<i>Aonides paucibranchiata</i>	2,1	10,0	0,6	15,0		1,1	
	<i>Capitella</i> spp.	1,5		2,2				
	<i>Chaetozone chambersae</i>	5,5		7,9			2,2	
	<i>Chaetozone zetlandica</i>	0,3		0,4				
	<i>Eteone longa</i>	1,6	2,2	2,1				
	<i>Eteone</i> spp.	0,9	6,7	0,6				
	<i>Eumida bahusiensis</i>	0,1		0,1				
	<i>Eumida sanguinea</i> agg.	12,3	95,6	6,4		0,8		
	<i>Eumida</i> spp.	11,4	80,0	7,1				
	<i>Eunereis longissima</i>	0,5	4,4	0,1				
	<i>Gattyana cirrhosa</i>	4,7	52,2	0,6				
	<i>Glycera alba</i>	0,1		0,1				
	<i>Glycera lapidum</i> agg.	0,3	3,3					
	<i>Glycera oxycephala</i>	0,5			8,3			
	<i>Glycera unicornis</i>	0,1	1,1					
	<i>Goniada maculata</i>	2,5		3,6			1,1	
	<i>Goniadella bobrezkii</i>	1,0	12,2					
	<i>Harmothoe glabra</i>	1,9	17,8	0,6				
	<i>Hypereteone foliosa</i>	0,7		1,0			1,1	
	<i>Lagis koreni</i>	1,6	2,2	2,1				
	<i>Lanice conchilega</i>	26,1	85,6	28,3		0,8		
	<i>Loimia ramzega</i>	23,5	262,2	2,4	1,7			
	<i>Magelona filiformis</i>	4,2		6,3				
	<i>Magelona johnstoni</i>	162,9	1,1	240,6		11,7	13,3	
	<i>Malmgrenia arenicolae</i>	1,1	4,4	1,1				
	<i>Malmgrenia bicki</i>	3,4	8,9	4,0				
	<i>Malmgrenia</i> spp.	9,5	18,9	11,8		0,8		
	<i>Mediomastus fragilis</i>	0,4	2,2	0,3				
	<i>Myrianida</i> spp.	5,4	7,8	6,7	1,7		2,2	
	<i>Nephtys assimilis</i>	5,1	1,1	7,5				
	<i>Nephtys caeca</i>	1,9	4,4	2,2		0,8		
	<i>Nephtys cirrosa</i>	34,8	93,3	15,1	58,3	96,7	35,6	

Großtaxa	Taxanamen Auswertung	Gesamt	a	b	c	d	e	RL-Kat.
	<i>Nephtys hombergii</i>	7,4		10,8		0,8	1,1	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	1,0	2,2		1,7	4,2	3,3	
	<i>Nephtys</i> spp.	4,2		5,4	1,7	1,7	3,3	
	Nereididae indet.	0,6	4,4	0,3				
	<i>Notomastus latericeus</i>	0,3	2,2	0,1				
	<i>Notomastus</i> sp.	0,1			1,7			
	<i>Notomastus</i> spp.	0,1		0,1				
	<i>Ophelia borealis</i>	1,3	3,3	1,0			4,4	
	<i>Ophelia</i> spp.	0,4		0,3			2,2	
	<i>Orbinia</i> spp.	0,1		0,1				
	<i>Owenia fusiformis</i> agg.	24,4	7,8	35,7				
	<i>Pholoe baltica</i>	0,4		0,4		0,8		
	<i>Pholoe pallida</i>	0,1		0,1				
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	0,9	11,1					
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0,1	1,1					
	<i>Phyllodoce rosea</i>	0,1		0,1				
	<i>Phyllodoce</i> spp.	0,5	2,2	0,4				
	<i>Poecilochaetus serpens</i>	2,0	8,9	1,9				
	<i>Polydora ciliata</i>	x		x				
	Polynoidae indet.	1,0	10,0	0,3				
	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	13,2	133,3	3,2				
	<i>Rullierinereis</i> spp.	0,4	4,4					
	<i>Scalibregma inflatum</i>	0,1	1,1					G
	<i>Scolelepis bonnieri</i>	0,5		0,6			1,1	
	<i>Scoloplos armiger</i> agg.	31,9	5,6	46,0			10,0	
	<i>Sigalion mathildae</i>	10,7	1,1	16,0				3
	<i>Spio decorata</i>	2,6	2,2	3,6				
	<i>Spio goniocephala</i>	1,5	2,2	1,1	3,3		4,4	
	<i>Spio martinensis</i>	0,6		0,8		0,8		
	<i>Spio</i> spp.	0,3		0,4				
	<i>Spio symphyta</i>	4,7	22,2	4,0	3,3			
	<i>Spiophanes bombyx</i>	8,7	15,6	10,3		3,3	2,2	
	<i>Travisia forbesii</i>	0,3					3,3	G
Summe Ind./m²		691,6	1374,4	796,7	240,0	200,0	124,4	
Taxazahl		147	75	120	22	31	35	17

3.3.3 Rote Liste Arten

Insgesamt wurden bei den Untersuchungen im Herbst 2021 siebzehn Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) nachgewiesen (ohne Kategorie V: „Vorwarnliste“, Tab. 3). Die höchste Gefährdungskategorie von 2 (stark gefährdet) wies die Muschel *Spisula elliptica* auf. Die Gefährdungskategorie 3 (gefährdet) wiesen der Vielborster *Sigalion mathildae*, die Muschel *Ensis magnus* und die Muschel *Goodallia triangularis* auf.

Die meisten Arten der Roten Liste fallen in die Kategorie G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes). Dieser Kategorie zugehörig sind die Bryozoe *Alcyonidium parasiticum*, die Polychaeten *Scalibregma inflatum* und *Travisia forbesii*, die Muscheln *Chamelea striatula* (bei RACHOR et al. (2013) als *Chamelea gallina* bezeichnet), *Donax vittatus*, *Macra stultorum*, *Spisula solida* und *Spisula subtruncata*, das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum*, die Crustacee *Upogebia deltaura*, der Echinoderm *Astropecten irregularis* und die Hydrozoe *Sertularia cupressina*.

Mit *Liocarcinus navigator* wurde auch eine Art der Gefährdungskategorie R (extrem selten) im Untersuchungsgebiet erfasst.

Insgesamt waren die Abundanzen der Rote-Liste-Arten, auf das gesamte Untersuchungsgebiet gerechnet, relativ gering. Die häufigste der Rote-Liste-Arten war *Sigalion mathildae* (im Mittel 10,7 Ind./m², max. 40,0 Ind./m² an den Stationen 1, 3 und 4 des Transektes 3), gefolgt von *Spisula subtruncata* (2,4 Ind./m², max. 16,7 Ind./m² an Station KGS-13), *Donax vittatus* (1,7 Ind./m², max. 10,0 Ind./m² an Station KGS-11) und *Branchiostoma lanceolatum* (1,7 Ind./m², max. 30,0 Ind./m² an Station B). *Goodallia triangularis* wies aufgrund eines Vorkommens von 190,0 Ind./m² an Station B eine mittlere Abundanz von 5,5 Ind./m² auf. Die anderen Rote-Liste-Arten kamen im Untersuchungsgebiet mit sehr geringer mittlerer Abundanz von weniger als 1 Ind./m² vor oder waren, wie die Bryozoe *Alcyonidium parasiticum*, nicht zählbar.

3.3.4 Mittlere Kennwerte (Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität und Äquität)

Die mittlere Taxazahl der Infauna für das gesamte Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors lag im Herbst 2021 bei 32,8 Arten. Die Anzahl Taxa pro Station ist Tab. 4 und Abb. 8 zu entnehmen. Sie variierte zwischen 12 Taxa an Station C und 67 Taxa an Station KGS-01.

Abb. 8 verdeutlicht, dass die Taxazahlen an den Stationen von Cluster a (im Mittel 48,7 Taxa pro Station) und b (im Mittel 36,7 Taxa pro Station) eine ähnliche Spanne umfassten, während die Stationen der Cluster c bis e deutlich artenärmer waren. Da 2 der 3 Stationen von Cluster a sehr hohe Taxazahlen aufwiesen, war jedoch die mittlere Taxazahl von Cluster a deutlich höher als von Cluster b. Die sehr küstennah gelegenen Stationen (Transekt KM-4-1 bis -3, KM-I und KM-K) waren artenärmer besiedelt als die folgenden weiter seewärts gelegenen Stationen.

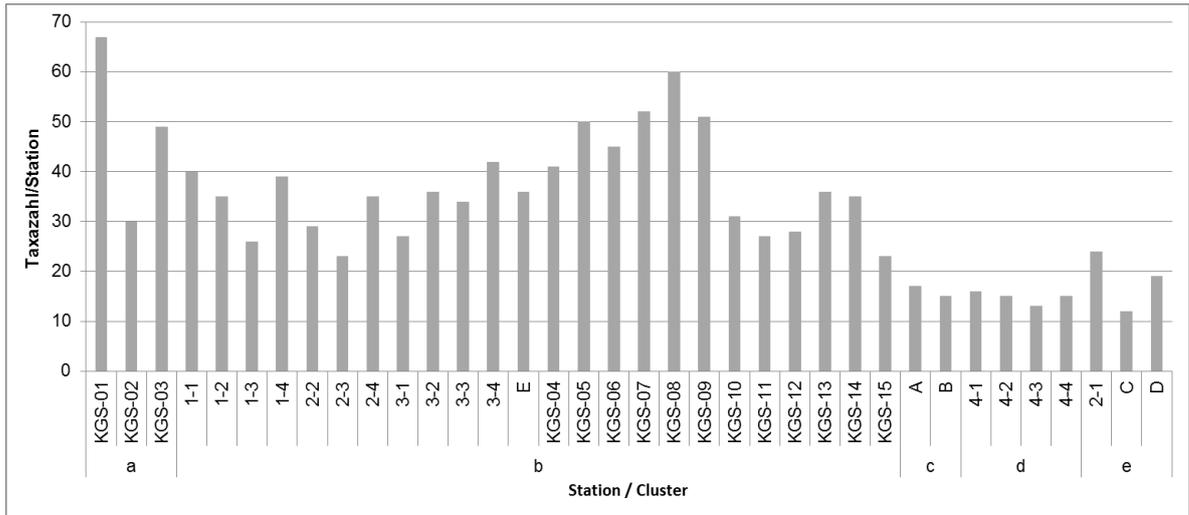


Abb. 8: Anzahl der Taxa pro Station nach Clustern.

Die mittlere Abundanz betrug im gesamten Untersuchungsgebiet 691,6 Ind./m², mit einem Minimum von 86,7 Ind./m² in Station C und einem Maximum von 2.646,7 Ind./m² an Station KGS-01.

Die höchste mittlere Abundanz wies Cluster a mit einem Wert von 1.374,4 Ind./m² auf, gefolgt von Cluster b mit 796,7 Ind./m², Cluster c mit 240,0 Ind./m² und Cluster d mit 200,0 Ind./m². Die geringste mittlere Abundanz wies Cluster e mit 124,4 Ind./m² auf (Tab. 4, Abb. 10).

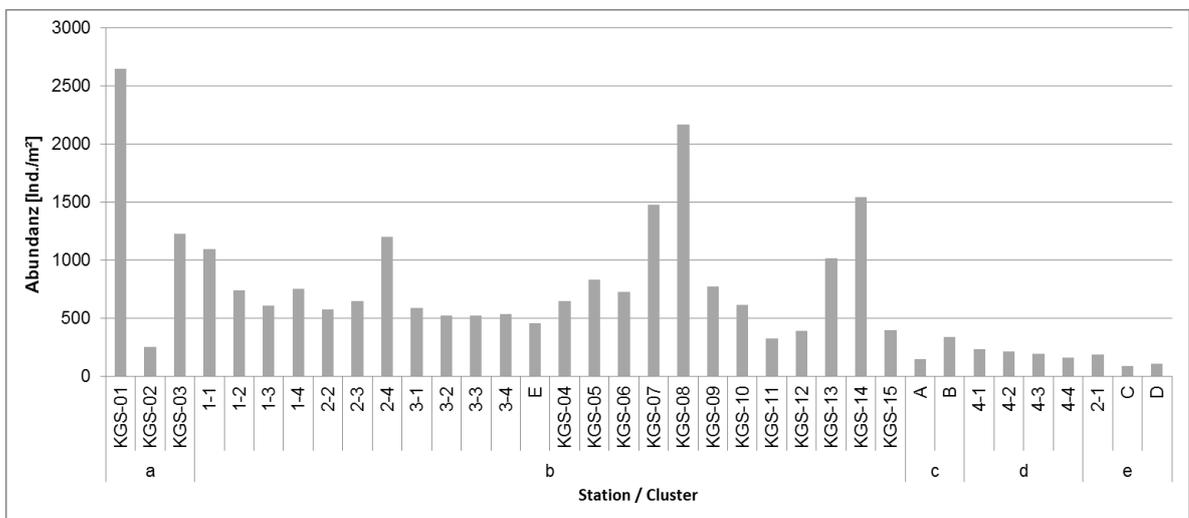


Abb. 9: Abundanz pro Station nach Clustern.

Tab. 4: Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität und Äquität der Infauna je Station (van-Veen-Greifer) sowie Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) je Cluster entlang des geplanten Kabelkorridors.

Cluster	Station	Abundanz [Ind./m ²]	Biomasse [FG g/m ²]	Artenzahl	J'	H'(loge)
a	KGS-01	2646,7	110,3	67	0,74	3,15
	KGS-02	250,0	27,2	30	0,83	2,86
	KGS-03	1226,7	79,5	49	0,74	2,95
	MW	1374,4	72,4	48,7	0,77	2,99
	SD	1205,2	42,0	18,5	0,05	0,14
b	1-1	1093,3	198,0	40	0,62	2,37
	1-2	740,0	96,8	35	0,74	2,69
	1-3	606,7	138,3	26	0,72	2,40
	1-4	750,0	203,7	39	0,69	2,54
	2-2	576,7	131,1	29	0,69	2,34
	2-3	643,3	291,7	23	0,58	1,88
	2-4	1200,0	198,7	35	0,54	1,97
	3-1	586,7	156,6	27	0,57	1,91
	3-2	520,0	212,7	36	0,66	2,38
	3-3	523,3	187,6	34	0,77	2,70
	3-4	533,3	158,7	42	0,82	3,11
	E	456,7	220,1	36	0,73	2,64
	KGS-04	643,3	113,7	41	0,80	3,02
	KGS-05	833,3	136,0	50	0,77	3,06
	KGS-06	726,7	79,8	45	0,78	3,05
	KGS-07	1473,3	146,5	52	0,71	2,88
	KGS-08	2163,3	80,1	60	0,66	2,77
	KGS-09	773,3	27,7	51	0,75	2,96
	KGS-10	613,3	150,6	31	0,61	2,10
	KGS-11	323,3	180,7	27	0,79	2,65
	KGS-12	386,7	95,6	28	0,69	2,36
	KGS-13	1016,7	194,0	36	0,76	2,78
	KGS-14	1543,3	228,4	35	0,60	2,18
	KGS-15	393,3	315,6	23	0,76	2,44
MW	796,7	164,3	36,7	0,70	2,55	
SD	432,1	66,3	9,7	0,08	0,37	
c	A	143,3	43,4	17	0,73	2,11
	B	336,7	108,7	15	0,61	1,64
d	4-1	233,3	119,4	16	0,64	1,78
	4-2	213,3	30,1	15	0,67	1,86
	4-3	193,3	8,7	13	0,69	1,78
	4-4	160,0	12,0	15	0,79	2,22
	MW	200,0	42,5	14,8	0,70	1,91
	SD	31,3	52,1	1,3	0,06	0,21
e	2-1	183,3	84,9	24	0,89	2,91
	C	86,7	2,9	12	0,79	2,03
	D	103,3	2,7	19	0,92	2,81
	MW	124,4	30,2	18,3	0,87	2,58
	SD	51,7	47,4	6,0	0,07	0,49

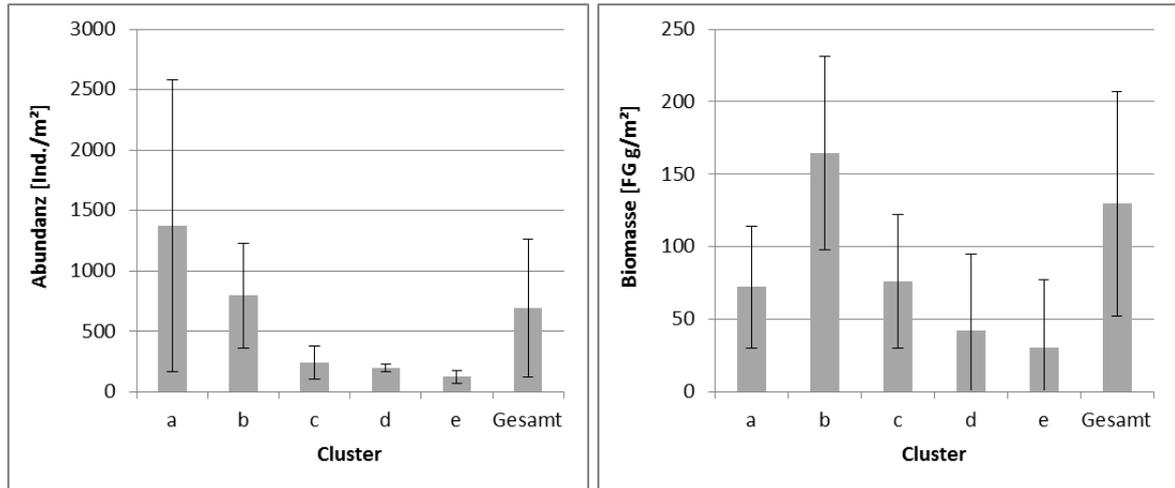


Abb. 10: Mittlere Abundanz (Ind./m², links) und Biomasse (FG g/m², rechts) ± Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

Die durchschnittliche Biomasse (Feuchtgewicht) betrug im Untersuchungsgebiet 127,0 g/m² bei einem Minimum von 2,7 g/m² an Station D (Cluster e) und einem Maximum von 315,6 g/m² an Station KGS-15 (Cluster b). Cluster b wies die höchste mittlere Biomasse auf mit einem Wert von 164,3 g/m² und Cluster c besaß die zweithöchste mittlere Biomasse mit 76,1 g/m². An dritter und vierter Stelle folgten Cluster a mit 72,4 g/m² und Cluster d mit 42,5 g/m². Die geringste Biomasse wurde in Cluster e gefunden mit einem Wert von 30,2 g/m².

Die Diversität im gesamten Untersuchungsgebiet betrug 2,48 mit einem Maximum von 3,15 an Station KGS-01 und einem Minimum von 1,46 an Station B (Tab. 4). Die Äquität betrug im gesamten Untersuchungsgebiet 0,72 mit einem Maximum von 0,92 an Station D und einem Minimum von 0,54 in Station 2-4 (Tab. 4).

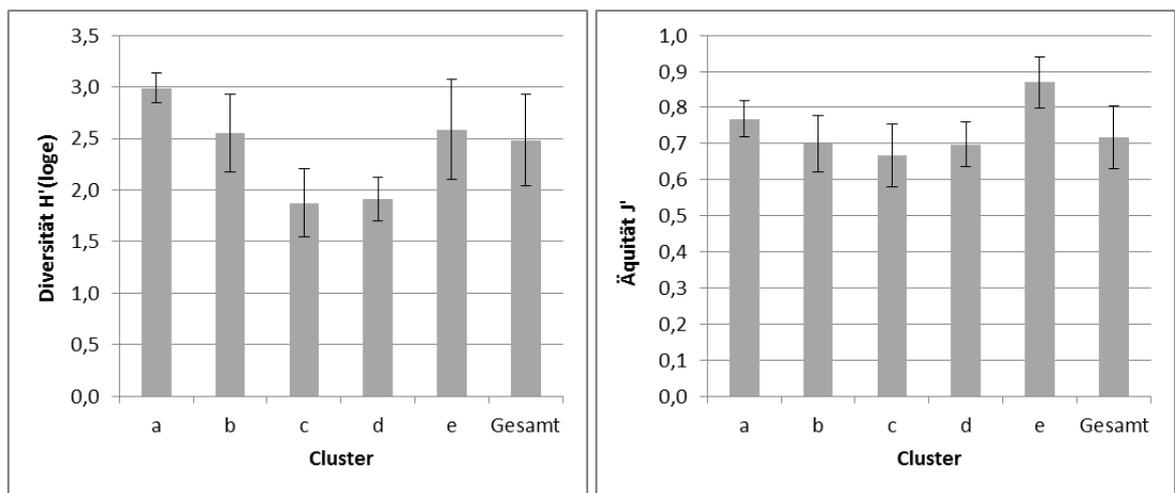


Abb. 11: Mittlere Diversität (links) und Äquität (rechts) ± Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

3.3.5 Dominanz bei Abundanz und Biomasse

Im Herbst 2021 befand sich bei der Infauna im Gesamtuntersuchungsgebiet im Küstenmeer der Polychaet *Nephtys cirrosa* mit einem Anteil von 18,8 % an der Gesamtabundanz auf Rang 1, gefolgt von dem Polychaeten *Magelona johnstoni* mit 11,7 % auf Rang 2 und der Muschel *Goodallia triangularis* mit 6,8 % auf Rang 3 (Abb. 12).

Die Abundanzverteilung des gesamten Untersuchungsgebietes wird bis auf den unterdurchschnittlichen Anteil von *Nephtys cirrosa* in Cluster b gut wiedergespiegelt, der auch die meisten Stationen des Untersuchungsgebietes enthält (vgl. Abb. 12). In den anderen Clustern sind die Dominanzverhältnisse allerdings sehr unterschiedlich.

Cluster a wird von dem Polychaet *Loimia ramzega* mit einem Anteil von 19,1 % dominiert. Zweit- und dritthäufigste Art sind der Polychaet *Pseudopolydora pulchra* (9,7 %) und der Schlangensterne *Ophiura albida* (8,4 %). In Cluster c dominiert die Muschel *Goodallia triangularis* deutlich mit einem Anteil von 41,0 %, gefolgt von dem Polychaet *Nephtys cirrosa* (24,3 %) und dem Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum* (7,6 %). Cluster d zeigte wiederum eine abweichende Dominanzstruktur mit *Nephtys cirrosa* auf Rang 1 (48,3 %), gefolgt von *Bathyporeia elegans* (17,1 %) auf Rang 2 und *Pontocrates altamarinus* (7,1 %) auf Rang 3 (siehe Abb. 12). Cluster e schließlich wurde ebenfalls von *Nephtys cirrosa* mit 28,6 % dominiert, gefolgt von *Magelona johnstoni* (10,7 %) und *Scoloplos armiger* (8,0 %).

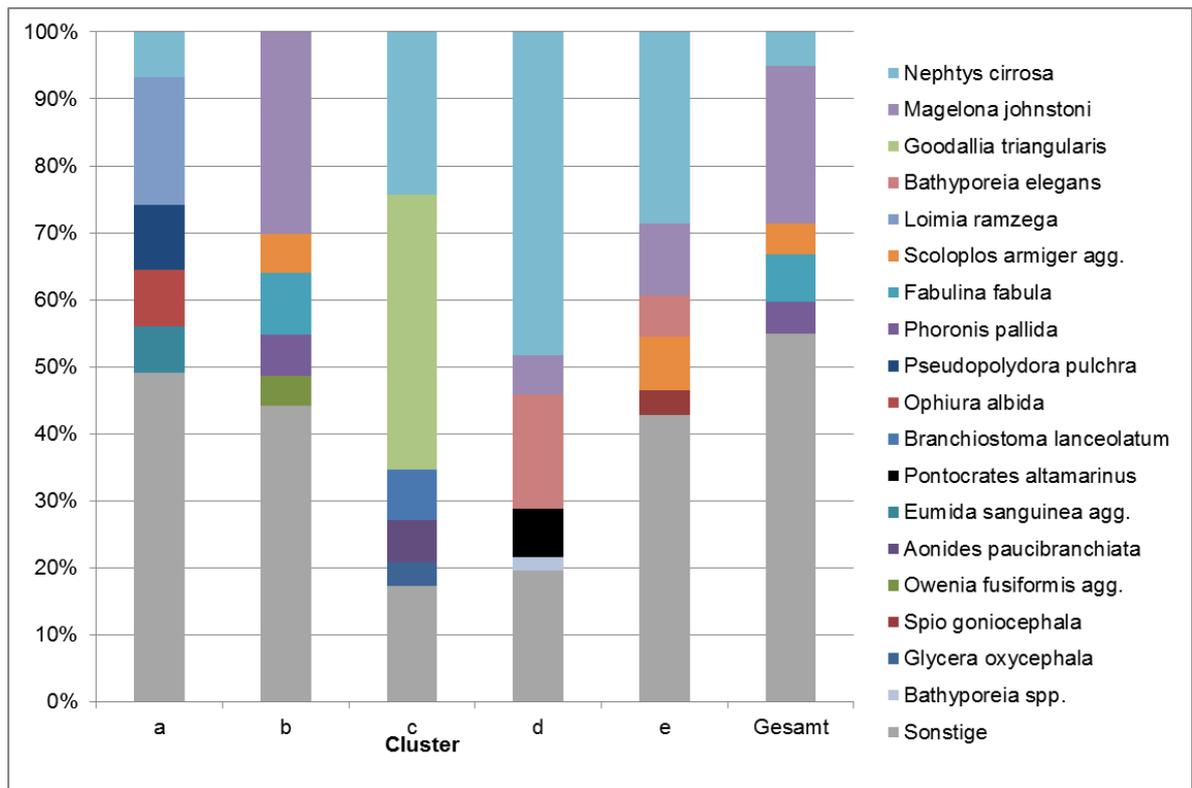


Abb. 12: Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer, relative Abundanz) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

Es wurden die dominanten 5 Arten je Cluster berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

Durch die Präsenz des Gemeinen Herzseeigels *Echinocardium cordatum*, der im Vergleich zu den abundanteren Polychaeten und Amphipoden sehr biomassereich ist, wird die Biomasse in den meisten Clustern von dieser Art dominiert. *E. cordatum* stellt 35,4 % der Biomasse (Frischgewicht) im gesamten Untersuchungsgebiet, in Cluster e und Cluster b sind es sogar 65,7 % bzw. 59,1 %. Im Gesamtgebiet sowie in Cluster c kommt die Muschel *Spisula solida* auf Platz 2 der Biomasse-Verteilung mit einem Anteil von 12 % bzw. 72,1 %.

In Cluster a und c fehlt *Echinocardium cordatum*. Dort kommen dafür *Loimia ramzega* (35,1 % in Cluster a) bzw. *Magelona johnstoni* (32,0 % in Cluster c) mit größeren Anteilen vor. In Cluster d stehen *Nototropis swammerdamei* mit einem Anteil von 23,5 % bzw. *Donax vittatus* mit 21,6 % auf Rang 1 und 2.

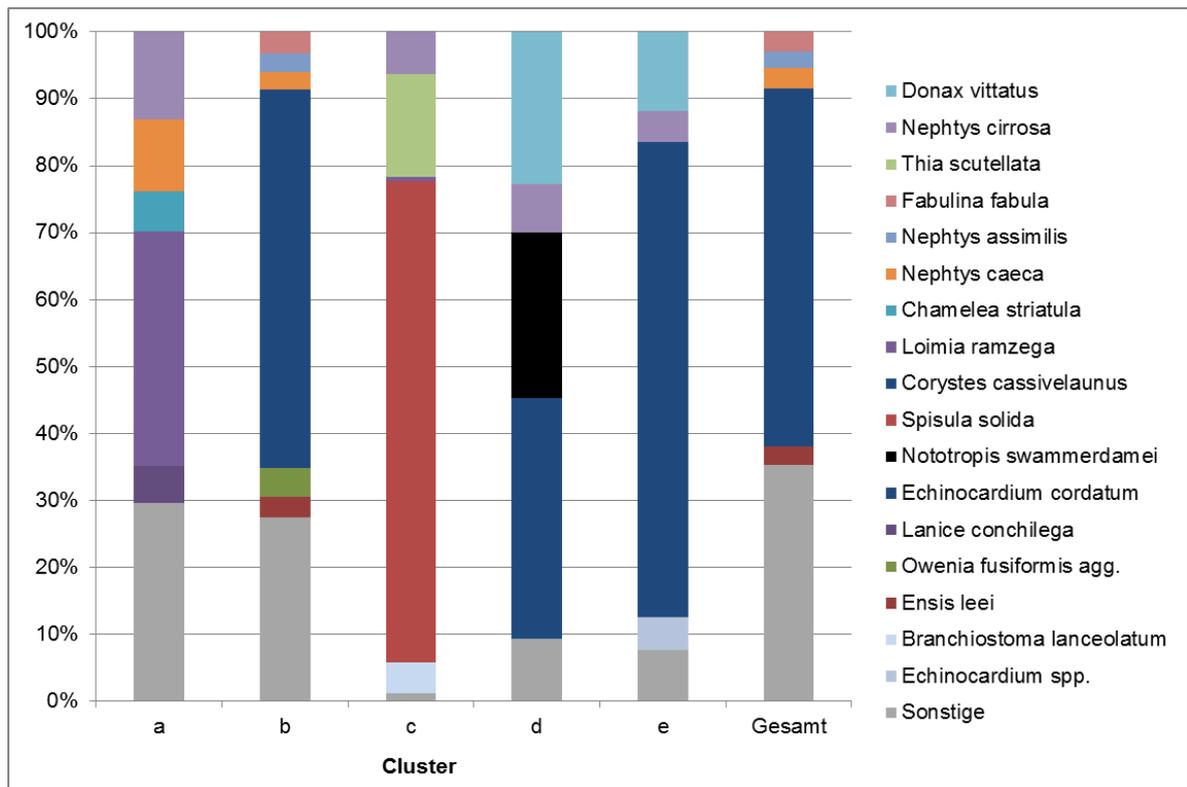


Abb. 13: Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer, relative Biomasse in g FG/m²) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). Es wurden die dominanten 5 Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

3.3.6 Gemeinschaftsanalyse

Die Analysen zur Feststellung von Gruppierungen der untersuchten Stationen wurde bereits in Kap. 3.3.1 beschrieben. Im Folgenden wird aber etwas ausführlicher auf die zugrunde liegenden Gemeinschaftsstrukturen der Infauna eingegangen.

Die SIMPER-Analyse macht deutlich, dass Cluster d mit einer Unähnlichkeit zwischen 79,95 % und 83,68 % die größten Unterschiede zu den anderen Gruppierungen aufweist (Tab. 5). Lediglich zu

Cluster e sind die Unterschiede geringer (63,54 %). Dies ist gleichzeitig auch die geringste Unähnlichkeit im Gruppenvergleich. Eine etwas höhere Unähnlichkeit als Cluster d zu den anderen Clustern weisen nur Cluster b und c mit 85,58 % auf.

Die Arten, die am meisten zu den Unähnlichkeiten zwischen Clustern beitragen, sind in Tab. 6 wiedergegeben. Die Unähnlichkeiten zwischen Cluster d und allen anderen Clustern lassen sich – entsprechend der insgesamt geringen Artenzahl an den Stationen dieses Clusters (vgl. Tab. 4) – größtenteils durch das Fehlen von Arten erklären, die in anderen Clustern präsent sind. Zu diesen Arten gehören z. B. die Muscheln *Fabulina fabula* und *Goodallia triangularis* sowie der Polychaet *Loimia ramzega* (vgl. Tab. 6). Andererseits traten einige Arten an diesen Stationen häufiger auf, z. B. *Bathyporeia elegans* und *Nephtys cirrosa*.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den Unterschieden zwischen dem ebenfalls artenarmen Cluster c und dem Cluster a. Cluster c (Stationen A und B) stellt dabei die artenarme Ausprägung einer Mittel- und Grobsandgemeinschaft dar, während Cluster a (Stationen KGS-01 bis -03) eine sehr arten- und individuenreiche Ausprägung darstellt, wobei einige typische Grobsandarten (z. B. *Goodallia triangularis*) fehlen, die an den beiden Stationen des Clusters c wiederum vorkommen.

Cluster e ist neben den Clustern c und d ein weiterer artenarmer Cluster, an dem die in den artenreicheren Clustern a und b häufig auftretenden Arten wie *Fabulina fabula*, *Abra alba* oder *Ophiura albida* fehlen.

Tab. 5: Unähnlichkeit (%) zwischen den Clustern basierend auf den Ergebnissen der SIMPER Analyse der Infauna-Gemeinschaftsstruktur.

Unähnlichkeit %	Cluster a	Cluster b	Cluster c	Cluster d	Cluster e
Cluster a	-	-	-	-	-
Cluster b	67,36	-	-	-	-
Cluster c	77,60	85,58	-	-	-
Cluster d	83,68	80,01	79,95	-	-
Cluster e	78,60	72,45	70,82	63,54	-

Tab. 6: Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern.
 Dargestellt sind nur Taxa, die bis zu insgesamt 30 % der Unähnlichkeit zwischen Clustern beitragen.
 Av. Abund.: mittlere Abundanz der durch die 4. Wurzel transformierten Daten, Av. Diss.: mittlere Unähnlichkeit zwischen den Stationen, Diss/SD: Standardabweichung der Unähnlichkeit, Contrib %: prozentualer Beitrag, Cum. %: kumulativer Beitrag über die angezeigten Arten

b & a	Cluster b	Cluster a				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Magelona johnstoni</i>	3,8	0,45	2,07	4,14	3,07	3,07
<i>Loimia ramzega</i>	0,47	3,55	1,84	2,45	2,74	5,81
<i>Fabulina fabula</i>	2,83	0,54	1,58	1,8	2,34	8,15
<i>Urothoe poseidonis</i>	1,91	0	1,22	1,64	1,81	9,96
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0,27	2,33	1,2	1,35	1,79	11,74
<i>Eumida spp.</i>	0,87	2,64	1,13	1,83	1,67	13,41
<i>Nephtys cirrosa</i>	1,35	3,11	1,12	1,49	1,66	15,07
<i>Aora gracilis</i>	0,53	2,26	1,09	2,12	1,61	16,69
<i>Eumida sanguinea</i> agg.	0,72	2,15	1,07	1,42	1,59	18,28
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	0	1,66	1,02	5,17	1,51	19,79
<i>Gattyana cirrhosa</i>	0,23	1,94	1,02	1,44	1,51	21,3
<i>Phoronis pallida</i>	1,75	0,45	1	1,15	1,49	22,79
<i>Ophiura albida</i>	1,53	3,09	0,98	1,48	1,46	24,26
<i>Monacorophium acherusicum</i>	0,06	1,68	0,96	1,29	1,43	25,68
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0,18	1,69	0,95	2,79	1,41	27,09
<i>Macropodia rostrata</i>	0,19	1,61	0,93	2,28	1,39	28,48
<i>Echinocardium cordatum</i>	1,36	0	0,91	1,73	1,35	29,82
b & c	Cluster b	Cluster c				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Magelona johnstoni</i>	3,8	0	4,11	4,2	4,81	4,81
<i>Fabulina fabula</i>	2,83	0	3,09	3,65	3,61	8,41
<i>Goodallia triangularis</i>	0	2,66	2,88	2,21	3,37	11,78
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	0,12	1,97	2,04	2,73	2,38	14,17
<i>Urothoe poseidonis</i>	1,91	0	2,03	1,77	2,37	16,54
<i>Sigalion mathildae</i>	1,72	0	1,9	1,94	2,22	18,76
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0,18	1,81	1,81	2,21	2,12	20,87
<i>Phoronis pallida</i>	1,75	0	1,78	1,29	2,08	22,96
<i>Glycera oxycephala</i>	0	1,63	1,76	3,9	2,06	25,02
<i>Lanice conchilega</i>	1,68	0	1,64	1,83	1,91	26,93
<i>Spisula solida</i>	0	1,48	1,6	4,73	1,87	28,8

b & d	Cluster b	Cluster d				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Fabulina fabula</i>	2,83	0	3,14	3,62	3,92	3,92
<i>Magelona johnstoni</i>	3,8	1,49	2,53	2,1	3,17	7,09
<i>Pontocrates altamarinus</i>	0	1,9	2,09	4,61	2,61	9,7
<i>Urothoe poseidonis</i>	1,91	0	2,06	1,78	2,58	12,28
<i>Bathyporeia elegans</i>	0,61	2,38	1,97	1,88	2,46	14,73
<i>Nephtys cirrosa</i>	1,35	3,13	1,93	1,6	2,42	17,15
<i>Sigalion mathildae</i>	1,72	0	1,93	1,94	2,41	19,56
<i>Phoronis pallida</i>	1,75	0	1,81	1,3	2,26	21,83
<i>Ophiura albida</i>	1,53	0	1,6	1,6	2	23,82
<i>Nephtys assimilis</i>	1,39	0	1,51	2,02	1,89	25,71
<i>Lanice conchilega</i>	1,68	0,34	1,48	1,65	1,86	27,57
<i>Abra alba</i>	1,42	0	1,47	1,65	1,84	29,41
b & e	Cluster b	Cluster e				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Fabulina fabula</i>	2,83	0	2,99	3,46	4,13	4,13
<i>Magelona johnstoni</i>	3,8	1,86	2,06	2,43	2,84	6,97
<i>Urothoe poseidonis</i>	1,91	0	1,97	1,75	2,71	9,69
<i>Sigalion mathildae</i>	1,72	0	1,84	1,91	2,54	12,23
<i>Lanice conchilega</i>	1,68	0	1,59	1,81	2,2	14,42
<i>Ophiura albida</i>	1,53	0	1,52	1,57	2,1	16,53
<i>Nephtys assimilis</i>	1,39	0	1,44	1,98	1,99	18,52
<i>Nephtys longosetosa</i>	0	1,35	1,42	4,73	1,96	20,47
<i>Abra alba</i>	1,42	0	1,41	1,63	1,94	22,42
<i>Owenia fusiformis</i> agg.	1,44	0	1,4	1,31	1,93	24,35
<i>Phoronis pallida</i>	1,75	0,9	1,39	1,38	1,93	26,27
<i>Scoloplos armiger</i> agg.	1,13	1,77	1,38	1,72	1,91	28,18
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	1,24	0,54	1,29	1,06	1,77	29,95
c & a	Cluster c	Cluster a				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Ophiura albida</i>	0	3,09	2,55	10,06	3,29	3,29
<i>Goodallia triangularis</i>	2,66	0	2,36	1,72	3,05	6,33
<i>Lanice conchilega</i>	0	2,85	2,35	11,26	3,02	9,36
<i>Loimia ramzega</i>	0,68	3,55	2,2	2,29	2,83	12,19
<i>Eumida</i> spp.	0	2,64	2,08	6,28	2,68	14,87
<i>Aora gracilis</i>	0	2,26	1,82	11,42	2,34	17,21
<i>Malmgrenia</i> spp.	0	2,02	1,7	5,67	2,2	19,41

<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0	2,33	1,55	1,27	2	21,41
<i>Obelia dichotoma</i>	0	1,66	1,46	3,09	1,88	23,29
<i>Glycera oxycephala</i>	1,63	0	1,45	2,46	1,86	25,16
<i>Eumida sanguinea</i> agg.	0	2,15	1,43	1,27	1,85	27
<i>Macropodia rostrata</i>	0	1,61	1,43	2,8	1,84	28,84
d & a	Cluster d	Cluster a				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Loimia ramzega</i>	0	3,55	2,83	5,65	3,39	3,39
<i>Ophiura albida</i>	0	3,09	2,59	9,86	3,09	6,48
<i>Eumida</i> spp.	0	2,64	2,11	6,64	2,52	9
<i>Lanice conchilega</i>	0,34	2,85	2,08	3,48	2,48	11,48
<i>Aora gracilis</i>	0	2,26	1,84	11,75	2,2	13,68
<i>Bathyporeia elegans</i>	2,38	0,45	1,78	1,69	2,13	15,81
<i>Pontocrates altamarinus</i>	1,9	0	1,71	2,76	2,04	17,85
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0	2,33	1,57	1,33	1,88	19,73
Tubulariidae indet.	0	1,72	1,56	2,71	1,86	21,59
<i>Myrianida</i> spp.	0	1,64	1,52	2,33	1,81	23,4
<i>Macropodia rostrata</i>	0	1,61	1,45	2,89	1,73	25,13
<i>Eumida sanguinea</i> agg.	0,34	2,15	1,44	1,51	1,72	26,85
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	1,69	1,44	5,89	1,72	28,57
d & c	Cluster d	Cluster c				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Goodallia triangularis</i>	0	2,66	5,05	2,32	6,32	6,32
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	0	1,97	3,74	4,77	4,68	11
<i>Pontocrates altamarinus</i>	1,9	0	3,59	10,68	4,49	15,49
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	1,81	3,44	3,55	4,3	19,79
<i>Bathyporeia elegans</i>	2,38	0,68	3,24	2,13	4,05	23,84
<i>Glycera oxycephala</i>	0	1,63	3,09	5,49	3,86	27,7
e & a	Cluster e	Cluster a				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Loimia ramzega</i>	0	3,55	2,73	4,99	3,47	3,47
<i>Ophiura albida</i>	0	3,09	2,49	7,94	3,16	6,63
<i>Lanice conchilega</i>	0	2,85	2,29	8,45	2,91	9,54
<i>Eumida</i> spp.	0	2,64	2,03	5,66	2,58	12,13
<i>Malmgrenia</i> spp.	0	2,02	1,66	5,31	2,11	14,24
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0	2,33	1,52	1,31	1,94	16,18
Tubulariidae indet.	0	1,72	1,49	2,65	1,9	18,07
<i>Eumida sanguinea</i> agg.	0	2,15	1,4	1,31	1,79	19,86

<i>Aora gracilis</i>	0,45	2,26	1,39	2,06	1,77	21,62
<i>Macropodia rostrata</i>	0	1,61	1,39	2,82	1,77	23,39
<i>Malmgrenia bicki</i>	0	1,61	1,36	3,02	1,73	25,12
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	0	1,66	1,35	4,45	1,71	26,83
<i>Gattyana cirrhosa</i>	0	1,94	1,29	1,33	1,64	28,48
e & c	Cluster e	Cluster c				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Goodallia triangularis</i>	0	2,66	4,71	2,1	6,65	6,65
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	0	1,97	3,49	3,68	4,93	11,58
<i>Magelona johnstoni</i>	1,86	0	3,23	17,97	4,55	16,13
<i>Scoloplos armiger</i> agg.	1,77	0	3,08	11,03	4,36	20,49
<i>Glycera oxycephala</i>	0	1,63	2,88	4	4,06	24,55
<i>Spisula solida</i>	0	1,48	2,61	5,04	3,69	28,24
e & d	Cluster e	Cluster d				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Pontocrates altamarinus</i>	0	1,9	3,44	5,26	5,41	5,41
<i>Scoloplos armiger</i> agg.	1,77	0	3,17	10,01	4,99	10,41
<i>Travisia forbesii</i>	0,99	0	1,97	1,28	3,09	13,5
<i>Idotea linearis</i>	0	1,08	1,96	1,57	3,08	16,58
<i>Ophelia borealis</i>	1,04	0	1,88	1,35	2,96	19,55
<i>Spiophanes bombyx</i>	0,54	1,08	1,68	1,21	2,65	22,2
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	1,04	0	1,68	1,34	2,64	24,84
<i>Phoronis pallida</i>	0,9	0	1,67	1,28	2,63	27,46

3.4 Makrozoobenthos Epifauna (2 m-Baumkurre)

3.4.1 Gruppierungen der Stationen

Wie auch für die Infauna wurde zunächst untersucht, ob Gruppierungen der Stationen basierend auf der Epifauna-Gemeinschaftsstruktur zu erkennen sind. Da die Arten-Abundanzstruktur herangezogen wird, integriert die Clusteranalyse nur Arten, die quantitativ erfasst wurden (vgl. Tab. 7).

Aus der Clusteranalyse wird ersichtlich, dass sich die Stationen im Herbst 2021 auf einem Ähnlichkeitsniveau von 44,5 % in zwei signifikante Cluster trennen, wobei die küstennahen Stationen S-D-4-2 und S-D-4-3 eine Gruppe (Cluster a) bilden und alle anderen Stationen in der zweiten Gruppe (Cluster b) vereint sind (Abb. 14). Cluster a vereint die beiden landnahen Stationen, die eine geringe Wassertiefe (4 m) aufwiesen. Die Hols im Cluster b wurden in Wassertiefen zwischen 13 m (S-D-KGS-5) bis 23 m (S-D-1-2) gewonnen.

Im weiteren Verlauf dieses Berichts findet die Auswertung der Daten auf Basis dieser zwei Cluster statt.

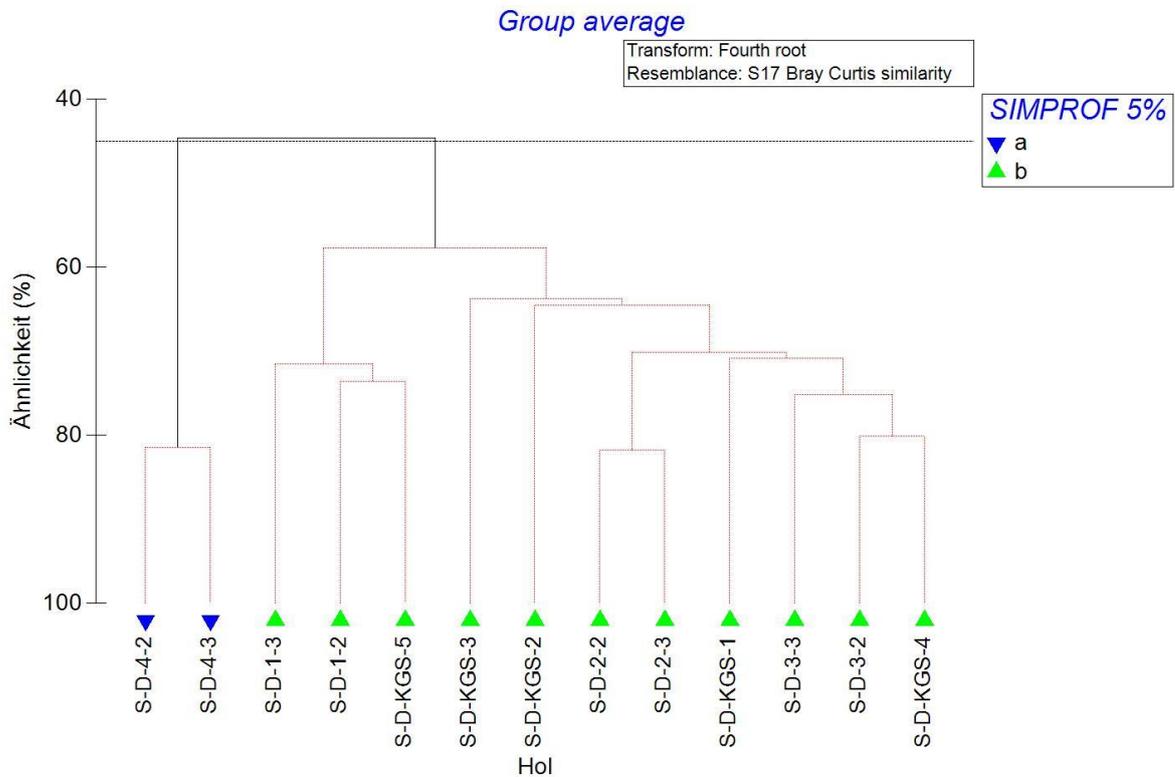


Abb. 14: Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Gemeinschaftsstruktur der quantitativ erfassten Epifauna (2 m-Baumkurre) im Herbst 2021 an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.

Abgrenzung der zwei unterschiedlichen Cluster (Farbcodierung) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 44,5 %. Signifikante Gruppierungen (SIMPROF Test) werden mit schwarzen Linien angezeigt, rote Linien weisen auf nicht signifikante Gruppierungen hin.

3.4.2 Artenzusammensetzung

Bei der Basisuntersuchung im Herbst 2021 wurden insgesamt 50 Arten (52 Taxa) der Epifauna in den Hols mit der 2 m-Baumkurre auf den Transekten und Einzelstationen entlang des geplanten Kabelkorridors erfasst (Tab. 7). Von diesen 50 Arten wurden 24 quantitativ erfasst.

Durch die große Anzahl Stationen in Cluster b wurden dort 47 Arten erfasst (23 davon quantitativ) und in Cluster a nur 15 Arten (8 davon quantitativ). Arten des Stammes Mollusca (Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda) fehlen im Cluster a (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Artenspektrum des Makrozoobenthos (Epifauna, 2m-Baumkurre) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet im Küstenmeer (Gesamt).
Für die quantitativ erfassten Arten sind die mittlere Abundanz (Ind./ha) und mittlere Biomasse (g FG/ha) angegeben.
*: beim Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art bewertet; blau unterlegt: in dem Cluster nicht als eigenständige Art bewertet; x: qualitativ erfasste Art, da koloniebildende Art, Rote Liste Kategorie (RL-Kat.) nach RACHOR et al. (2013): 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion), grün hinterlegt: nur qualitativ erfasste Arten

Art/Taxon	RL-Kat	Abundanz (Ind./ha)			Biomasse (FG g/ha)		
		Cluster a	Cluster b	Gesamt	Cluster a	Cluster b	Gesamt
		2 Hols	11 Hols	13 Hols	2 Hols	11 Hols	13 Hols
Hydrozoa							
<i>Clytia hemisphaerica</i>		X	X	X			
<i>Hydractinia echinata</i>			X	X			
<i>Obelia bidentata</i>			X	X			
<i>Obelia dichotoma</i>		X	X	X			
<i>Sertularia cupressina</i>	G		X	X			
<i>Tubularia indivisa</i>			X	X			
Tubulariidae indet.*		X	X	X			
Anthozoa							
Actinaria indet.		12,6	4,6	5,8	176,1	18,2	42,5
<i>Alcyonium digitatum</i>	3		2,7	2,3		313,8	265,5
Bryozoa							
Alcyoniidae indet.		X	X	X			
<i>Arachnidium fibrosum</i>			X	X			
<i>Conopeum reticulum</i>			X	X			
<i>Electra pilosa</i>			X	X			
Polychaeta							
<i>Myrianida</i> spp.		X	X	X			
<i>Neanthes fucata</i>			X	X			
<i>Polydora ciliata</i>			X	X			
Bivalvia							
<i>Aequipecten opercularis</i>	R		4,2	3,5		37,6	31,8
<i>Mytilus edulis</i>			X	X			
Gastropoda							
<i>Corambe obscura</i> agg.			X	X			
<i>Crepidula fornicata</i>			114,8	97,2		20,6	17,4
<i>Euspira nitida</i>			2,3	1,9		4,6	3,9
Nudibranchia indet.			X	X			
Cephalopoda							
<i>Sepiola atlantica</i>			6,8	5,8		11,1	9,4
Crustacea							
<i>Abludomelita obtusata</i>			X	X			
<i>Aora gracilis</i>		X	X	X			

Art/Taxon	RL-Kat	Abundanz (Ind./ha)			Biomasse (FG g/ha)		
		Cluster a	Cluster b	Gesamt	Cluster a	Cluster b	Gesamt
		2 Hols	11 Hols	13 Hols	2 Hols	11 Hols	13 Hols
<i>Austrominius modestus</i>		X		X			
<i>Balanus crenatus</i>			X	X			
<i>Carcinus maenas</i>		426,2		65,6	8.762,8		1.348,1
Corophiidae indet.			X	X			
<i>Corystes cassivelaunus</i>			9,1	7,7		74,9	63,4
<i>Crangon allmanni</i>			2,5	2,1		2,5	2,1
<i>Crangon crangon</i>		40.170,6	9.469,5	14.192,7	46.978,3	11.017,3	16.549,8
<i>Liocarcinus depurator</i>			130,6	110,5		1.362,9	1.153,2
<i>Liocarcinus holsatus</i>		430,1	1.523,5	1.355,3	4.435,8	9.941,5	9.094,5
<i>Liocarcinus navigator</i>	R	10,6	397,3	337,8	148,7	2.047,3	1.755,2
<i>Macropodia rostrata</i>			226,9	192,0		147,9	125,2
<i>Macropodia tenuirostris</i>			2,5	2,1		7,4	6,3
<i>Microprotopus maculatus</i>			X	X			
<i>Pagurus bernhardus</i>			125,8	106,4		2.400,9	2.031,5
<i>Palaemon serratus</i>		10,6		1,6	10,6		1,6
<i>Pandalus montagui</i>			66,9	56,6		40,3	34,1
<i>Pariambus typicus</i>			X	X			
<i>Pisidia longicornis</i>			X	X			
<i>Processa modica</i>			18,2	15,4		18,2	15,4
<i>Trypetesa lampas</i>			X	X			
<i>Tryphosa nana</i>			X	X			
Echinodermata							
<i>Asterias rubens</i>		112,1	136,7	132,9	3.584,3	5.865,7	5.514,7
<i>Astropecten irregularis</i>	G		36,4	30,8		483,0	408,7
<i>Echinocardium cordatum</i>			4,0	3,4		133,6	113,0
<i>Ophiura albida</i>		106,2	25.034,6	21.199,5	84,9	9.156,5	7.760,9
<i>Ophiura ophiura</i>			13.557,1	11.471,4		17.341,6	14.673,6
<i>Ophiura</i> spp.*			389,3	329,4		595,4	503,8
Σ Arten	5	15,0	47,0	50,0			

3.4.3 Rote Liste Arten

Insgesamt wurden 5 Arten der Epifauna nachgewiesen, die laut der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) einen akuten Gefährdungsstatus besitzen (ohne Kategorie V: „Vorwarnliste“, Tab. 7). Die höchste Gefährdungskategorie von 3 (gefährdet) wies die Tote Mannshand *Alcyonium digitatum* (Anthozoa) auf. In Kategorie G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) befanden sich die Hydrozoen *Sertularia cupressina* (Seemoos) und der Nordische Kammstern *Astropecten irregularis*.

Mit *Liocarcinus navigator* (Gewimperte Schwimmkrabbe) und *Aequipecten opercularis* (Kleine Pilgermuschel) kamen zwei Arten mit der Gefährdungskategorie „R“ (selten, geographische Restriktion) im Untersuchungsgebiet vor.

Von den Rote-Liste-Arten kam nur *Liocarcinus navigator* in Cluster a vor. In Cluster b waren alle Rote Liste-Arten vertreten.

3.4.4 Mittlere Kennwerte (Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Äquität und Diversität)

Die Beschreibung der Kennwerte basiert auf den Kennzahlen der quantitativ erfassten Arten.

Die mittlere Artenzahl der Epifauna für das gesamte Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors lag im Herbst 2021 bei 9,6 Arten. Die Anzahl Arten pro Hol ist Tab. 8 zu entnehmen. Sie variierte zwischen 5 Arten (S-D-4-2, S-D-KGS-5) und 13 Arten (S-D-3-2, S-D-KGS-3). Mit durchschnittlich 10,3 Arten pro Station wies Cluster b eine höhere mittlere Artenzahl auf als Cluster a mit 6,0 Arten.

Tab. 8: Artenzahl, Abundanz (Ind./ha), Biomasse (g FG/ha), Diversität und Äquität der Epifauna je Hol (2 m-Baumkurre) sowie Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) je Cluster und für das Gesamtgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.
Kennwerte auf Basis der quantitativ erfassten Arten

Gruppe	Hol	Artenzahl	Abundanz [Ind./ha]	Biomasse [FG g/ha]	Äquität [J]	Diversität [H' loge]
Cluster a	S-D-4-2	5	44.503	67.522	0,85	1,36
	S-D-4-3	7	38.055	60.841	0,88	1,72
	MW	6,0	41.279	64.181	0,87	1,54
	SD	1,0	3.224	3.341	0,02	0,18
Cluster b	S-D-1-2	6	2.697	10.323	0,97	1,74
	S-D-1-3	8	8.024	19.354	0,94	1,95
	S-D-2-2	8	20.970	25.523	0,92	1,91
	S-D-2-3	12	24.651	27.981	0,93	2,30
	S-D-3-2	13	51.422	58.849	0,92	2,37
	S-D-3-3	12	21.820	32.316	0,93	2,31
	S-D-KGS-1	12	25.201	63.510	0,95	2,37
	S-D-KGS-2	12	47.131	55.340	0,92	2,36

Gruppe	Hol	Artenzahl	Abundanz [Ind./ha]	Biomasse [FG g/ha]	Äquität [J]	Diversität [H' loge]
	S-D-KGS-3	13	250.464	236.845	0,92	2,36
	S-D-KGS-4	12	93.834	97.055	0,91	2,27
	S-D-KGS-5	5	17.714	44.375	0,90	1,45
	MW	10,3	51.266	61.043	0,93	2,13
	SD	2,8	67.444	60.313	0,02	0,30
Gesamt	MW	9,6	49.730	61.526	0,92	2,04
	SD	3,0	62.157	55.507	0,03	0,35

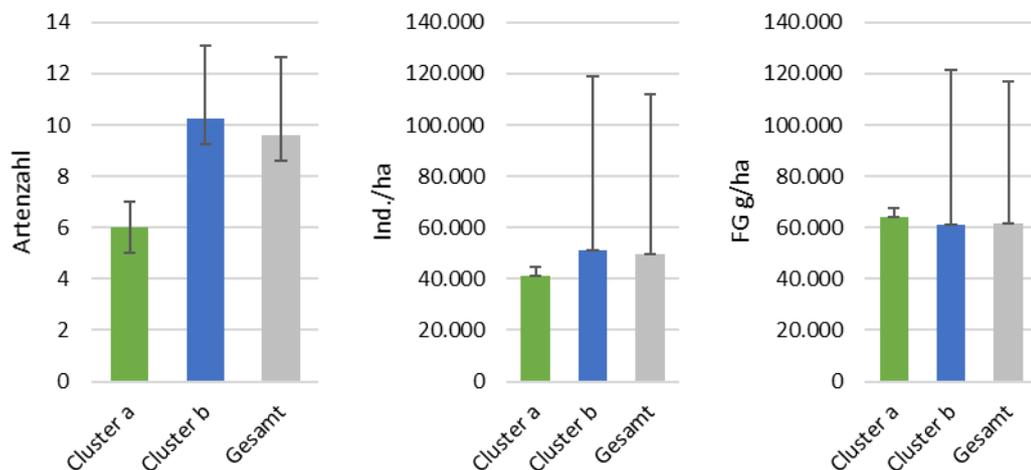


Abb. 15: Mittlere Artenzahl (links), mittlere Abundanz (Ind./ha, Mitte) und mittlere Biomasse FG g/ha, rechts) \pm Standardabweichung pro Cluster und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

Die mittlere Abundanz betrug im gesamten Untersuchungsgebiet 49.730 Ind./ha, mit einem Minimum von 2.697 Ind./ha in Hol S-D-1-2 und einem Maximum von 250.464 Ind./ha in Hol S-D-KGS-3. Die sehr hohe Abundanz war in dem Vorkommen von Schlangensterne (*Ophiura albida*, *Ophiura ophiura*) begründet. Die mittlere Abundanz in Cluster a war mit 41.279 Ind./ha geringer als in Cluster b mit 51.266 Ind./ha (vgl. Tab. 8, Abb. 15).

Die mittlere Biomasse betrug im gesamten Untersuchungsgebiet 61.526 g FG/ha mit einem Minimum von 10.323 g FG/ha in Hol S-D-1-2 und der höchsten Biomasse von 236.845 g FG/ha in Hol S-D-KGS-3. Cluster a wies mit einer mittleren Biomasse von 64.181 g FG/ha einen etwas höheren Wert als Cluster b mit 61.043 g FG/ha auf (vgl. Tab. 8, Abb. 15).

Die Äquität der Epifauna im gesamten Untersuchungsgebiet betrug 0,92 mit einem Maximum von 0,97 in Hol S-D-1-2 und einem Minimum von 0,85 in Hol S-D-4-2 (Tab. 8, Abb. 16). Die mittlere Äquität war in Cluster a mit 0,87 etwas geringer als in Cluster b mit 0,93.

Die Diversität der Epifauna im gesamten Untersuchungsgebiet betrug 2,04 mit einem Maximum von 2,37 in Hol S-D-KGS-1 und einem Minimum von 1,36 in Hol S-D-4-2 (Tab. 8, Abb. 16). Die mittlere Diversität war in Cluster a mit 1,54 geringer als in Cluster b mit 2,13.

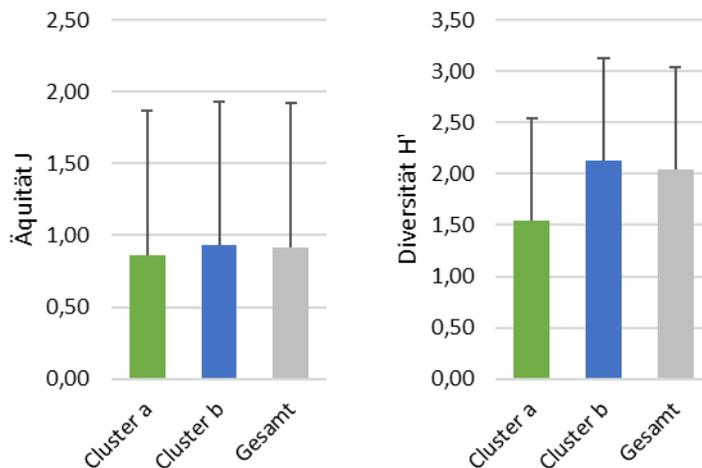


Abb. 16: Mittlere Äquität (J) Diversität (H') mit Standardabweichung der Epifauna pro Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“) entlang des geplanten Kabelkorridors.

3.4.5 Dominanz bei Abundanz und Biomasse

Die Beschreibung der Dominanzverhältnisse basiert auf den Kennzahlen der quantitativ erfassten Arten.

Die häufigste Art der Epifauna im gesamten Untersuchungsgebiet im Herbst 2021 war der Helle Schlangensterne *Ophiura albida* mit einem Anteil von 42,6 %. Auf Rang 2 kommt die Nordseegarnele *Crangon crangon* mit einem Anteil von 28,5 %, Rang 3 belegt der Gewöhnliche Schlangensterne *Ophiura ophiura* mit einem Anteil von 23,1 % und Rang 4 und 5 belegen die Gemeine Schwimmkrabbe *Liocarcinus holsatus* und die Gewimperte Schwimmkrabbe *Liocarcinus navigator* mit 2,7 % bzw. 0,7 %.

Cluster a wurde von *C. crangon* mit einem Anteil von 97,31 % dominiert. Die zweithäufigste Art war *L. holsatus* mit 1,04 % und die Gemeine Strandkrabbe *Carcinus maenas* mit 1,03 %. Der Gemeine Seestern *Asterias rubens* und *O. albida* machten nur einen geringen Anteil von 0,27 bzw. 0,26 % der Epifauna-Gemeinschaft in Cluster a aus.

Durch die große Anzahl von Stationen ähneln die Dominanzverhältnisse in Cluster b denen des gesamten Untersuchungsgebietes (vgl. Abb. 17).

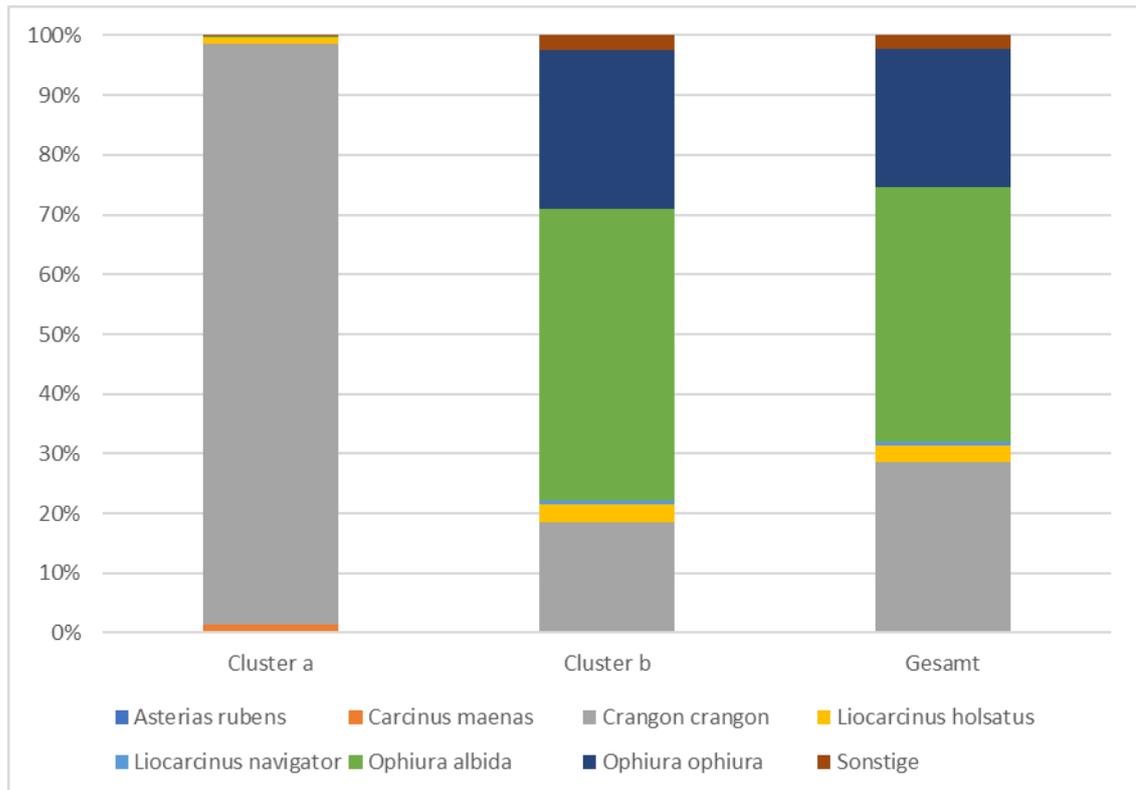


Abb. 17: Dominanzverhältnisse der Epifauna (2 m-Baumkurre, relative Abundanz) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

Es wurden die dominanten 5 Arten pro Cluster berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

Die Biomasse zeigt eine etwas abweichende Verteilung der Dominanzverhältnisse im Vergleich zur Abundanz (Abb. 18). Im Gesamtgebiet dominierten mit 26,7 % verschiedene, unter Sonstige summierte Taxa. Rang 2 belegte der Gewöhnliche Schlangenster *Ophiura ophiura* mit 23,8 % gefolgt von der Nordseegarnele *Crangon crangon* mit 15,2 %. Rang 4 belegte bei geringer numerischer Dominanz aufgrund des hohen Individualgewichtes die Gemeine Strandkrabbe *Liocarcinus holsatus* mit 13,7 % und auf Rang 5 folgte der Helle Schlangenster *Ophiura albida*.

In Cluster a wird die Biomasse in Analogie zur Abundanz durch *C. crangon* mit einem Biomasseanteil von 73,2 % dominiert (Abb. 18). Rang 2 belegt die Gemeine Strandkrabbe *Carcinus maenas* mit 13,7 %. Rang 2 und 3 werden durch *L. holsatus* (6,9 %) und *Asterias rubens* (5,6 %) gestellt. Hier-nach nehmen Sonstige einen geringen Anteil von 0,4 % ein.

Wie bei der Abundanz sind auch bei der Biomasse die Dominanzverhältnisse zwischen dem gesamten Untersuchungsgebiet und Cluster 2 sehr ähnlich (vgl. Abb. 18).

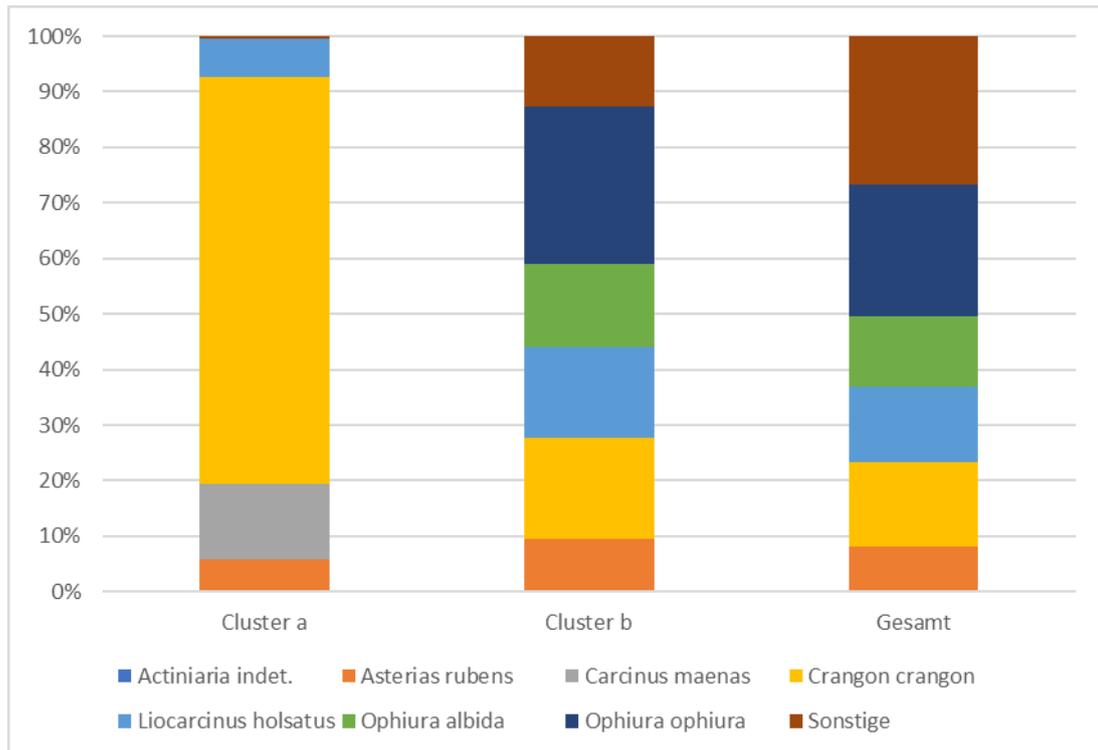


Abb. 18: Dominanzverhältnisse der Epifauna (2 m-Baumkurre, relative Biomasse) dargestellt je Cluster und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). Es wurden die dominanten 5 Arten pro Cluster berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

3.4.6 Gemeinschaftsanalyse

Eine Clusteranalyse zur Feststellung von Gruppierungen der untersuchten Stationen wurde bereits in Kap. 3.4.1 beschrieben. Im Folgenden wird etwas ausführlicher auf die zugrunde liegenden Gemeinschaftsstrukturen der Epifauna eingegangen und auch die qualitativ erfasste Epifauna berücksichtigt.

In Abb. 19 ist der MDS-Plot basierend auf der Arten-Abundanzstruktur der quantitativ erfassten Arten für die 13 Hols mit den Vektoren für prägende Arten dargestellt. Die Abtrennung des küstennahen Clusters a von den übrigen Hols in Cluster b ist in Übereinstimmung mit der Clusteranalyse. Sowohl die Vektoren als auch die Ergebnisse der SIMPER-Analyse (Tab. 9) verdeutlichen, dass die Trennung der zwei Cluster v.a. in der höheren Präsenz und Abundanz der Arten *Crangon crangon* und *Carcinus maenas* in Cluster a beeinflusst wird. Im Gegensatz dazu wird die Epifauna-Gemeinschaft in Cluster b durch die Präsenz und höhere Abundanz der Arten *Ophiura albida* und *Ophiura ophiura* strukturiert. Daneben tragen eine Reihe von Arten mit einem geringeren Anteil an zur Unähnlichkeit zwischen den zwei Clustern bei, die nur in Cluster b vorkamen (z.B. *Pagurus bernhardus*, *Macropodia rostrata*, *Liocarcinus depurator*, *Crepidula fornicata*, *Astropecten irregularis*, vgl. Tab. 9), sodass Unterschieden in der Abundanz einer Art auch die Artenvielfalt einen großen Anteil an der Unähnlichkeit der zwei Cluster hat .

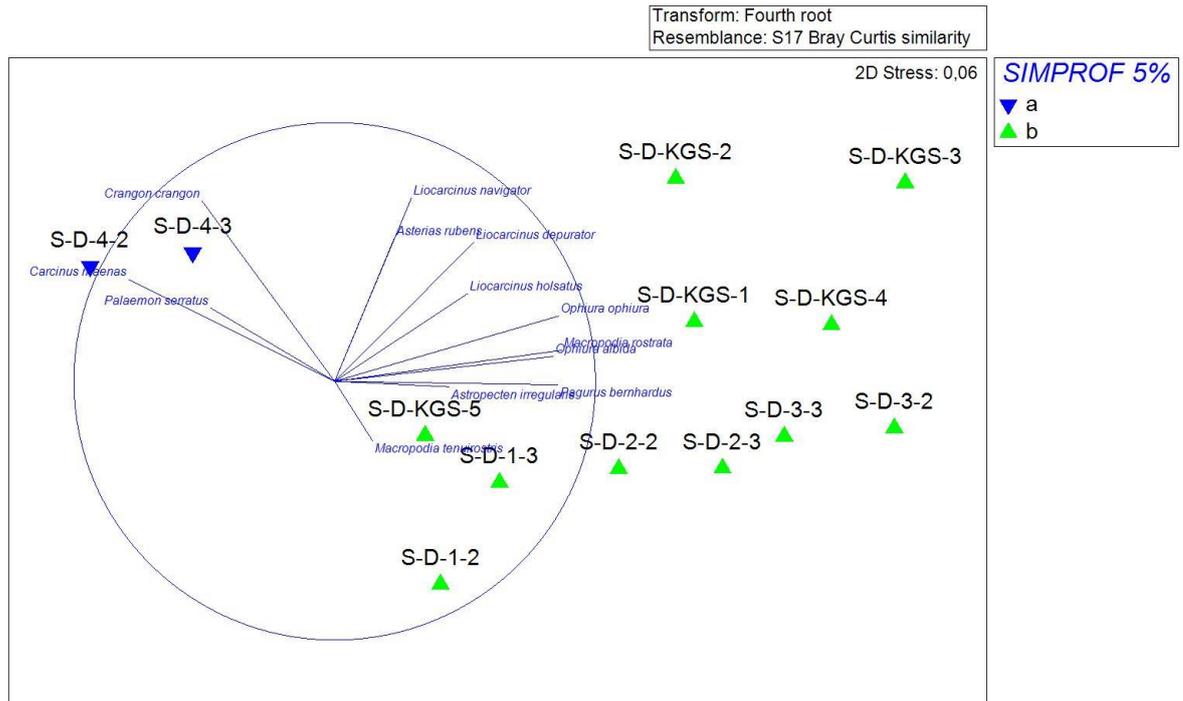


Abb. 19: MDS-Darstellung auf Basis der Epifauna-Gemeinschaftszusammensetzung (nur quantitativ erfasste Arten) mit strukturierenden Arten.

Die Länge der Striche in der MDS-Darstellung gibt an, wie sehr die jeweilige Art zur Trennung der Stationen entlang der Vektorrichtung beiträgt.

Tab. 9: Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern.

Av. Abund.: mittlere Abundanz der durch die 4. Wurzel transformierten Daten, Av. Diss.: mittlere Unähnlichkeit zwischen den Stationen, Diss/SD: Standardabweichung der Unähnlichkeit, Contrib %: prozentualer Beitrag, Cum. %: kumulativer Beitrag über die angezeigten Arten
Nur quantitativ erfasste Arten wurden berücksichtigt

Durchschnittliche Unähnlichkeit = 55,41%						
Art	Cluster b	Cluster a				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Ophiura ophiura</i>	8,59	0	9,8	3,62	17,69	17,69
<i>Ophiura albida</i>	9,45	1,91	8,57	1,84	15,46	33,15
<i>Crangon crangon</i>	9,32	14,15	6,22	1,76	11,23	44,37
<i>Carcinus maenas</i>	0	4,54	5,65	4,02	10,2	54,58
<i>Pagurus bernhardus</i>	2,95	0	3,46	2,73	6,24	60,81
<i>Macropodia rostrata</i>	2,81	0	3,03	1,44	5,46	66,28
<i>Liocarcinus navigator</i>	1,36	1,07	1,98	1,07	3,58	69,86
<i>Crepidula fornicata</i>	1,84	0	1,84	1,01	3,32	73,17
<i>Liocarcinus depurator</i>	1,7	0	1,76	1	3,18	76,35
<i>Astropecten irregularis</i>	1,48	0	1,73	1,05	3,12	79,47
<i>Asterias rubens</i>	2,7	3,22	1,69	1,11	3,05	82,52
<i>Liocarcinus holsatus</i>	5,7	4,55	1,49	1,38	2,68	85,2
Actiniaria indet.	0,41	1,12	1,43	0,92	2,58	87,78

Durchschnittliche Unähnlichkeit = 55,41%						
Art	Cluster b	Cluster a				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Palaemon serratus</i>	0	1,07	1,29	0,93	2,32	90,1
<i>Pandalus montagui</i>	1,17	0	1,08	0,72	1,96	92,06
<i>Ophiura</i> spp.	0,74	0	0,79	0,31	1,42	93,48
<i>Corystes cassivelaunus</i>	0,65	0	0,73	0,6	1,32	94,8
<i>Processa modica</i>	0,73	0	0,69	0,59	1,25	96,05
<i>Sepiola atlantica</i>	0,61	0	0,65	0,6	1,16	97,22
<i>Aequipecten opercularis</i>	0,24	0	0,33	0,31	0,59	97,81
<i>Echinocardium cordatum</i>	0,23	0	0,27	0,31	0,49	98,3
<i>Crangon allmanni</i>	0,21	0	0,25	0,31	0,45	98,75
<i>Macropodia tenuirostris</i>	0,21	0	0,25	0,31	0,45	99,19
<i>Alcyonium digitatum</i>	0,21	0	0,23	0,31	0,42	99,61
<i>Euspira nitida</i>	0,2	0	0,21	0,31	0,39	100

Die Gemeinschaftsanalyse wurde zusätzlich unter Berücksichtigung aller Taxa der Epifauna (quantitativ und qualitativ erfasste Arten) durchgeführt. Da nicht für alle Arten die Abundanz ermittelt wird, wurden die Daten nach Präsenz/Absenz einer Art transformiert. Der MDS-Plot in Abb. 20 zeigt, dass sich auch hierbei die zwei küstennahen Stationen S-D-4-2 und S-D-4-3 von den übrigen Stationen separieren (Cluster a). Allerdings integriert Cluster a noch zwei zusätzliche Hols (S-D-KGS-5 und S-D-1-3). Alle anderen Stationen werden Cluster b zugeordnet. Die Trennung der Cluster erfolgt v.a. auf Basis der Artenvielfalt. Alle vier Stationen des Clusters a stellen sich mit im Mittel 11 Arten gegenüber Cluster b mit im Mittel 25 Arten als vergleichsweise artenarm dar.

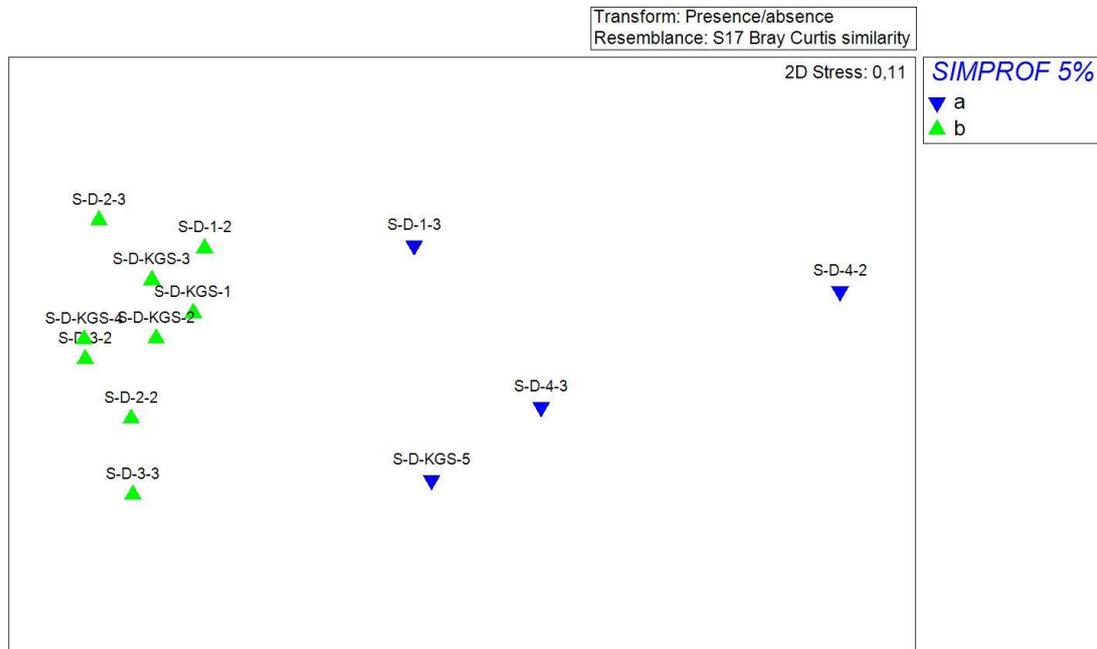


Abb. 20: MDS-Darstellung auf Basis der Epifauna-Gemeinschaftszusammensetzung (Präsenz-Absenz). Berücksichtigt wurden quantitativ und qualitativ erfasste Arten

3.5 Fische (2 m-Baumkurre)

Eine gesonderte Erfassung der Fische ist gemäß NLWKN & NLPV (2012) nicht vorgesehen. Wie in 2.2.3 beschrieben, erfasst ein Kieler Kinderwagen die Fischfauna nur ausschnittsweise in Form der kleineren, demersalen Fischfauna. Die Ergebnisse können daher nicht als repräsentativ für das Fischartenspektrum des Gebietes angesehen werden.

Insgesamt wurden in 13 Hols mittels 2 m-Baumkurre 19 Fischarten erfasst (Tab. 10). Von diesen Arten waren die Grundeln (*Pomatoschistus* spp.) deutlich am häufigsten mit einer mittleren Abundanz von 1158 Ind./ha. Die zweithäufigste Art war der Wittling, *Merlangius merlangus*, mit einer Abundanz von 864,4 Ind./ha und die dritthäufigste Arte war die Scholle, *Pleuronectes platessa*, mit 610,4 Ind./ha.

Es wurden keine FFH-Arten erfasst, jedoch wurde mit dem Ornamentleierfisch, *Callionymus reticulatus*, eine gefährdete Arte der Roten Liste nach THIEL et al. (2013) mit dem Status 3 (gefährdet) gefangen.

Tab. 10: Artenspektrum und mittlere Abundanzen (Ind./ha) der Fischfauna (Kieler Kinderwagen) pro Cluster basierend auf der Clusteranalyse für die Epifauna-Gemeinschaft.
Rote Liste Kategorie (RL-Kat.) nach THIEL et al. (2013): 3: gefährdet

Deutscher Name	Artname	RL-Kat.	Cluster a	Cluster a	Gesamt
Steinpicker	<i>Agonus cataphractus</i>		46,4	118,5	107,4
Lammzunge	<i>Arnoglossus laterna</i>			100,6	85,1
Zwergzunge	<i>Buglossidium luteum</i>			11,1	9,4
Gestreifter Leierfisch	<i>Callionymus lyra</i>			61,8	52,3
Ornamentleierfisch	<i>Callionymus reticulatus</i>	3		179,2	151,6
Roter Knurrhahn	<i>Chelidonichthys lucerna</i>			6,6	5,6
Fünfbärtelige Seequappe	<i>Ciliata mustela</i>			12,4	10,5
Hering	<i>Clupea harengus</i>		37,7	4,7	9,8
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>			18,6	15,7
Kliesche	<i>Limanda limanda</i>		73,5	514,2	446,4
Großer Scheibenbauch	<i>Liparis liparis</i>		12,6	2,3	3,9
Wittling	<i>Merlangius merlangus</i>			1021,6	864,4
Rotzunge	<i>Microstomus kitt</i>			11,6	9,8
Streifenbarbe	<i>Mullus surmuletus</i>			5,4	4,6
Seeskorpion	<i>Myoxocephalus scorpius</i>			6,7	5,6
Scholle	<i>Pleuronectes platessa</i>		542,2	622,9	610,4
Grundel	<i>Pomatoschistus</i> spp.		141,1	1342,9	1158,0
Seezunge	<i>Solea solea</i>			4,4	3,8
Kleine Seenadel	<i>Syngnathus rostellatus</i>		23,2	29,6	28,6
	Σ Arten	1	7	19	19

3.6 Makrozoobenthos Epifauna und Sedimente / Morphologie (Video)

Die Rahmendaten der 5 auswertbaren Videotransekte sind in Tab. 6 zusammengestellt. Entsprechend der Ergebnisse der Infauna-Beprobung zeigte sich auch hier, dass die von VBW abgegrenzten Bereiche mit gröberem Sedimenten (s. Abb. 2) i. d. R. von Fein- bis Mittelsand geprägt waren. Steine und Blöcke wurden nicht gesichtet, ebenso wenig wie andere auffällige Strukturen.

Tab. 11: Rahmendaten Videotransekte.

Transekt	Bal-S-V-2	Bal-S-V-6	Bal-S-V-1	Bal-S-V-7	Bal-S-V-7
Sand	Fein- bis Mittelsand	Fein- bis Mittelsand	Fein- bis Mittelsand	Fein- bis Mittelsand	Mittel- bis Grobsand
Schill (%)	<5 %	<5 %	<5 %	<5 %	<5 %
Kies (%)	0%	0%	0%	0%	5 - <50 %
Steine	keine	keine	keine	keine	keine
Blöcke	keine	keine	keine	keine	keine
Morphologie	uneben	uneben	uneben	uneben	uneben
Sonstiges	keine	keine	keine	keine	keine
Röhrenbildner (Ind./m²)	<100 Ind./m ²				
Hydrozoa (%)	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	5 - <50 %

Aufgrund der sehr schlechten Sicht konnten nur vereinzelt größere Epifauna-Organismen gesichtet werden, aufgrund ihrer helleren Färbung als das umgebende Sediment v. a. Schlangensterne. Im Video Bal-S-V-7 konnte ein Hummer (*Hommarus gammarus*) gesichtet werden.

4. Einordnung der Ergebnisse

4.1 Sediment

Das Untersuchungsgebiet wird nach den Untersuchungsergebnissen von Feinsand mit sporadischem Vorkommen von Fein- bis Mittelsanden und Mittel- bis Grobsanden charakterisiert, wie sie typisch für das Inselvorfeld sind. Kies sowie Ton/Schluff waren in allen Stationen nur in sehr geringen Anteilen vorhanden.

Die im Vorfeld auf Basis der vorliegenden SideScanSonar-Untersuchungen (SSS) der Firma VBW aus dem Jahr 2020 festgelegten Stationen in Bereichen mit Mittel- bis Grobsand (Verdachtsflächen KGS; Stationen KGS-01 bis -15) wiesen größtenteils die Sedimentbeschaffenheit der Transekte und Stationen mit Fein- bis Mittelsand auf. Lediglich die Stationen KGS-01 bis -03 sowie der Greifer KGS-04-c wiesen deutlich erhöhte Mittel- und Grobsandanteile auf.

4.2 Makrozoobenthos

4.2.1 Infauna

Den Ergebnissen zur Infauna ist zu entnehmen, dass der Kabelkorridor zum größten Teil von einer Gemeinschaft eingenommen wird (Cluster b), die 24 der insgesamt 36 Stationen umfasst. Die Unterschiede der anderen Cluster von dieser Gemeinschaft sind einerseits auf die Sedimentbeschaffenheit zurückzuführen (Cluster a und c) und andererseits auf die anderen hydrographischen Gegebenheiten wie Energieeintrag durch Wellenbewegung und Wassertiefe (Cluster d).

Die Stationen des Clusters d, an denen Feinsande vorherrschten, waren durch eine sehr geringe Wassertiefe geprägt, so dass davon auszugehen ist, dass diese Stationen einem vergleichsweise hohen Energieeintrag und Wellenschlag ausgesetzt sind. Die extremen Umweltbedingungen für die Infauna im Brandungsbereich begründen auch die relativ geringen Artenzahlen, die in diesen Stationen vorherrschen, da nur wenige Arten an ein derart dynamisches Umfeld angepasst sind (vgl. Abb. 8). Mit zunehmender Wassertiefe nehmen auch diese Umwelteinflüsse ab, wodurch sich arten- und individuenreichere Infauna-Gemeinschaften entwickeln können.

Dies spiegelt sich auch in der Makrobenthos-Gemeinschaft wider. Nach OBERT & MICHAELIS (2003) sind die in Cluster d vorkommenden Gattungen wie *Pontocrates* und *Bathyporeia* kennzeichnend für das von den Autoren beschriebene Biotop „Exponierte Strände“. Dies wird auch in einer Studie von HOLZHAUER et al. (2020) bestätigt, in der die Autoren unterschiedliche Artenstrukturen im Küstenbereich in Wassertiefen von 1,5 m bis 12 m entlang der Inseln Ameland und Schiermonnikoog beschreiben. Neben den allgemein vorkommenden Arten, wie *Magelona johnstoni*, *Nephtys hombergii*, *Spio martinensis* und *Limecola balthica* (aktuell: *Macoma balthica*), die auch im Cluster d vorkamen, beschreiben die Autoren charakteristische Arten für unterschiedliche Zonen im sublitoralen Küstenbereich. Die in Cluster d häufigsten Arten *Nephtys cirrosa* und *Bathyporeia elegans* sind nach HOLZHAUER et al. (2020) ebenso wie die Gattung *Pontocrates* typisch für die Zone zwischen

erster und zweiter Barre, die dem Vorstrandbereich vorgelagert sind. In diesem Bereich liegen auch die Stationen des Clusters d.

Die Stationen der arten- und individuenreicheren Cluster a und b liegen in über 10 m Tiefe. Erfahrungsgemäß bildet die 10ß m-Tiefenlinie häufig einen Übergang zwischen den küstennahen und den weiter seewärts gelegenen Makrozoobenthos-Gemeinschaften. Aus den vorliegenden Ergebnissen ist ersichtlich, dass die Makrobenthos-Gemeinschaft aus Cluster b der *Fabulina (Tellina) fabula*-Gemeinschaft, die vor allem Feinsande in Wassertiefen von 20 m – 30 m besiedelt, zuzuordnen ist (RACHOR & NEHMER 2003). Hierfür spricht das häufige Vorkommen der vier Charakterarten dieser Gemeinschaft (*Magelona johnstoni*, *Urothoe poseidonis*, *Bathyporeia guilliamsoniana* und *Macoma balthica*), die zusammen 46,1 % der Besiedlung stellen.

Cluster a setzt sich aus den drei mittel- bis grobsandigen Stationen KGS-01 bis -03 zusammen, die sehr arten- und individuenreich besiedelt waren. Anhand der häufigsten Arten *Loimia ramzega*, *Pseudopolydora pulchra*, *Ophiura albida*, *Eumida sanguinea* und *Nephtys cirrosa* ist keine Zuordnung in die von RACHOR & NEHMER (2003) benannten Gemeinschaften möglich.

Die Cluster c und e sind sehr arten- und individuenarm, entsprechend der Sedimentzusammensetzung und Arten ist Cluster c der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft zuzuordnen, wobei mit *Branchiostoma lanceolatum* und *Aonides paucibranchiata* eine Charakterart und eine charakteristische Art der Ausprägung auf Grobsand und Kies vergleichsweise häufig vorkam, während die häufigste Art *Goodallia triangularis* Charakterart der Ausprägung auf grobsandigem Mittelsand ist (RACHOR & NEHMER 2003).

Cluster e ist durch Fein- und Mittelsande gekennzeichnet und stellt eine verarmte Ausprägung der *Fabulina (Tellina) fabula*-Gemeinschaft dar.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zum Makrozoobenthos decken sich sehr gut mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen aus der küstennahen Nordsee, z. B. auf den Kabeltrassen BorWin5 und DoWin6 (IBL UMWELTPLANUNG 2014, 2017) und den Kabeltrassen DoWin4/BorWin4 (BIOCONSULT 2021). In allen genannten Untersuchungen wurden überwiegend Gemeinschaften der *Fabulina (Tellina) fabula*-Gemeinschaft nachgewiesen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Gebiet der Kabeltrasse in einem großräumigen Verbreitungsgebiet der *Fabulina (Tellina) fabula*-Gemeinschaft liegt mit vereinzelt Auftreten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft bei erhöhten Grobsandanteilen im Sediment. Außerdem sind die küstennahen Stationen durch deren Wassertiefe und durch die dort herrschenden hydrodynamischen Verhältnisse von abweichenden Gemeinschaften geprägt. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ist ersichtlich, dass durch die graduellen Veränderungen der Umwelteinflüsse mit zunehmender Wassertiefe und Entfernung zum Land die Infauna-Gemeinschaften im Küstenmeer keine deutlich abgegrenzten Gemeinschaften bilden, sondern Übergänge und Variationen zwischen unterschiedlichen Gemeinschaften bezüglich ihrer Artenzusammensetzung aufweisen.

4.2.2 Epifauna

Die Epifauna in Cluster b, also dem Großteil der Stationen im Untersuchungsgebiet, entspricht der von NEUMANN et al. (2013), NEUMANN et al. (2017) bzw. OHDE (2017) beschriebenen Epifauna-Gemeinschaft „Coast“ mit den charakteristischen Wirbellosen-Arten *Liocarcinus holsatus*, *Asterias rubens*, *Pagurus bernhardus*, *Crangon crangon*, *Ophiura albida* und *Ophiura ophiura*. Als typische Fischarten der Coast-Community werden von NEUMANN et al. (2013) Grundeln (*Pomatoschistus* spp.), wie auch in dieser Untersuchung dominant waren, sowie *Agonus cataphractus*, *Liparis liparis* und *Limanda limanda* genannt. Auch CALLAWAY et al. (2002) beschreiben für die deutsche Nordseeküste eine verarmte Variante der südlichen Nordsee, die durch die Wirbellosen-Arten *Pagurus bernhardus*, *Liocarcinus holsatus*, *Asterias rubens* und *Ophiura ophiura* charakterisiert wird. Als typische Fischarten nennt CALLAWAY et al. (2002) *Pomatoschistus minutus*, *Limanda limanda*, *Callionymus lyra* und *Buglossidium luteum*, die auch in dieser Untersuchung z.T. dominant auftraten. Diese Beschreibungen der küstennahen Epifauna-Gemeinschaft stimmen gut mit der in den Stationen von Cluster b gefundenen Epifauna-Gemeinschaft überein. Auch die Präsenz der demersalen Fischarten weist auf die in beschriebene Küstengemeinschaft hin.

Im Gegensatz dazu ähnelt die Epifauna-Gemeinschaft in den zwei küstennahen Stationen aus Cluster a eher einer Wattenmeer-Gemeinschaft, wie sie von REISE & BARTSCH (1990) beschrieben wird. Diese Gemeinschaft wird von *Crangon crangon*, *Carcinus maenas*, *Mytilus edulis*, *Pagurus bernhardus* und *Asterias rubens* dominiert. Wie bereits für die Infauna beschrieben, integriert das Cluster a Stationen, die in Bereichen mit einer hohen Wellenenergie gewonnen wurden und natürlicherweise nur eine artenarme Gemeinschaft aufweisen. Mit zunehmender Wassertiefe nehmen auch diese Umwelteinflüsse ab, wodurch sich artenreichere Epifauna-Gemeinschaften entwickeln können.

Insgesamt handelt es sich bei den im Untersuchungsgebiet erfassten Arten um typische Arten der südwestlichen Nordsee.

4.3 Geschützte Biotope (nach § 30 BNatSchG)

Folgende nach § 30 BNatSchG gesetzlich geschützte Biotope können entlang der Kabelkorridors vorkommen:

- Riffe
- Sublitorale Sandbänke
- Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna
- Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe

Riffe sind sublitoral aufragende geogene oder biogene Hartsubstrate wie z. B. Ansammlungen größerer Steine, Muschelbänke oder Riffbildungen der Sandkoralle *Sabellaria spinulosa* (NLWKN 2010). Anzeichen dieser Strukturen wurden in den Greifern, Hols und Videos dieser Untersuchung nicht gefunden, obwohl in den SideScanSonar-Untersuchungen von VBW gelegentliche Vorkommen von Steinen vermerkt sind.

Bei früheren Vermessungen des Untersuchungsgebiets mittels SideScanSonar durch VBW wurden keine Sandbänke festgestellt, sodass auch das Biotop „Sublitorale Sandbänke“ ausgeschlossen werden kann.

Auch das Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) konnte auf Basis dieser Untersuchungen nicht festgestellt werden, da keine Grobsand-, Kies- und Schillanteile von mehr als 50 % in den Proben vorhanden waren. Somit war bereits das erste Kriterium für die Feststellung eines KGS-Biotopes nach der Kartieranleitung des BFN (2011) nicht erfüllt. Von den charakteristischen Arten dieses Biotops wurden zudem nur an den Stationen A, B, D, 2-1 und KGS-01 bis -07 *Spisula elliptica*, *Branchiostoma lanceolatum* und *Aonides paucibranchiata* meist in Einzelexemplaren nachgewiesen. Lediglich *Branchiostoma lanceolatum* und *Aonides paucibranchiata* kamen an den Stationen B und KGS-01 mit mehr als 2 Individuen pro Station vor.

Entsprechend der Ergebnisse der Infauna-Beprobung und der Videoauswertung sind die als „Verdachtsflächen KGS“ eingestuft Bereiche mit gröberen Sedimente in der Karte von VBW (s. Abb. 1 und Abb. 2) i. d. R. von Fein- bis Mittelsand. Nur für die nördlichste Verdachtsfläche (Stationen KGS-01 bis -03) bestätigte sich ein Vorkommen von Mittel- und Grobsanden, allerdings ohne dass dort die Bedingungen zur Einstufung als „Artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgrund“ (KGS) entsprechend der Kartieranleitung des BFN (2011) erfüllt wurden (s. vorangegangener Absatz).

Auch der Biotoptyp „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ tritt im Untersuchungsgebiet nicht auf. Die Silt- und Tonanteile lagen in allen Stationen unter dem erforderlichen Anteil von 10 % und anzeigende Bodenfauna wie Seefedern und grabende Krebsarten fehlten in den Proben dieser Untersuchung. Damit lässt sich auch dieses geschützte Biotop ausschließen.

Literatur

- BACKELJAU, T., P. BOUCHET, S. GOFAS & L. DE BRUYN, 1994: Genetic variation, systematics and distribution of the venerid clam *Chamelea gallina*. - Journal marine biological Association U.K. 74: 211-223.
- BFN, 2011: Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich. Definition und Kartieranleitung Kies-, Grobsand- & Schillgründe. - 5 S. <https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/meeresundkuestenschutz/downloads/Marine-Biototypen/Biototyp-Kies-Sand-Schillgruende.pdf>, Stand Oktober 2011.
- BIOCONSULT, 2021: Benthos Untersuchung für die Netzanbindungssysteme DolWin4 und BorWin4 in der 12 sm Zone der Nordsee. Ergebnisbericht zum Makrozoobenthos und zum Sediment. - Gutachten im Auftrag der Amprion Offshore GmbH Dortmund, Bremen: 63 S.
- CALLAWAY, R., J. ALSVAG, I. DE BOIS, J. COTTER, A. FORD, H. HINZ, S. JENNINGS, I. KRÖNCKE, J. LANCASTER, G. PIET, P. PRINCE & S. EHRICH, 2002: Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. - ICES J. Mar. Sci. 59: 1199-1214.
- CLARKE, K. R., 1993: Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. - 18: 117-143.
- CLARKE, K. R. & R. M. WARWICK, 2001: Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. - (PRIMER-E Ltd) Plymouth Marine Laboratory, UK: 172 S.
- FIGGE, K., 1981: Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht. - (Karte Nr. 2900 mit Begleitheft) Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg: ohne S.
- HAYWARD, P. J. & J. S. RYLAND, 1995: Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. - Oxford University Press, Oxford: 812 S.
- HOLZHAUER, H., B. W. BORSJE, J. A. VAN DALFSEN, K. M. WIJNBERG, S. J. M. H. HULSCHER & P. M. J. HERMAN, 2020: Benthic species distribution linked to morphological features of a barred coast. - Journal of Marine Science and Engineering 8: 16.
- IBL UMWELTPLANUNG, 2014: Benthos-Untersuchung auf der geplanten Trasse des DolWin6-Seekabels zwischen Norderney und der 12 sm-Grenze - Ergebnisbericht. - (unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Tennet Offshore GmbH, Bayreuth) 56 S.
- IBL UMWELTPLANUNG, 2017: Benthos-Untersuchung auf der geplanten Trasse des BorWin5-Seekabels zwischen Norderney und der 12 sm-Grenze - Ergebnisbericht. - (unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Tennet Offshore GmbH, Bayreuth) 44 S.
- LAURER, W.-U., M. NAUMANN & M. ZEILER, 2014: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach der Klassifikation von FIGGE (1981) - Kartenversion 2.1 vom 30.10.2014. - (Geopotential Deutsche Nordsee) o. S. <http://www.gpdn.de/gpdn/wilma.aspx?pgId=417&WilmaLogonActionBehavior=Default>, 2014.
- LAVESQUE, N., P. BONIFACIO, M. H. LONDONO-MESA, V. LE GARREC & J. GRALL, 2017: *Loimia ramzega* sp. nov., a new giant species of Terebellidae (Polychaeta) from French waters (Brittany, English Channel). - Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 97(5): 935-942.
- NEUMANN, H., R. DIECKMANN, K.-C. EMEIS, U. KLEEBERG, A. MOLL & I. KRÖNCKE, 2017: Full-coverage spatial distribution of epibenthic communities in the south-eastern North Sea in relation to habitat characteristics and fishing effort. - Marine Environmental Research 130: 1-11.
- NEUMANN, H., H. REISS, S. EHRICH, A. SELL, K. PANTEN, M. KLOPPMANN, I. WILHELMS & I. KRÖNCKE, 2013: Benthos and demersal fish habitats in the German Exclusive Economic Zone (EEZ) of the North Sea. - Helgoland Marine Research 67: 445-459.
- NLWKN (Hrsg.), 2010: Gesetzlich geschützte Biotope und Landschaftsbestandteile in Niedersachsen. - (2. Auflage, Stand April 2018) Inform. d. Naturschutz Niedersachs. Heft 3/10, 161–208 S.

- NLWKN & NLPV, 2012: Kabelverlegungen - Anforderungen des NLWKN und der NLPV an Untersuchungen im niedersächsischen Küstenmeer sowie in Küsten- und Übergangsgewässern. - *Küstengewässer und Ästuare* 5/2012: 23 S.
- NUNEZ, J. & M. C. BRITO, 2006: A new species of Rullierinereis and new records of Nereididae from sublittoral sandy bottoms off Lanzarote (Canary Islands). - *Scientia marina* 70: 145-150.
- NYGREN, A. & F. PLEIJEL, 2011: From one to ten in a single stroke – resolving the European Eumida sanguinea (Phyllodoceidae, Annelida) species complex. - *Molecular Phylogenetics and Evolution* 58: 132-141.
- OBERT, B. & H. MICHAELIS, 2003: Das Makrozoobenthos im ostfriesischen Wattgebiet zwischen Osterems, Juist und dem Festland. - Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste Dienstbericht 5/2003, 45 S.
- OHDE, R., 2017: Die räumliche und zeitliche Variabilität der Epifaunagemeinschaften in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Jahre 2005 bis 2015. - (Masterarbeit an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg) 63 S.
- PIELOU, E. C., 1966: The measurement of diversity in different types of biological collections. - *J. Theor. Biol.* 13: 131-144.
- 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.
- REISE, K. & I. BARTSCH, 1990: Inshore and offshore diversity of epibenthos dredged in the North Sea. - *Netherlands Journal of Sea Research* 25: 175-179.
- SHANNON, C. & W. WEAVER, 1949: The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana: 111 S.
- TEBBLE, N., 1966: British bivalve seashells - A Handbook for Identification. - 2nd ed., British Museum (Natural History), London: 212 S.
- 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.

Anhang

Die Rohdaten werden digital an den Auftraggeber übermittelt.