

Terminal für erneuerbare Energien Wilhelmshaven

Ergebnisbericht der Bestandsaufnahme benthische
wirbellose Fauna und Fische im Frühjahr 2021



Auftraggeber:

Planungsgruppe Grün GmbH

Oldenburg

November 2021

Auftraggeber: Planungsgruppe Grün GmbH
Bremen/Oldenburg

Titel: Terminal für erneuerbare Energien Wilhelmshaven
Ergebnisbericht der Bestandsaufnahme benthische wirbellose
Fauna und Fische im Frühjahr 2021

Auftragnehmer: BIOCONSULT Schuchardt & Scholle GbR

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

Klenkendorf 5
27442 Gnarrenburg
Telefon +49 4764 921050
Telefax +49 4764 921052

Lerchenstraße 22
24103 Kiel
Telefon +49 431 53036338

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

Bearbeiter: Dr. Sandra Jaklin
Dr. Lisa Mevenkamp
Dr. Dimitry Milyutin
Dipl.-Geogr. Alke Huber

Datum: 15.11.2021

Inhalt

1. Anlass der Untersuchung.....	9
2. Untersuchungsgebiet und Vorhabenbestandteile	10
3. Material & Methoden	12
3.1 Probenahmedesign	12
3.2 SideScanSonar.....	13
3.3 Erfassung benthische Wirbellosenfauna und Sedimente.....	14
3.3.1 Eulitoral.....	14
3.3.2 Sublitoral.....	16
3.3.2.1 Infauna (van-Veen-Greifer).....	16
3.3.2.2 Probenahme Epifauna und demersale Fische.....	19
3.4 Bearbeitung der Proben im Labor	21
3.5 Taxonomische Hinweise	22
3.6 Datenbehandlung und Datenauswertung.....	22
3.6.1 Klassifizierung der Sedimente	22
3.6.2 Ermittlung der Artenzahl.....	23
3.6.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse	23
3.6.3.1 Eulitoral	23
3.6.3.2 Sublitoral	24
3.6.4 Arten der Roten Liste	24
3.6.5 Statistische Auswertung	25
4. Ergebnisse	27
4.1 Eulitoral	27
4.1.1 Habitatcharakterisierung	27
4.1.2 Sedimente	31
4.1.3 Benthos (Infauna, Stechrohr-Beprobung)	32
4.1.3.1 Artenspektrum	32
4.1.3.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen.....	34
4.1.3.3 Besiedlungskennwerte	35
4.1.3.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse.....	35
4.2 Sublitoral.....	38
4.2.1 Sedimente und Steinvorkommen.....	38
4.2.1.1 Korngrößenverteilung	38
4.2.1.2 SideScanSonar	39
4.2.1.3 Steinvorkommen	40
4.2.2 Benthos (Infauna – Greiferproben)	41
4.2.2.1 Artenspektrum	41
4.2.2.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen.....	45
4.2.2.3 Besiedlungskennwerte	46
4.2.2.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse.....	53
4.2.2.5 Multivariate Gemeinschaftsanalyse	56
4.2.3 Benthos (Epifauna – 1m-Dredge).....	61
4.2.3.1 Artenspektrum	61
4.2.3.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen.....	65
4.2.3.3 Besiedlungskennwerte	65
4.2.3.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse.....	67
4.2.3.5 Multivariate Gemeinschaftsanalyse	70
4.2.4 Fische (demersale Arten - 2 m-Baumkurre)	70

5. Einordnung der Ergebnisse	72
5.1 Eulitoral	72
5.2 Sublitoral.....	73
5.2.1 Sedimente und benthische Wirbellosenfauna	73
5.2.2 Fische	75
5.3 Biotoptypen.....	76
5.3.1 Deich und Eulitoral	76
5.3.2 Sublitoral.....	77
5.3.2.1 Vorkommen „artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgründe“	78
5.3.2.2 Vorkommen „Riffe“	86
Literatur	92
Anhang	95

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Lage des geplanten Terminals in der Innenjade und Darstellung der Vorhabenbestandteile.....	10
Abb. 2:	Probenahmedesign für die Erfassung der benthischen Wirbellosenfauna und demersalen Fischfauna im Untersuchungsgebiet.	13
Abb. 3:	Lage der im Frühjahr 2021 beprobten Stationen (Ist-Positionen) im Untersuchungsgebiet.....	15
Abb. 4:	Van-Veen-Greifer (0,1 m ² Fläche) für die Erfassung der Infauna.....	16
Abb. 5:	Foto eines Blocks, der in Hol D-05 mit der 2 m-Baumkurre erfasst wurde. .	18
Abb. 6:	2 m-Baumkurre für die Erfassung der Epifauna und der kleineren demersalen Fischfauna.	20
Abb. 7:	Übersichtsfoto und Detailbilder des Deichfußes.	27
Abb. 8:	Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-01.	28
Abb. 9:	Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-02.	29
Abb. 10:	Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-03.	30
Abb. 11:	Übersichtsfoto Station E-05.	31
Abb. 12:	Mittlere Gewichtsanteile (%) der einzelnen Korngrößen-Fraktionen sowie Glühverlust (%) an den 5 eulitoral Stationen des Untersuchungsgebietes.	32
Abb. 13:	Gesamtartenzahl, -abundanz und -biomasse an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr).	35
Abb. 14:	Dominanzverhältnisse der Infauna an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr, relative Abundanz).	37
Abb. 15:	Dominanzverhältnisse der Infauna an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr, relative Biomasse).	37
Abb. 16:	Mittlere Gewichtsanteile (%) der einzelnen Korngrößen-Fraktionen sowie Glühverlust (%) an den 33 Stationen des Untersuchungsgebietes.	38
Abb. 17:	Ergebnisse der SideScan-Untersuchung und der Korngrößenanteile des Sediments an den untersuchten Stationen im Untersuchungsgebiet.	40
Abb. 18:	Lage von Steinen (>30 cm) und Blöcken (> 1 m) im Untersuchungsgebiet.	41
Abb. 19:	Foto der gefundenen unbelebten <i>Sabellaria</i> -Röhren an Station S26-neu (links) und S28 (rechts).....	46
Abb. 20:	Gesamtartenzahlen an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.....	48
Abb. 21:	Gesamtartenzahl (Ind./m ²) an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.....	49
Abb. 22:	Gesamtbiomasse (Frischgewicht in g/m ²) an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.	50

Abb. 23:	Räumliche Visualisierung der Gesamtartenzahl (5 Klassen) an den 35 untersuchten Stationen des Vorhabengebietes.	51
Abb. 24:	Räumliche Visualisierung der Gesamtabundanz (Ind./m ² in 5 Klassen) an den 35 untersuchten Stationen des Vorhabengebietes.	52
Abb. 25:	Räumliche Visualisierung der Gesamtbiomasse (Frischgewicht g./m ² in 5 Klassen) an den 35 untersuchten Stationen des Vorhabengebietes.	53
Abb. 26:	Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (van-Veen-Greifer) in Bezug auf die Abundanz und Biomasse an den quantitativ beprobten Stationen im Sublitoral.	54
Abb. 27:	Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (van-Veen-Greifer) in Bezug auf die Abundanz und Biomasse an den 3 semi-quantitativ beprobten Stationen (Steinproben) im Sublitoral.	55
Abb. 28:	Foto der Aufwuchsf fauna auf einem Stein an Station S-39.	56
Abb. 29:	Clusterdendrogramm auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (alle Arten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.	57
Abb. 30:	MDS-Plot auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (alle Arten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.	58
Abb. 31:	Clusterdendrogramm auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (nur Weichsubstratarten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.	59
Abb. 32:	MDS-Plot auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (nur Weichsubstratarten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.	60
Abb. 33:	Gesamtartenzahlen an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).	66
Abb. 34:	Gesamtabundanz (links) und -biomasse (rechts) an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).	67
Abb. 35:	Dominanzverhältnisse (relative und absolute Abundanz) der Epifauna an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).	68
Abb. 36:	Dominanzverhältnisse (relative und absolute Biomasse) der Epifauna an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).	69
Abb. 37:	Cluster-Dendrogramm der in den Hols mittels 2 m-Baumkurre erfassten Epifaunagemeinschaften.	70
Abb. 38:	Verdachtsfläche für den § 30-Biototyp „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ anhand des Sedimentkriteriums (grüne Fläche).	81
Abb. 39:	Vorkommen des nach § 30 BNatSchG geschützten Biototyps „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ im Untersuchungsgebiet des geplanten Terminals.	86
Abb. 40:	Die orangefarbenen „Steinansammlungen“ bilden ein geogenes Riff vom Typ „Steinfeld/Blockfeld (Nordsee)“, die gelben „Steinansammlungen“ und die mit Puffer umgebenen Einzelsteine dagegen nicht (Kriterium 3).....	88
Abb. 41:	In einem „Steinfeld“ eingeschlossene Flächen ohne Steinvorkommen werden ebenfalls dem Riff zugeordnet (siehe Erläuterungen zu Kriterium 4)	88
Abb. 42:	Lage und Ausdehnung der Riffvorkommen (braune Flächen) im Vorhabenbereich nach BFN-Kriterien.	89

Abb. 43:	Darstellung der Steindichten in fünf Kategorien auf Basis der Abstände zwischen zwei Steinen.....	90
Abb. 44:	Übersicht der Sedimentschichtung der Stechzylinder an den beprobten Stationen im Eulitoral.	97
Abb. 45:	Aufnahme von 3 qualitativen Steinproben.....	98
Tab. 1:	Überblick über die im Sublitoral mittels van-Veen-Greifer gewonnenen Proben.	18
Tab. 2:	Klassifizierung der Kornfraktionen nach FIGGE (1981) und LAURER et al. (2014).....	23
Tab. 3:	Artenspektrum der Infauna (Stechrohr) der im Eulitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).	33
Tab. 4:	Gesamtabundanz und -biomasse an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr).....	35
Tab. 5:	Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller 35 im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021) unter Angabe der artspezifischen Abundanz (Ind./m ²), Biomasse als Frischgewicht (g/m ²) und Stetigkeit (%).	42
Tab. 6:	Kennwerte des Makrozoobenthos an den 35 im Sublitoral beprobten Stationen.....	47
Tab. 7:	Arten, die nach SIMPER kumulativ zu 75 % zur gruppeninternen Ähnlichkeit innerhalb eines dominanten Sedimenttyps aus der Clusteranalyse beigetragen haben.	57
Tab. 8:	Weichsubstratarten, die nach SIMPER kumulativ zu 90 % zur gruppeninternen Ähnlichkeit innerhalb eines dominanten Sedimenttyps aus der Clusteranalyse beigetragen haben.	60
Tab. 9:	Artenspektrum der Epifauna (2 m-Baumkurre) an den im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).	62
Tab. 10:	Artenliste der mittels 2 m-Baumkurre erfassten Fischfauna unter Angabe der Stetigkeit (%) und mittleren Abundanz (Ind./ha) für das Gesamtgebiet.....	71
Tab. 11:	Potenziell seeseitig vorkommende Biotoptypen und Lebensraumtypen (LRT) im Untersuchungsgebiet.	77
Tab. 12:	Regionaler Vergleich der Besiedlungskennwerte und -strukturen aus dem Vorhabenbereich (Steinproben) mit Kies-Grobsand-Schill-Sedimenten aus anderen sublitoralen Bereichen der Jade.	84
Tab. 13:	Zentralkoordinaten der im Eulitoral mittels Stechrohr beprobten Stationen.	95
Tab. 14:	Zentralkoordinaten der im Sublitoral mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen.....	95
Tab. 15:	Zentralkoordinaten der im Sublitoral mittels 2 m-Baumkurre beprobten Stationen.....	96
Tab. 16:	Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).	99

Tab. 17:	(Fortsetzung von Tab. 16) Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).....	102
Tab. 18:	Auflistung der in RACHOR & NEHMER (2003) genannten Infauna-Gemeinschaften mit ihren Charakterarten, charakteristischen Arten und Begleitarten.	105

1. Anlass der Untersuchung

Die Firma Tree Energy Solutions GmbH entwickelt in Wilhelmshaven ein internationales Energieprojekt, dessen zentrale Bestandteile der Import von grünen Energieträgern auf dem Seeweg und die Wiederverwertung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) mit Hilfe von grünem Wasserstoff sind. Durch den industriellen Maßstab des Projektes (TWh-Bereich) soll das Projekt in Wilhelmshaven dazu beitragen, den für die Erreichung der nationalen Klimaschutzziele 2050 erwarteten Bedarf an grünen Energien zu decken und die deutsche Industrie zu dekarbonisieren.

Einen wesentlichen Teil des Projekts möchte die Firma Tree Energy Solutions am Standort Wilhelmshaven im Bereich des Voslapper Grodens Nord realisieren. Hier sollen seeseitig folgende Teilvorhaben realisiert werden:

1. Errichtung und Betrieb von zwei Anlegeinseln mit jeweils 4 Schiffsanlegern einschließlich der erforderlichen technischen Ausrüstung,
2. Gewässerausbau der Jade mit Herstellung einer Zufahrt zu den beiden Anlegeinseln und der Herstellung von Liegewannen an den Anlegeinseln,
3. Errichtung und Betrieb eines 2.000 m langen Zugangstunnels mit innenliegenden Produktrohrleitungen und Verkehrsflächen

Durch das Vorhaben sind eulitorale und sublitorale Bereiche in der Innenjade betroffen. Die Realisierung des Vorhabens bedarf u.a. eines wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahrens gemäß §§ 68 ff. Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Das Büro BioConsult Schuchardt & Scholle GbR wurde durch die Planungsgruppe Grün GmbH am 22.04.2021 mit einer vorhabenspezifischen Erfassung der benthischen Wirbellosenfauna und demersalen Fischfauna im wasserseitigen Vorhabensbereich (Eulitoral und Sublitoral) beauftragt. Auf Grundlage der zum damaligen Zeitpunkt vorhandenen Informationen über das Vorhaben, wurden Stationen für eine Erfassung mittels van-Veen-Greifer und 2 m-Baumkurre geplant. Das Beprobungsdesign zielte neben einer räumlichen Charakterisierung der Besiedlungsstrukturen auch auf das Vorkommen von geschützten Biotopen ab. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die im Rahmen der Antragsunterlagen vorzunehmende Auswirkungsprognose.

Um den Meeresgrund des Vorhabensbereiches und mögliche Verdachtsflächen für das Vorkommen von nach § 30 geschützten Biotopen flächig abgrenzen zu können, wurde BioConsult Schuchardt & Scholle GbR am 17.05.2021 durch die Planungsgruppe Grün GmbH ebenfalls mit der Durchführung einer SideScanSonar-Untersuchung im Vorhabensbereich beauftragt. Die SideScanSonar-Untersuchungen und Auswertungen erfolgten durch GEO Ingenieurservice Nord-West GmbH & Co. KG im Auftrag von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse dieser Untersuchungen und liefert eine Einordnung der Befunde.

2. Untersuchungsgebiet und Vorhabenbestandteile

Das Jade-System wird in die Bereiche Jadebusen, Innenjade und Außenjade differenziert. Der Übergang von Jadebusen und Innenjade ist die Verbindungslinie Wilhelmshaven – Eckwarderhörn. Grenze zwischen Innen- und Außenjade ist die Verbindungslinie Schillig – Alte Mellum. Die Jade ist eine große Meeresbucht ohne nennenswerten Süßwasserzufluss und geprägt durch Nordseewasser. Der Salzgehalt liegt ganzjährig um die 30 PSU. Die intensive Tidedynamik bewirkt eine hohe Durchmischung des Wasserkörpers.

Das wasserseitige Vorhabengebiet befindet sich in der Innenjade ca. 9 km nördlich von Wilhelmshaven. Der geplante Energie-Terminal soll seeseitig an das Jadedefahrtswasser angrenzend zwischen der bestehenden Umschlagbrücke VYNOVA im Norden und der Tankerlöschbrücke (WRG) im Süden (Abb. 1) errichtet werden.

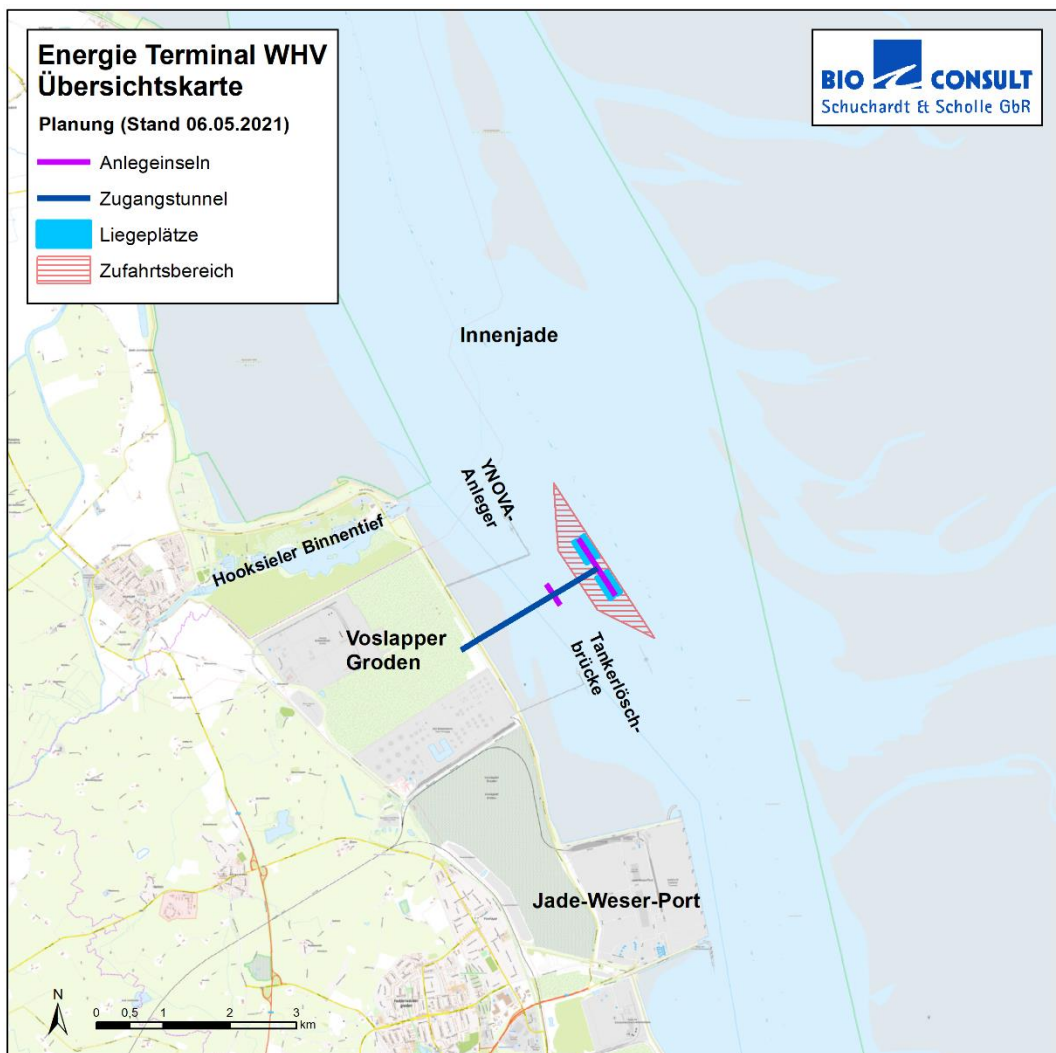


Abb. 1: Lage des geplanten Terminals in der Innenjade und Darstellung der Vorhabenbestandteile.

Im dargestellten Vorhabenbereich sollen zwei Anlegeinseln errichtet werden. Die erste Anlegeinsel für Großschiffe befindet sich in ca. 2.000 m Entfernung vom Ufer und besteht aus einem 945 m langen Steg und 4 Liegeplätzen für die Abfertigung von Großschiffen (Länge 345 m, Breite 54 m, Tiefgang 12 m). Eine zweite Anlegeinsel für Kleinschiffe (Länge 140 m, Breite 20 m, Tiefgang 4 m) mit ebenfalls 4 Liegeplätzen wird in ca. 1.300 m Entfernung vom Ufer geplant.

Um Schiffen die Zufahrt zum Anleger zu ermöglichen, wird ein Zufahrtsbereich zwischen bestehender Fahrrinne und Anlegerkopf auf eine Sohlentiefe -18 m (SpNW) vorgehalten werden.

Ein Zugangstunnel verbindet die beiden Anlegeinseln mit den Landanlagen. Er dient dabei sowohl dem Transport der Produktstoffe über mehrere Rohrleitungen als auch als regulärer Zugang für Betriebspersonal bei gelegentlichen Revisionszwecken sowie als Fluchtweg für den Notfall. Der Tunnelzugang erfolgt an drei Positionen mithilfe von Schachtbauwerken. Der Tunnel soll im Bohrverfahren mit mehreren Einzelröhren hergestellt werden.

3. Material & Methoden

3.1 Probenahmedesign

Das Probenahmedesign wurde von BioConsult auf Basis der im März 2021 vorliegenden Planungsgrundlagen im Rahmen der Angebotserstellung für die faunistische Bestandserhebung entwickelt. Als Planungsgrundlage diente eine Skizze mit Lage der Liegewannen, dem Zufahrtsbereich und dem Verlauf des Tunnels, die georeferenziert wurden. Es lagen zum Zeitpunkt der Planung der Probenahme noch keine Aussagen zu möglichen hydrographischen Wirkräumen und keine SideScanSonar-Untersuchung vor. Eine Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden fand auftragsgemäß nicht statt. Die Beauftragung einer SideScanSonar-Untersuchung im Sublitoral erfolgte erst nach der Durchführung der Benthosbeprobung.

Der Vorhabenbereich umfasst sublitorale (ständig mit Wasser bedeckte) und eulitorale (trockenfallende) Bereiche, deren Beprobung zur Erfassung der Fauna eine unterschiedliche Methodik erfordert. Die sublitoralen Bereiche sind nur durch den Einsatz eines Schiffes zu beproben, während die trockenfallenden Wattbereiche zu Fuß bei Niedrigwasser beprobt werden.

Im Eulitoral wurden entlang des geplanten Verlaufs des Tunnels 5 Stationen vom Deichfuß aus alle 100 m bis zur Niedrigwasserlinie verteilt. Die Beprobung mittels Stechrohr (188 cm² Grundfläche) mit 9 parallelen Proben pro Station entspricht dem Standard nach BLMP/TMAP der Länder. Um die Habitate auch über eine die punktuelle Beprobung hinaus zu erfassen, sollten während der Begehung im erweiterten Umfeld der Stationen besondere Strukturen (Seegrass, Miesmuschel- und Austernvorkommen, sichtbare Lebendspuren) mit aufgenommen werden.

Im Sublitoral sollten durch den Einsatz verschiedener Beprobungsgeräte (van-Veen-Greifer und 2 m-Baumkurre) unterschiedliche Faunenelemente (Infauna, Epifauna, kleinere demersale Fischfauna) erfasst werden. Das Stationsraster für die Greiferproben wurde so gelegt, dass die direkt von den Bauarbeiten betroffenen Bereiche (Liegewanne und Zufahrt) sowie Stationen entlang des Tunnelverlaufs durch ein gleichmäßiges Stationsraster abgedeckt sind. Darüber hinaus wurden noch einzelne Stationen in den Randbereich der Zufahrt gelegt. Insgesamt sollten 38 Stationen mit jeweils 3 parallelen Greifern beprobt werden und 13 Dredgehols durchgeführt werden.

Verdachtsbereiche für das nach § 30 BNatSchG geschützte Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) wurden verdichtet beprobt, um den zu erwartenden Anforderungen der Fachbehörde zu entsprechen. Diese Verdachtsbereiche haben wir aus der vorliegenden BSH-Karte (LAURER et al. 2014) und unseren örtlichen Erfahrungen abgeleitet; da eine SideScanSonar-Untersuchung noch nicht vorlag (s.o.), verblieb für die Abdeckung eine Restunsicherheit.

Das ursprünglich konzipierte Stationsraster ist in Abb. 2 dargestellt. Die Abweichungen, die während der Probenahme vorgenommen werden mussten, werden in Kap. 3.3 behandelt.

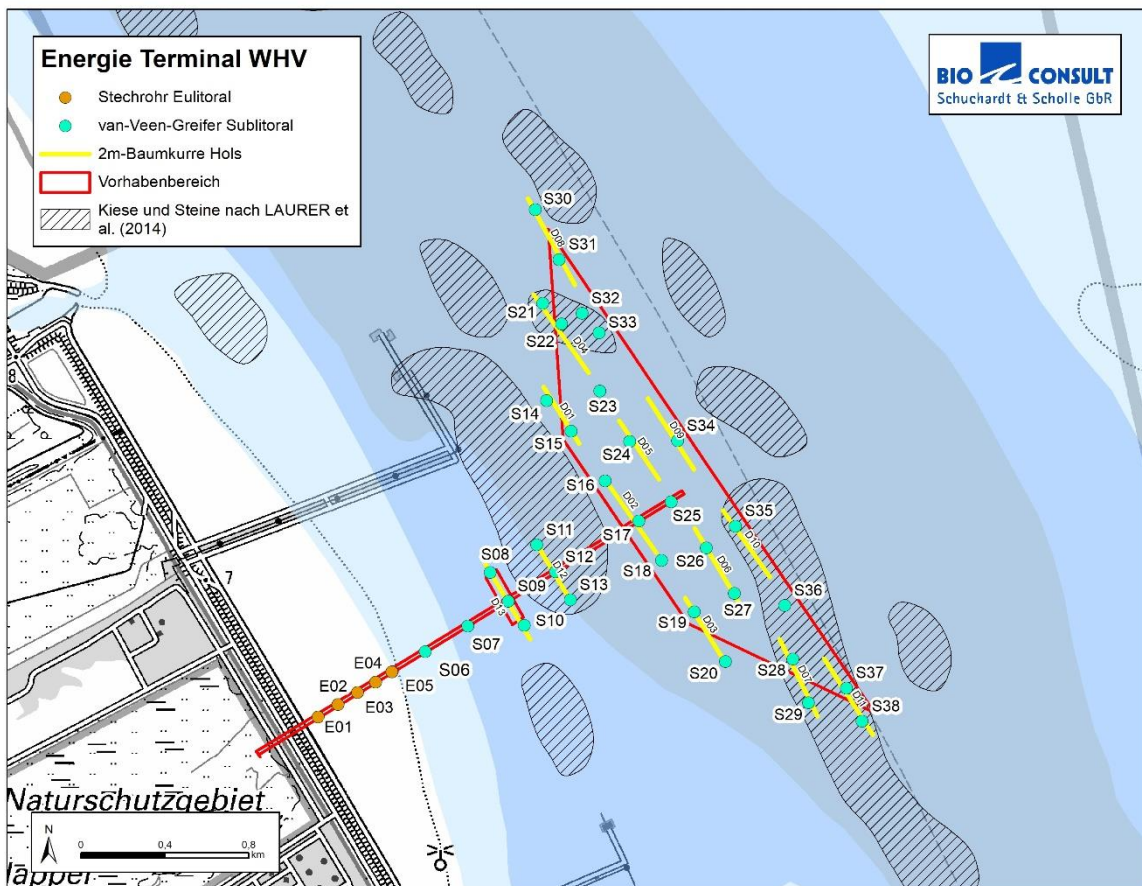


Abb. 2: Probenahmedesign für die Erfassung der benthischen Wirbellosenfauna und demersalen Fischfauna im Untersuchungsgebiet.

3.2 SideScanSonar

Durch den Einsatz hydroakustischer Verfahren wie SideScanSonar (Seitensichtsonar) lässt sich die Meeresoberfläche in relativ kurzer Zeit flächig erfassen. Der Einsatz von SideScans erfolgt neben generellen sedimentologisch-geologischen Fragestellungen zunehmend im Rahmen von Habitatkartierungen (Erfassung von Biotopen und FFH-Lebensraumtypen). Der Scan findet zumeist durch ein Sonargerät (Sonar- oder Schleppfisch) statt, welches entweder am Schiff montiert ist oder frei fliegend in der Wassersäule über den Meeresboden geschleppt wird. Die zwei gegenüberliegend am Fisch montierten Schallwandler (Transducer) senden zeitsynchronisiert Schallimpulse aus. Treffen die ausgesandten Schallimpulse auf den Meeresboden, wird der größte Teil der Schallenergie entsprechend des Einfallwinkels von der Schallquelle weg reflektiert. In Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit wird aber auch wieder ein kleiner Teil der davon zurück zu den Transducern des Sonargerätes gestreut. Die Rückstreuintensität ist abhängig von der Geometrie des Meeresbodens, der Rauigkeit und den Sedimenten. Sie wird gemessen und als farbcodierter Wert der Rückstreustärke positionsgenau zugeordnet. Reiht man diese Informationen aneinander, ergibt sich ein auf eine Ebene projiziertes Bild mit unterschiedlicher Textur (Grauwerten). Dieses kann in ein GIS-System eingelesen werden und nach Korrekturen (Kontraste, Farbintensität) interpretiert werden, wobei zumeist ein Abgleich der Textur mit Daten aus dem ground truth (Sedimentproben) stattfindet. Generell gilt,

dass starke Reflexionen durch z.B. Grobsand, Kies oder Gestein verursacht werden während schwache hingegen auf oberflächlichen Sand oder bindiges Material (Silt, Ton etc.) hindeuten.

Für das geplante Vorhaben lag der Fokus des SideScans auf der Erfassung der Sedimenttypen und Biotope/Habitate. Hierbei standen die Abgrenzung grobsandiger und kiesiger Sedimente im Vordergrund, da diese Vorkommen als Verdachtsflächen für den nach § 30 BNatSchG geschützten Biotoptyp „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ eingeordnet werden können. Des Weiteren war das Vorkommen von Steinen (ab etwa 30 cm Größe können diese durch SideScan detektiert werden) und Blöcken (Kantenlänge ≥ 1 m) zu erfassen, da dieses bei entsprechender Dichte auf ein Vorkommen von geogenen Riffen schließen lässt. Strukturen, die auf ein Vorkommen von biogenen Riffen hindeuten (Miesmuscheln, *Sabellaria*-Riffe) sollten ebenfalls identifiziert und georeferenziert werden.

Auf einer Fläche von ca. 260 ha wurde der Meeresboden am im erweiterten Vorhabensbereich gemäß BSH (2016) durch SideScanSonar mit einer Auflösung von 10 cm flächendeckend erfasst. Die Aufnahmen fanden am 16.06.2021 durch Geo Ingenieurservice Nord-West GmbH & Co. KG statt. Details zur technischen Ausstattung sind dem Bericht (Anhangsdokument A) zu entnehmen (GEO INGENIEURSERVICE NORD-WEST 2021). Die zusammengeführten Aufnahmen der Scans zu einem Bild sind dem Anhangsdokument B zu entnehmen.

Für die Interpretation der SideScans hinsichtlich der Sedimenttypen fand ein Abgleich zwischen Hydroakustik und ground truth (Ergebnisse der Korngrößenanalysen, s. Kap. 3.4) statt. Die per SideScan abgegrenzten Flächen der zu erfassenden Sedimenttypen und Strukturen, wurden in ein Geoinformationssystem überführt und als shape-files (Polygone für Sedimenttypen und Punktfiles für Steine) zur Verfügung gestellt.

3.3 Erfassung benthische Wirbellosenfauna und Sedimente

3.3.1 Eulitoral

Die quantitative Beprobung des Makrozoobenthos (Infauna) auf den vorgelagerten Watten des Voslapper Grodens fand am 19.5.2021 zu Fuß bei Niedrigwasser statt. Es wurden insgesamt 5 Stationen (E-01 bis E-05, s. Abb. 3) senkrecht zum Ufer im Bereich des geplanten Tunnelverlaufs mittels Stechrohr (188 cm² Fläche, Eindringtiefe 30 cm) beprobt. Pro Station wurden an 3 unterschiedlichen Positionen (Parallelen) jeweils drei Stechrohrproben aus dem Wattboden entnommen. Die Proben wurden anschließend im Feld über 1 mm gesiebt und der Siebrückstand in 70 %-igem Alkohol konserviert. Die Entnahme von drei Stechrohren pro Parallele dient zur Vergrößerung der beprobten Fläche sodass die von CWSS (2008) empfohlene Mindestfläche von 400 – 4.500 cm² erreicht wird um die Makrozoobenthos-Gemeinschaft repräsentativ zu erfassen. Die pro Parallele durch 3 Stechrohre beprobte Fläche entspricht 564 cm². Am Deichfuß wurde zusätzlich eine qualitative Sammelprobe gewonnen um auch die Fauna an dieser Stelle des Eulitorals zu charakterisieren.

Für die Analyse der Korngrößenverteilung wurde pro Station an einem repräsentativen Standort mit einem kleineren Stechrohr (4,5 cm Durchmesser, Eindringtiefe 10 cm) eine Sedimentprobe

gewonnen und in eine Weithalsflasche überführt. Die Probe wurde bis zur weiteren Bearbeitung im Labor tiefgefroren.

Zusätzlich zur Beprobung der 5 Stationen, wurde im Rahmen der Probenahme eine Habitatansprache anhand der Sedimente, des Oberflächenreliefs und der makroskopisch sichtbaren Besiedlung (Lebensspuren und ggf. auf dem Sediment befindliche Organismen) durch eine Zählrahmenerfassung (1 m Seitenlänge) vorgenommen. Des Weiteren wurde die epibenthische Besiedlung des Deichfußes (Steinschüttung) qualitativ durch Sammeln der sichtbaren Fauna zwischen und auf den Steinen untersucht.

Abweichung zur ursprünglichen Planung:

Planmäßig sollten die Stationen vom Deichfuß beginnend in 100 m Abständen im rechten Winkel zur Deichlinie positioniert sein (s. Abb. 2). Die Ausrichtung konnte wie geplant realisiert werden, aber nicht die Abstände: Vor Ort zeigte sich, dass die ursprüngliche Lage von Station E-04 in einer dauerhaft wasserführenden Senke liegt. Da dies nicht dem Habitat Eulitoral entspricht und zudem eine Probenahme nicht möglich war, wurde die Station E-04 verlegt. Es wurde entschieden, stattdessen in Höhe der Station E-03 die sehr deutlich unterschiedlich ausgeprägten Oberflächenreliefs besser zu erfassen. Eine Station wurde auf erhabene Beetstrukturen (Station E-03) und eine in die Senken (Gruppen, Station E-04) dazwischen gelegt. Eine Liste mit den Stationsproben und den Zentralkoordinaten ist dem Anhang (Tab. 13) zu entnehmen.

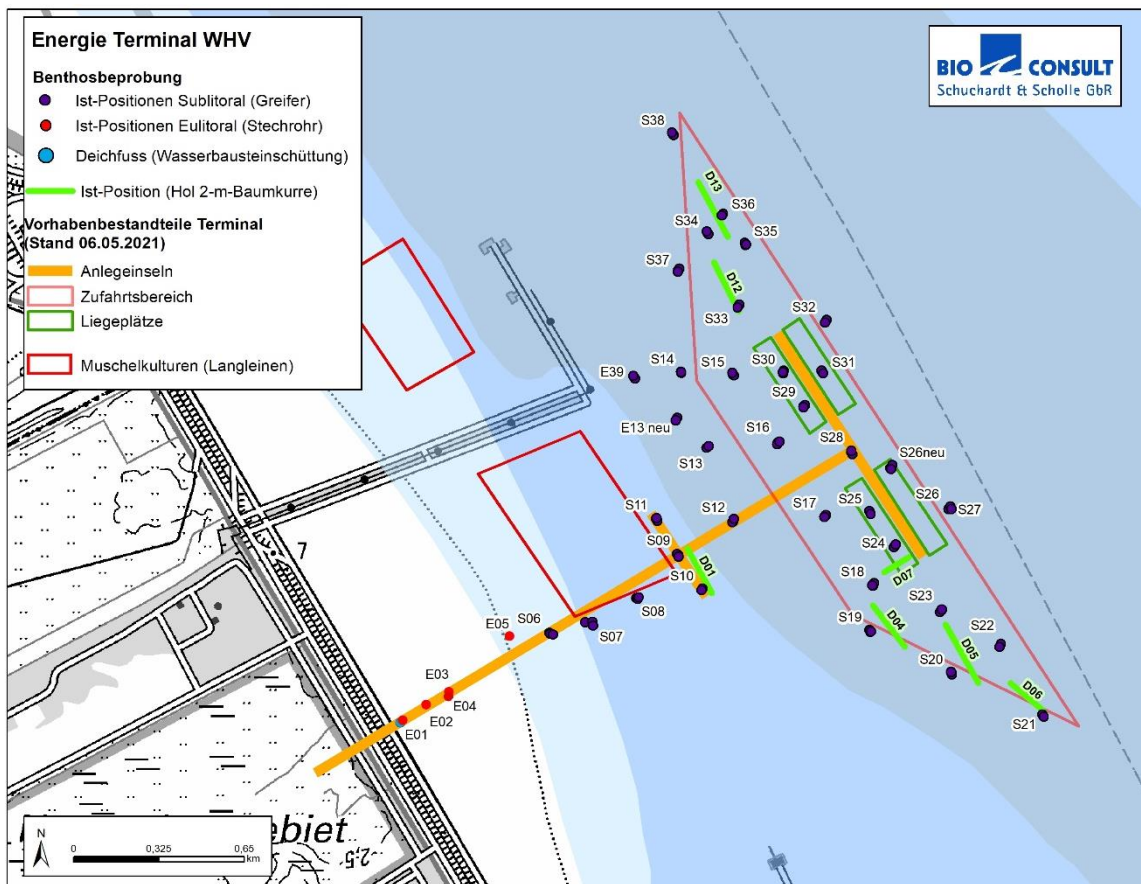


Abb. 3: Lage der im Frühjahr 2021 beprobten Stationen (Ist-Positionen) im Untersuchungsgebiet.

3.3.2 Sublitoral

Die Probenahme im Sublitoral erfolgte am 24.05.-26.05.21 mit dem gecharterten Krabbenkutter „Komet“.

3.3.2.1 Infauna (van-Veen-Greifer)

Für die Untersuchung der im Sediment lebenden Wirbellosen (Infauna/Endofauna) wurde ein über den Vorhabenbereich verteiltes Stationsraster mittels van-Veen-Greifer (0,1 m² Grundfläche, Abb. 4) beprobt. Das Stationsraster deckte sowohl die Liegewannen und den Zufahrtsbereich als auch in Verlängerung zu den eulitoralischen Stationen den Bereich des geplanten Tunnels ab (Abb. 3). Weitere Proben wurden in den Randbereich der Zufahrt gelegt sowie in Bereiche, in denen ein Vorkommen von Hartsubstraten anhand bestehender Sedimentkarten (LAURER et al. 2014) zu vermuten war.



Abb. 4: Van-Veen-Greifer (0,1 m² Fläche) für die Erfassung der Infauna.

Das mittels van-Veen-Greifer gewonnene Material wurde an Bord nach zwei Methoden behandelt:

- 1) Greiferinhalt besteht überwiegend aus Feinsand-Mittelsand: Greiferinhalt wurde aus dem Spültisch direkt über ein Sieb mit einer Maschenweite von 1 mm gesiebt
- 2) Greiferinhalt besteht überwiegend aus Steinen-Kies-Grobsand: Greiferinhalt wurde über den Spültisch in eine große Maurerbalje (65 Liter) überführt. Der Baljeninhalt wurde mit Seewasser aufgespült und der Überstand jeweils über ein Sieb mit 1 mm Maschenweite gegeben. Der Dekantiervorgang wurde solange wiederholt, bis keine Tiere mehr im Überstand beobachtet wurden, mindestens jedoch 5-mal pro Greifer. Das restliche in der Balje befindliche Sediment wurde nach weiteren Tieren durchsucht und diese ggf. der Siebprobe zugeführt. Bei Schill- und Kiesaufkommen wurde zusätzlich zum 1 mm Sieb ein Schillsieb mit 2 cm

Maschenweite verwendet und der Schill separat fixiert, um die auf dem Schill und Kies befindliche Aufwuchsf fauna zu erfassen.

Bewachsene Steine und Schill wurden komplett mitgenommen. Alle Siebrückstände wurden in beschriftete Kunststoff-Weithalsflaschen überführt und mit 4 %igem gepufferten Formaldehyd für eine weitere Bearbeitung im Labor konserviert.

Um Proben für eine Korngrößenanalyse zu gewinnen, wurde aus jedem Greifer mit einem Stechrohr (Innendurchmesser 4,5 cm, Eindringtiefe 6 cm) eine Sedimentprobe entnommen und in eine Weithalsflasche (250 ml) überführt. Der Anteil der so entnommenen Sedimentprobe (15,9 cm²) an der mit dem Greifer erfassten Gesamtfläche (1.000 cm²) beträgt rd. 1,6 %. Dieser Probenverlust ist vernachlässigbar und wird bei der weiteren Analyse der Infauna nicht berücksichtigt. Von einer Stechrohrprobe wurde nur dann abgewichen, wenn aufgrund eines höheren Kiesanteils in dem Greifer eine größere Sedimentmenge entnommen werden musste (vgl. DIN 18 123). In diesem Fall wurde nur eine Sedimentprobe pro Station aus einem vierten zusätzlichen Greifer entnommen. Die Sedimentproben wurden gekühlt gelagert, im Anschluss an die Probenahme ins Labor transportiert und bis zur Aufarbeitung tiefgefroren.

Zusätzlich zu den Sedimentanalysen im Labor, erfolgte an Bord für jeden Greifer eine Ansprache der Sedimente mittels Fingerprobe in Anlehnung an DIN 4022. Hierbei wird die Korngrößenzusammensetzung geschätzt sowie Konsistenz, Farbe, Geruch, Detritusanteil und sonstige Auffälligkeiten (Steine, Schill) vermerkt. Diese Beobachtungen sind jedoch nur als zusätzliche Information zu betrachten und ergänzen ggf. die aus den Laboranalysen gewonnen Ergebnisse bzw. dienen zur Überprüfung von unplausiblen Ergebnissen. Die dargestellten Ergebnisse basieren aber auf der Auswertung der Labordaten; lediglich Informationen über das Vorkommen von Holz, Schill und größeren Steinen entstammen ggf. den Vorort-Ansprachen.

Abweichung zur ursprünglichen Planung:

Abweichungen von der ursprünglichen Planung (33 Stationen a 3 Greifer, s. Abb. 2) ergaben sich durch das Vorhandensein von Steinfeldern mit z.T. großen Steinen (60 cm Kantenlänge, s. Abb. 5) im Gebiet. In diesen Bereichen war es z.T. unmöglich Greifer mit ausreichend Inhalt (mind. 50 % Befüllung des Greifers) zu gewinnen und es kam vermehrt zu Fehlgreifern (Greifer schließt nicht, da Steine in der Schaufel hängen bzw. dringt nicht in das Sediment ein). In diesen Bereichen (Station S-13, S-26) konnte nur ein Greifer an Station S-13 an der ursprünglichen Lage gewonnen werden. Daher wurden diese Stationen vor Ort etwas verlegt und mit dem Zusatz „-neu“ versehen (s. Abb. 3). Zusätzlich wurde nördlich von S13-neu eine weitere Station beprobt (S-39), um weitere Daten aus diesen steinreichen Bereichen zu erhalten.



Abb. 5: Foto eines Blocks, der in Hol D-05 mit der 2 m-Baumkurre erfasst wurde.

An drei 3 Stationen (S-13, S-13neu, S-39) konnte aufgrund der Steinvorkommen nur an Station S-13 ein vollständig gefüllter Greifer gewonnen werden, da kleinere Steine zwischen den Backen des Greifers saßen und ein Teil des Sedimentes beim Hieven aus dem Greifer verloren ging. Diese Proben enthielten vornehmlich Steine und etwas Restsediment. Da hierdurch v.a. die Infauna nicht vollständig erfasst wurde, sind diese 6 Proben (1 von S-13, 3 von S-13neu und 2 von S-39) als semi-quantitativ zu betrachten, was bei der Auswertung der Daten zu berücksichtigen ist (vgl. auch Kap. 3.6). Im Folgenden werden diese 6 Proben als „Steinproben“ bezeichnet. Exemplarisch sind 3 Fotos von diesen Proben aus dem Labor in Abb. 45 im Anhang dargestellt.

Insgesamt wurden 97 Greiferproben von 33 Stationen gewonnen (Station S-13 wurde nur mit einem erfolgreichen Greifer beprobt), die vollständig befüllt waren und als quantitative Greifer bezeichnet werden (Tab. 1). Von 3 Stationen wurden insgesamt 6 Greifer gewonnen, die nicht vollständig gefüllt waren und als semi-quantitativ zu betrachten sind (Tab. 1). Eine Liste mit den Stationen und Koordinaten ist Tab. 15 im Anhang zu entnehmen.

Tab. 1: Überblick über die im Sublitoral mittels van-Veen-Greifer gewonnenen Proben.

Stationsbereich	Stationen (N)	Greifer (N)	Beprobung	Anmerkung	Sedi-ment-probe
S-06 bis S-12	7	21	quantitativ		ja
S-13	1	1	quantitativ	Greifer S-13-1	ja

Stationsbereich	Stationen (N)	Greifer (N)	Beprobung	Anmerkung	Sedimentprobe
		1	semi-quantitativ	Greifer S-13-2, nur wenig Weichsubstrat, Steinprobe	nein
S-13neu	1	3	semi-quantitativ	nur wenig Weichsubstrat, Steinprobe	nein
S-14 bis S-38	25	75	quantitativ	S-26 verschoben (S-26neu), da Steinvorkommen	ja
S-39	1	2	semi-quantitativ	nur wenig Weichsubstrat, Steinprobe	nein
Summe	35	103	97 quantitativ		97
			6 semi-quantitativ		

3.3.2.2 Probenahme Epifauna und demersale Fische

In dieser Untersuchung wurden nicht nur die größeren vagilen Arten quantitativ erfasst, sondern es erfolgte zusätzlich eine qualitative Aufnahme der kleinere Arten, da sich hierdurch ein vollständigeres Bild über die Besiedlung ergibt und die Artenvielfalt genauer erfasst wird. Die qualitativ erfassten Taxa wurden nur für die Erfassung des Gesamtartenspektrums und zur Ermittlung der Gesamtartenzahl an den beprobten Stationen berücksichtigt, sie gehen nicht in die Berechnung der Abundanz und Biomasse ein (vgl. Kap. 3.6).

Die als Epifauna definierte Fauna umfasst 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 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 siedelnde Arten. Dies sind v.a. koloniebildende (modulare) Arten aus den Großgruppen Bryozoa, Hydrozoa und Porifera, aber auch kleinere (unitare) Arten. 3) umfasst Arten wie z.B. die Muscheln *Spisula* spp., die regelmäßig an der Sedimentoberfläche vorkommen und durch Greiferproben oftmals unterrepräsentiert sind.



Abb. 6: 2 m-Baumkurre für die Erfassung der Epifauna und der kleineren demersalen Fischfauna.

Die Beprobung der Epifauna und der demersalen Fischfauna fand mit einer 2 m-Baumkurre (0,5 cm Maschenweite im Steert) statt (Abb. 6). Die Schleppzeit betrug jeweils rd. 5 min am Grund, die Schleppgeschwindigkeit lag zwischen 1 und 3 Knoten. Die Fänge wurden größtenteils an Bord bearbeitet, d.h. große Fische und Makrozoobenthos-Taxa wurden sofort aussortiert, bestimmt und gewogen (Frischgewicht) und anschließend wieder über Bord gegeben. Taxa, die an Bord nicht bestimmbar waren, wurden konserviert und im Labor taxonomisch bearbeitet. Bei den Bivalvia wurde die Mantelhöhlenflüssigkeit mitgewogen; Einsiedlerkrebse wurden mit ihrem Gehäuse gewogen.

Abweichung zur ursprünglichen Planung:

Die ursprünglich geplanten 13 Dredgehols (s. Abb. 2) konnten aufgrund der Steinvorkommen ebenfalls nicht alle wie geplant durchgeführt werden, sondern an 6 Positionen (D-02, D-03, D-08, D-09, D-10, D-11) wurden keine Hols durchgeführt, welches in dem unerwartet hohen Steinvorkommen begründet war. So kam es während des Schleppvorganges an Station D-07 es zu einem Haker und das Schiff ruckte und krängte. Ein dicker Tross ist gerissen. Nach dem Haker wurde der Schlepphol abgebrochen und das dahin gefangene Material aufgearbeitet bzw. für die Laborbearbeitung konserviert. Der Auslöser für den Haker ist unklar. Es könnte ein sehr großer Stein gewesen sein, potenziell aber auch im Gebiet befindlicher Schrott. An Station D-05 wurde ein großer Steinblock mit der Dredge hochgeholt (s. Foto in Abb. 5). Da hierdurch Gefahr für die Besatzung, das Schiff und auch das Material bestand und die Sicherheit an Bord oberste Priorität hat, wurde die Beprobung mittels 2 m-Baumkurre nach Rücksprache mit der Projektleitung abgebrochen, sodass Daten von 7 Dredgehols zur Verfügung standen (Abb. 3).

Für die faunistische Beurteilung des Gebietes, ergeben sich hieraus keine relevanten Defizite, da die Charakterisierung der Fauna in erster Linie anhand der Greiferproben vorgenommen wird. Da sich

diese über das Gebiet verteilen und zusätzlich Steine von drei Stationen mitgenommen wurden, lässt auch die Epifauna inkl. der Aufwuchsfafa benennen und charakterisieren.

3.4 Bearbeitung der Proben im Labor

Greifer- und Stechrohrproben

Das in jeder einzelnen Greifer- bzw. Stechrohrprobe enthaltene Makrozoobenthos wurde im Labor zunächst nach Großtaxa sortiert. Jedes Individuum bzw. jede Kolonie wurde anschließend unter dem Binokular bzw. Mikroskop soweit möglich bis auf das Artniveau bestimmt und die Anzahl der Individuen pro Art notiert. Die Biomasse wurde für jede Art bzw. jedes Taxon als Frischgewicht (Abtupfung der Tiere auf Saugpapier) erhoben. Bei den Bivalvia wurde die Mantelhöhlenflüssigkeit mitgewogen. Die Grenze der Wägegenauigkeit lag bei 0,0001 g. Für Taxa unterhalb der Wägegrenze wurden 0,00005 g angesetzt.

Dredgeproben

Im Labor erfolgte die Nachbestimmung der vor Ort nicht bestimmbar Tiere. Die rein qualitativ erfassten Taxa wurden dabei nur mit ihrer Präsenz erfasst (vgl. Kap. 3.3.2.2).

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Für die Korngrößenbestimmung wurde die aufgetaute Sedimentprobe bei 105°C getrocknet und nach Abkühlung gewogen (Ausgangprobe). Das getrocknete Material wurde anschließend der Siebanalyse zugeführt. Die Siebung erfolgte als Maschinensiebung mit einem Satz von Analysensieben gemäß der DIN ISO 3310-1 auf Drahtsiebböden (20 cm Durchmesser) mit einer Siebdauer von 10 min bis 15 min. In dieser Untersuchung wurde eine Reihe von 6 Siebmaschenweiten mit sukzessiver Verdopplung der Maschenweite (0,063 mm, 0,125 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm) verwendet. Die Siebmaschenweiten wurden entsprechend der vorzunehmenden Klassifizierung der Sedimente gewählt (s. Kap. 3.6.1). Die aus der Siebung gewonnenen Daten werden als Gewichtsprozent/Fraktion bezogen auf die Ausgangprobe dargestellt. Die Bestimmung der Korngrößen erfolgte nach DIN 18 123:2011-04.

Bestimmung des Glühverlust

Die organischen Anteile von Sedimenten werden durch ihren Glühverlust bestimmt, dessen Analyse in DIN 18 128:2002-12 genormt ist. Nach dem Auftauen wurde ein repräsentativer Teil der jeweiligen Probe im Labor bei 55°C für 48 h oder bis zur Massenkonstanz getrocknet und nach Abkühlung gewogen (Trockenmasse). Nach DIN findet die Bestimmung des Glühverlustes durch Veraschung bei 550°C für 12 h im Muffelofen statt. Hiervon wird bei stark organischen Sedimenten (Schlicke) abgewichen und der Glühverlust über langsame Trocknung (min. 48 h bei 55°C, bis zur Massenkonstanz) und langsames Veraschen (485°C für 12 h) ermittelt. Hiermit wird berücksichtigt, dass bei einer Veraschung mit hohen Temperaturen Oxidationsprozesse von Carbonaten zu einer Verfälschung der Werte führen können. Der Glühverlust wird aus der Differenz der Massen vor und nach dem Glühvorgang errechnet und als Massenprozent angegeben.

3.5 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. Die im Bericht enthaltenen taxonomischen Bezeichnungen entsprechen dem Stand vom 15.10.2021.

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 Actinaria oder Nemertea lassen sich entweder in fixiertem Zustand nicht bestimmen oder erfordern für eine Artzuweisung generell eine sehr zeitintensive Anfertigung mikroskopischer Präparate, was im Rahmen dieses Auftrags nicht zu leisten war.

Bei der Gruppe der Oligochaeta wurde nur die Art *Tubificoides benedii* bestimmt, die mit dem Binokular zweifelsfrei durch ihre strukturierte Cuticula zu bestimmen ist; für alle anderen wurde der Sammelbegriff Oligochaeta indet. verwendet. Für Balaniden (Seepocken) wurde 5 mm als Grenze festgelegt unterhalb derer Individuen nicht bis zur Art bestimmt wurden, sondern als Balanomorpha indet. bezeichnet wurden. Die Gruppen der Nemertea und Actinaria wurden nicht genauer bestimmt, da dies eine Präparation der Organismen erfordert bzw. die für eine Artbestimmung benötigten Merkmale im fixierten Zustand bei den meisten Arten nicht zu erkennen sind.

3.6 Datenbehandlung und Datenauswertung

Ziel der Untersuchung ist, die benthische Lebensgemeinschaft zu beschreiben und im Hinblick auf mögliche Auswirkungen durch das Vorhaben zu analysieren und zu bewerten. Grundlage hierfür war die Ermittlung ökologischer Gemeinschaftskennwerte v.a. hinsichtlich Artenvielfalt, Individuendichte und Vorkommen sensibler bzw. geschützter Arten und Biotope.

3.6.1 Klassifizierung der Sedimente

Die Klassifizierung der Sandkornfraktionen erfolgte für diesen Bericht nach FIGGE (1981) bzw. LAURER et al. (2014). Dieses Vorgehen weicht von den Vorgaben nach StUK4 (DIN EN ISO 14688-1-2003) etwas ab. Die Unterschiede zwischen der Klassifizierung nach DIN EN ISO 14688-1-2003 und FIGGE (1981) beziehen sich v.a. auf die Abgrenzung der Korngrößenfraktionen im Mittelsandbereich, während für die Grenzen Ton/Schluff zu Sand und Sand zu Kies keine Unterschiede bestehen.

Die Klassifizierung nach FIGGE (1981) bzw. LAURER et al. (2014) wurde gewählt, um die Einteilung der Sedimenttypen zu vorangegangenen Untersuchungen vergleichbar zu halten und den aktuellen Kartierungen der Biotope und Sedimente (BfN und BSH) in den deutschen Meeresgewässern zu entsprechen. Die Klassifizierung der einzelnen Kornfraktionen nach FIGGE (1981) zeigt Tab. 2.

Tab. 2: Klassifizierung der Kornfraktionen nach FIGGE (1981) und LAURER et al. (2014).

Mittlere Korngröße	Benennung nach FIGGE (1981)	Kürzel	Weitere Unterteilung
< 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

3.6.2 Ermittlung der Artenzahl

Um eine realistische Einschätzung der Artenzahlen innerhalb eines Bereiches (Station, Stationsgruppe, 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 *Nephtys* spp. nicht gezählt, wenn die Art *Nephtys hombergii* in den Proben vorkam. Kam keine Art der Gattung vor, wurde die Gattung (*Nephtys* spp.) als „Art“ gezählt. Ebenso wurde auf Familienebene Nereididae indet. nicht gezählt, wenn eine Gattung der Familie (z.B. *Neanthes* spp.) oder eine Art dieser Familie (*Neanthes succinea*) vorkamen. Die taxonomische Hierarchie entspricht dabei der o.g. Liste aus WoRMS.

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 Artlisten definierter Gruppen wie z.B. Teilgebieten, Clustern).

3.6.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse

3.6.3.1 Eulitoral

Die Anzahlen und Biomassen der Organismen der drei an jeder Parallele entnommenen Stechrohre wurden summiert und auf einen Quadratmeter [m²] standardisiert. Im Anschluss wurden die Stationsmittelwerte aus den drei Parallelen errechnet, die als Grundlage für die faunistische

Charakterisierung der Stationen dienen. Aufgrund fehlender quantitativer Daten (Individuenzahlen) für die Arten der Großgruppen Hydrozoa und Bryozoa (s.o.), sind diese nicht in die Berechnung der Gesamtabundanzen pro Stechrohr/Station eingegangen. Die Biomasse wurde innerhalb der Hydrozoa und Bryozoa nur für größere Koloniestücke erhoben. Kleine festsitzende Kolonien von z.B. *Electra pilosa* wurde nicht vom Siedlungssubstrat gekratzt und daher nicht gewogen.

3.6.3.2 Sublitoral

Alle faunistischen Daten der van-Veen-Greifer (Abundanz, Biomasse) wurden für die statistischen Analysen auf einen Quadratmeter [m²] standardisiert. Aufgrund fehlender quantitativer Daten (Individuenzahlen) für die Arten der Großgruppen Hydrozoa und Bryozoa (s.o.), sind diese in die Berechnung der Gesamtabundanzen pro Greifer nicht eingegangen. Die Biomasse wurde innerhalb der Hydrozoa und Bryozoa nur für größere Koloniestücke (v.a. *Tubularia*, *Obelia*, *Sertularia*) erhoben. Kleine festsitzende Kolonien (z.B. *Electra pilosa*, *Hydractinia echinata*, *Calycella*, *Clytia*, *Alcyonidium*, *Conopeum*) wurde nicht vom Siedlungssubstrat gekratzt und daher nicht gewogen.

Die Fänge der Dredgehols wurden standardisiert und auf die Flächeneinheit von einem Hektar [ha] hochgerechnet. Die Ermittlung der pro Hol befischten Fläche erfolgte aus dem Produkt von Netzöffnung (1 m) und Länge der Schleppstrecke. Aufgrund der in Kap. 3.3.2.2 beschriebenen Methodik zur Erfassung des gesamten Arteninventars der Epifauna, wurden nicht alle Arten quantitativ erfasst. Zu den quantitativ erfassten Arten zählen alle großen mobilen Arten der Epifauna (v.a. Echinodermata, dekapode Crustacea, Gastropoda) sowie ausgewählte große Infaunaarten (Bivalvia). Qualitativ wurden dagegen nur solche Arten erfasst, die an geogene (Schill, Kies, Steine) oder biogene (Einsiedlerkrebse, Hydrozoenstöcke) Strukturen assoziiert vorkamen. Hiervon wurde jeweils nur eine kleinere selektiv gewählte Unterprobe mitgenommen. Diese selektive Auswahl auf die gesamte Schleppstrecke hochzurechnen, wäre nicht korrekt. Diese Arten wurden daher nur mit ihrer Präsenz vermerkt, aber es erfolgte keine Standardisierung der Abundanz und Biomasse auf einen Hektar. In den jeweiligen Artlisten dieses Berichtes sind die Namen der qualitativ erfassten Arten farblich hinterlegt und in der Spalte Abundanz nur mit ihrer Präsenz als X vermerkt. Für die Darstellung des Gesamtartenspektrums und der Gesamtartenzahlen sowie der Anzahl der Rote Liste-Arten werden sowohl qualitativ als auch quantitativ erfasste Arten berücksichtigt (gesamtes Arteninventar der Epifauna).

3.6.4 Arten der Roten Liste

Die in den Proben enthaltenen wirbellosen Arten der „Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands“ wurden auf Basis der Liste in RACHOR et al. (2013) für die Nordsee identifiziert.

Die in den Proben enthaltenen Fische der „Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands“ wurden auf Basis der Liste in THIEL et al. (2013) identifiziert.

3.6.5 Statistische Auswertung

Die mittlere Artenzahl, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos wurde pro Station aus den drei Parallelen berechnet. Für Stationen, die nicht mit drei Parallelen beprobt werden konnten (S-13, S-13neu, S-39), erfolgte die Berechnung der mittleren Kennzahlen anhand der vorliegenden Anzahl der Greifer. Darüber hinaus wurde auch die Stetigkeit bzw. Präsenz jedes Taxons pro Station ermittelt. Die Stetigkeit einer Art bezeichnet die Nachweishäufigkeit, d.h. die Anzahl der Stationen im Untersuchungsgebiet, an denen die Art gefunden wurde.

Als Diversitätsindices wurden der Shannon-Wiener-Index H' (SHANNON & WEAVER 1949) und Äquität J' (PIELOU 1966) ermittelt. Die Diversität [H'], ein Index der Artenvielfalt und Gleichverteilung, wurde nach SHANNON & WEAVER (1949) wie folgt berechnet:

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

Der Index der Gleichmäßigkeit oder Äquität gibt das Verhältnis der ermittelten Shannon-Diversität der Arten (H') zur maximal möglichen Diversität (H'_{max}) 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, die Gleichverteilung der Arten ist also maximal.

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

Neben den univariaten Parametern (Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität und Äquität) ermöglichen multivariate Methoden eine Untersuchung der Unterschiede zwischen Stationen und Gruppierungen unter Einbeziehung von Artenspektrum und Abundanzen. Diese Ergebnisse ermöglichen eine bessere Einordnung der Gemeinschaftsstruktur unterschiedlicher Gebiete/Stationen. Die im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten multivariaten Analysen (MDS, Clusteranalyse, SIMPROF und SIMPER) wurden unter Verwendung des Software-Pakets „Primer 6.1.1.2 & PERMANOVA+“ (Plymouth Marine Laboratory) berechnet.

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.

Die Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit einzelner Stationen kann mittels Multidimensionaler Skalierung (MDS) auf einer 2-dimensionalen Ebene visuell dargestellt werden. Die Güte der MDS-Darstellung wird über den Stress-Wert angegeben (Stress < 0,05: sehr gute Darstellung mit geringer Wahrscheinlichkeit 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). 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).

4. Ergebnisse

4.1 Eulitoral

4.1.1 Habitatcharakterisierung

Deichfuß

Der Deichfuß des Hauptdeiches geht direkt in das Watt über, eine Salzwiese ist nicht vorhanden. An der Basis des Deichfußes ist ein 1-1,5 m breiter Streifen mit Muschelschill und Grobsand zu finden (s. Abb. 7, oben). Die vergossene Basaltberme des Deiches ist auf einem schmalen Streifen im unteren Bereich mit Pflanzen bewachsen. Der Bewuchs am oberen Rand setzt sich aus *Enteromorpha*-Artigen (grüne Fadenalgen) und Resten von *Ulva* spp. (Meersalat) zusammen (Abb. 7, unten links). Am unteren Rand schließt sich ein Besatz mit *Fucus* (Braunalge, Seetang) und diffuser, dünner Grünalgenbesiedlung an (Abb. 7, unten rechts). In den geschützten Senken zwischen den Basaltblöcken waren Strandschnecken (*Littorina littorea*) zu finden.



Abb. 7: Übersichtsfoto und Detailbilder des Deichfußes.

Station E-01

An Station E-01 war ein weiches, schlickiges Sediment in den obersten 7-10 cm vorhanden (s. Abb. 44 im Anhang). Die obersten 2 cm des Sedimentes im Stechzylinder waren braun, was auf eine gute Sauerstoffversorgung hinweist (Eisenoxide), darunter waren die Sedimente grau bis schwarz, was einen Sauerstoffmangel anzeigt (Schwefelverbindungen, s. Abb. 44 im Anhang). Ab 15 cm Tiefe war das Sediment hell grau und vermittelte im Vergleich zu den weichen Schichten darüber einen trockeneren, festen Eindruck. Eine detaillierte Suche nach Lebensspuren ergab die Sichtung von 18 Häufchen pro m² des Kotpillenwurms *Heteromastus filiformis* und einigen Blättchen Meersalat (Abb. 8).

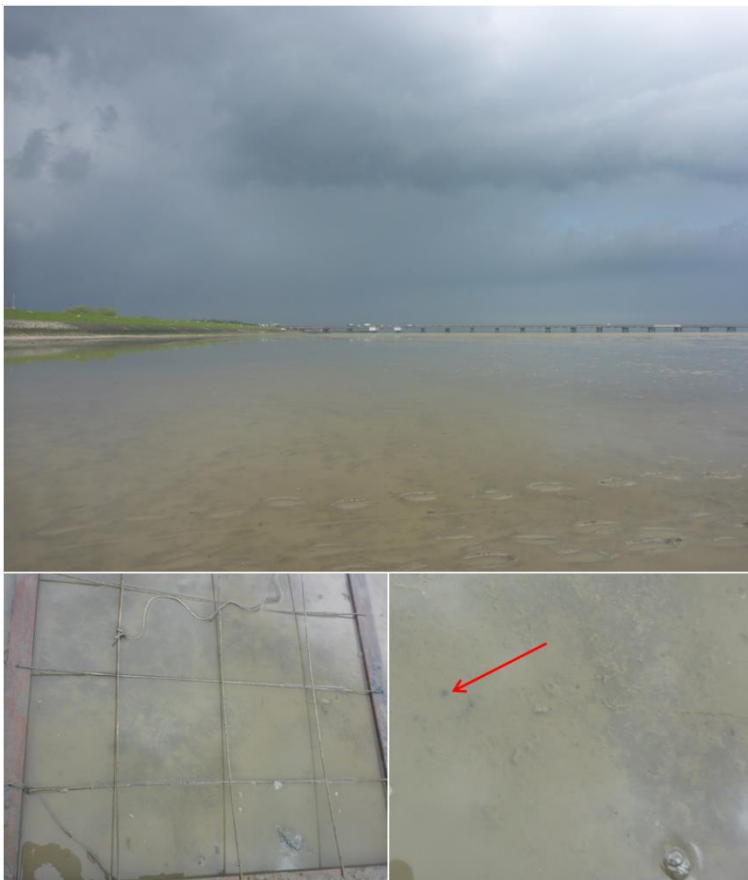


Abb. 8: Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-01.
Übersichtsfoto Richtung Nord, Roter Pfeil: Kotpillenwurm

Station E-02

Die Sedimente an Station E-02 waren an der Oberfläche ähnlich wie an Station E-01 geschichtet (2 cm braun, danach grau; s. Abb. 44 im Anhang). Die untere Hälfte des Sedimentzylinders zeigte jedoch keine schwarze Färbung, was ein Hinweis auf bessere Sauerstoffversorgung der unteren Sedimentschichten ist. Auch war der Wassergehalt der obersten 15 cm geringer, was zu einer geringeren Einsinktiefe bei der Begehung führte. Die Sedimentzusammensetzung schien in der Fingerprobe etwas feinsandig zu sein. Es konnten oberflächliche Lebensspuren des Wattwurms *Arenicola marina* mit 3 Ind./m² gefunden werden (s. Abb. 9 unten).



Abb. 9: Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-02.
Übersichtsfoto Richtung Nord, Roter Pfeil: Lebensspuren des Wattwurms *Arenicola marina*

Station E-03

An Station E-03 war der auffälligste Aspekt der Schichtabfolge die sehr festen unteren 15 cm in grau-brauner Farbe, die relativ trocken erschienen (s. Abb. 44 im Anhang). Darüber war das Sediment weicher und von schwarz-grauer Färbung (ca. 10 cm) und die obersten 5 cm waren sehr weich und von brauner Farbe (s. Abb. 44 im Anhang). Station E-03 war die Position an der im Watt eine Gartenbeet-Struktur zu erkennen war. Hier wurden die „hohen“ Teile des Beetes beprobt. Gut sichtbar sind diese Höhenunterschiede in Abb. 10 oben. Die Erhebungen der Lebensspuren innerhalb des Zählrahmens ergaben lediglich eine Sichtung von *Enteromorpha*-Grünalgen (s. Abb. 10 unten rechts).



Abb. 10: Übersichtsfoto und Detailbilder der Station E-03.
Übersichtsfoto Richtung West, Roter Pfeil: *Enteromorpha* spp.

Station E-04

Station E-04 war die Schwesterstation zu Station E.03 mit den „hohen“ Gartenbeet-Strukturen. Hier wurden die tieferen Beeteile, die Senken oder Gröppen, beprobt. In Abb. 44 (Anhang) ist zu erkennen, dass auch an Station E-04 ein großer Teil des unteren Sedimentkern aus festen, fast trocken erscheinenden, grauen Sedimenten besteht. Die Fingerprobe für diesen Horizont vermittelt den Eindruck, dass sich hier neben dem Hauptanteil Feinsand auch ein kleinerer Teil an Mittelsand im Sediment befindet. Der obere Sedimentteil ist sehr weich und braun (ca. 5 cm). Weitere Beobachtungen konnten wegen Starkregenfällen nicht vorgenommen werden.

Station E-05

Station E-05 lag auf einer Sandbarre (s. Abb. 11). Die Sedimente waren nach der Fingerprobe fein- bis mittelsandig. Der Sedimentkern (s. Abb. 44 im Anhang) hatte eine bräunliche Färbung bis auf die untersten 4 cm, wo ein gräulicher Farbton vorherrschte. Lebendspuren von Wattorganismen konnten nicht festgestellt werden. Der Sand hatte eine ebbströmungsgeprägte Rippelstruktur.



Abb. 11: Übersichtsfoto Station E-05.
Übersichtsfoto Richtung Ost

4.1.2 Sedimente

Im Eulitoral waren Ton/Schluff und Feinsand die vorherrschenden Korngrößen des Sedimentes (Abb. 12).

Station E-01 wies den höchsten Ton-/Schluffanteil mit 68,3 % auf. Weiterhin wies die Station einen Feinstsandanteil (ffS) von 19,4 % auf, gefolgt von dem größeren Feinsandanteil (fS) mit 8,2 % und einem Mittelsandanteil von 3,9 %.

An Station E-02 war Feinstsand die dominante Korngröße mit einem Anteil von 47,0 %, gefolgt von Ton/Schluff mit 33,1 % und Mittelsand mit 13,2 %. Feinsand (fS) machte nur 5,6 % der Korngrößenanteile aus.

Station E-03 und E-04 wiesen eine sehr ähnliche Sedimentzusammensetzung auf. Der Feinstsandanteil (ffS) war an diesen Stationen mit 51,6 % bzw. 55,4 % die dominante Korngröße, gefolgt vom Ton/Schluffanteil mit 41,2 % bzw. 36,3 % und dem Feinsandanteil (fS) mit 6,9 % bzw. 7,7 %. Mittelsande waren mit 0,3 bzw. 0,5 % kaum vertreten.

Grobsande sowie Kies war an den Stationen E-01 bis E-04 mit <1,2 % kaum vertreten.

Während die Stationen E-01 bis E-04 zu >80 % durch Korngrößen unter 125 µm dominiert wurden, lag der Anteil dieser Korngrößen an Station E-05 lediglich bei 6,3 %. Stattdessen war an dieser Station die dominante Korngröße der Feinsand (fS, 125-250 µm) mit einem Anteil von 85,6 %. Mittelsande machten 5,9 % der Korngrößenverteilung aus und Grobsande/Kies (>500 µm) insgesamt 2,2 %.

Die geografische Verteilung der Stationen und ihrer Korngrößenanteile ist in Abb. 17 (Kap. 4.2.1) dargestellt.

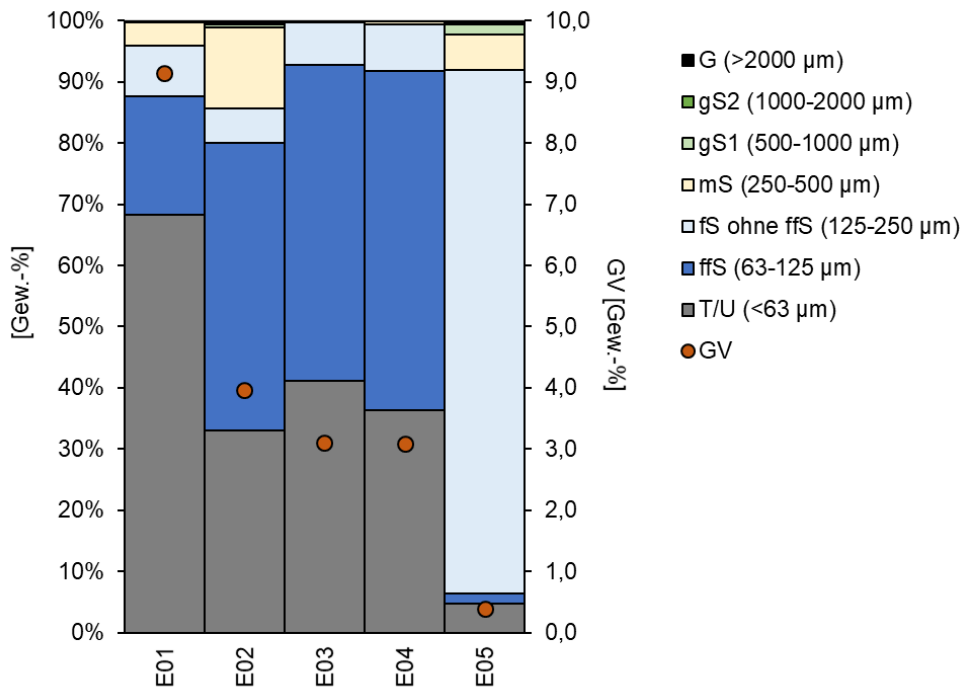


Abb. 12: Mittlere Gewichtsanteile (%) der einzelnen Korngrößen-Fractionen sowie Glühverlust (%) an den 5 eulitoral Stationen des Untersuchungsgebietes.

4.1.3 Benthos (Infauna, Stechrohr-Beprobung)

4.1.3.1 Artenspektrum

Bei der Beprobung im Eulitoral wurden insgesamt 38 Arten aus 8 Großgruppen erfasst. Von diesen 38 Taxa erfüllten 33 Taxa die Kriterien zur in Kap. 3.6.2 beschriebene Methodik der Ermittlung der Artenzahl und wurden demnach als „Art“ gewertet. Im weiteren Verlauf umfasst der Begriff „Arten“ neben dem eigentlichen Artbegriff auch diese Taxa der höheren taxonomischen Ebenen.

Die meisten Arten gehörten der Großgruppe Polychaeta an (14 Arten), gefolgt von den Crustacea (7 Arten) und den Bivalvia mit 6 Arten. Die Hydrozoa waren mit 2 Arten vertreten und alle weiteren Großgruppen (Bryozoa, Sipuncula, Oligochaeta, Gastropoda) mit je einer Art.

Tab. 3: Artenspektrum der Infauna (Stechrohr) der im Eulitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).Für die zählbaren Arten ist die mittlere Abundanz (Ind./m²) angegeben.

*: kein für das Gesamtartenspektrum als eigenständige Art gewertetes Taxon, blau hinterlegt: kein für die Kampagne als eigenständige Art gewertetes Taxon; x: nicht zählbare Art, da koloniebildend; Rote Liste (RL-Kat.) nach RACHOR et al. (2013): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion).

Taxa	RL-Kat.	Deichfuß	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05
Hydrozoa							
<i>Obelia</i> spp.					X	X	
Tubulariidae indet.					X		
Bryozoa							
<i>Electra pilosa</i>					X	X	
Sipuncula							
Sipuncula indet.			5,9				
Oligochaeta							
Oligochaeta indet.*			5,9				
<i>Tubificoides benedii</i>			5,9				
Polychaeta							
<i>Alitta succinea</i>			23,6				
<i>Arenicola marina</i>			5,9				
<i>Capitella</i> spp.			17,7	5,9			
<i>Hediste diversicolor</i>			5,9				
<i>Heteromastus filiformis</i>			1.253,0	29,6	65,0	23,6	
<i>Hypereteone</i> cf. <i>lighti</i>			147,8	5,9			
<i>Nephtys cirrosa</i>							11,8
<i>Nephtys hombergii</i>			5,9	35,5	35,5	17,7	11,8
<i>Polydora cornuta</i>					5,9		
Polynoidae indet.				5,9			
<i>Pygospio elegans</i>			106,4	165,5	378,3	65,0	5,9
<i>Scoloplos armiger</i>							23,6
Spionidae indet.*			5,9				
<i>Streblospio benedicti</i>			59,1	118,2	70,9	23,6	
<i>Tharyx killariensis</i>			12.393,6	1.737,6	514,2	153,7	41,4
Bivalvia							
<i>Cerastoderma edule</i>			23,6				
<i>Ensis</i> spp.						5,9	
<i>Fabulina fabula</i>							5,9
<i>Limecola balthica</i>			141,8	11,8	5,9	29,6	5,9
<i>Mulinia lateralis</i>			11,8		41,4	41,4	
<i>Mytilus edulis</i>		X					
Gastropoda							
<i>Littorina littorea</i>		X					
Crustacea							

Taxa	RL-Kat.	Deichfuß	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05
<i>Apothysale prevostii</i>	R	X					
<i>Balanus</i> spp.		X					
<i>Bathyporeia sarsi</i>							11,8
<i>Bathyporeia</i> spp.*							5,9
Brachiura indet.*					5,9		
<i>Carcinus maenas</i>			5,9				
<i>Corophium volutator</i>			23,6	59,1			
<i>Crangon crangon</i>			35,5	65,0	543,7	189,1	23,6
Gammaridae indet.*						5,9	
<i>Gammarus locusta</i>		X					
Gesamtartenzahl: 33		5	18	11	13	12	9

4.1.3.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen

Bei der Beprobung im Eulitoral wurde eine Art erfasst, die auf der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) in der Gefährdungskategorie R (extrem selten, geografische Restriktion) geführt wird (Tab. 10). Dies betraf den Amphipoden *Apothysale prevostii*, der bei der qualitativen Beprobung am Deichfuß erfasst wurde. Weitere Rote-Liste-Arten kamen nicht vor.

Die Muschel *Mulina lateralis*, die an drei Stationen nachgewiesen wurden, gilt für das Deutsche Wattenmeer als Neozoe. Der erste Nachweis dieser Art in deutschen Gewässern datiert aus dem Jahr 2017, als diese Art im Ems-Dollart Gebiet sowie in der Westerschelde gefunden wurde (CRAEYMEERSCH et al. 2019, KLUNDER et al. 2019). Seitdem wurde die ursprünglich an der Ostküste Nordamerikas heimische Schnecke an verschiedenen Orten des niederländischen Wattenmeers und in belgischen Ästuaren nachgewiesen (CRAEYMEERSCH et al. 2019, KLUNDER et al. 2019).

In dieser Untersuchung kamen einige Individuen vor, die anhand ihrer Merkmale eindeutig nicht den heimischen *Eteone*-Arten zuzuordnen waren. Sie entsprechen anhand ihrer Merkmale den von uns seit 2017 im Weserästuar erfassten Individuen, die damals anhand morphologischer Merkmale von Experten (Frau Dr. Ebbe am Alfred- Wegener- Institut für Polar und Meeresforschung Bremerhaven und Herrn PD Dr. Andreas Bick an der Universität Rostock) als *Eteone lighti* bestimmt wurden. Genetische Analysen ergaben eine Übereinstimmung mit der Gensequenz von *Eteone heteropoda*. Diese Art ist an der Ostküste der USA beheimatet. Der taxonomische Status dieser Art neben der von *E. lighti* ist nicht abgesichert. Morphologisch sind Belegexemplare aus der genetischen Untersuchung von Experten als *E. lighti* eingeordnet worden. Beide Arten sind für unser Gebiet allerdings sicher als Neobiota zu werten. Aufgrund der morphologischen Übereinstimmungen führen wir die Art unter der Bezeichnung *Eteone cf. lighti*.

Mit dem Poychaeten *Hypereteone cf. lighti* und der Muschel *Mulina lateralis* wurden somit zwei Neozoen im Eulitoral erfasst.

4.1.3.3 Besiedlungskennwerte

Die höchste Artenzahl wies Station E01 mit 18 Arten auf. Diese Station war der Küste am nächsten gelegen und wies schlickige bis feinsandige Sedimente auf. Die geringsten Artenzahlen wurden hingegen an der von der Küste weitest entfernten Station E05 gefunden. An dieser durch Fein- bis Mittelsande geprägte Station wurden 9 Arten nachgewiesen. Die Stationen E02 bis E04 wiesen Gesamtartenzahlen von 11, 13 bzw. 12 Arten auf. Am Deichfuß wurden 5 Arten erfasst, diese Beprobung war jedoch nicht quantitativ.

Die Gesamtabundanz sowie -biomasse waren an Station E01 ebenfalls am höchsten und lagen um mehr als das 6-fache höher als an den anderen Stationen (Tab. 4, Abb. 6). Die Abundanz nahm von Station E02 bis E05 von 2.240,0 Ind./m² bis 147,8 Ind./m² stetig ab. Die Biomasse (FG) war dahingegen an Station E03 mit 17,7 g/m² im Vergleich zu den Stationen E02, E04 und E05 relativ hoch. Dieser Unterschied war hauptsächlich in der höheren Abundanz, und entsprechend höherer Biomasse, der Nordseegarnele *Crangon crangon* begründet.

Tab. 4: Gesamtabundanz und -biomasse an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr).

Station	Artenzahl	Abundanz (Ind./m ²)	Biomasse (FG, g/m ²)
E01	18	14.284,9	155,2
E02	11	2.240,0	5,2
E03	13	1.666,7	17,7
E04	12	555,6	7,2
E05	9	147,8	3,0

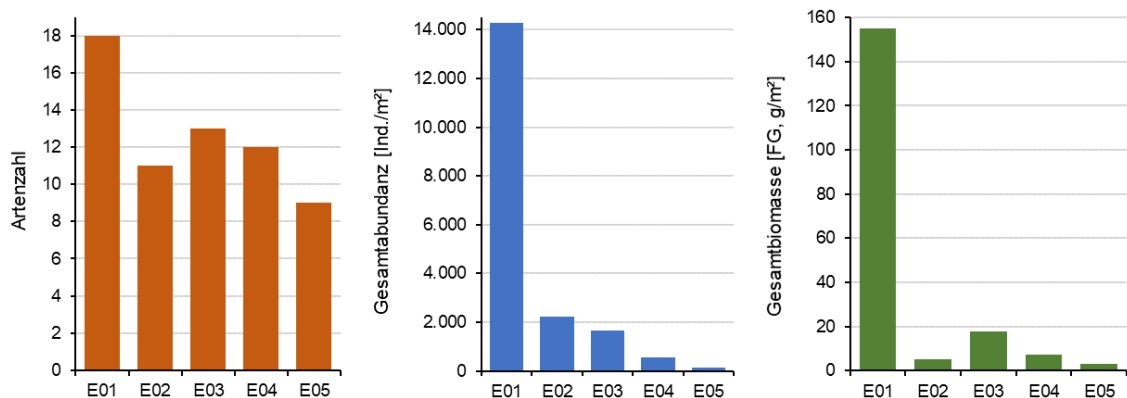


Abb. 13: Gesamtartenzahl, -abundanz und -biomasse an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr).

4.1.3.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse

Die Dominanzverhältnisse der Infauna an den Stationen im Eulitoral in Bezug auf die Abundanz und Biomasse sind graphisch in Abb. 14 und Abb. 15 dargestellt.

In Bezug auf die Abundanz machten die 5 dominanten Arten an den Stationen E-01 bis E-04 über 90 % der Abundanz aus. An Station E-05 lag dieser Anteil nur bei ca. 75 %.

An der küstennahen Stationen E-01 war der Polychaet *Tharyx killariensis* die häufigste Art mit einem Abundanzanteil von 86,8 %. Weitere häufige Arten waren der Kotpillenwurm *Heteromastus filiformis* (8,8 %), der Polychaet *Hypereteone cf. lighti* (1 %), die Muschel *Limecola balthica* (1 %) und der Polychaet *Pygospio elegans* (0,7 %). In Bezug auf die Biomasse war die Gemeine Herzmuschel bei vergleichsweise geringer Abundanz die biomassereichste Art und machte einen Biomasseanteil von 59,4 % aus. Weiterhin belegten *Tharyx killariensis* und *Heteromastus filiformis* die Ränge 2 und 3 der Biomasseverteilung mit Anteilen von 17,3 % bzw. 11,6 %.

An Station E-02 war Polychaet *Tharyx killariensis* sowohl hinsichtlich der Abundanz als auch der Biomasse die dominante Art mit Anteilen von 77,6 % bzw. 47,5 %. Weitere häufige Arten waren *Pygospio elegans* (7,4 %), *Streblospio benedicti* (5,3 %), *Crangon crangon* (2,9 %) und *Corophium volutator* (2,6 %). In Bezug auf die Biomasse waren neben *Tharyx killariensis* auch die Arten *Nephtys hombergii* (21,1 %), *Corophium volutator* (12,7 %), *Crangon crangon* (8,6 %) und *Heteromastus filiformis* (3,7 %) dominant.

Die Schwesterstationen E-03 (Beet) und E-04 (Gruppen) wurden beide, sowohl in Bezug auf die Abundanz als auch auf die Biomasse, von der Nordseegarnele *Crangon crangon* dominiert (Abundanzanteil: 32,6 % bzw. 34,0 %, Biomasseanteil: 62,6 % bzw. 50,5 %). Zweit- und dritthäufigste Arten waren an beiden Stationen *Tharyx killariensis* (30,9% bzw. 27,7 %) und *Pygospio elegans* (22,7 % bzw. 11,7 %). In Bezug auf die Biomasse waren die Arten *Limecola balthica*, *Nephtys hombergii* und *Tharyx killariensis* in beiden Stationen unter den 5 dominanten Arten. Die Stationen E-03 und E-04 ähnelten sich demnach stark hinsichtlich ihrer Besiedlung.

Station E-05 wies die höchste Gleichverteilung der Arten im Eulitoral auf. Der Anteil der häufigsten Art, *Tharyx killariensis* lag bei nur 28,0 % und der Anteil „Sonstiger“ Arten war mit 24,0 % relativ hoch. Zu den 5 dominanten Arten gehörten an dieser Station außerdem der Polychaet *Scoloplos armiger* (16,0 %), die Nordseegarnele *Crangon crangon* (16,0 %) und die Polychaeten *Nephtys hombergii* (8,0 %) und *Nephtys cirrosa* (8,0 %). Die fünf nach ihrer Biomasse dominanten Arten an Station E-05 waren *Crangon crangon* (26,2 %), *Limecola balthica* (16,8 %), *Nephtys cirrosa* (15,6 %), *Fabulina fabula* (14,7 %) und *Nephtys hombergii* (11,7 %).

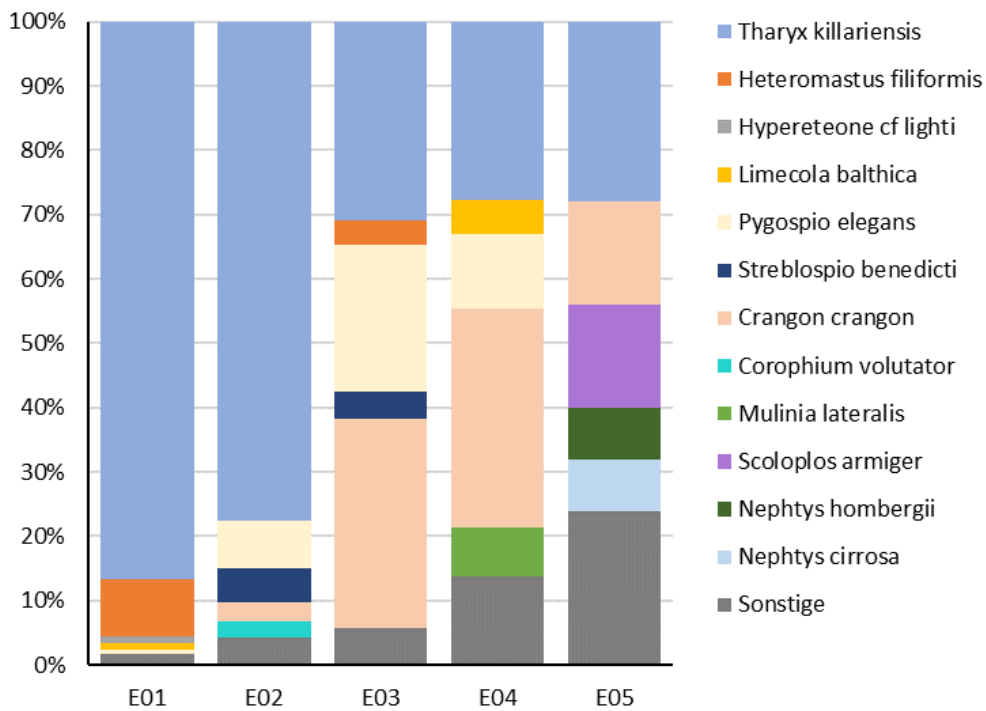


Abb. 14: Dominanzverhältnisse der Infauna an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr, relative Abundanz). Es wurden die 5 dominanten Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

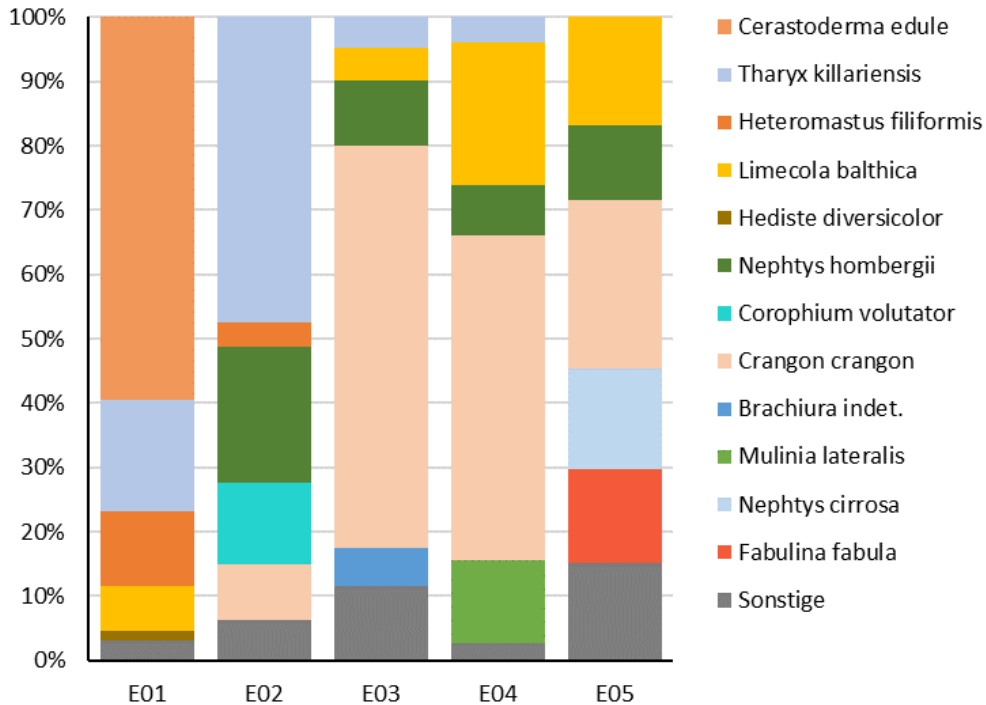


Abb. 15: Dominanzverhältnisse der Infauna an den im Eulitoral beprobten Stationen (Stechrohr, relative Biomasse). Es wurden die 5 dominanten Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

4.2 Sublitoral

4.2.1 Sedimente und Steinvorkommen

4.2.1.1 Korngrößenverteilung

Das Untersuchungsgebiet stellte sich im Sublitoral hinsichtlich der Sedimentbeschaffenheit als kleinräumig sehr heterogen dar. Die Sedimente reichten von schlickig-feinsandig bis grobsandig mit Kies bzw. steinig (an Stationen mit Fehlgreifern für die keine Korngrößenanalyse vorliegt).

Abb. 16 zeigt die Korngrößenverteilung der unterschiedlichen Sandfraktionen und den Glühverlust an den quantitativ beprobten Stationen im Sublitoral (vgl. Erläuterung Probenahme in Kap. 3.3). Nach diesen Ergebnissen kamen an insgesamt 8 Stationen Grobsand- und Kiesanteile (>500 µm) von mehr als 30 % vor. An 3 Stationen war der Anteil dieser Korngrößen sogar größer als 50 % (S-08, S-09, S-19).

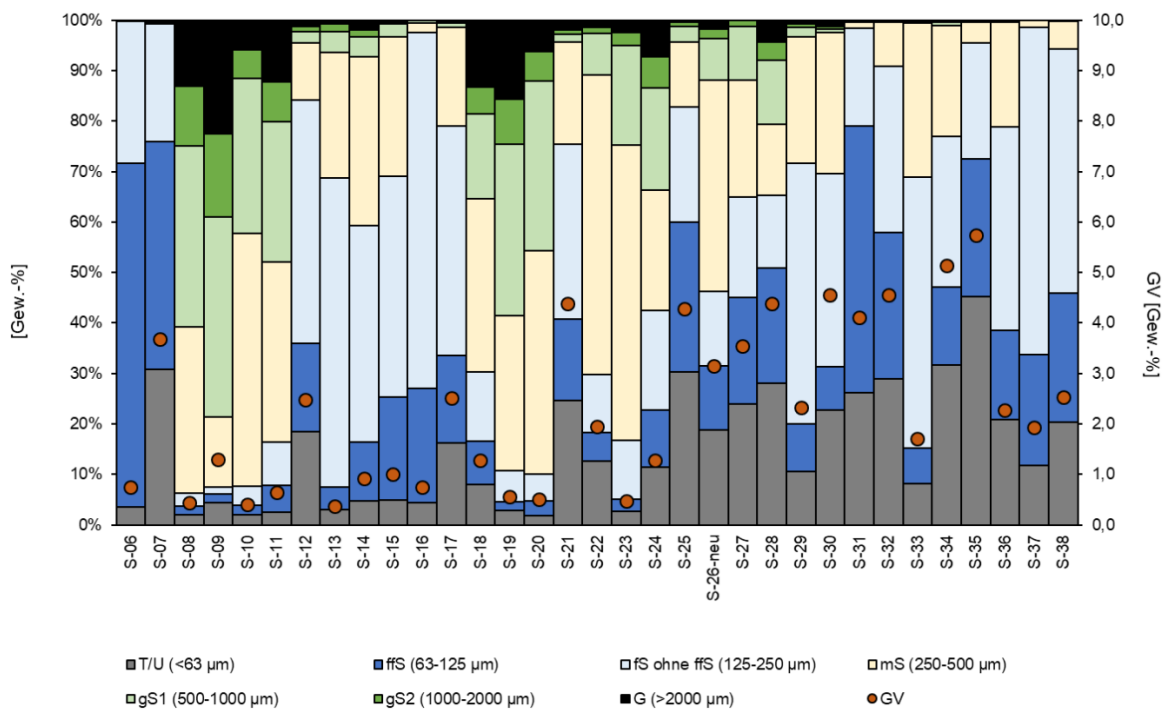


Abb. 16: Mittlere Gewichtsanteile (%) der einzelnen Korngrößen-Fractionen sowie Glühverlust (%) an den 33 Stationen des Untersuchungsgebietes.

*Korngrößenanteile der Station S-13 basieren auf nur einem Greifer. Weitere Sedimentproben konnten aufgrund von hohem Steinvorkommen in den anderen Greifern der Station sowie für Station S13-neu und S-39 nicht gewonnen werden

Ein erhöhter Ton/Schlickanteil von mehr als 20 % kam an 12 Stationen im Untersuchungsgebiet vor. An 3 Stationen war der Anteil dieser Korngröße größer als 30 % (S-07, S-25, S-35).

An 13 Stationen waren weder erhöhte Ton-/Schluffanteile noch erhöhte Grobsand und Kiesanteile vorhanden. Diese Stationen wurden durch Feinsand (63-250 μm) und/oder Mittelsand (250-500 μm) geprägt.

Die geografische Verteilung der Stationen und ihrer Korngrößenanteile sind in Abb. 17 dargestellt.

4.2.1.2 SideScanSonar

Abb. 17 zeigt die räumliche Verteilung der Korngrößenanteile des Sediments (Stationsmittel) sowie die flächigen Auswertungen der SideScan-Untersuchung.

Für die flächige Darstellung im Vorkommen unterschiedlicher Sedimenttypen wurden bei der Interpretation der SideScans vier Sedimenttypen unterschieden (Abb. 17). Die feinsten Sedimente (Schlick bis Feinstsand) kamen im westlichen Flachwasserbereich vor. Hieran schloss sich eine größere Fläche mit der größten Kornzusammensetzung (Kornfraktionen $\geq 500 \mu\text{m}$) an (Mittelsand bis Kies in Abb. 17), welche auf Höhe von Station S-12 durch wieder feiner Sedimente (Schlick bis Mittelsand in Abb. 17) unterbrochen wird und sich dann nochmals als parallel zur Fahrrinne verlaufendes Band erstreckt. Die Sedimente, die sich hieran bis zur Fahrrinne anschließen und auch den Bereich der vier großen Liegewannen umfassen, wurden wieder dem Typus Schlick bis Mittelsand zugeordnet. Vor allem im östlichen Bereich befinden sich Flächen des Typus Fein- bis Mittelsand mit Grobsandanteilen, die morphologisch im Osten als große Dünen ausgebildet sind.

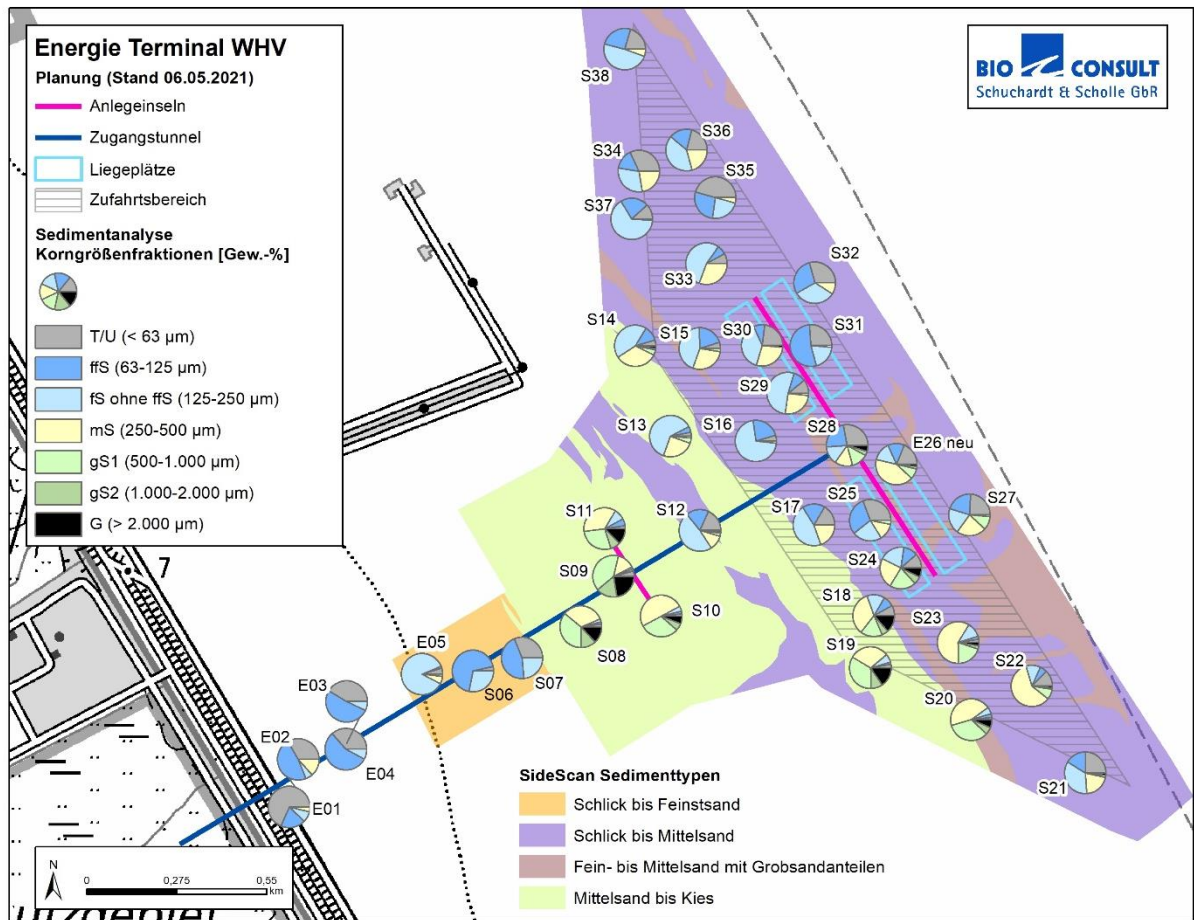


Abb. 17: Ergebnisse der SideScan-Untersuchung und der Korngrößenanteile des Sediments an den untersuchten Stationen im Untersuchungsgebiet.

4.2.1.3 Steinvorkommen

In Kap. 3.3.2.1 wurde beschrieben, dass an einigen Stationen keine Sedimentproben gewonnen werden konnten, da dort vermehrt Steine vorkamen und es dadurch bedingt zu Fehlgreifern kam. Diese Beobachtungen wurden durch die Ergebnisse der SideScan-Untersuchung bestätigt. Abb. 18 zeigt die Lage und Anzahl von Steinen und Blöcken mit einer Größe von mehr als 30 cm bzw. mehr als 1 m im Untersuchungsgebiet. Insgesamt wurden 293 Steine >30 cm identifiziert, von denen 26 große Blöcke mit einer Kantenlänge von >1 m darstellten. Viele der Steine (140 Stück, davon 11 Blöcke) befanden sich in dem schmalen Streifen der südlich an den Zufahrtsbereich angrenzenden Grobsandfläche. Innerhalb dieser Grobsandfläche traten Steine und Blöcke geklumpt (71 Stück) im nordwestlichen Abschnitt der Grobsandfläche auf, was die hohe Anzahl der Fehlgreifer bzw. semi-quantitativen Greifer plausibilisiert. Darüber hinaus wurden gehäuft Steine im südöstlichen Zufahrtsbereich und im Bereich der südöstlich gelegenen Liegeplätze kartiert. Weitere Steinansammlungen befanden sich nördlich des Zufahrtsbereichs in der Nähe und parallel zur Fahrrinne.

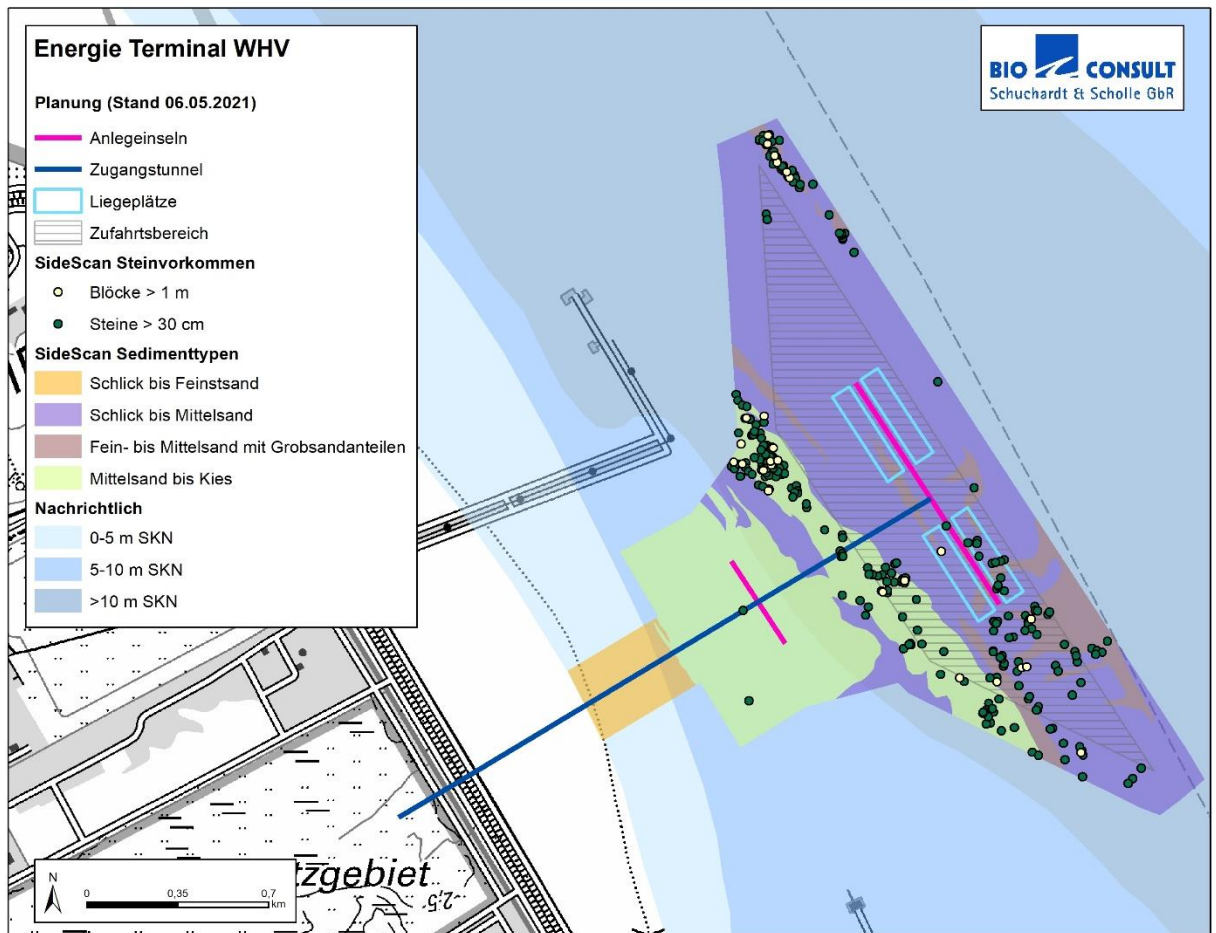


Abb. 18: Lage von Steinen (>30 cm) und Blöcken (> 1 m) im Untersuchungsgebiet.

4.2.2 Benthos (Infauna – Greiferproben)

4.2.2.1 Artenspektrum

Die makrobenthische Wirbellosenfauna des Untersuchungsgebietes setzte sich an den 35 mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen aus insgesamt 90 Taxa aus 12 Großgruppen zusammen (Tab. 5). Von diesen 90 Taxa erfüllten 81 Taxa die Kriterien der in Kap. 3.6.2 beschriebenen Methodik zur Ermittlung der Artenzahl und wurden demnach als „Art“ gewertet. Insgesamt 34 Arten wurden als primäre (25 Arten) oder sekundäre Hartsubstratarten (9 Arten) klassifiziert. Demnach machten obligat oder fakultativ an Hartsubstrat gebundene Arten einen Anteil am Gesamtartenspektrum von 42 % aus.

Die mittleren Kenngrößen Abundanz (Ind./m²), Biomasse als Frischgewicht (g/m²) und Stetigkeit (%) sind in Tab. 5 getrennt für quantitativ mit drei Parallelen beprobten 32 Stationen und für die 3 semi-quantitativ beprobten Stationen (Steinproben) gelistet. Zusätzlich ist die artspezifische Abundanz für Station S-13 gelistet, an der nur ein Greifer quantitativ gewonnen werden konnte.

An den 32 quantitativ beprobten Stationen wurden insgesamt 55 Arten aus 8 Großgruppen nachgewiesen. Weitere 2 Arten wurden durch den Einzelgreifer an Station S-13 erfasst (*Epitonium clathrus* und *Notomastis latericus*). Das Gros der Fauna zählte zur mobilen Infauna, die v.a. durch Polychaeta (18 Arten) und Crustacea (16 Arten) geprägt war. Durch das Vorhandensein von Kies und kleineren Steinen, kamen an den 32 Stationen insgesamt 20 Arten vor (36,4 %), die epibenthisch auf Harts substraten leben. Hiervon gehörten 19 Arten zu den primären Harts substratarten und nur eine Art (*Jassa* spp.) zu den sekundären Harts substratarten.

Die makrobenthische Wirbellosenfauna an den 3 semi-quantitativ beprobten Stationen (Steinproben an Station S-13, S-13neu, S-39), an denen das Substrat v.a. aus einzelnen Steinen bestand und nur wenig Weichsubstrat im Greifer vorhanden war, setzte sich aus insgesamt 44 Arten zusammen. Entsprechend des primär steinigen Substrates kamen an diesen Stationen zu 63,6 % (28 Arten) epibenthische Harts substratarten (20 primäre und 8 sekundäre Harts substratsiedler) und entsprechend wenig Arten der Weichbodenfauna (v.a. Polychaeta) vor. In den Steinproben kamen insgesamt 25 Arten aus 3 Großgruppen vor, die durch die übrigen quantitativen Greiferproben nicht erfasst worden sind.

Eine Artenliste mit Abundanzen pro Station kann Tab. 16 und Tab. 17 im Anhang entnommen werden.

Tab. 5: Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller 35 im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021) unter Angabe der artspezifischen Abundanz (Ind./m²), Biomasse als Frischgewicht (g/m²) und Stetigkeit (%).
N Stationen quantitativ: 32 mit 96 Greifern, Station S-13 wurde nur mit einer Greiferprobe beprobt und wird daher separat aufgeführt
N Stationen semi-quantitativ: 3 Stationen mit 6 Greifern
Rot hinterlegt: primäre Harts substratart; grün hinterlegt: sekundäre Harts substratart
*: kein für das Gesamtartenspektrum als eigenständige Art gewertetes Taxon, X: nicht zählbare Art, da koloniebildend
NEO: Neozoe für das deutsche Küstengewässer; Rote Liste (RL) nach RACHOR et al. (2013): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion). Rote-Liste-Arten und Neozoen

Taxa	RL-Kat.	NEO	Greifer quantitativ			Greifer semi-quantitativ			S13
			ABU	BIOM	STET	ABU	BIOM	STET	
Hydrozoa									
<i>Bougainvilliidae</i> indet.			X	0,0050	21,9	X		33,3	
<i>Calycella syringa</i>						X		33,3	
<i>Campanulariidae</i> indet.			X	0,0004	6,3				
<i>Clytia hemisphaerica</i>			X		3,1				
<i>Hydractinia echinata</i>						X		33,3	
<i>Obelia bidentata</i>			X	0,0010	9,4	X	0,1273	100	
<i>Obelia dichotoma</i>			X	0,0030	18,8	X		33,3	
<i>Obelia longissima</i>			X	0,0002	3,1				
<i>Obelia</i> spp.*			X	0,0460	50	X		33,3	
<i>Sarsia</i> spp.						X		33,3	
<i>Sertularia cupressina</i>	G		X	0,0070	25	X		66,7	

Taxa	RL-Kat.	NEO	Greifer quantitativ			Greifer semi-quantitativ			S13
			ABU	BIOM	STET	ABU	BIOM	STET	ABU
<i>Tubularia indivisa</i>			X	0,3030	6,3	X		100	
Tubulariidae indet.*			X	0,5050	40,6				
Anthozoa									
Actiniaria indet.			0,4	0,068	12,5	400	174,8	100	10
Bryozoa									
Alcyonidiidae indet.*						X		33,3	
<i>Alcyonidium cf. hydrocoalitum</i>			X		3,1				
<i>Alcyonidium parasiticum</i>	G		X		6,3	X		33,3	
<i>Anguinella palmata</i>			X	0,0010	3,1	X		66,7	
<i>Arachnidium fibrosum</i>			X		9,4	X		66,7	
<i>Conopeum reticulum</i>						X		100	
<i>Conopeum seurati</i>			X		9,4				
<i>Electra monostachys</i>	R					X		100	
<i>Electra pilosa</i>			X	0,0050	78,1	X	0,5333	66,7	
<i>Farrella repens</i>			X		25	X		100	
Nemertea									
Nemertea indet.			0,1	0,0002	3,1	15	0,0122	33,3	
<i>Oerstedia dorsalis</i>						28,3	0,1153	100	
Oligochaeta									
<i>Tubificoides benedii</i>						46,7	0,0625	66,7	
Polychaeta									
<i>Alitta succinea</i>			0,2	0,0030	3,1	8,3	0,0587	33,3	
Capitellidae indet.			0,1	0,0002	3,1				
<i>Eteone longa</i>			0,2	0,0010	3,1				
<i>Gattyana cirrhosa</i>						18,3	0,0152	100	
<i>Glycera alba</i>						1,7	0,016	33,3	
<i>Heteromastus filiformis</i>			0,9	0,0120	28,1	1,7	0,0032	33,3	
<i>Lagis koreni</i>			0,1	0,0410	3,1				
<i>Lanice conchilega</i>			0,1	0,0010	3,1	26,7	0,0183	100	
<i>Magelona johnstoni</i>			0,3	0,0010	6,3				
<i>Magelona mirabilis</i>			0,4	0,0060	12,5				
<i>Magelona</i> spp.*			0,1	0,0001	3,1				
<i>Myrianida prolifera</i>						1,7	0,001	33,3	
<i>Nephtys caeca</i>			0,8	0,1850	18,8				
<i>Nephtys cirrosa</i>			5,4	0,1130	56,3				
<i>Nephtys hombergii</i>			2,2	0,0700	31,3	1,7	0,0715	33,3	16,7
<i>Nephtys longosetosa</i>			0,1	0,0030	3,1				
<i>Nephtys</i> spp.*			2,3	0,0100	34,4	5	0,0017	33,3	
<i>Notomastus latericeus</i>									3,3

Taxa	RL-Kat.	NEO	Greifer quantitativ			Greifer semi-quantitativ			S13
			ABU	BIOM	STET	ABU	BIOM	STET	ABU
<i>Ophelia borealis</i>			0,3	0,1180	6,3				
<i>Pygospio elegans</i>			0,2	0,0002	3,1				
<i>Scoloplos armiger</i>			8	0,2100	65,6	8,3	0,1337	66,7	50
<i>Spio martinensis</i>			0,3	0,0010	3,1				
Spionidae indet.*			0,1	0,0820	3,1				
<i>Spiophanes bombyx</i>			0,3	0,0030	6,3				
<i>Tharyx killariensis</i>		N	0,1	0,0001	3,1				
Bivalvia									
<i>Abra alba</i>						8,3	1,6192	33,3	
<i>Ensis leei</i>		N				1,7	1,8827	33,3	
<i>Limecola balthica</i>			7,2	0,6770	59,4	1,7	0,9065	33,3	23,3
<i>Mulinia lateralis</i>		N	0,1	0,0020	3,1				
<i>Mytilus edulis</i>			10,9	0,0020	15,6	6916,7	4,0878	100	
<i>Petricolaria pholadiformis</i>		N	3,4	0,0280	12,5	1,7	0,044	33,3	
Gastropoda									
<i>Epitonium clathrus</i>									3,3
Gastropoda - Nudibranchia									
<i>Facelina</i> spp.						1,7	1,475	33,3	
Pycnogonida									
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>						20	0,01	100	
<i>Nymphon brevirostre</i>						80	0,0632	100	
Pycnogonida indet.*						8,3	0,0092	33,3	
<i>Pycnogonum litorale</i>						5	0,155	66,7	
Crustacea									
<i>Balanus</i> spp.						8,3	0,0003	33,3	
<i>Bathyporeia elegans</i>			8,4	0,0140	28,1				
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>			0,9	0,0040	9,4				
<i>Bathyporeia pelagica</i>			5,3	0,0150	21,9				
<i>Bathyporeia sarsi</i>			8,1	0,0230	12,5				
<i>Bodotria scorpioides</i>			0,1	0,0000	3,1				
<i>Carcinus maenas</i>			0,1	1,2150	3,1				
Cirripedia indet.			3,1	0,0020	3,1				
Corophiidae indet.*			0,1	0,0003	3,1				
<i>Corophium volutator</i>			3,8	0,0200	3,1				
<i>Crangon crangon</i>			1,3	0,0180	28,1				
<i>Dyopodos monacanthus</i>						13,3	0,0102	66,7	
<i>Gammarus</i> spp.						1,7	0,0003	33,3	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>			17,3	0,5470	53,1				3,3
<i>Jassa</i> spp.			0,1	0,0010	3,1				

Taxa	RL-Kat.	NEO	Greifer quantitativ			Greifer semi-quantitativ			S13
			ABU	BIOM	STET	ABU	BIOM	STET	ABU
<i>Liocarcinus holsatus</i>			0,1	1,2030	3,1				
<i>Photis longicaudata</i>						1,7	0,0003	16,7	
Phoxichilidiidae indet.						1,7	0,0003	33,3	
<i>Pontocrates altamarinus</i>			0,1	0,0002	3,1				
<i>Semibalanus balanoides</i>						166,7		33,3	
<i>Schistomysis kervillei</i>			5,7	0,0850	40,6				
<i>Schistomysis spiritus</i>			0,6	0,0050	15,6				
<i>Schistomysis</i> spp.*			0,6	0,0060	18,8				
<i>Urothoe poseidonis</i>			0,2	0,0004	6,3				
Echinodermata									
<i>Amphiura filiformis</i>						5,0	0,0332	66,7	
<i>Asterias rubens</i>						5,0	0,0015	100	
Gesamtartenzahl: 86			55			44			7

4.2.2.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen

Im Untersuchungsgebiet wurden im Sublitoral insgesamt 3 Arten erfasst, die einen Gefährdungsstatus auf der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) aufweisen.

In der Gefährdungskategorie G (Gefährdung unbekanntem Ausmaßes) sind die Hydrozoa *Sertularia cupressina* und die Bryozoe *Alcyonidium parasiticum* gelistet.

Mit der Bryozoe *Electra monostachys* wurde auch eine Art der Gefährdungskategorie R (extrem selten, geografische Restriktion) nachgewiesen.

Es wurden insgesamt 4 Arten nachgewiesen, die für deutsche Küstengewässer als Neozoen gelten. Zu diesen Arten gehörten der Polychaeten *Tharyx killariensis*, die Amerikanische Schwertmuschel *Ensis leei*, die Muschel *Mulina lateralis* (s.a. Kap. 4.1.3.2) und die Amerikanische Bohrmuschel *Petricolaria pholadiformis*.

Obwohl keine lebenden Individuen der Sandkoralle *Sabellaria spinulosa* (RL-Kat. 2) in den Greiferproben nachgewiesen wurden, kamen an den nebeneinander gelegenen Stationen S26-neu und S-28 mehrere große Stücke unbelebter *Sabellaria*-Röhren vor (s. Abb. 19). Hierbei handelt es sich jedoch vermutlich um Bruchstücke von historisch in der Jade vorkommenden *Sabellaria*-Riffen, die noch stets in/auf dem Sediment lagern und daher auch regelmäßig in Greiferproben erfasst werden. Hinweise auf ein lebendiges *Sabellaria*-Riff gab es im Rahmen der Probenahme nicht.



Abb. 19: Foto der gefundenen unbelebten *Sabellaria*-Röhren an Station S26-neu (links) und S28 (rechts).

4.2.2.3 Besiedlungskennwerte

Die wichtigsten Kennwerte der Benthosgemeinschaft der 35 untersuchten Stationen sind in Tab. 6 dargestellt. Bei der Interpretation der Werte ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Stationen mit 3 parallelen Greifern beprobt wurden und dass Station S-13 sowohl mit einem quantitativen Greifer als auch mit einer semi-quantitativen Steinprobe beprobt wurde.

Die Gesamtartenzahlen des Untersuchungsgebietes wiesen eine hohe Variabilität auf (Abb. 20 und Tab. 6). Die Werte variierten zwischen minimal 4 Arten (S-31, S-10, S-31) und maximal 31 Arten an Station S-39. Insgesamt waren die Artenzahlen in den semi-quantitativen Steinproben überdurchschnittlich hoch. Da diese Greiferproben die eigentliche Weichsubstratfauna nur ausschnittsweise erfasst haben, ist die tatsächliche Artenvielfalt wahrscheinlich noch höher. Die mittlere Artenzahl des Untersuchungsgebietes lag bei 10,6 Arten.

Durch das hohe Vorkommen an Kies, Stein und Schill, waren bis auf wenige Ausnahmen (S-10, S-31, S-35) an jeder Station Hartsubstratarten vertreten. Die maximale Anzahl primärer Hartsubstratsiedler betrug 17 Arten (Steinprobe S-39), der Mittelwert des Gesamtgebietes lag bei 4,3 Arten. Sekundäre Hartsubstratsiedler waren nahezu ausschließlich in den Steinproben vertreten (max. 6 Arten). Zu den sekundären Hartsubstratarten gehörten Arten der Großgruppen Pycnogonida (Asselspinnen), Nudibranchia, Nemertea, Polychaeta und Crustacea. Arten der Pycnogonida sowie *Oerstedtia dorsalis* (Nemertea) wurden an jeder Station nachgewiesen (Stetigkeit 100 %, Tab. 5).

Tab. 6: Kennwerte des Makrozoobenthos an den 35 im Sublitoral beprobten Stationen.
 prim. HA: primäre Hartsubstratart; sek. HA: sekundäre Hartsubstratart
 Mittelwerte aus 3 parallelen Greiferproben, *Werte basieren nur auf einem Greifer, **Werte basieren auf 2 Greifern, alle übrigen Stationen auf 3 Greifern
 Stein: semi-quantitative Greiferproben

Station	Gesamt- artenzahl	Anzahl prim. HA	Anzahl sek. HA	Gesamt- abundanz [Ind./m ²]	Gesamt- biomasse [g FG/m ²]	Diversität (H')	Äquität (J')
S-06	8	2	0	226,7	2,1	2	0,96
S-07	10	3	0	63,3	2,9	2,18	0,99
S-08	5	2	0	13,3	0,3	1,61	1
S-09	6	3	0	20	3,7	1,79	1
S-10	4	0	0	50	2,1	1,35	0,98
S-11	7	2	0	30	0,8	2,07	1
S-12	10	3	0	70	3,3	2,28	0,99
S-13*	7	1	0	86,7	11,7	1,9	0,98
S-14	5	2	0	93,3	3,6	1,57	0,98
S-15	14	5	0	200	41,6	2,67	0,99
S-16	11	3	0	156,7	4,6	2,46	0,99
S-17	9	4	0	60	5,4	2,29	0,99
S-18	9	3	0	66,7	8,1	2,17	0,99
S-19	6	2	0	16,7	0,9	1,79	1
S-20	8	1	0	70	1,4	2,05	0,99
S-21	19	11	1	113,3	11,5	2,92	0,99
S-22	7	5	0	56,7	5,7	1,92	0,99
S-23	10	5	0	80	5,5	2,27	0,99
S-24	8	5	0	16,7	3,1	2,3	1
S-25	11	4	0	40	0,3	2,39	1
S-26neu	11	8	0	413,3	11,8	2,31	0,96
S-27	13	7	0	186,7	4,6	2,52	0,98
S-28	8	4	0	200	1,3	2,01	0,97
S-29	16	7	0	126,7	2,8	2,75	0,99
S-30	13	5	0	60	0,5	2,63	1
S-31	4	0	0	13,3	0,2	1,39	1
S-32	7	3	0	20	0,2	1,94	1
S-33	10	4	0	86,7	1,8	2,46	0,99
S-34	4	2	0	6,7	0,2	1,39	1
S-35	7	0	0	40	0,7	2,07	1
S-36	10	3	0	336,7	2,7	2,25	0,98
S-37	15	3	0	143,3	43,5	2,75	0,99

Station	Gesamtartenzahl	Anzahl prim. HA	Anzahl sek. HA	Gesamt-abundanz [Ind./m ²]	Gesamt-biomasse [g FG/m ²]	Diversität (H')	Äquität (J')
S-38	12	2	0	153,3	4,4	2,36	0,98
Stein-S-13neu	29	11	6	4.893,00	176,6	3,36	0,97
Stein S-39**	31	17	5	11.775,00	182,9	3,24	0,94
Stein S-13*	19	11	5	10.330,00	469,5	2,72	0,92
Mittelwert	10,6	4,3	0,5	842,1	28,4	2,23	0,99
Minimum	4	0	0	6,7	0,2	1,35	0,92
Maximum	31	17	6	11775	469,5	3,36	1

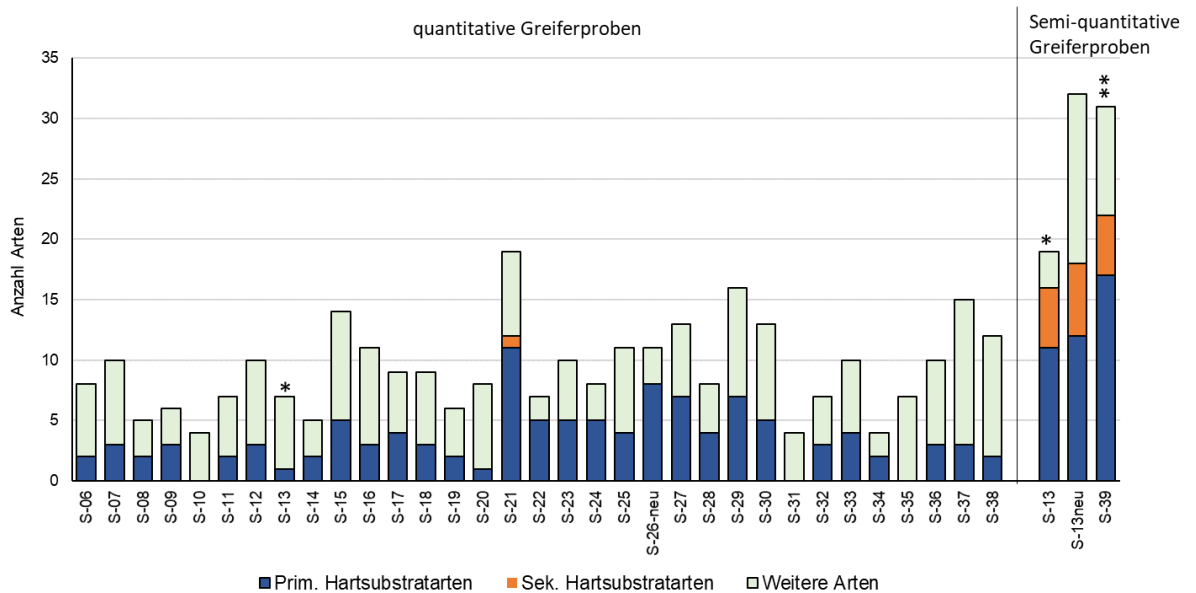


Abb. 20: Gesamtartenzahlen an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.
 *Werte basieren nur auf einer Parallele, **Werte basieren nur auf zwei Parallelen

Die Gesamt-abundanz variierte ebenfalls deutlich zwischen den Stationen und nahm Werte zwischen minimal 6,7 Ind./m² (S-34) und maximal 11.775 Ind./m² (S-39) ein. Der Mittelwert des Gesamtgebietes lag bei 842 Ind./m². Überdurchschnittlich hohe Abundanzen zwischen 4.893 und 11.775 Ind./m² kamen an den Steinproben vor. Dies war in dem Vorkommen von *Mytilus edulis*-Brut begründet (s. Tab. 5) Ohne Berücksichtigung der Miesmuschelbrut würden die Abundanzen der drei Proben mit Werten zwischen 330 und 1.175 Ind./m² deutlich geringer sein, aber immer noch oberhalb des Durchschnittes liegen, der ohne *Mytilus*-Brut für das Gesamtgebiet 170 Ind./m² beträgt. Neben *Mytilus*-Brut waren Seeanemonen (*Actinaria* indet.) das zweithäufigste Taxon der Steinproben.

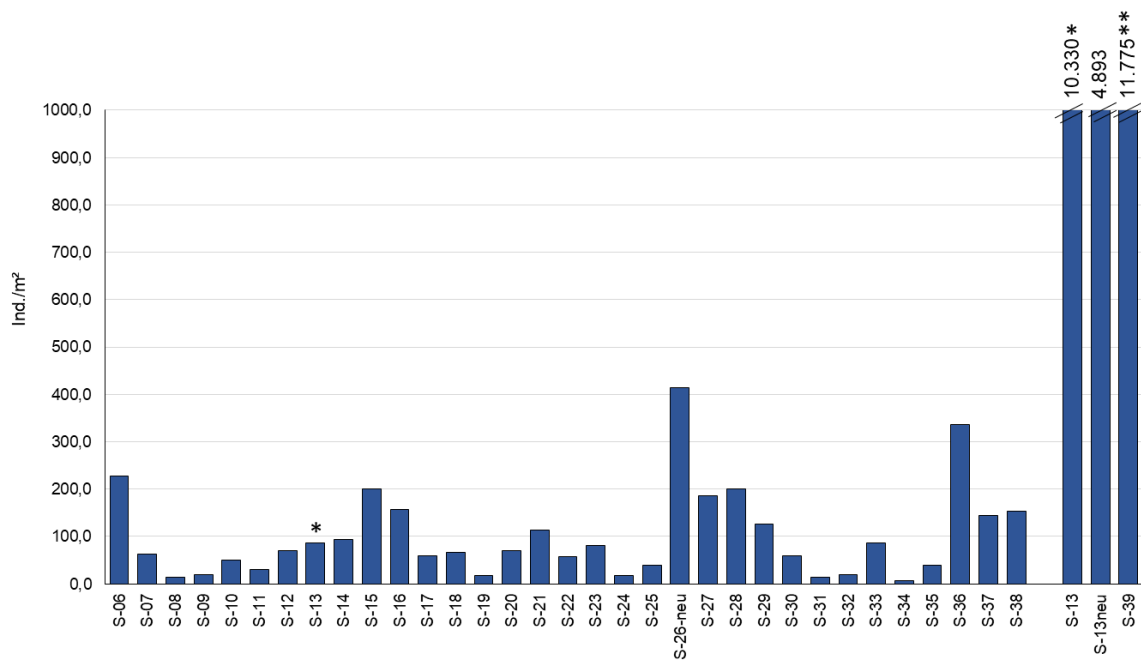


Abb. 21: Gesamtabundanz (Ind./m²) an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.

Die Biomasse ist grundsätzlich eine stark variierende Kenngröße, da sie in neben der Abundanz v.a. durch das Vorkommen von biomassereichen Arten wie großen Muscheln, dekapoden Krebsen und/oder Echinodermata beeinflusst ist. Im Untersuchungsgebiet schwankte die Biomasse zwischen sehr geringen Werten wie 0,2 g/m² (S-31, S-32, S-34) und dem Maximalwert von rd. 470 g/m² in Steinprobe S-13 (Tab. 6). Der Mittelwert des Untersuchungsgebietes beträgt 28,9 g/m². Wie bei der Abundanz liegen alle drei Steinproben oberhalb dieses Mittelwertes. Die hohen Biomassewerte waren in dem Vorkommen von Seeanemonen (Actiniaria) sowie in größeren Stöcken von *Tubularia indivisa* und Muscheln (z.B. *Ensis leei*, *Limecola balthica*, *Mytilus edulis*) begründet. Weitere Stationen mit einer hohen Biomasse waren die Stationen S-15 und S-37, da hier dekapode Krebse *Carcinus maenas* bzw. *Liocarcinus holsatus* vorkamen, die ein sehr hohes Individualgewicht aufwiesen und ca. 90 % der Biomasse an diesen Stationen ausmachten.

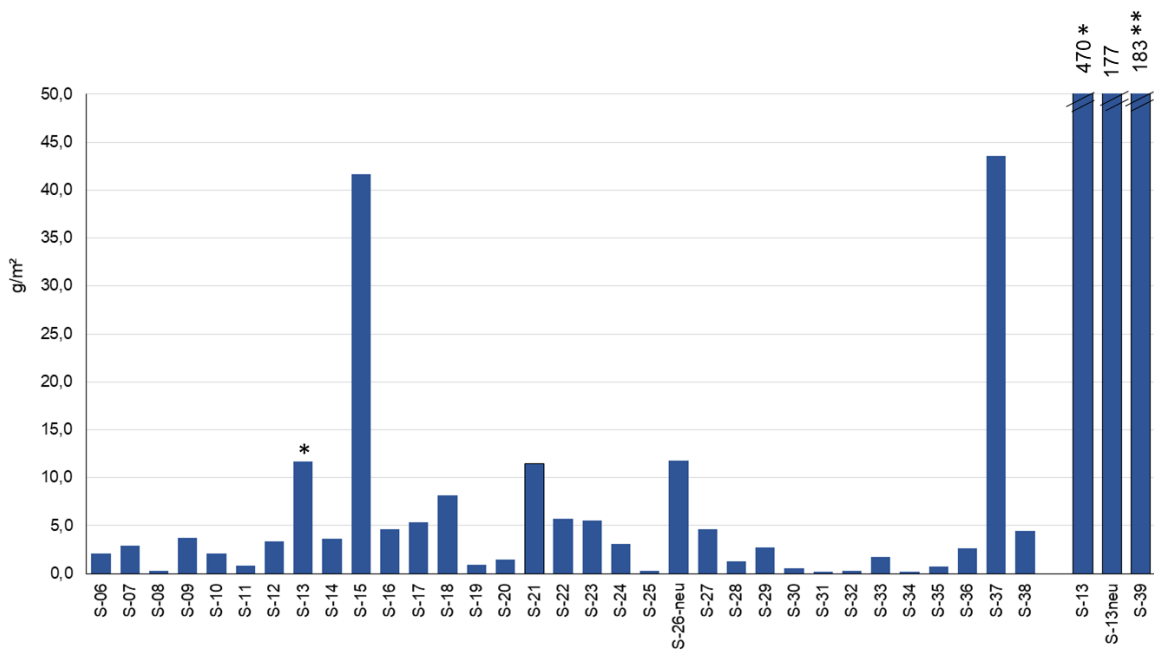


Abb. 22: Gesamtbiomasse (Frischgewicht in g/m²) an den 35 mittels van-Veen-Greifer im Sublitoral beprobten Stationen.

In den Abb. 23 bis Abb. 25 sind die zuvor beschriebenen Kennwerte für die Gesamtartenzahl, Gesamtartendichte und Gesamtbiomasse in einer Karte des Untersuchungsgebietes dargestellt. Dies visualisiert die Variabilität der Kenngrößen im Raum.

Die Gesamtartenzahl zeigt durchgängig geringe Werte im Flachwasserbereich (max. 10 Arten/Station) und Bereich des kleinen Anlegers (Abb. 23). Die hohen Artenzahlen der Steinproben heben sich im Untersuchungsgebiet deutlich von den übrigen Stationen ab. Diese Stationen befinden sich außerhalb der direkt von Baggerungen betroffenen Zufahrt. Die Bereiche des großen Anlegers mit den vier Liegewannen sowie die Zufahrt lassen hinsichtlich der Artenvielfalt räumlich kein klares Muster erkennen. Hier wechseln sich Stationen mit geringen Artenzahlen (S-32, S-22, S-28) und hohen Artenzahlen (S-21, S-26neu, S-29, S-37) ab.

Wie die Artenvielfalt zeigt auch die Gesamtartendichte eine hohe räumliche Variabilität ohne klar abgrenzbare Räume (Abb. 24). Insgesamt kamen nur 7 Stationen vor, die eine Artendichte ≥ 200 Ind./m² aufwiesen. Hohe Werte wiesen die drei Steinproben (auch ohne Berücksichtigung von *Mytilus*-Brut) auf. Daneben kamen einzelne Stationen verteilt über den Flachwasserbereich (S-06), den großen Anleger (S-26neu) und die Zufahrt (S-36) vor.

Bedingt durch das lokale Vorkommen weniger Arten mit einem sehr hohen Individualgewicht, konzentrieren sich hohe Biomassewerte in den Steinproben sowie vereinzelt im Bereich der Zufahrt an den Stationen S-37 und S-15 (Abb. 25).

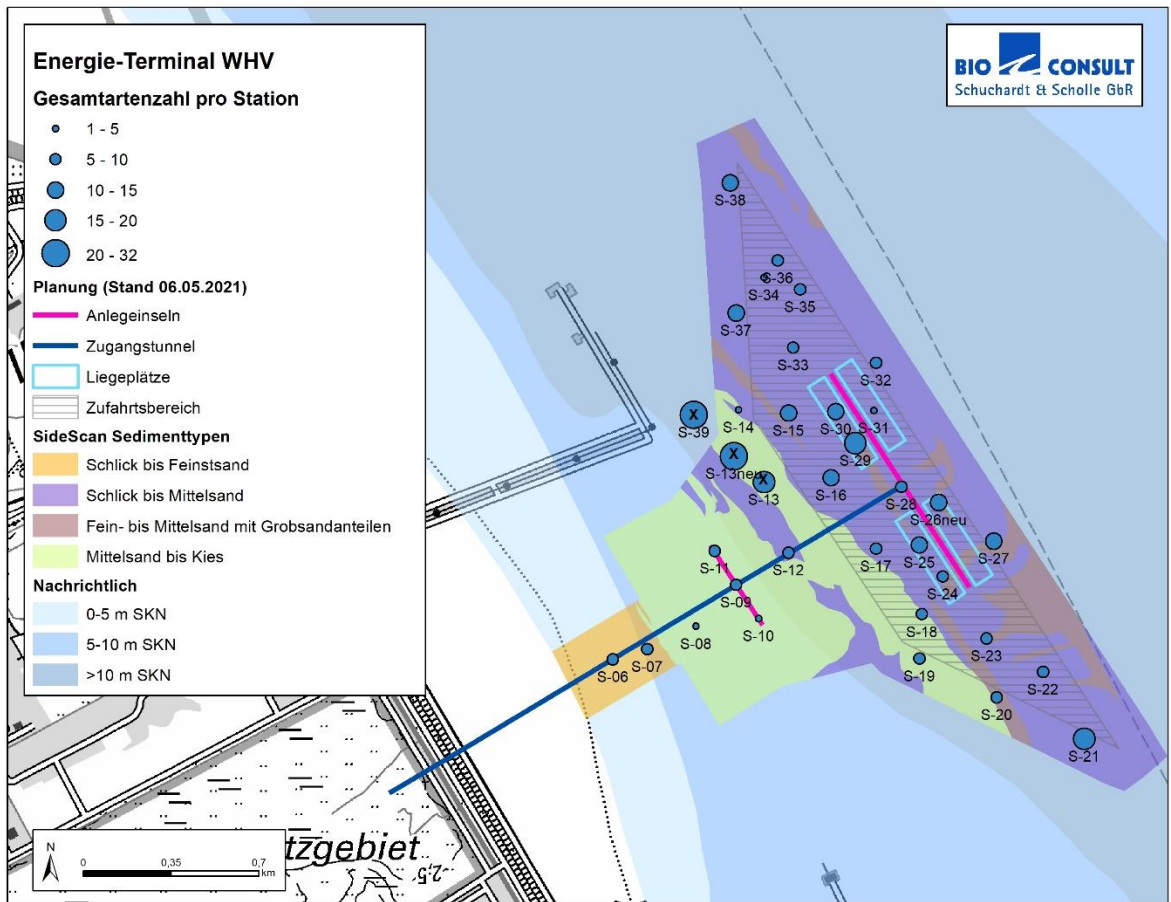
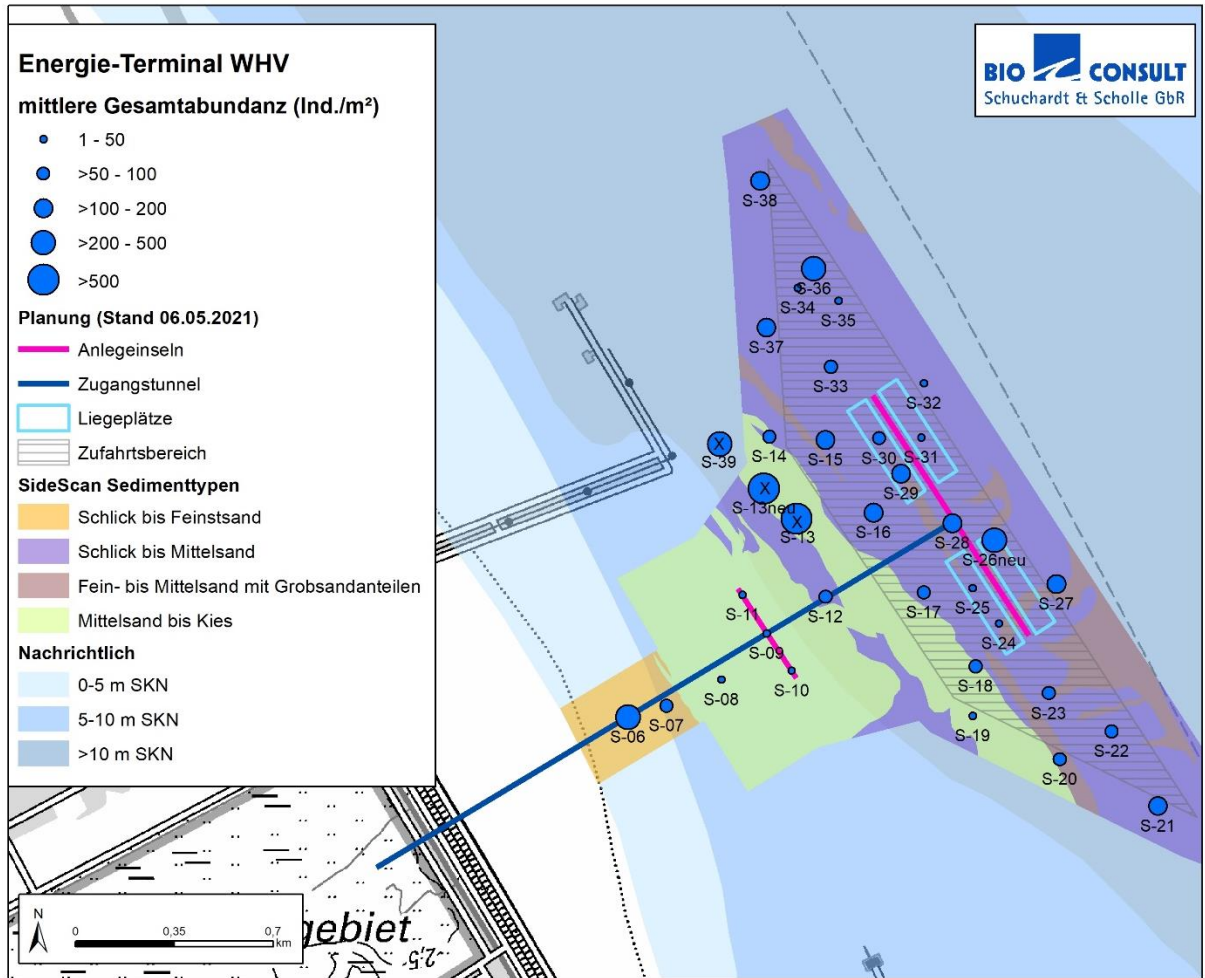


Abb. 23: Räumliche Visualisierung der Gesamtartenzahl (5 Klassen) an den 35 untersuchten Stationen des Vorhaben-gebietes.
Die semi-qualitativen Steinproben sind mit einem Kreuz markiert



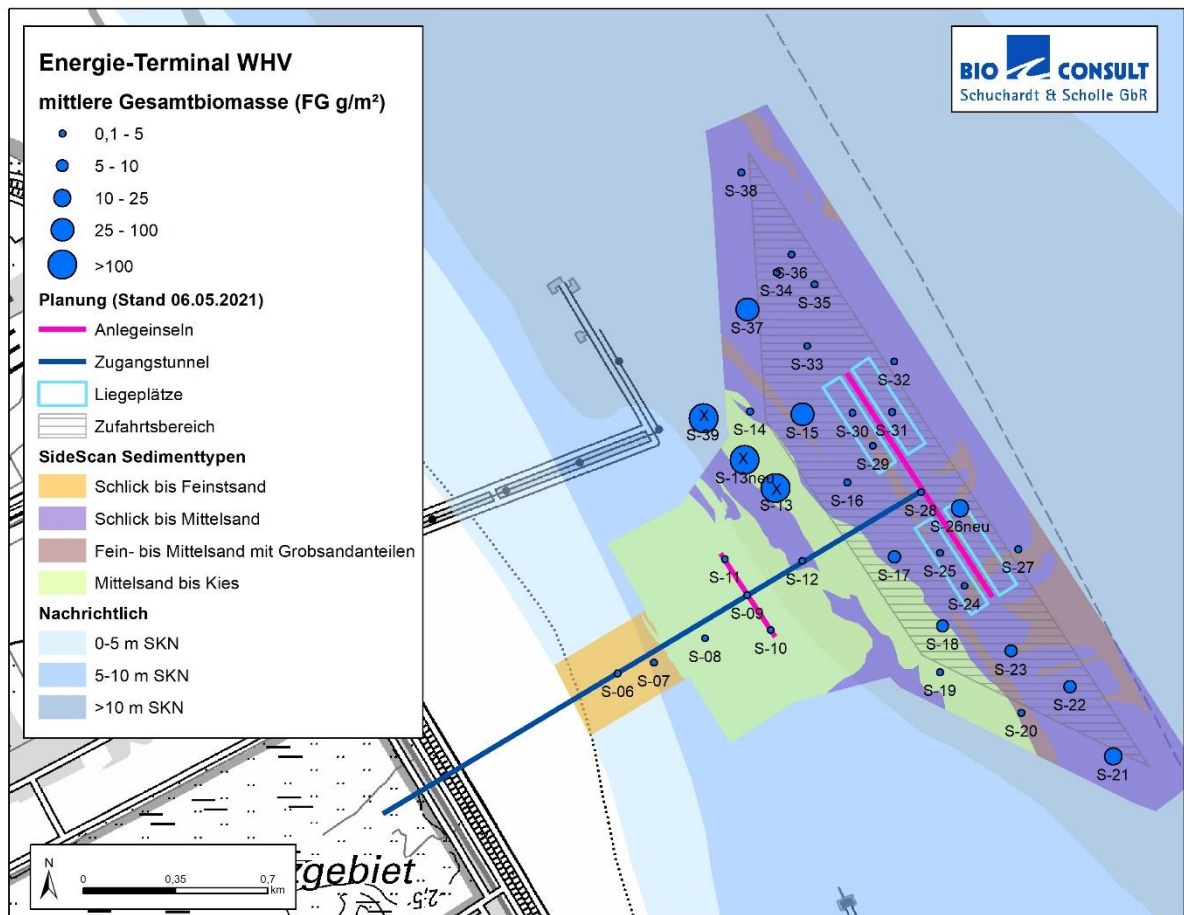


Abb. 25: Räumliche Visualisierung der Gesamtbiomasse (Frischgewicht g./m² in 5 Klassen) an den 35 untersuchten Stationen des Vorhabengebietes.
Die semi-quantitativen Steinproben sind mit einem Kreuz markiert

4.2.2.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse

Aufgrund der deutlichen Besiedlungsunterschiede zwischen den quantitativ beprobten Stationen und den semi-quantitativ beprobten Steinproben, werden die Ergebnisse der Dominanzverhältnisse getrennt für diese Gruppen dargestellt. Berücksichtigt wurden jeweils die fünf ranghöchsten Arten; die restlichen Arten subsummierten sich unter dem Begriff „Sonstige“.

Die 5 häufigsten Arten an den quantitativ beprobten Stationen im Sublitoral waren die Schwebegarnele *Gastrosaccus spinifer*, die insgesamt 17,1 % der Abundanz ausmachte, die Miesmuschel *Mytilus edulis* (10,8 %), die Amphipoden *Bathyporeia elegans* (8,4 %) und *Bathyporeia sarsi* (8,0 %) sowie der Polychaet *Scoloplos armiger* (7,9 %) (Abb. 26). Sonstige Arten machten einen relativ hohen Anteil von 47,7 % aus.

Die Biomasse wurde von der Strandkrabbe *Carcinus maenas* mit Anteil von 21,4 % sowie der Schwimmkrabbe *Liocarcinus holsatus* (21,2 %) geprägt, die beide ein hohes Individualgewicht im Vergleich zu den meist deutlich kleineren Infauna-Arten aufwiesen. Beide Arten wurden mit nur einem Individuum im Untersuchungsgebiet erfasst (s. Kap. 4.2.2.3). Weitere in Bezug auf die

Biomasse dominante Arten/Taxa waren *Limecola balthica* (11,9 %), *Gastrosaccus spinifer* (9,6 %) sowie Tubulariidae indet. (8,9 %).

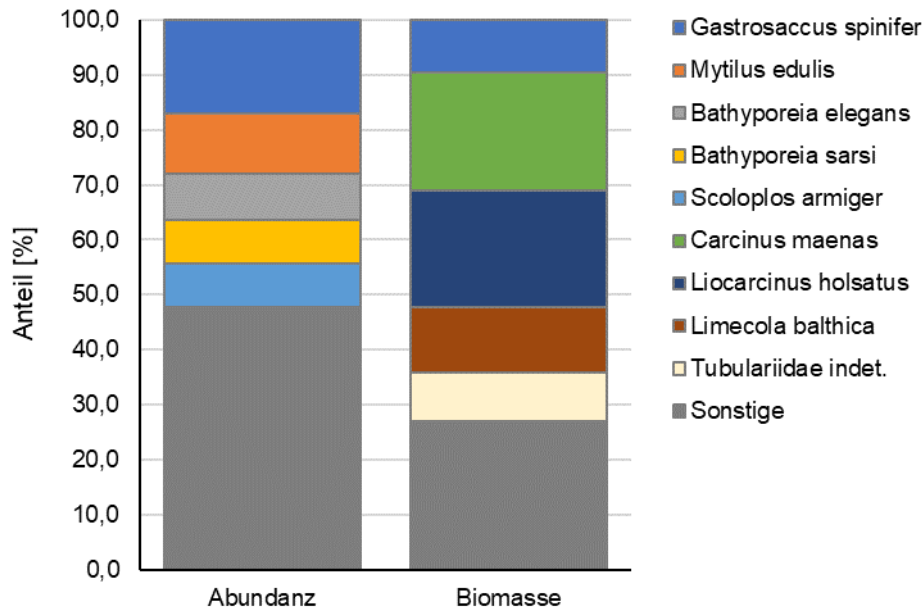


Abb. 26: Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (van-Veen-Greifer) in Bezug auf die Abundanz und Biomasse an den quantitativ beprobten Stationen im Sublitoral. Es wurden die 5 dominanten Arten (Mittel der Stationswerte) berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten. Station S-13 wurde nicht berücksichtigt, da an dieser Station nur 1 quantitativer Greifer erfasst wurde

An den semi-quantitativen Stationen (Steinproben) dominierten juvenile *Mytilus edulis* (Brut) zu 89 % die Abundanz. Ohne Berücksichtigung der *Mytilus*-Brut, waren Actiniaria, die Seepocke *Semibalanus balanoides*, die Seeassel *Nymphon brevirostre*, der Oligochaet *Tubificoides benedii* und die Seeassel *Anoploactylus petiolatus* die numerisch dominanten Arten (Abb. 27).

Die Biomasse an den semi-quantitativen Stationen wurde zu über 95 % durch primäre Hartsubstraten bestimmt. Dies waren zum einen Actiniaria, die im Mittel 81 % der Biomasse ausmachten und zum anderen die Hydrozoen *Tubularia indivisa*, die 15 % der Biomasse stellte (Abb. 27). Weitere nach ihrer Biomasse dominante Arten waren *Ensis leei*, *Facelina* spp., *Abra alba* und *Limecola balthica*.

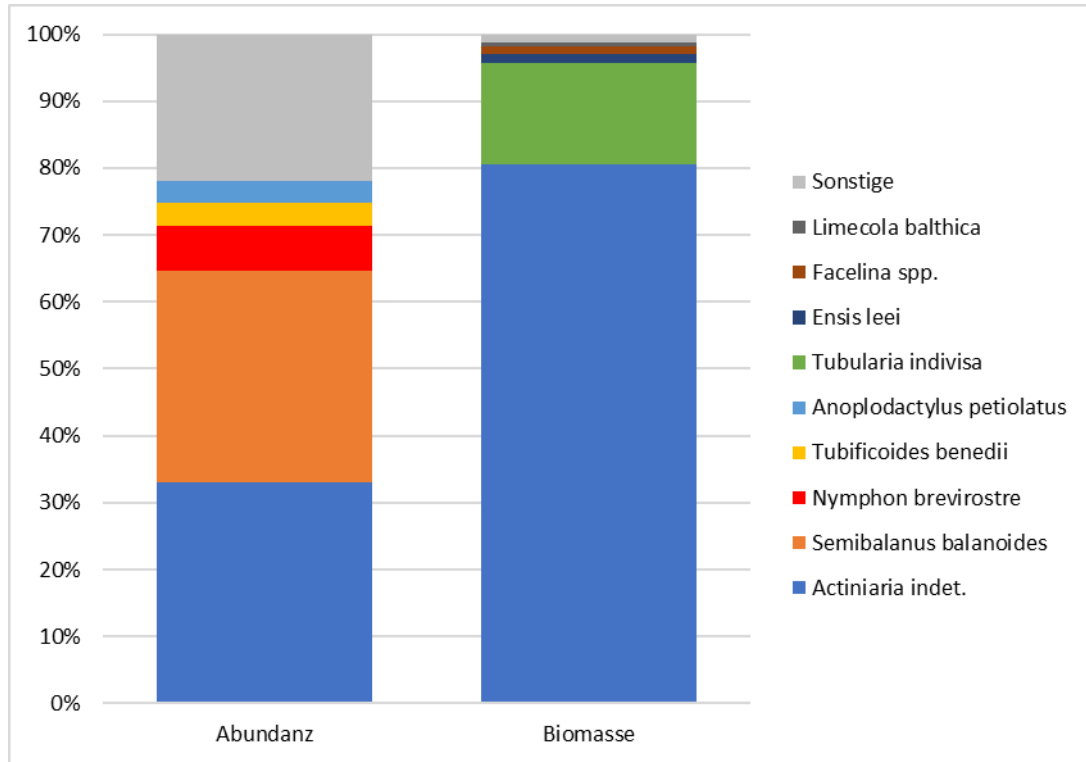


Abb. 27: Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (van-Veen-Greifer) in Bezug auf die Abundanz und Biomasse an den 3 semi-quantitativ beprobten Stationen (Steinproben) im Sublitoral. Es wurden die 5 dominanten Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten. *Mytilus edulis*-Brut wurde von der Analyse ausgeschlossen

Abb. 28 zeigt die an den steingepprägten Stationen vorgefundene Aufwuchsfauna. Der habitatbildende Charakter der Art *Tubularia indivisa* ist hier deutlich erkennbar. Diese Art, sowie weitere Hydrozoen spielen als habitatbildende Arten eine übergeordnete Rolle für die Strukturhöhung in diesem Gebiet. Durch die Bereitstellung eines solchen Habitats wird die weitere Ansiedlung der sekundären Hartsubstratarten, begünstigt bzw. ermöglicht und die Artenvielfalt dadurch deutlich erhöht.

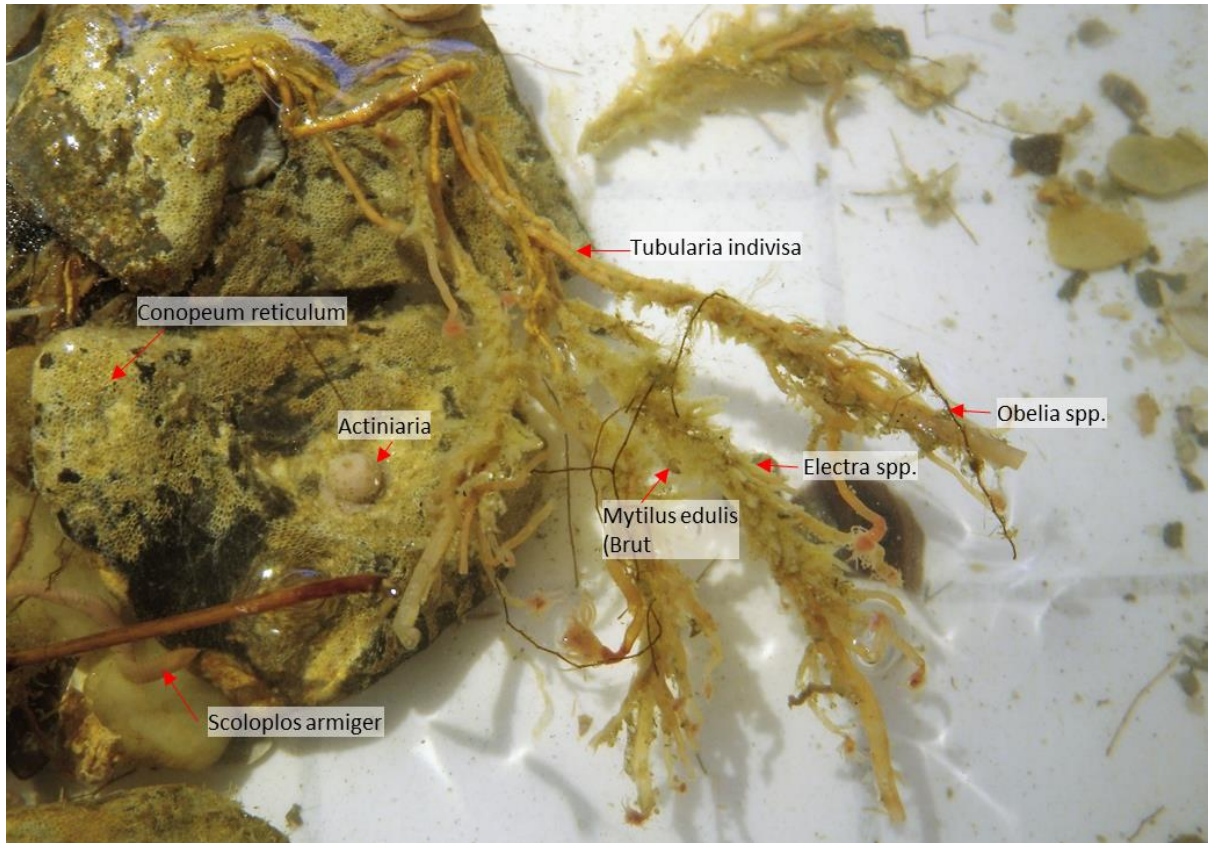


Abb. 28: Foto der Aufwuchsfuna auf einem Stein an Station S-39.
Der Polychaet *Scoloplos armiger* gehört zur Infauna

4.2.2.5 Multivariate Gemeinschaftsanalyse

In Abb. 29 ist das Dendrogramm aus der Clusteranalyse anhand der Arten-Abundanzstruktur (Mittelwerte pro Station bzw. Einzelgreifer bei S-13) für alle Stationen dargestellt. Die Clusteranalyse mit assoziiertem SIMPROF-Test (Signifikanzniveau 5 %) zeigt, dass sich die Benthosbesiedlung der quantitativen Greiferproben und der Steinproben signifikant (schwarze Linien zeigen signifikante Unterschiede an) unterschied. Die Trennung erfolgte auf einem relativ geringen Ähnlichkeitsniveau von rd. 12 %. Innerhalb der zwei Gruppen erfolgte keine weiteren signifikante Gruppierung von Stationen.

In Tab. 7 sind die Arten gelistet, die nach SIMPER-Analyse kumulativ zu 75 % zur gruppeninternen Ähnlichkeit beigetragen haben. In den quantitativen Greiferproben waren dies neben der Bryozoe *Electra pilosa* v.a. Weichbodenarten wie *Scoloplos armiger*, *Limecola balthica* und *Nephtys cirrosa*. In den semi-quantitativ erhobenen Steinproben war ein großer Teil der gruppeninternen Ähnlichkeit auf Hartsubstratbesiedler wie juvenile *Mytilus edulis*, *Actinaria*, *Nymphon brevisrostre*, *Oerstedtia dorsalis* und *Anoplodactylus petiolatus* und weniger auf Weichbodenarten (*Lanice conchilega*, *Gattyana cirrhosa*) zurückzuführen.

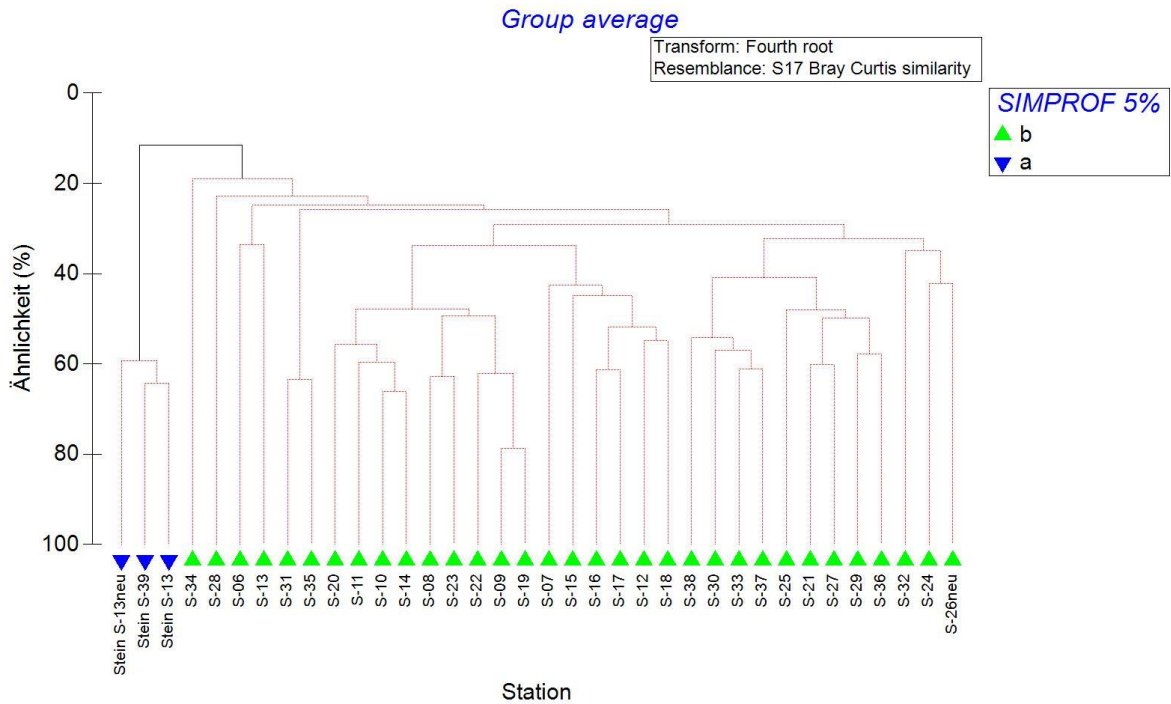


Abb. 29: Clusterdendrogramm auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (alle Arten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.

Stein: semi-quantitativ beprobte Stationen, Station S-13 wurde jeweils mit 1 Einzelgreifer quantitativ und semi-quantitativ beprobt, Station S-39 mit zwei Greifern, alle übrigen mit 3 Greifern pro Station (vgl. Tab. 1)
 Schwarze Linien zwischen den Clustern/Stationen deuten signifikante Trennungen an

Tab. 7: Arten, die nach SIMPER kumulativ zu 75 % zur gruppeninternen Ähnlichkeit innerhalb eines dominanten Sedimenttyps aus der Clusteranalyse beigetragen haben.

Con: Prozentualer Anteil einer Art an der gruppeninternen Ähnlichkeit, cut-off bei 70 %

vV quantitativ	Con	Steinproben	Con
<i>Electra pilosa</i>	16,8	<i>Mytilus edulis</i>	23,6
<i>Scoloplos armiger</i>	15,2	Actiniaria indet.	10,4
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	11,9	<i>Nymphon brevirostre</i>	7,2
<i>Limecola balthica</i>	10,1	<i>Oerstedtia dorsalis</i>	6,0
<i>Nephtys cirrosa</i>	10,0	<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	5,9
<i>Obelia</i> spp.	5,8	<i>Lanice conchilega</i>	5,8
<i>Tubularia indivisa</i>	5,7	<i>Gattyana cirrhosa</i>	4,9
		<i>Asterias rubens</i>	4,9
		<i>Obelia bidentata</i>	3,7
		<i>Tubularia indivisa</i>	3,7

Der MDS-Plot bestätigt grundsätzlich die Ergebnisse der Clusteranalyse (Abb. 30). Symbolisch hervorgehoben ist der Sedimenttyp (dominante Kornfraktion) einer Station. Der Plot verdeutlicht, dass keine klare Trennung der Stationen anhand der dominanten Korngröße auftritt, da z.T. von Schlick

dominierte Stationen im Plot nah an Grobsand-Stationen angeordnet werden und vice versa. Dennoch gruppieren sich die schlickgeprägten Stationen tendenziell im oberen Bereich des Plots, die Mittel- und Grobsand-Stationen im mittleren Bereich und die Feinsand-Stationen bilden Übergänge in beide Richtungen.

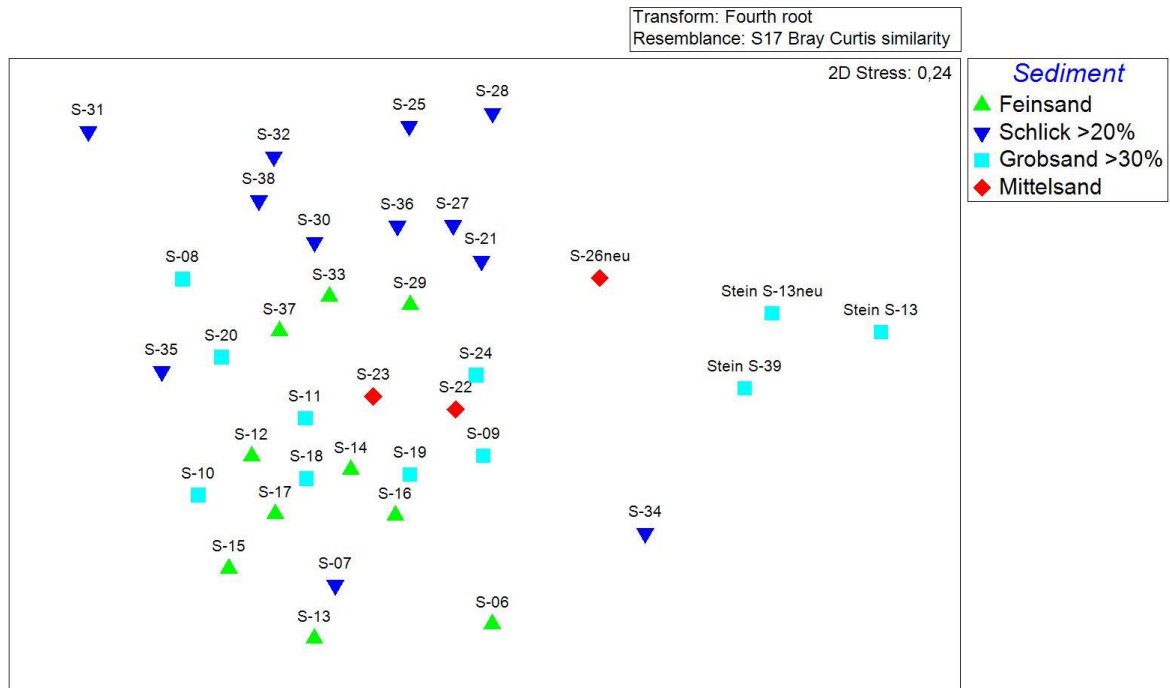


Abb. 30: MDS-Plot auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (alle Arten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.

Der in Abb. 30 dargestellte MDS-Plot berücksichtigt sowohl die im und auf dem Substrat lebende Weichbodenfauna als auch die Hartsubstratfauna. Das Vorkommen der Hartsubstratfauna ist von der Verfügbarkeit von Hartsubstrat (Steine, Kies, Schill) abhängig. Das Vorkommen von Hartsubstraten aber ist wiederum nicht zwingend an einen Sedimenttyp gekoppelt (s. z.B. auch Steinverteilung in Abb. 18). Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde die multivariate Analyse noch einmal unter Ausschluss der Hartsubstratarten durchgeführt (s. markierte Arten in Tab. 5, *Petricolaria pholadiformis* wurde integriert s.u.). Ebenso wurden große vagile Arten (*Carcinus*, *Liocarcinus*, *Crangon*) sowie supra-benthische Arten (Gattung *Schistomysis*) von der Analyse ausgeschlossen.

Das Dendrogramm für die Weichbodenfauna separiert zwei Cluster (Gruppe a und c) sowie die Einzelstation S-28 (Abb. 31). Station S-28 (Cluster b) ist die einzige Station, die eine Besiedlung mit dem Schlickkrebis *Corophium volutator* (120 Ind./m²) aufwies und eine von zwei Stationen, die in hoher Dichte von der Bohrmuschel *Petricolaria pholadiformis* (starke Bindung an verhärtete Böden wie Klei/Torf) besiedelt war. Das zweite Cluster „a“ umfasst die 3 semi-quantitativ beprobten Stationen (Steinproben) und Station S-34. Nach SIMPER vereint diese Gruppe zu einem Anteil von 58 % das Vorkommen des Bäumchenröhrenwurmes *Lanice conchilega* und des Polychaeten *Gattyana cirrosa*. Letzterer zeigt nach RABAUT et al. (2007) eine starke Bindung an *L. conchilega*. Die Ähnlichkeit in Gruppe „c“, welche alle übrigen quantitativ beprobten Stationen umfasst, basiert nach

SIMPER zu 80 % auf dem Vorkommen von *Scoloplos armiger*, *Gastrosaccus spinifer*, *Nephtys cirrosa* und *Limecola balthica*.

Der MDS-Plot der Besiedlungsstruktur der Weichbodenfauna zeigt die Anordnung der Stationen unter Hervorhebung der dominanten Kornfraktion (Abb. 32). Auch hier findet keine scharfe Trennung zwischen den dominanten Sedimenttypen statt. Allerdings ist der Übergang von Grobsand über Feinsand zu Schlick etwas klarer. Insgesamt besiedeln in dem untersuchten Gebiet viele Arten eine große Spannbreite von Sedimenten.

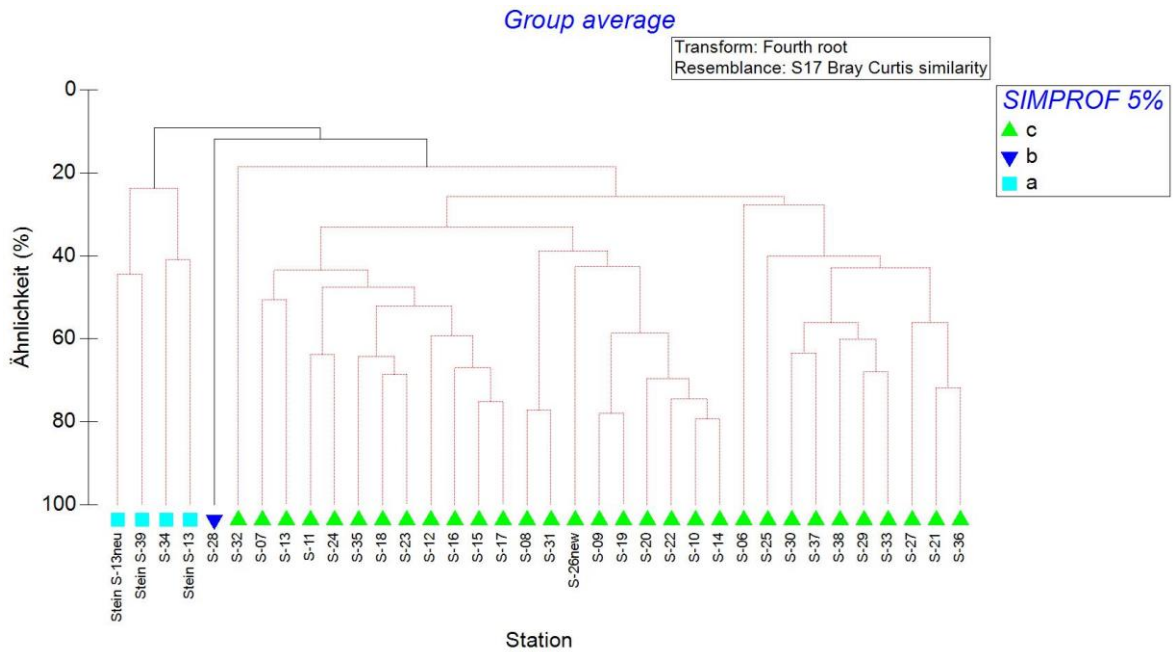


Abb. 31: Clusterdendrogramm auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (nur Weichsubstratarten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.
 Stein: semi-quantitativ beprobte Stationen, Station S-13 wurde jeweils mit 1 Einzelgreifer quantitativ und semi-quantitativ beprobt
 Schwarze Linien zwischen den Clustern/Stationen deuten signifikante Trennungen an

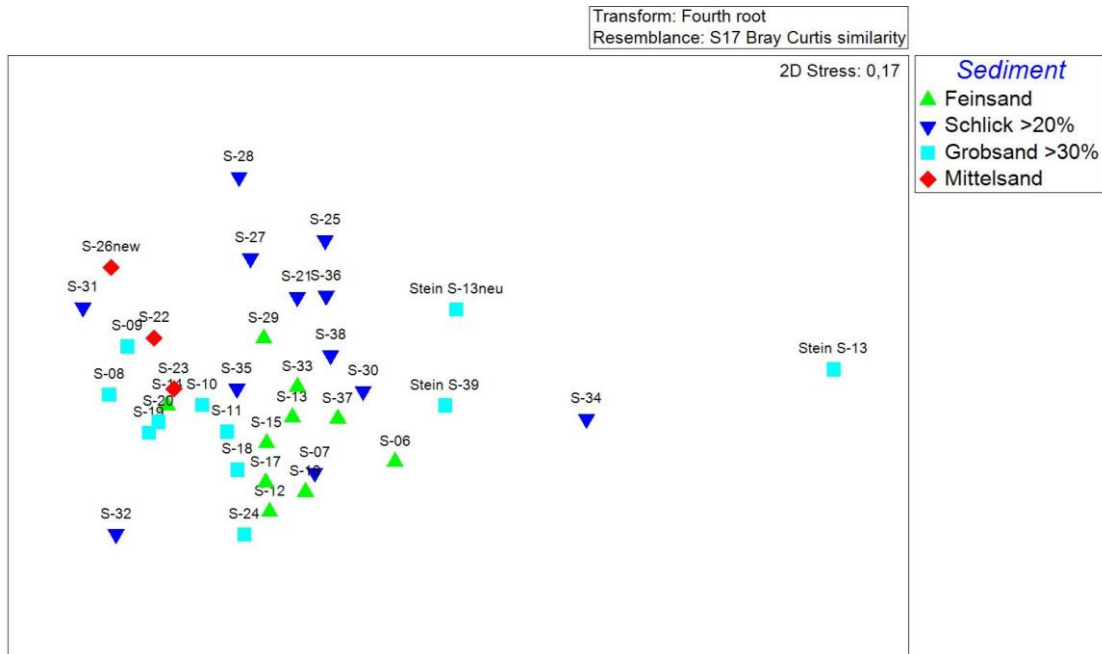


Abb. 32: MDS-Plot auf Basis der Arten-Abundanzstruktur (nur Weichsubstratarten) an den im Sublitoral mittels van-Veen-Greifern beprobten Stationen.

In Tab. 8 sind alle Arten gelistet, die zu 90 % der gruppeninternen Ähnlichkeit der vier dominanten Sedimenttypen beigetragen haben. Es wird deutlich, dass einige Arten in mehreren Sedimenttypen zur gruppeninternen Ähnlichkeit beitragen, was die Übergänge zwischen den Sedimenttypen verdeutlicht. An Stationen mit feineren Sedimenten haben Arten wie *Limecola balthica*, *Bathyporeia elegans*, *Nephtys hombergii* eine höheren Beitrag zur gruppeninternen Ähnlichkeit als an mittel- und grobsandigen Stationen, die durch *Gastrosaccus spinifer* und *Nephtys cirrosa* geprägt sind. Der Polychaet *Scoloplos armiger*, eine der stetigsten und häufigsten des Gebietes, wies sowohl für Feinsand als auch für Grobsand den jeweils höchsten Beitrag zur gruppeninternen Ähnlichkeit.

Tab. 8: Weichsubstratarten, die nach SIMPER kumulativ zu 90 % zur gruppeninternen Ähnlichkeit innerhalb eines dominanten Sedimenttyps aus der Clusteranalyse beigetragen haben.
 Con: Prozentualer Anteil einer Art an der gruppeninternen Ähnlichkeit, cut-off bei 90 %

Schlick >20%	Con	Feinsand	Con	Mittelsand	Con	Grobsand >30%	Con
<i>Limecola balthica</i>	18,5	<i>Scoloplos armiger</i>	32,1	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	85,5	<i>Scoloplos armiger</i>	28,5
<i>Bathyporeia elegans</i>	15,9	<i>Limecola balthica</i>	25,8	<i>Scoloplos armiger</i>	14,5	<i>Nephtys cirrosa</i>	27,1
<i>Nephtys hombergii</i>	14,2	<i>Nephtys cirrosa</i>	15,6			<i>Gastrosaccus spinifer</i>	22,3
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	12,3	<i>Nephtys spp.</i>	7,9			<i>Limecola balthica</i>	10,0
<i>Bathyporeia pelagica</i>	11,3	<i>Nephtys hombergii</i>	5,3			<i>Lanice conchilega</i>	2,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	7,2	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	4,5				

Schlick >20%	Con	Feinsand	Con	Mittelsand	Con	Grobsand >30%	Con
<i>Petricolaria pho-</i> <i>ladiformis</i>	6,3						
<i>Scoloplos armi-</i> <i>ger</i>	5,7						

4.2.3 Benthos (Epifauna – 1m-Dredge)

4.2.3.1 Artenspektrum

Bei der Untersuchung der Epifauna im Sublitoral mittels 2 m-Baumkurre wurden im Frühjahr 2021 insgesamt 36 „Arten“ (vgl. Kap. 3.6.2) der Epifauna aus 11 Großgruppen erfasst. Von diesen 36 Arten wurden 10 Arten quantitativ und 35 qualitativ erfasst (vgl. Kap. 3.3.2.2).

Die artenreichste Gruppe der Epifauna waren die Crustacea und Hydrozoa mit jeweils 8 Arten. Hierauf folgten Bryozoa (6 Arten) und Anthozoa (*Metridium senile* konnte deutlich von den übrigen Actiniaria separiert werden), Nemertea, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda und Pycnogonida mit jeweils 2 Arten. Echinodermata und Entoprocta waren jeweils mit nur einer Art vertreten.

Tab. 9: Artenspektrum der Epifauna (2 m-Baumkurre) an den im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).

Für die quantitativ erfassten Arten ist die Abundanz pro Station (Ind./ha) angegeben.

*: kein für das Gesamtartenspektrum als eigenständige Art gewertetes Taxon, grün hinterlegt: qualitativ erfasste Art; x: Präsenz qualitativ erfasster Arten; blau hinterlegt: kein für die Kampagne als eigenständige Art gewertetes Taxon; N: Art zählt in deutschen Gewässern als Neozoe
 prim. HA: primäre Hartsubstratart; sek. HA: sekundäre Hartsubstratart; Rote Liste (RL) nach RACHOR et al. (2013): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion).

Taxa	RL-Kat.	Neozoa	Prim. HA	Sek. HA	D-01	D-04	D-05	D-06	D-07	D-12	D-13	Gesamt
Hydrozoa												
<i>Bougainvillia spp.</i>			X		X		X	X	X			X
<i>Clytia hemisphaerica</i>			X				X	X				X
<i>Lovenella clausa</i>			X			X		X				X
<i>Obelia bidentata</i>			X		X	X	X	X				X
<i>Obelia dichotoma</i>			X			X					X	X
<i>Obelia longissima</i>			X						X			X
<i>Sertularia cupressina</i>	G		X		X	X	X	X	X		X	X
<i>Tubularia indivisa</i>			X		X	X	X	X	X	X	X	X
Anthozoa												
Actiniaria indet.*			X				154,0		91,8			35,1
<i>Metridium senile</i>	G		X								43,0	6,1
Entoprocta												
<i>Pedicellina nutans</i>			X						X			X
Bryozoa												
Alcyonidiidae indet.			X				X				X	X
<i>Anguinella palmata</i>			X			X	X		X			X
<i>Conopeum reticulum</i>			X						X			X
<i>Einhornia crustulenta</i>			X								X	X
<i>Electra pilosa</i>			X		X	X	X	X	X		X	X
<i>Farrella repens</i>			X			X	X	X	X		X	X

Taxa	RL-Kat.	Neozoa	Prim. HA	Sek. HA	D-01	D-04	D-05	D-06	D-07	D-12	D-13	Gesamt
Nemertea												
Nemertea indet.							X				X	X
<i>Oerstedia dorsalis</i>									X			X
Polychaeta												
<i>Gattyana amondseni</i>											X	X
<i>Lanice conchilega</i>							X					X
Terebellidae indet.*									X			X
Bivalvia												
<i>Magallana gigas</i>		N	X								86,0	12,3
<i>Mytilus edulis</i>			X			X	X	X	X			X
Gastropoda												
<i>Crepidula fornicata</i>		N	X								22,5	3,2
<i>Epitonium spp.</i>											43,0	6,1
Pycnogonida												
<i>Nymphon brevirostre</i>				X	X				X			X
<i>Phoxichilidium femoratum</i>	R			X		X			X			X
Crustacea												
<i>Balanus crenatus</i>			X				X		X		X	X
<i>Carcinus maenas</i>					290,7	304,7		363,5	45,9	47,8	86,0	162,6
<i>Corophiidae indet.</i>							X					X
<i>Crangon crangon</i>						609,3	461,9	10904,1	458,8	1553,1	3309,2	2470,9
<i>Gammaropsis nitida</i>				X			X					X
<i>Liocarcinus holsatus</i>					4651,1	914,0	154,0	1453,9	91,8	1051,3	1332,3	1378,3
<i>Pagurus bernhardus</i>							154,0					22,0
<i>Photis longicaudata</i>				X		X						X
Echinodermata												

Taxa	RL-Kat.	Neozoa	Prim. HA	Sek. HA	D-01	D-04	D-05	D-06	D-07	D-12	D-13	Gesamt
<i>Asterias rubens</i>						304,6603 21	307,9523 54	363,4699 13		286,7317 53	42,97695 51	186,5416 14
Gesamtartenzahl					8	15	20	13	19	5	18	35
Anzahl quantitativ erfasste Arten					2	4	5	4	4	4	8	10

4.2.3.2 Rote-Liste-Arten und Neozoen

Mit der 2 m-Baumkurre wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 3 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) nachgewiesen.

Dies waren zum einen die Hydrozoe *Sertularia cupressina* und die Anthozoe *Metridium senile*, die unter der Gefährdungskategorie G, „Gefährdung unbekanntes Ausmaßes“ geführt werden. Weiter kam die Asselspinne *Phoxichilidium femoratum* mit der Gefährdungsstufe R, „extrem selten, geographische Restriktion“ vor. Alle drei Rote-Liste-Arten wurden qualitativ erfasst.

Als Neozoen für das deutsche Küstengewässer wurden im Untersuchungsgebiet die folgenden 2 Arten nachgewiesen: die Pazifische Auster *Magallana gigas* und die Amerikanische Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata*. Beide, als primäre Hartsubstratsiedler kategorisierten Arten wurden nur in Hol D-13 nachgewiesen.

4.2.3.3 Besiedlungskennwerte

Im gesamten Untersuchungsgebiet lag die mittlere Artenzahl bei 14,0 Arten/Hol (Abb. 33). Im Mittel wurden 9,6 Arten/Hol qualitativ erfasst und 4,4 Arten/Hol waren quantitativ erfasste Arten. Die geringste Artenzahl von 5 Arten wurde in Hol D-12 erfasst und die höchste Artenzahl von 20 Arten in Hol D-05.

Der Anteil primärer Hartsubstratarten - also hauptsächlich Arten der Großgruppen Hydrozoa, Bryozoa und Anthozoa, aber auch Mollusca und Crustacea – machten mit Ausnahme von Hol D-12 den größten Anteil der erfassten Arten aus. Sekundäre Hartsubstratarten wurden nur in 4 von 7 Hols nachgewiesen mit einem Maximum von 2 Arten.

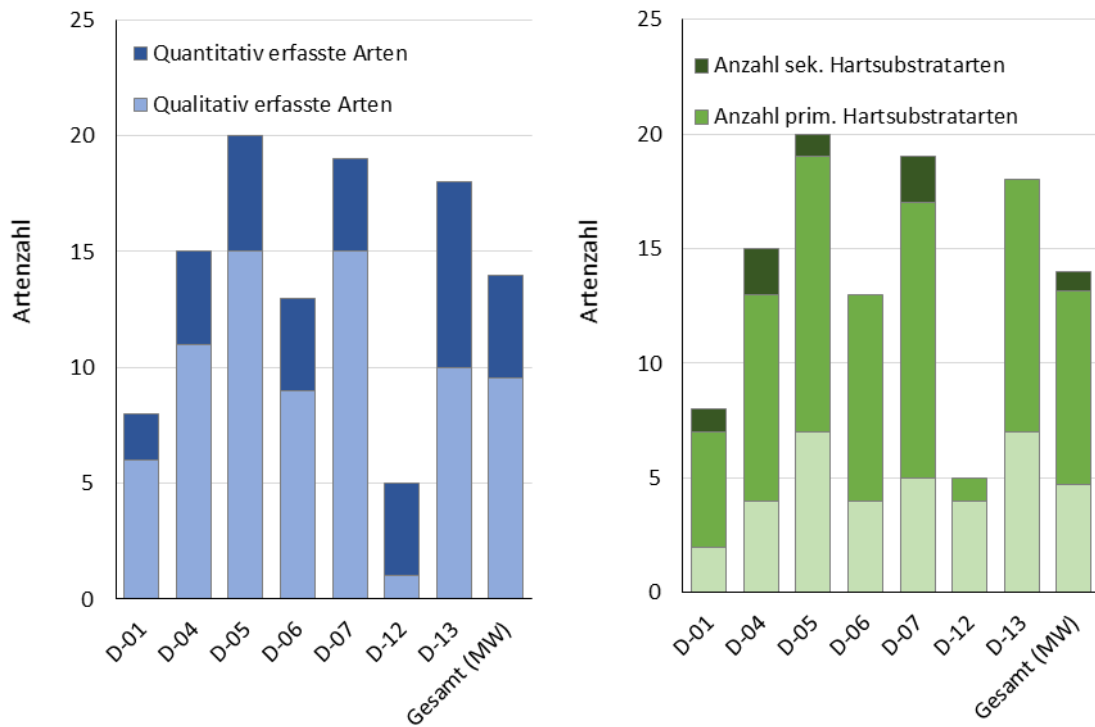


Abb. 33: Gesamtartenzahlen an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre). Dargestellt werden qualitativ und quantitativ erfasste Arten (links) sowie die Anzahlen der als primäre und sekundäre kategorisierten Arten (rechts).

Die Gesamtabundanz lag im Mittel bei 4.283,3 Ind./ha mit einem Maximum von 13.084,9 Ind./ha in Hol D-06 und einem Minimum von 688,2 Ind./ha in Hol D-07.

Die mittlere Biomasse lag im Untersuchungsgebiet bei 33.624,3 Ind./ha mit einem Maximum von 76.162,1 Ind./ha in Hol D-01 und einem Minimum von 2.492,2 Ind./ha in Hol D-07.

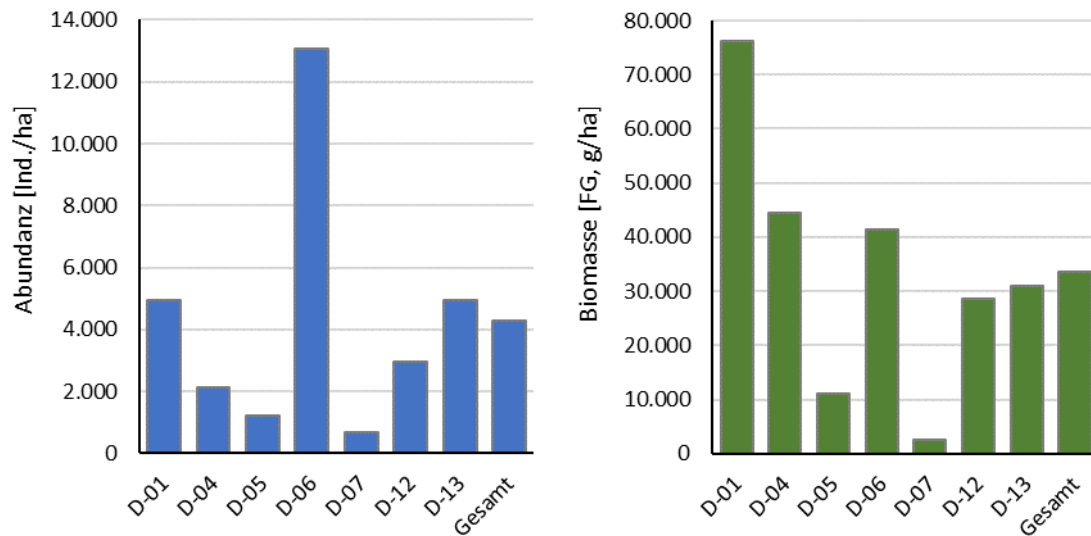


Abb. 34: Gesamtabundanz (links) und -biomasse (rechts) an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).

4.2.3.4 Dominanzverhältnisse nach Abundanz und Biomasse

Die Dominanzverhältnisse der Epifauna an den Stationen im Sublitoral in Bezug auf die Abundanz und Biomasse sind graphisch in Abb. 35 und Abb. 36 dargestellt.

Zwei Arten dominierten die Epifauna im Untersuchungsgebiet an allen beprobten Stationen deutlich. Dies waren die Schwimmkrabbe *Liocarcinus holsatus* und die Nordseegarnele *Crangon crangon*. Beide Arten machten zusammen durchschnittlich 89,9 % der Epifauna-Abundanz im Untersuchungsgebiet aus. Die Schwimmkrabbe war dabei an allen Hols vertreten während die Nordseegarnele nicht in Hol D-01 erfasst wurde. In Hol D-06 kam sie jedoch sehr häufig vor mit einem Abundanzanteil von 83,3 % und einer Abundanz von 10.904,1 ind./ha.

Weitere nach ihrer Abundanz dominante Arten waren der Gemeine Seestern *Asterias rubens*, die Strandkrabbe *Carcinus maenas*, der Einsiedlerkrebs *Pagurus bernhardus*, die Pazifische Auster *Magallana gigas* sowie Seeanemonen (Actiniaria indet.). Diese machten jedoch im Durchschnitt über das gesamte Untersuchungsgebiet jeweils weniger als 5 % der Abundanzverteilung aus.

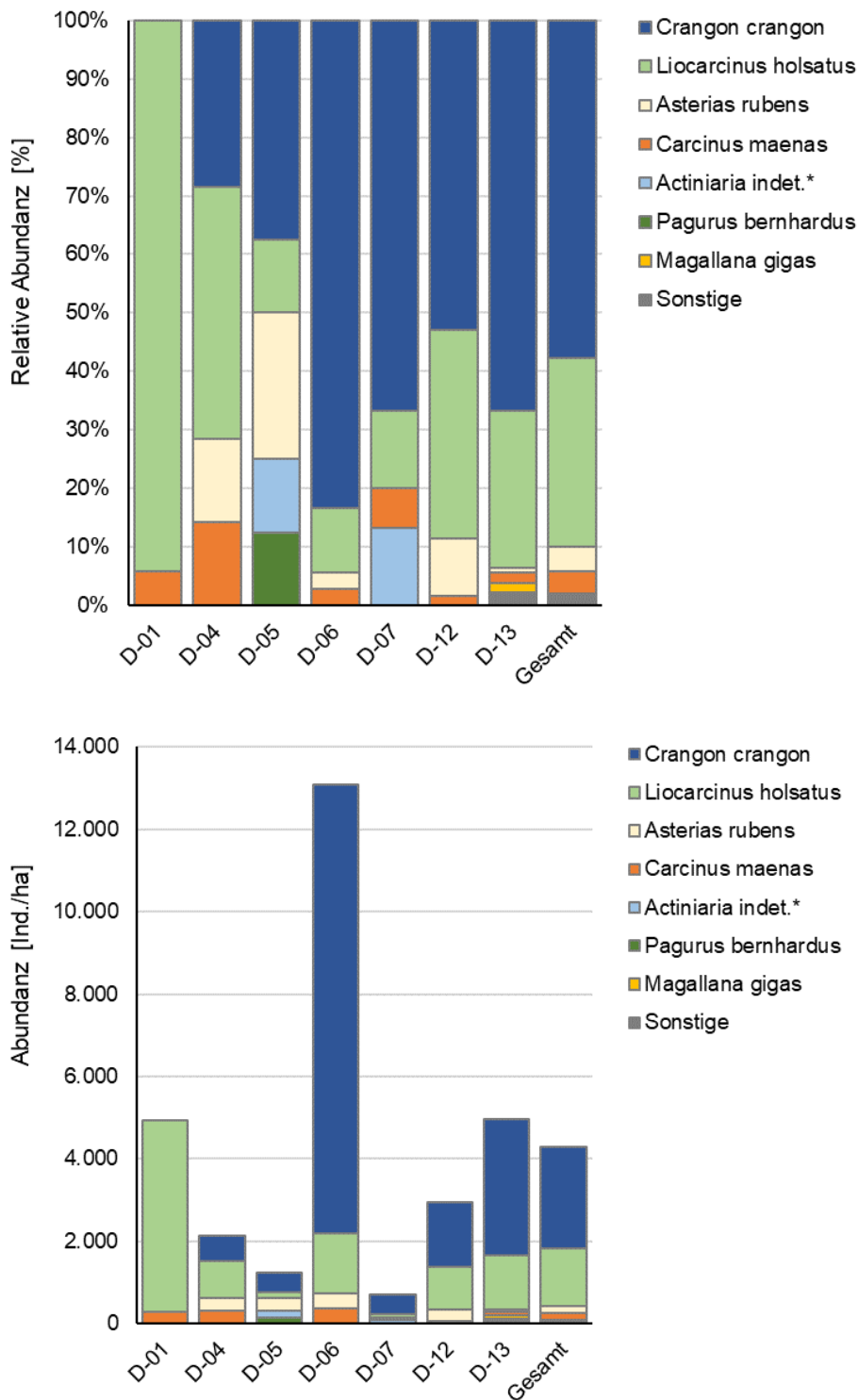


Abb. 35: Dominanzverhältnisse (relative und absolute Abundanz) der Epifauna an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre).
 Es wurden die jeweils 5 dominanten Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

Die Biomasse wurde an allen beprobten Stationen durch Arten mit einer relativ hohen Individualbiomasse dominiert. Über das gesamte Untersuchungsgebiet waren die nach ihrer Biomasse dominanten Arten die Schwimmkrabbe *Liocarcinus holsatus* (52,1 %), die Strandkrabbe *Carcinus maenas* (25,7 %), der gemeine Seestern *Asterias rubens* (9,6 %), die Nordseegarnele *Crangon crangon* (9,3 %) sowie Schnecken der Gattung *Epitonium* spp..

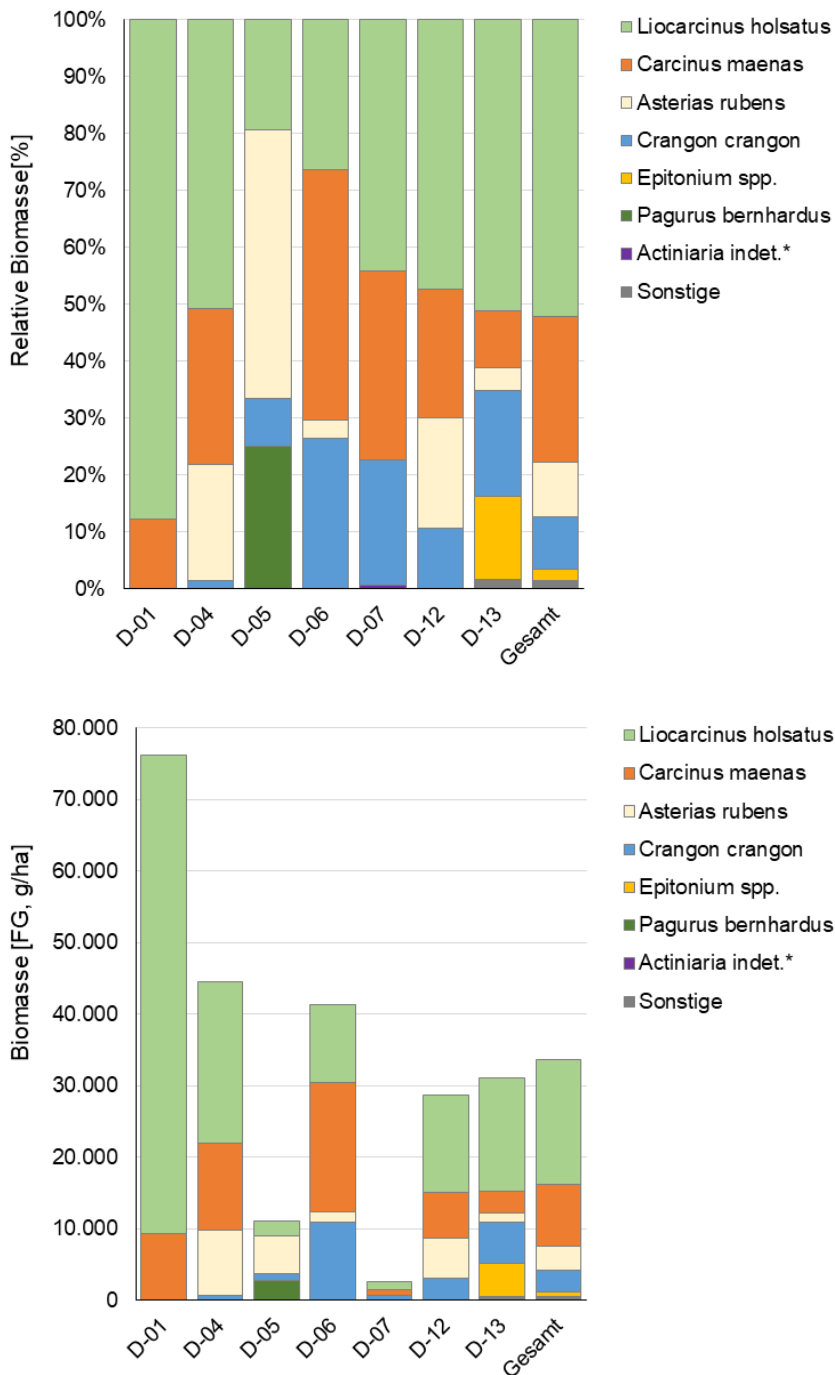


Abb. 36: Dominanzverhältnisse (relative und absolute Biomasse) der Epifauna an den im Sublitoral beprobten Stationen (2 m-Baumkurre). Es wurden die jeweils 5 dominanten Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

4.2.3.5 Multivariate Gemeinschaftsanalyse

Eine Auswertung der Arten-Abundanzstruktur (nur quantitativ erfasste Arten) mittels multivariater Analyse ergab, dass sich die Gemeinschaftszusammensetzung der Epifauna in den Hols nicht statistisch signifikant voneinander trennen ließen (SIMPROF-Test, Abb. 37).

Durch die Präsenz von nur 2 Arten unterschied sich der Hol D-01 am stärksten von den anderen Hols und wies eine Ähnlichkeit von 42,2 % zu den anderen Stationen auf. Alle anderen Stationen wiesen Ähnlichkeiten von >58,1 % untereinander auf.

Durch die geringen Anzahlen quantitativ erfasster Arten sowie durch die starke Dominanz einzelner Arten sind keine Gruppierungen der Hols bzw. Unterschiede in der Epifaunagemeinschaft in einzelnen beprobten Bereichen des Untersuchungsgebiets erkennbar.

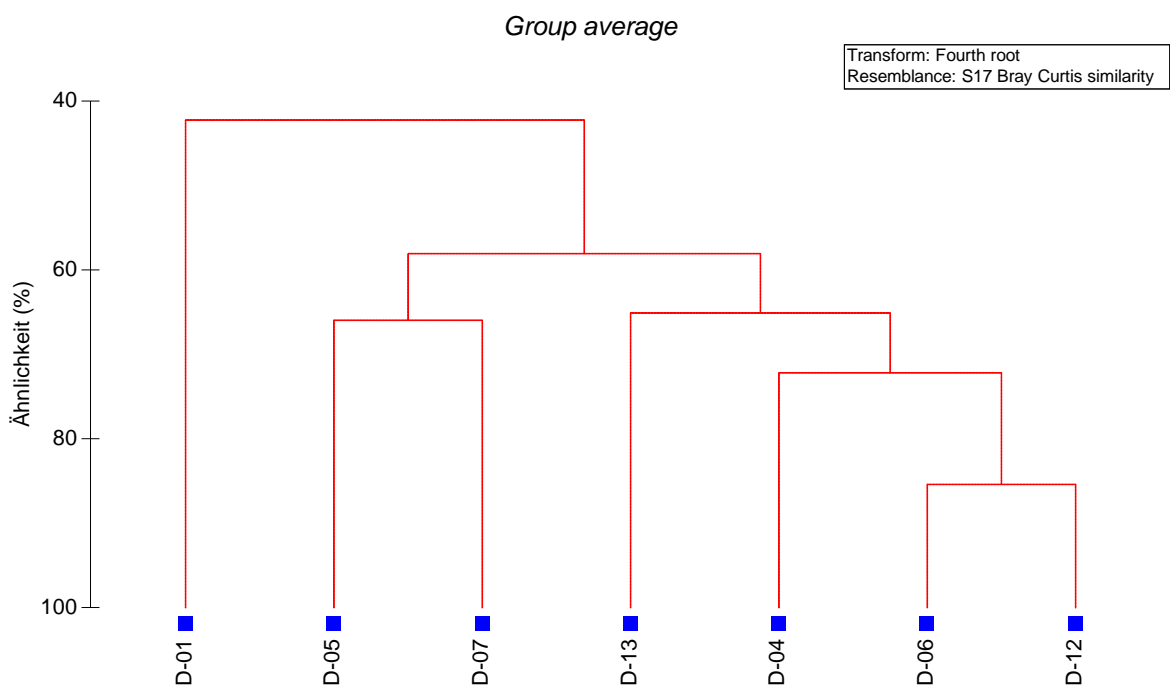


Abb. 37: Cluster-Dendrogramm der in den Hols mittels 2 m-Baumkurre erfassten Epifaunagemeinschaften.

4.2.4 Fische (demersale Arten - 2 m-Baumkurre)

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Fischfauna durch eine Beprobung mittels 2 m-Baumkurre nur eingeschränkt erfasst wird und v.a. auf die Erfassung der bodennah lebenden (demersalen) Arten abhebt.

Durch die 7 Hols mittels 2 m-Baumkurre wurden insgesamt 8 Fischarten erfasst (Tab. 10), von denen 7 Arten eine demersale Lebensweise aufweisen und nur der Hering *Clupea harengus* eine pelagische Fischart ist. Der Große Scheibenbauch *Liparis liparis* und der Wittling *Merlangius merlangus* waren stetigsten Arten (71,4 %, Nachweis in 5 Hols), gefolgt von der Seezunge *Solea solea* und dem Hering *Clupea harengus* mit jeweils (42,9 %, Nachweise in 3 Hols). Weitere erfasste Arten waren die

Kliesche *Limanda limanda* (28,6 %) sowie die Scholle *Pleuronectes platessa*, die Sandgrundel *Pomatoschistus minutus* und die Kleine Seenadel *Syngnatus rostellatus*, die jeweils in nur einem Holz nachgewiesen wurden.

Tab. 10: Artenliste der mittels 2 m-Baumkurre erfassten Fischfauna unter Angabe der Stetigkeit (%) und mittleren Abundanz (Ind./ha) für das Gesamtgebiet.
N = 7 Hols

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Lebensweise	Stetigkeit (%)	Ind./ha
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	demersal	28,6	6,2
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheibenbauch	demersal	71,4	198,2
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling	demersal	71,4	220,0
<i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle	demersal	14,3	6,1
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel	demersal	14,3	51,9
<i>Solea solea</i>	Seezunge	demersal	42,9	56,5
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel	demersal	14,3	6,1
<i>Clupea harengus</i>	Hering	pelagisch	42,9	110,4

Die häufigste demersale Fischart war der Wittling mit im Mittel 220,0 Ind./ha, gefolgt von dem Großen Scheibenbauch mit 198,2 Ind./ha. Die Sandgrundel und die Seezunge zählten mit 51,9 Ind./ha bzw. 56,5 Ind./ha ebenfalls zu den häufigen Arten. Die Abundanz aller weiteren Arten lag unter 6,3 Ind./ha. Der Hering kam als pelagische Art mit 110,4 Ind./ha vor.

Keine der gefangenen Fischarten befindet sich auf der Roten Liste nach THIEL et al. (2013).

5. Einordnung der Ergebnisse

5.1 Eulitoral

Die Besiedlung des Eulitorals weist räumliche Unterschiede auf, die v.a. durch die Dauer der Überflutung, die Hydrodynamik und die Verteilung der Sedimente bestimmt werden (z.B. LINKE 1939, MEYER & MICHAELIS 1979, REISE 1985). Aufgrund von Eindeichungen sind seit 1900 ca. 68 % des Eulitorals am westlichen Ufer der Innenjade verschwunden, sodass sich ausgedehnte Wattflächen der Innenjade heutzutage auf das Hohe Weg-Watt reduzieren. Am westlichen Ufer der Innenjade finden sich überwiegend nur sehr schmale Watten, die erst nördlich von Hooksiel breiter werden. Die Watten im Untersuchungsgebiet weisen eine Breite von ca. 500 m auf.

Innerhalb des schmalen Wattbereiches ließ sich in dieser Untersuchung entsprechend des abnehmenden Energiegradienten von der Hoch- zur Niedrigwasserlinie eine typische Abfolge der Sedimentverteilung erkennen: Die landnahe Station E-01 akkumulierte feine Sedimente und kann entsprechend der Definition von FIGGE et al. (1980) mit mehr als 50 % Ton-/Schluffanteilen als Schlickwatt angesprochen werden. An den Stationen E-02 bis E-04 lag der Schluff- und Tonanteil unterhalb von 50 %, aber oberhalb von 25 %, sodass diese Bereiche nach FIGGE et al. (1980) dem schlickigen Mischwatt entsprechen. Das Sediment an Station E-05 wurde dahingegen durch Feinsand mit einem deutlich geringeren Schlickgehalt sowie durch eine tiefe Sauerstoffanreicherung charakterisiert. Dieser Bereich entspricht dem Typus helles Sandwatt.

Auf Basis einer Zusammenstellung historischer Bestandserfassungen bis 1978 wird von BIOCONSULT (2007) für das Eulitoral der Innenjade eine Gesamtartenzahl von 120 Taxa angegeben. SCHÜCKEL et al. (2013) beschreiben 114 Taxa für das Eulitoral des Jadebusens. Diese hohe Artenvielfalt der Jadewatten im Vergleich zu anderen Wattgebieten Niedersachsens wird durch den hohen Salzgehalt von (ca. 30 PSU) begründet, der einer Reihe von sublitoralen Arten des Wattenmeeres das Vordringen in die Gezeitenzone ermöglicht (MEYER & MICHAELIS 1979). Auch in dieser Untersuchung kamen im Eulitoral vereinzelte Taxa vor, die in anderen Bereichen im Sublitoral vertreten sind (z.B. *Sipuncula* indet., *Fabulina fabula*, *Nephtys cirrosa*).

In dieser Untersuchung wurden bei begrenzter Stationszahl und kleinem Untersuchungsraum 38 Taxa (33 Arten) des Makrozoobenthos nachgewiesen, wobei Polychaeten und Crustacea die artenreichsten Gruppen darstellten. Ein Vergleich mit Untersuchungen von BIOCONSULT (2004, 2013b), die ebenfalls am Westufer der Innenjade zwischen Hooksiel und Wilhelmshaven durchgeführt wurden, ergaben eine vergleichbare Artenvielfalt (in der Summe 36 Taxa), wobei das Artenspektrum nur zum Teil übereinstimmte, da in den früheren Untersuchungen deutlich mehr Feinsandarten auftraten. Diese Unterschiede sind v.a. in den beprobten Sedimenten begründet (zumeist Sandbereiche in den Voruntersuchungen), können aber auch in interannuellen Unterschieden im Auftreten der Arten begründet sein. Die dominanten Arten dieser Untersuchung (*Tharyx killariensis*, *Heteromastus filiformis*, *Pygospio elegans*, *Streblospio benedicti*, *Limecola balthica*, *Nephtys hombergii*) sind auch in SCHÜCKEL et al. (2013) als großräumig die Schlick- und Mischwatten des Jadebusens charakterisierenden Arten genannt.

Die zuvor beschriebenen Sedimentunterschiede werden auch in der Besiedlung deutlich. Das landnahe Schlickwatt (Station E-01) wies mit 18 Arten sowohl die höchste Artenvielfalt als auch mit 14.285 Ind./m² die höchste Besiedlungsdichte auf. Die dominanten Arten waren *Tharyx killariensis*, *Heteromastus filiformis* und *Pygospio elegans*. Auch in der Studie von SCHÜCKEL et al. (2013) wurden für das Schlickwatt ca. 10-fach höhere Abundanzen als für das Mischwatt gefunden. Jedoch sind in SCHÜCKEL et al. (2013) für das Schlickwatt v.a. *Tubificoides benedii* und *Peringia ulvae* (in Referenz verwendeter, alter Name: *Hydrobia ulvae*) als dominante Arten genannt. Interessanterweise wurde *Peringia ulvae* aktuell an keiner der beprobten Stationen nachgewiesen obwohl sie in SCHÜCKEL et al. (2013) in allen untersuchten Gebieten des Eulitoral die häufigste Art war. Dies liegt möglicherweise an dem ungleichmäßigen Vorkommen dieser sehr mobilen Art (ARMONIES & HARTKE 1995). Zudem sind die Abundanzen von *Peringia ulvae* in geschützten, sehr schlickigen Wattflächen mit Seegrasvorkommen wie sie im Jadebusen weit verbreitet sind, höher als an den etwas exponierteren Wattflächen in der Innenjade.

Die im mittleren Bereich befindlichen Mischwatten (E-02 bis E-04) wiesen eine etwas geringere Artenvielfalt und Besiedlungsdichte (abnehmend von 2.240 Ind./m² an E02 auf 557 Ind./m² an E-04) auf, waren aber ebenfalls von *Tharyx killariensis* und *Pygospio elegans* dominiert. Zudem traten hier *Streblospio elegans* und *Crangon crangon* als numerisch dominante Arten hinzu. Grundsätzlich besteht auch eine große Übereinstimmung mit der von SCHÜCKEL et al. (2013) für das Mischwatt des Jadebusens beschriebenen Besiedlung, welches durch Arten wie *Tharyx killariensis*, *Pygospio elegans* sowie *Scoloplos armiger* charakterisiert war.

Das helle Sandwatt (E-05) erwies sich als vergleichsweise arten- (9 Arten) und individuenarm (148 Ind./m²) mit *Tharyx killariensis* und *Scoloplos armiger*, aber auch *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergii* und *Bathyporeia sarsi* als dominante Arten. Letztere sind auch in OBERT & MICHAELIS (2003) als typische Arten heller Sandwatten gelistet. Die Artenzahl ist mit im Mittel 10 Arten/Station vergleichbar zur Artenzahl dieser Studie. Das Sandwatt im Jadebusen wurde nach SCHÜCKEL et al. (2013) durch die Arten *Scoloplos armiger* und *Urothoe poseidonis* charakterisiert.

Mit Ausnahme der kompletten Abwesenheit der Gemeinen Wattschnecke *Peringia ulvae* erwies sich die Benthosgemeinschaft an den beprobten Stationen als typische Gemeinschaft von Schlick-, Misch- und Sandwatten.

5.2 Sublitoral

5.2.1 Sedimente und benthische Wirbellosenfauna

Das Sublitoral der Jade wird in verschiedenen Veröffentlichungen aufgrund der vergleichsweise hohen Vorkommen von Hartsubstraten wie Schill, Kies, Steinen aber auch Torf und Klei als Besonderheit hervorgehoben (DÖRJES et al. 1969, 1970). Der Untersuchungsraum deckt einen kleinen Bereich der sublitoralen Innenjade ab, der im Rahmen der Bestandserfassung im Mai 2021 sedimentologisch und faunistisch untersucht wurde.

Die Sedimente des Untersuchungsgebietes umfassten ein breites Spektrum von Feinsand- bis Kiesdominierten Stationen mit lokalen Steinvorkommen und Schillbeimengungen. Die Hartsubstrate (Kies-Steine) sind pleistozänen Ursprungs und für den Bereich der Innenjade durch mehrere Untersuchungen belegt (z.B. BIOCONSULT 2003, DÖRJES et al. 1969, SCHUSTER 1952). In der Innenjade sind diese Hartsubstrate regelmäßig anzutreffen; großräumig betrachtet stellen sie im Wattenmeer einen eher seltenen Meeresgrund dar.

Die benthische Wirbellosenfauna an den 35 im Sublitoral mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen stellte sich mit 90 Taxa bzw. 81 Arten aus 12 Großgruppen als divers dar. Durch die Dredgeholts kamen 10 weitere Arten hinzu, die nicht durch Greiferproben erfasst wurden. Die Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet gleicht der aus benachbarten Gebieten (z.B. Vorfeld Hooksieler Hafen), wo ebenfalls mit vergleichsweise geringem Probenumfang eine vergleichbar hohe Artenvielfalt der Wirbellosenfauna von 85 Taxa erfasst wurde (BIOCONSULT 2012). Im Rahmen der Bestandsaufnahme zum Bau des JadeWeserPorts wurden bei einem höheren Probenahmeaufwand und größerem Gebiet von BIOCONSULT (2003) 143 Arten des Makrozoobenthos gefunden. DÖRJES et al. (1969) wiesen in den Rinnensystemen und angrenzenden Watten der Innenjade und des Jadebusen 110 Arten nach. Von GROTTJAHN & JAKLIN (2007) werden 260 Taxa für den gesamten Wasserkörper „Jadebusen und angrenzende Küstengewässer“ genannt. Das Makrozoobenthos dieser Untersuchung war überwiegend durch marine Arten geprägt, die auch in küstenferneren Bereichen vorkommen (z.B. KÜNITZER et al. 1992, RACHOR & NEHMER 2003). Brackwasserarten, wie sie in den ästuarinen Bereichen von Ems, Weser und Elbe vorkommen, fehlten in diesem Gebiet weitestgehend.

Die eigentliche Infauna, d.h. den Weichboden besiedelnde Fauna, integriert Arten, die als charakteristisch für bestimmte abiotische Parameter angesehen werden können. Hierbei spielt v.a. das Sediment für die Verteilung von Arten eine Schlüsselrolle. Nach SALZWEDEL et al. (1985) und RACHOR & NEHMER (2003) werden in der Deutschen Bucht verschiedene benthische Gemeinschaften unterschieden. Hiernach repräsentieren die Küstengewässer großräumig eine verarmte Form der sublitoralen *Macoma (Limecola) balthica*-Gemeinschaft, die sich nach DÖRJES et al. (1969) in weitere Assoziationen (*Petricola pholadiformis*-, *Magelona papillicornis*- und *Ophelia limacina*-Siedlung) unterteilt.

Die namensgebende Art *Limecola balthica* der *Macoma (Limecola) balthica*-Gemeinschaft stellte im Untersuchungsgebiet eine stetige Art v.a. in den feinsandigen, aber auch schlickigen Bereichen. Weitere dominante Arten dieser Sedimente waren *Scololos armiger*, *Nephtys hombergii*, *Schistomysis kervillei*, *Bathyporeia elegans*, *Crangon crangon* und *Nephtys cirrosa*. Auch DÖRJES et al. (1969) beschreibt ein konstantes Auftreten von *Scololos armiger*, *Nephtys hombergii* sowie *Lanice conchilega* in den Rinnen mit höheren Populationsstärken in schlickigen Bereichen. Ausprägungen anderer Gemeinschaften, z.B. die durch RACHOR & NEHMER (2003) für die Deutsche Bucht beschriebene *Fabulia fabula*-Gemeinschaft, die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft oder die *Nucula nitidosa*-Gemeinschaft, waren nicht deutlich erkennbar. Zwar kamen Charakterarten wie *Fabulina fabula*, *Magelona johnstoni*, *Urothoe poseidonis* und *Abra alba* an einzelnen Stationen vor, jedoch wurden sie an keiner Station in hohen Abundanzen nachgewiesen und waren auch an keiner Station unter den 3 häufigsten Arten.

Unter den Arten im sublitoralen Untersuchungsgebiet befanden sich insgesamt 5 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013). 3 der 5 Rote-Liste Arten gehörten der Gefährdungsstufe „G“ (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) an. Dies waren die Hydrozoe *Sertularia cupressina*, die Anthozoe

Metridium senile und die Bryozoe *Alcyonidium parasiticum*. Die Bryozoe *Electra monostachys* sowie die Seespinne *Nymphon brevistre* gehörten der Kategorie „R“ (selten, geographische Restriktion) an. Alle dieser Arten werden bei entsprechendem Vorhandensein von Hartsubstrat auch in anderen Gebieten der Jade bzw. des sublitoralen Wattenmeeres/Küstenmeeres regelmäßig gefunden (z.B. BIOCONSULT 2003, 2013a, DÖRJES et al. 1969). Interessanterweise lassen sich alle Rote-Liste-Arten als primäre oder sekundäre Hartsubstratarten kategorisieren, wodurch dem Vorhandensein von Hartsubstraten im Untersuchungsgebiet eine besondere Rolle zukommt.

Bemerkenswert war der hohe Anteil (rd. 42 %) von Arten, die obligat oder fakultativ an Hartsubstrate gebunden sind und die das vielfältige Angebot an Siedlungssubstrat in Form von Steinen, Kies und Schill nutzen. Hierzu gehörten v.a. die sessilen Arten der Hydrozoa, Anthozoa und Bryozoa. Hydrozoenstöcke der Gattungen *Tubularia*, *Sertularia* und *Obelia* waren vor allem an den steingepprägten Stationen mit großen Kolonien vertreten. Die Bildung biogener Substrate vergrößert die Besiedlungsfläche und erhöht die dreidimensionale Komplexität des Habitats durch vielfältige Oberflächen und Lückenräume, die von den verschiedensten Organismen besiedelt oder als Nahrungs- und Lebensraum genutzt werden. In dieser Untersuchung kam eine Reihe von Taxa (Pycnogonida, Amphipoda, Bivalvia, Polychaeta, Nudibranchia, kleine Hydrozoa und Bryozoa) an große Hydrozoenstöcke assoziiert vor und bildete eine eigene artenreiche Epibiose (Biozönose). Auf Hartsubstraten stellen obligate Filtrierer oder sessile Arten einen vergleichsweise großen Anteil der Fauna während sie auf reinen Sanden kaum vorkommen. Das Vorhandensein seltener sekundärer Hartsubstratsiedler, v.a. Nudibranchia und Pycnogonida liefert einen Hinweis auf persistente Hartsubstratgemeinschaften im Untersuchungsgebiet.

Die Bedeutung von dichten Kies- und Steinvorkommen für die Artenvielfalt wurde auch durch die semi-quantitative Beprobung der drei Stationen (S-13, S-39, S-13neu, Steinproben) deutlich. Der Artenreichtum war an diesen Stationen mit einer mittleren Artenzahl von 26,3 Arten/Station im Vergleich zu den anderen Stationen im Untersuchungsgebiet (mittl. Artenzahl: 9,3) sehr hoch. Auch die mittleren Kennwerte für Abundanz und Biomasse waren in den Steinproben höher als in den übrigen Bereichen. Auf den Aspekt der Artenvielfalt wird noch vertieft im Rahmen der Biotopbeschreibung eingegangen (Kap. 5.3.2).

5.2.2 Fische

Für das Gebiet der Jade werden rund 60 Meeresfische genannt, die dort ganzjährig, saisonal oder sporadisch vorkommen (z.B. BRUNKEN et al. 2015, DÄNHARDT 2015a, b). Hiervon wurde im Rahmen der Bestandserfassungen mit der 2 m-Baumkurre mit 8 Arten nur ein kleiner Anteil erfasst, was v.a. in der Methode (ein Zeitpunkt, kleines Probenahmegerät, nur bodennahe Fänge und ein vergleichsweise eingeschränkter Untersuchungsraum) begründet ist. Das Ziel war es v.a. die Funktion der direkt vom Vorhaben betroffenen Bodenbereiche für die Fischfauna beurteilen zu können. Das Artenspektrum umfasste daher v.a. demersale Arten wie Wittling, Großer Scheibenbauch, Sandgrundel, Kleine Seenadel und verschiedene Plattfische. Der Hering ist ein Freiwasserfisch, dessen Abundanz im Gebiet daher durch die Baumkurre nicht repräsentativ erfasst wird. Arten der Roten Liste wurden nicht erfasst.

Das Wattenmeer unterscheidet sich durch seine vielfältigen, von den Gezeiten beeinflussten Lebensräumen sowie den wechselhaften Umweltbedingungen von der offenen Nordsee. Die Gezeiten

verändern die nutzbare Fläche periodisch. Das Wattenmeer erfüllt für Fische wichtige Funktionen als Laichgebiet, Kinderstube und Wanderkorridor (BRECKLING et al. 1994, VORBERG & BRECKLING 1999). Nur wenige Arten verbringen als sog. Standfischarten ihren gesamten Lebenszyklus im Wattenmeer. Zu diesen Arten gehört der Große Scheibenbauch, der im Untersuchungsgebiet regelmäßig und mit rd. 200 Ind./ha in hoher Dichte angetroffen wurde. Nahezu ganzjährig halten sich auch die Sandgrundel und die Kleine Seenadel im Wattenmeer auf. Durch das Vorkommen von Hartsubstraten und Hydrozoenstöcken werden Arten wie dem Großen Scheibenbauch geeignete Laichhabitats angeboten, da diese Art ihre Eier an Hydrozoenstengel klebt (VORBERG & BRECKLING 1999). Auch für die Kleine Seenadel, welche sich vorzugsweise in Seegrasswiesen aufhält, mögen solche Habitats mit Versteckmöglichkeiten attraktiv sein. Die Sandgrundeln nutzen häufig die Innenseiten leerer Muschelschalen für ihre Eiablage (VORBERG & BRECKLING 1999). Insofern ist dem Gebiet für Standfische eine Funktion als Lebensraum und Laichgebiet zuzuordnen. Für die übrigen erfassten Fischarten ist dem Gebiet saisonal eine Funktion als Lebens-, Aufwuchs- und Nahrungsraum zuzuordnen.

5.3 Biotoptypen

Im Folgenden wird für den untersuchten Bereich eine Zuordnung zu den niedersächsischen Biotoptypen nach DRACHENFELS (2021) vorgenommen.

Gemäß § 30 Abs. 1 BNatSchG werden bestimmte Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, gesetzlich geschützt. Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der in § 30 Abs. 2 Nr. 6 BNatSchG aufgeführten Biotope führen, sind verboten. Von daher ist für die Erstellung der Antragsunterlagen anhand der Bestandserfassungen zu prüfen, ob im Untersuchungsraum die nach § 30 BNatSchG Abs. 2 geschützte Biotoptypen vorkommen. Darüber hinaus ist auch abzu prüfen, ob weitere Biotope der Roten Liste (FINCK et al. 2017) bzw. Lebensraumtypen nach FFH vorkommen.

5.3.1 Deich und Eulitoral

Das Untersuchungsgebiet wird durch den seeseitig befestigten Deichfuß begrenzt, welcher dem Biotoptyp Küstenschutzbauwerk (KXK) entspricht. Zwischen Deichfuß und sublitoraler Flachwasserzone schließt sich der Biotoptyp „Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen“ (KWK) an. Der untersuchte Bereich lässt sich dabei weiter unterteilen in die Biotoptypen „Schlickwatt“ (KWkt), „Mischwatt“ (KWku) und „Helles Sandwatt“ (KWks). Alle Biotoptypen des Küstenwatts (KW) sind nach § 30 geschützte Biotoptypen und entsprechen dem FFH-LRT 1140 „Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt“. Ein Küstenwattprigel (KPK) verläuft im Süden des Untersuchungsgebietes parallel zum Ufer und schwenkt nahe der Transportbrücke in eine östliche Richtung. Auch Watt- und Marschpriele gelten als nach § 30 BNatSchG geschützte Wattflächen und werden ebenfalls dem FFH-LRT 1140 „Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt“ zugeordnet.

Im Rahmen einer visuellen Erfassung wurden auch über den beprobten Bereich hinaus auf den Wattflächen keine Muschel- oder Seegrass-Bestände und keine Vorlandvegetation (Schlickgras, Queller) festgestellt.

5.3.2 Sublitoral

Der sublitorale Bereich des Untersuchungsgebietes ist zu großen Teilen vom Biotoptyp „Meeresarme der äußeren Flussmündungen“ (KMFF) geprägt, welches dem FFH-Lebensraumtyp 1160 „Flache große Meeresarme und -buchten“ entspricht. Die benachbarten Muschelkulturen (Langleinen für die Gewinnung von Saatmuscheln, s. Abb. 1) werden keinem Biotoptyp zugeordnet, da die Erläuterungen in DRACHENFELS (2021) „künstlich angelegte Miesmuschelbänke und sonstige Muschelkulturen“ sich wahrscheinlich auf Bodenkulturen beziehen.

Bei besonderen Ausprägungen (Strukturen des Meeresbodens, Besiedlung) werden nach DRACHENFELS (2021) weitere Biotoptypen unterschieden, welche potenziell auch den fünf marinen, nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopen entsprechen können (s. Tab. 11).

Tab. 11: Potenziell seeseitig vorkommende Biotoptypen und Lebensraumtypen (LRT) im Untersuchungsgebiet. Geschützte Biotope gemäß § 30 (2) Nr. 6 BNatSchG, Code Nds. = Code Biotoptypen für Niedersachsen (DRACHENFELS 2021)

Code Nds.	Biotoptyp	§ 30 Biotop	FFH-LRT
KMFFa ¹	Meeresboden und Wattflächen mit Bewuchs aus makrophytischen Algen	Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände	1160 / 1170
KMS	Seegraswiesen des Sublitorals		
KMB	Sandbank des Sublitorals	Sublitorale Sandbänke	1110
KMFFc	Schlickgründe mit „bohrender Bodenmegafauna“	Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna	1160
KMFFK ²	Meeresbereiche mit Grund aus Grobsand, Kies und/oder Ansammlungen von Muschelschalen	Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe	1160
KMR	Steiniges Riff des Sublitorals	Riffe	1170
KMM	Muschelbank des Sublitorals		1170
KMK	Sandkorallenriff		1170
KMX	Sublitoral mit Muschelkultur		1170

Die Abgrenzung/Kartierung und Ausweisung der marinen, sublitoralen Biotoptypen in den niedersächsischen Küstengewässern befindet sich noch in Arbeit. Ein Vorkommen weiterer sublitoraler Biotoptypen im Untersuchungsgebiet kann daher nur anhand einer Plausibilitätsprüfung bzw. auf Basis bestehender (älterer) Kartiererergebnisse abgeschätzt werden.

¹ Anmerkung DRACHENFELS (2021): i.d.R. auf Hartsubstrat), oder aufgrund der unterschiedlichen Schutzwürdigkeit unterteilt in: b = Braun- und Rotalgenbestände, e = Grünalgenbestände (als Eutrophierungszeiger)

² Anmerkung DRACHENFELS (2021): Artenreiche Ausprägungen Sinne von § 30 BNatSchG Abs. 2 Nr. 6 werden v.a. durch einige Tierarten (Borstenwürmer, Muscheln u.a.) der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft gekennzeichnet (vgl. RACHOR & NEHMER, 2003)

Ein Vorkommen des § 30-Biotops „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ ist für den Betrachtungsraum aufgrund des Fehlens der für dieses Biotop charakteristischen Arten großer, grabender Krebse (z.B. *Callinassa* spp., *Nephrops* spp., etc.) und Seefedern auszuschließen.

Es gibt im Untersuchungsraum keine Verdachtsflächen für „Sublitorale Sandbänke“, die sowohl ein § 30 Biotop als auch einen FFH-Lebensraumtyp darstellen (KÜFOG 2017).

Weder in den Greifern noch in den Dredgen kamen Makrophyten (Seegras und Großalgen) vor. Aufgrund der großen Wassertiefe und Trübung erscheint dies plausibel, so dass ein Vorkommen dieser hiermit verbundenen geschützten bzw. gefährdeten Biotope sehr unwahrscheinlich ist.

In den Untersuchungen wurden weder adulte Miesmuscheln noch Austern erfasst. In den Proben kamen lediglich Miesmuscheln als Brut und juvenile Individuen auf Hydrozoenstöcken vor. Ebenso gab es keine Funde von lebenden *Sabellaria*. Auch die Auswertung der SideScans lieferte keine Verdachtsflächen für das Vorkommen von *Sabellaria*-Riffen. In den Greiferproben und Dredgeholz wurden lediglich kleinere Bruchstücke unbelebten *Sabellaria*-Gerölls gefunden. Hinweise auf das Vorkommen biogener Riffe bestehen daher insgesamt nicht.

Die Ergebnisse des SideScans und der Sedimentuntersuchungen ergaben, dass dort neben weit verbreiteten Biototypen des Sublitorals bestimmte Sonderstrukturen vorkommen, für die eine Zuordnung als nach § 30 BNatSchG geschütztes Biotop nicht mit Sicherheit auszuschließen ist. Hierbei handelt es sich in den von Grobsand und Kies geprägten Bereichen nach DRACHENFELS (2021) potenziell um den Biototyp „KMFFk“ (Meeresarme der äußeren Flussmündungen mit Zusatz k), welches bei artenreicher Ausprägung dem nach § 30 Abs. 2 Nr. 6 BNatSchG geschützten Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ entsprechen würde. Die Steinvorkommen können nach DRACHENFELS (2021) potenziell dem Biototyp KMR „Steiniges Riff des Sublitorals) entsprechen. Da die Abgrenzung und Registrierung beider § 30-Biototypen in den Küstengewässern durch das Land Niedersachsen noch nicht abgeschlossen sind, liegen keine Karten zur Verbreitung vor. Zurzeit sind die Länder dabei entsprechende Verdachtsflächen zu untersuchen und eine Kartieranleitung mit definierten Kriterien für die Abgrenzung zu entwickeln. Eine Einordnung der Ergebnisse dieser Untersuchung erfordert daher eine vertiefte Betrachtung, die in den folgenden zwei Kapiteln vorgenommen wird.

5.3.2.1 Vorkommen „artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgründe“

In den Hinweisen zu Biotopen Niedersachsens finden sich lediglich qualitative Hinweise, wie dieser Biototyp abzugrenzen ist:

- „Meeresbereiche mit Grund aus Grobsand/Kies/Schill“ (DRACHENFELS 2021)
- „Meeresbereiche mit Grund aus Grobsand, Kies und/oder Ansammlungen von Muschelschalen. Artenreiche Ausprägungen Sinne von § 30 BNatSchG Abs. 2 Nr. 6 werden v.a. durch einige Tierarten (Borstenwürmer, Muscheln u.a.) der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft gekennzeichnet (vgl. RACHOR & NEHMER 2003) (DRACHENFELS 2021)

- *„Unter diese Biotoptypen fallen Bereiche des Meeresgrundes, die von kiesigen oder grobsandigen Sedimenten (Korngröße über 0,63 mm) bzw. von alten Muschelschalen und deren zerriebenen Resten (Schill) bedeckt sind. Über die Ausdehnung und Artenzusammensetzung im niedersächsischen Küstenmeer liegen derzeit keine genauen Kenntnisse vor. Die Artenvielfalt ist u. a. von den Strömungsverhältnissen abhängig. Einen größeren Artenreichtum können z. B. Schillgründe in Rinnen und Prielen aufweisen. Kies-, Grobsand- und Schillgründe können auch Standorte von marinen Makrophytenbeständen sein.... (NLWKN 2010)*

Vom Bundesamt für Naturschutz ist für den § 30 Biotoptyp „Artenreiche Kies-, Grobsand und Schillgründe“ (KGS-Gründe) eine Definition und Kartieranleitung mit Gültigkeit für die AWZ erarbeitet worden (BFN 2011). Die Kartierungshinweise enthalten das Vorgehen zur Erfassung dieses Biotoptyps und benennen Kriterien anhand dieser Biotoptyp abzugrenzen ist. Die Kartieranleitung hat jedoch nur für den Bereich der Ausschließlichen Wirtschaftszone (hiernach AWZ) Gültigkeit. Auf Basis der Kartieranleitung für die AWZ sind für die Abgrenzung der KGS-Gründe 1) hydroakustische, 2) sedimentologische und 3) faunistische Kriterien heranzuziehen:

Hydroakustik

„...Mit Hilfe von hydroakustischen Voruntersuchungen (bspw. Seitensichtsonar, Multi-Beam) werden die entsprechenden Sedimenttypen identifiziert. Die Verifizierung dieser Aufnahmen (ground truthing) erfolgt durch Unterwasservideo und Greiferproben. Das entsprechende Stationsdesign für die Greiferproben zur Kartierung der § 30-Biotope ist am Ergebnis der hydroakustischen Voruntersuchungen auszurichten. Bei Vorkommen von Sedimenttypen, die § 30-Biotope vermuten lassen, sind mindestens 3 Stationen pro Vorkommen zu untersuchen. Pro Station sind drei Parallelen mit Greiferproben zur Bestimmung von Abundanz und Artenzusammensetzung der makrobenthischen Endofauna zu entnehmen und in Ergänzung Videotransekte mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 kn zur Erfassung der epibenthischen Makrofauna der Einzelvorkommen aufzuzeichnen und auszuwerten. Bei großflächigen Vorkommen (Ausdehnung >1 Seemeile) sind UW-Videoaufnahmen von 60 min Dauer mit einer Geschwindigkeit von 1 kn im Kernareal des Vorkommens aufzuzeichnen.“

Für eine flächenhafte Erfassung der Sedimentzusammensetzung mittels Hydroakustik werden zunächst alle mit dieser Methode identifizierten Teilflächen erfasst. Alle Flächen –auch Kleinflächen– werden als ein Vorkommen an den äußeren Rändern abgegrenzt, wenn diese weniger als 100 m auseinander liegen. Die Greiferstationen werden aus den zentralen Vorkommen entnommen. Dabei werden als Mindestflächengröße eines Biotops aus technischen Gründen 1000 m² festgelegt.

Entsprechend der Kartieranleitung des BFN (2011) für die AWZ liegt der Biotoptyp „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) vor, wenn

„1. pro Station mindestens zwei von drei Van-Veen-Greiferproben Kies oder Grobsand gemäß FIGGE (1981) und HELCOM (1998) bzw. Schill (Schalen oder deren Bruchstücke von Organismen) in mehr als 50% der Gesamtfraktion enthalten

und

2. innerhalb einer Vorkommensfläche an drei Stationen, die deutlich (mindestens 15 m) voneinander getrennt sind, von den sieben Taxa Aonides paucibranchiata, Branchiostoma lanceolatum,

Polygordius spp., Protodorvillea kefersteini, Echinocyamus pusillus, Spisula elliptica und Pisione remota mindestens vier vorkommen.

Nach BFN (2011) kommen die § 30-Biototypen „Riffe“ und „KGS-Gründe“ regelmäßig zusammen vor. Die innerhalb der Abgrenzungen für den Biototyp „Riffe“ liegenden Grobsandflächen werden in solch einem Fall nur dem Biototyp „Riffe“ zugerechnet. Es ist ausgeschlossen, dass Flächen beiden Biototypen zugerechnet werden.

Bewertungskriterien für das Vorkommen von KGS-Gründen im Vorhabenbereich

Für die fachliche Einschätzung, ob im Vorhabenbereiches KGS-Gründe vorkommen, werden im Folgenden hydroakustische, sedimentologische und faunistische Kriterien herangezogen. Die Einordnung erfolgt v.a. entsprechend der o.g. Definitionen/Hinweise der Länder, berücksichtigt aber auch die Kriterien für die AWZ.

Hydroakustik und Sedimente: Durch das Seitensichtsonar wurde ein größerer Bereich abgegrenzt, der hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung als Verdachtsfläche für § 30-Biototypen (KMFFk, KGS) identifiziert wurde. Der Bereich grenzt anhand hydroakustischer Signale Flächen ab, die zu ca. 50 % und mehr aus Grobsand und Kies (Fraktionen >500 µm) bestehen und daher in Analogie zur Kartieranleitung der AWZ und der Definition der Landes Niedersachsen als Verdachtsfläche für KGS angesehen werden können. Die punktuell durchgeführten Sedimentanalysen innerhalb dieser Fläche (Stationen S-08, S-09, S-10, S-11, S-12, S-18, S-19, S-13, S-13-neu und auch S-20 am Rand) weisen an diesen Stationen auf erhöhte Anteile von Grobsanden und Kies/Steinen hin. Der Anteil von Sedimenten mit einer Korngröße >500 µm, wie für die AWZ gefordert, lag jedoch nur an den Stationen S-08, S-09 und S-19 bei über 50 % (Mittelwert aus drei Greifern). An den Stationen S-10, S-11, S-12, S-18 lag der Anteil grober Sedimente bei über 30 %. Die Stationen S-13, S-13neu und S-39 bildeten eine Ausnahme, da dort aufgrund von dichten Steinvorkommen nur eine repräsentative Sedimentprobe (S-13) für eine Korngrößenanalyse gewonnen werden konnte. Hier lag der Anteil der Kornfraktion >500 µm bei 31 %. Entsprechend der Definitionen des Landes Niedersachsen (s.o.), ist auf Basis der Hydroakustik und der Korngrößenanalysen für die in Abb. 38 dargestellte grüne Fläche von einem Meeresgrund auszugehen, der überwiegend (mindestens 30 %) durch grobe Sedimente (Grobsand und Kies) geprägt ist. Hinsichtlich des Sedimentkriteriums ordnen wir diese Fläche daher als KGS-Grund ein.

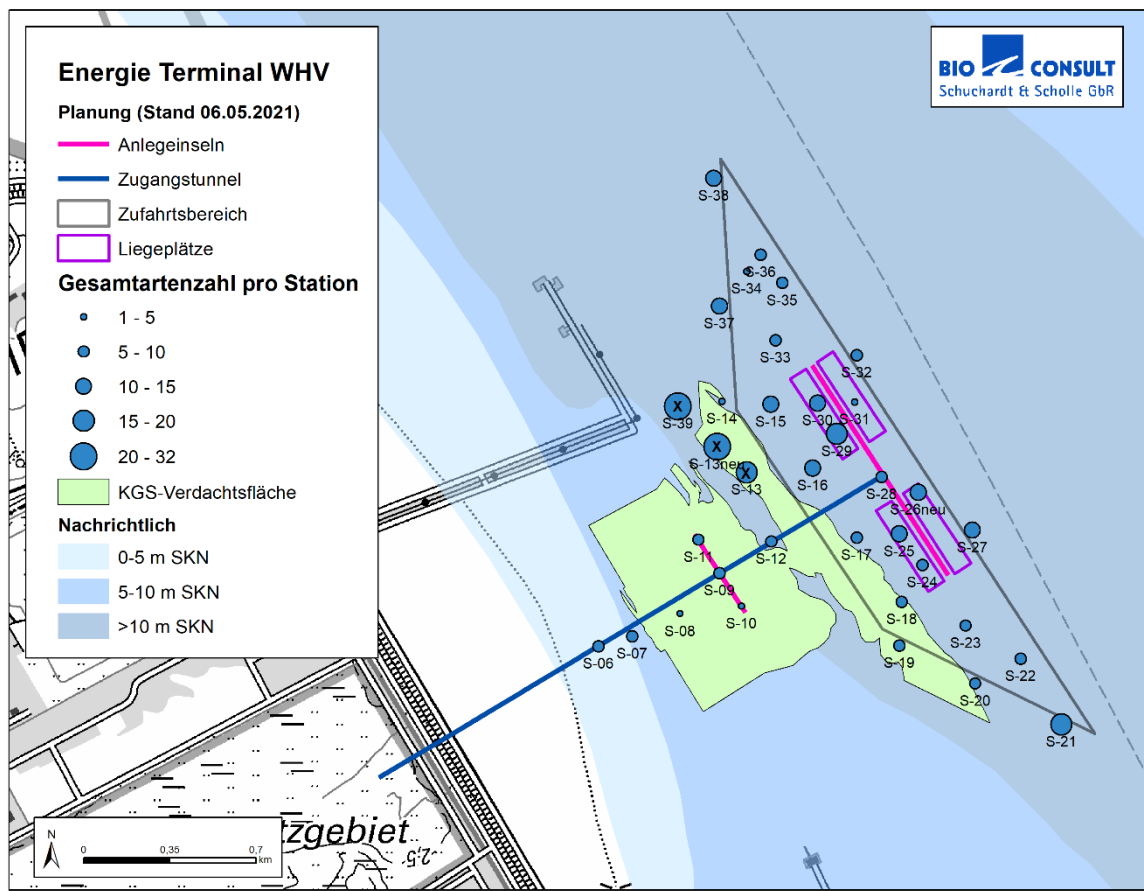


Abb. 38: Verdachtsfläche für den § 30-Biototyp „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ anhand des Sedimentkriteriums (grüne Fläche). Zusätzlich sind die Gesamtartenzahlen an einer Station dargestellt, die Kreise mit einem Kreuz kennzeichnen die semi-quantitativen Greiferproben (Steinproben)

Charakteristische Arten: Die Charakterarten sowie charakteristischen Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft nach RACHOR & NEHMER (2003) (s. Tab. 18 im Anhang) kamen in Untersuchungsgebiet nur mit zwei Arten (*Nephtys caeca*, *Nephtys longosetosa*) in geringer Abundanz vor. Lediglich *Nephtys cirrosa* und *Bathyporeia elegans*, die in RACHOR & NEHMER (2003) als Begleitarten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft genannt werden, waren auch im Untersuchungsgebiet vertreten. Die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft ist in den seewärtigen Bereichen der Küstengewässer verbreitet und im Wattenmeer aufgrund der abweichenden und fluktuierenden Umweltbedingungen nur in reduzierter Form vorzufinden. Insofern sind die Hinweise in den Biototypen Niedersachsens (DRACHENFELS 2021) auf ein Vorkommen dieser Arten fehlleitend und sollten nach unserer Einschätzung kein Kriterium für eine Abgrenzung dieses Biototyps sein. Aus demselben Grund sind die faunistischen Kriterien der Kartieranleitung für AWZ ungeeignet, da die dort gelisteten Arten als Teil der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft im Untersuchungsgebiet kaum vorkommen. In dieser Untersuchung konnten innerhalb der Weichbodenfauna keine Arten identifiziert werden, die als charakteristisch für Kies-Grobsande angesehen werden können, da viele Arten ein breites Sedimentspektrum besiedelten und zudem oftmals sehr fleckhaft und in geringer Abundanz vertreten waren.

Artenvielfalt Für die Bewertung der Artenvielfalt, wie sie von DRACHENFELS (2021) für eine Einordnung als geschütztes Biotop (KMFFK) gefordert ist, liegen keine definierten Werte vor, sodass sie

durch räumliche Vergleiche bewertet werden muss. Gebietsintern (Untersuchungsraum) ist aus Abb. 38 ersichtlich, dass es innerhalb der hydroakustisch-sedimentologisch abgegrenzten Verdachtsfläche deutliche Unterschiede in den Artenzahlen gab. Die Verdachtsfläche lässt sich hierbei in eine größere Fläche im Bereich vom Flachwasser bis nördlich etwas über den kleinen Anleger hinaus und einen Bereich, der parallel zum Fahrwasser als schmaler Streifen verläuft teilen.

Die große Fläche lässt sich faunistisch anhand der Stationen S-08 bis S-11 (Bereich I) beschreiben. Der nördliche Streifen wurde im südöstlichen Bereich mit drei Stationen (S-18 bis S-20, Bereich II) und im nordwestlichen Bereich mit drei Stationen (S-13, S-13neu, S-39, Bereich III). Station S-39 liegt außerhalb des durch SideScan abgegrenzten Gebietes. Diese drei Bereiche werden im Folgenden hinsichtlich des Kriteriums Artenvielfalt bewertet. Für den gebietsinternen Vergleich (Untersuchungsraum) werden Kenngrößen der Artenvielfalt und des Artenspektrums der Bereiche untereinander und gegenüber dem gesamten Untersuchungsgebiet verglichen.

Der Mittelwert aller 35 beprobten Stationen im Untersuchungsgebiet lag bei 10,7 Arten pro Station, der Anteil an Hartsubstratarten bei 42,0 % und die Gesamtabundanz im Mittel bei 842 Ind./m² (bzw. 170 Ind./m² ohne *Mytilus*-Brut).

Die Artenzahlen im **Bereich I** (S-08 bis S-11) waren mit Werten zwischen 4 und 7 Arten pro Station (im Mittel 5,5 Arten) durchgängig als gering anzusehen (Tab. 6). Hier kamen v.a. *Nephtys cirrosa*, *Gastrosaccus spinifer*, *Scoloplos armiger* und *Ophelia borealis* sowie vereinzelt primäre Hartsubstratarten (*Obelia* spp, *Sertularia cupressina*, Tubulariidae, *Electra pilosa*) vor. Der Anteil an Hartsubstratarten am Gesamtartenspektrum einer Station lag im Mittel der Stationen bei rd. 30 %; eine besondere sekundäre Begleitfauna der Hartsubstratarten fehlte. Die Gesamtabundanz lag gemittelt bei 28 Ind./m². Das Makrozoobenthos stellte sich im internen Vergleich des Untersuchungsgebietes als artenarm- und individuenarm dar. Zudem weist es trotz eines höheren Anteils an epibenthischen Arten nur wenig „besondere“ Arten auf. Das Kriterium einer artenreichen Ausprägung, wie es durch das Land Niedersachsen für eine Abgrenzung von KMFFk als § 30 vorgegeben ist, wird somit nicht erfüllt. Nach gutachterlicher Einschätzung ist dieser Bereich nicht als § 30-Biotop einzuordnen.

Die Artenzahlen im **Bereich II** (S-18 bis S-20) bewegten sich zwischen 6 und 9 Arten pro Station (im Mittel 7,6 Arten) und lagen somit etwas höher als im Bereich I, aber unterhalb des Mittelwertes für das Gesamtgebiet. Hier kamen ebenfalls *Nephtys cirrosa*, *Gastrosaccus spinifer* und *Scoloplos armiger* vor, daneben traten weitere Infaunaarten wie *Limecola balthica*, *Pontocrates altamarinus* und *Schistomysis kervillei* auf. Auch in Bereich II kamen Hartsubstratarten (*Obelia* spp, *Sertularia cupressina*, Tubulariidae, *Electra pilosa*) vor, deren Anteil gemittelt bei 26,4 % lag. Auch hier fehlte bis auf *Dyopodos monocanthus* eine sekundäre Begleitfauna. Die Gesamtabundanz lag gemittelt bei 51,1 Ind./m². Das Makrozoobenthos stellte sich im internen Vergleich (Untersuchungsgebiet) als artenarm- und individuenarm dar und weist trotz eines hohen Anteils an epibenthischen Arten keine „besonderen“ Arten auf. Das Kriterium einer artenreichen Ausprägung wird somit nicht erfüllt. Nach gutachterlicher Einschätzung ist dieser Bereich nicht als § 30-Biotop einzuordnen.

Im **Bereich III** (S-13, S-13neu, S-39) waren die Artenzahlen mit 19 bis 31 Arten (26,3 Arten im Mittel) deutlich höher als die der umliegenden Stationen (s. auch Abb. 38 und (Tab. 6). Die Artenvielfalt kam durch das Vorhandensein von primären und sekundären Hartsubstratbesiedlern zustande, deren Anteil im Stationsmittel bei 71,3 % lag. Neben einer höheren Artenvielfalt kamen an diesen Stationen auch besondere Arten wie Nacktschnecken (*Facelina* spp.), Asselspinnen

(Pycnogonida) und einige Crustacea exklusiv vor. Die vergleichsweise hohe Anzahl sekundärer Hartsubstratsiedler, die v.a. an größere Hydrozoenstöcke assoziiert vorkamen, lässt vermuten, dass es sich in dem Gebiet um einen weitestgehend von grundberührenden Beeinträchtigungen (Fischerei, Baggerung) ungestörten Bereich handelt, da Hydrozoenstöcke eine gewisse Zeit brauchen um eine Größe zu erreichen, die eine habitatbildende Funktion ausübt. Insgesamt stellt sich dieser Bereich sowohl sedimentologisch als auch faunistisch als ein besonderes Gebiet dar. Das Makrozoobenthos kann im lokalen Vergleich (Untersuchungsgebiet) als artenreich charakterisiert werden. Der hohe Anteil an epibenthischen Arten geht mit einer Reihe von besonderen Arten einher. Das Kriterium einer artenreichen Ausprägung, wie es durch das Land Niedersachsen für eine Abgrenzung von KMFFk als § 30 vorgegeben ist, wird somit erfüllt. Nach gutachterlicher Einschätzung ist daher dieser Bereich als § 30-Biotop einzuordnen.

Es verbleibt die Frage, ob im Sinne des Biotopschutzes nach § 30 BaNatSchG die o.g. gebietsinternen (lokalen) Befunde einer artenreichen Ausprägung der benthischen Wirbellosenfauna im Bereich III der Verdachtsfläche auch im überregionalen Vergleich Bestand haben und sich Gemeinsamkeiten erkennen lassen, die großräumig für diesen Biotoptyp prägend sind. Für einen Vergleich innerhalb des Jadesystems stehen Daten aus anderen sublitoralen Kies-Grobsand-Schill-Sedimenten zur Verfügung, die nördlich des Vorhabenbereiches in der Außenjade nahe der Insel Mellum (BIOCONSULT 2013a) und südlich des Vorhabenbereiches im Vareler Fahrwasser im Jadebusen (STEUWER et al. 1999) durchgeführt wurden. Bis auf das Vareler Fahrwasser lagen die Daten in digitaler Form vor, so dass Stationen mit groben Sedimenten (Anteil 500 µm-Fraktion > 50 %) aus dem Gesamtdatensatz extrahiert und die Besiedlungskennwerte berechnet wurden. Für das Vareler Fahrwasser lagen die Daten nicht digital vor, so dass auf Beschreibungen des Meeresbodens bzw. bestimmter Stationsgruppen (Cluster) aus dem Bericht zurückgegriffen wurde.

Die Kennwerte und Besiedlungscharakteristika aus den drei Jadestudien sind Tab. 12 zu entnehmen. Ein Vergleich der erfassten Anzahl von Großtaxa und der Gesamtartenzahlen ist nur eingeschränkt sinnvoll, da diese Parameter stark von der Methodik (Stationszahl, Parallelen) abhängen. Dennoch wird deutlich, dass im Vorhabenbereich gegenüber dem Vareler Fahrwasser bei deutlich geringerer Stationszahl zwar eine gleiche Anzahl von Großtaxa (12) beobachtet wurde, die Gesamtartenzahl (44 gegenüber 73) aber geringer ist. In der Außenjade wurden bei geringer Stationszahl 8 Großtaxa und 78 Arten gefunden.

Die mittleren Kennwerte bieten eine belastbarere Grundlage für den Vergleich von Studien mit unterschiedlicher Beprobungsintensität. Hier wird deutlich, dass die mittlere Artenzahl der drei Gebiete in einem ähnlichen Wertebereich liegt: Die Steinproben im Vorhabenbereich weisen mit im Mittel 26,3 Arten einen etwas höheren Wert als das Vareler Fahrwasser (24,1) und Minsener Oog (25,1) auf. Die Unterschiede sind aber aus ökologischer Sicht als gering zu bewerten. Die Spannbreite der mittleren Abundanz ist deutlich größer. Hierbei nehmen die Steinproben mit 1.055 Ind./m² (ohne *Mytilus*-Brut) eine mittlere Stellung zwischen Minsener Oog (925 Ind./m²) und Vareler Fahrwasser (2.033 Ind./m²) ein. Die Biomasse der Steinproben war im Mittel mit 272 g/m² wesentlich höher als in der Außenjade (17,3 g/m²), was in dem Vorkommen vieler schwerer Actiniaria begründet ist.

Tab. 12: Regionaler Vergleich der Besiedlungskennwerte und -strukturen aus dem Vorhabenbereich (Steinproben) mit Kies-Grobsand-Schill-Sedimenten aus anderen sublitoralen Bereichen der Jade.

Gebiet	Terminal - Innen- jade	Vareler Fahrwasser - Jadebusen	Minsener Oog - Au- ßenjade
Zeitraum Untersuchung	Mai 2021	Juli/August 1998	August 2013
betrachteter Datensatz	SSS-Fläche (Station S-13, S-13neu, S-39)	extrahiert, Stationen Cluster 3	WSA WHV, extrahiert KGS-Stationen nach Sediment
Anzahl Stationen (Anzahl Greifer)	3 (6)	27 (54)	9 (27)
Gerät und Sieb	0,1 m ² van Veen, 1 mm Sieb	0,1 m ² van Veen, 1 mm Sieb	0,1 m ² van Veen, 1 mm Sieb
abiotische Charakterisierung			
Lage	sublitoraler Meeresgrund	sublitorale Rinnenbereiche	sublitoraler Meeresgrund
Sedimenttyp	nach SSS grobe Sedimente, keine Korngrößenanalyse	Beimengungen an Mittelsand und Grobsand, genaue Quantifizierung nur für die Fraktionen <63 µm, 63-200 µm und >250 µm	Grobsand und Mittelsand, alle Stationen KGS nach Sediment
Hartsubstrate	viel Steine und Kies in den Greiferproben und im SSS	Vorkommen von Hartsubstraten nur beschreibend, Kies- und Steine, lokal Schill und Torf, Sabellaria-Geröll	alle Stationen wiesen eine Beimengung an Mittelkies und Schill auf
faunistische Kenngrößen			
Anzahl Großtaxa	11	12	8
Gesamttaxazahl	48	85	85
Gesamtartenzahl	44	73	78
Rote Liste-Arten	3		8
Anteil Hartsubstratarten	28 (63,6%)		45 (52%)
mittlere Taxazahl/Station	27,7		26,6
mittlere Artenzahl/Station	26,3	24,1	25,1
mittlere Gesamtabundanz (Ind./m ²)	8.999 (1.055 ohne <i>Mytilus</i> -Brut)	2.033	925
mittlere Gesamtbiomasse (FG g/m ²)	276 (272 ohne <i>Mytilus</i> -Brut)	nur AFTG	17,3

Bei den Dominanzen sind zwischen den Steinproben aus dem Vorhabenbereich und Minsener Oog sowohl Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten festzustellen: In beiden Gebieten bildeten Actiniaria (bzw. Anthozoa indet.) eine dominante Gruppe der Abundanz und der Biomasse. Nach eigenen Erfahrungen aus vielen Probenahmen im Küstenmeer sind oberflächlich anstehende große Schillstücke, v.a. aber Kiese fast immer mit Actinien besiedelt. Auch STEUWER et al. (1999) beschreiben für das extrahierte Stationscluster 3 im Vareler Fahrwasser, dass eine reiche Besiedlung mit Blumentieren

(Actiniaria: *Metridium dianthus*, *Sagartia troglodytes*) auffällig ist. Gleiches wurde in den kies- und steinhaltigen Rinnensystemen des nordfriesischen Wattenmeeres festgestellt (BIOCONSULT 2018, 2019).

Ebenfalls häufig, aber nicht zählbar als koloniebildende Aufwuchsformen, waren Hydrozoa und Bryozoa, die in allen Gebieten mit mehreren Arten vertreten waren. Allen drei Bereichen der Jade ist gemein, dass bestimmte Hydrozoenarten (v.a. *Obelia* und *Sertularia*) hochwachsende, verzweigte Stöcke ausgebildet haben müssen, da gebietsübergreifend eine charakteristische assoziierte Fauna beschrieben wird. Diese bestand in allen Untersuchungen aus Asselspinnen (*Pycnogonum littorale*, *Anoplodactylus petiolatus*, *Nymphon rubrum*, *Nymphon gracile*), Flohkrebse (z.B. *Jassa* spp., *Monocorophium acherusicum*, *Caprella linearis*, *Stenothoe marina*) und kleinen Polychaeten, Hydrozoen und Miesmuschelbrut.

Fazit: Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die lokal für den Bereich III (Steinprobenbereich) der Verdachtsfläche festgestellte artenreiche Ausprägung der Wirbellosenfauna auch im regionalen Vergleich kieshaltiger Sedimente des Jadesystems als artenreich einzustufen ist und darüber hinaus mehrere Gemeinsamkeiten der Besiedlungsstrukturen (Substrate, Dominanz der Epifauna, sekundäre Hartsubstratsiedler) zwischen Vorhabenbereich und Vergleichsgebieten zu erkennen sind. Eine Einordnung dieser Teilfläche als § 30-Biotop (KMFFk in artenreicher Ausprägung) ist somit aus fachlicher Einschätzung erforderlich.

Nach jetziger Kenntnis der Besiedlung stellt sich ein Vorkommen des § 30-Biotops KGS-Grund nach fachlicher Einordnung wie in Abb. 39 räumlich umrissen dar: Die orange eingefärbten Bereiche sind nicht als KGS-Grund einzuordnen, da sie zwar sedimentologisch als § 30-Biotop eingeordnet werden können, aber faunistisch keine artenreiche Ausprägung aufwiesen. Der grüne Bereich wird als KGS-Grund eingeordnet. Neben dem sedimentologischen Kriterium wurde die Artenvielfalt durch die Beprobung der Stationen S-13, S-13neu, S-39 belegt (s.o. Bereich III). Aufgrund der artenreichen Besiedlung an Station S-39 ist davon auszugehen, dass sich artenreiche Bereiche noch weiter nordwestlich über den gesannten Bereich hinaus erstrecken. Für die Abgrenzung des § 30-Biotops wurde der Bereich zwischen der artenreichen Station S-13 und der artenarmen Station S-18 vorsorgeorientiert in das § 30-Biotop integriert, obwohl hierfür keine datenbasierte Beurteilung der Artenvielfalt für vorgenommen werden kann, da hier keine Proben gewonnen wurden. Die Auswertungen dieser Bestandserfassung und auch weiterer im Wattenmeer durchgeführter Untersuchungen (z.B. BIOCONSULT 2013a, 2018, STEUWER & NLWKN 2013) zeigen aber, dass eine hohe Artenvielfalt an das Vorkommen von Kies-Steinbereichen gekoppelt ist. Da sich auch in diesem Abschnitt noch dichte Steinfelder befinden (Abb. 39), ist das Vorkommen einer artenreichen Gemeinschaft plausibel.

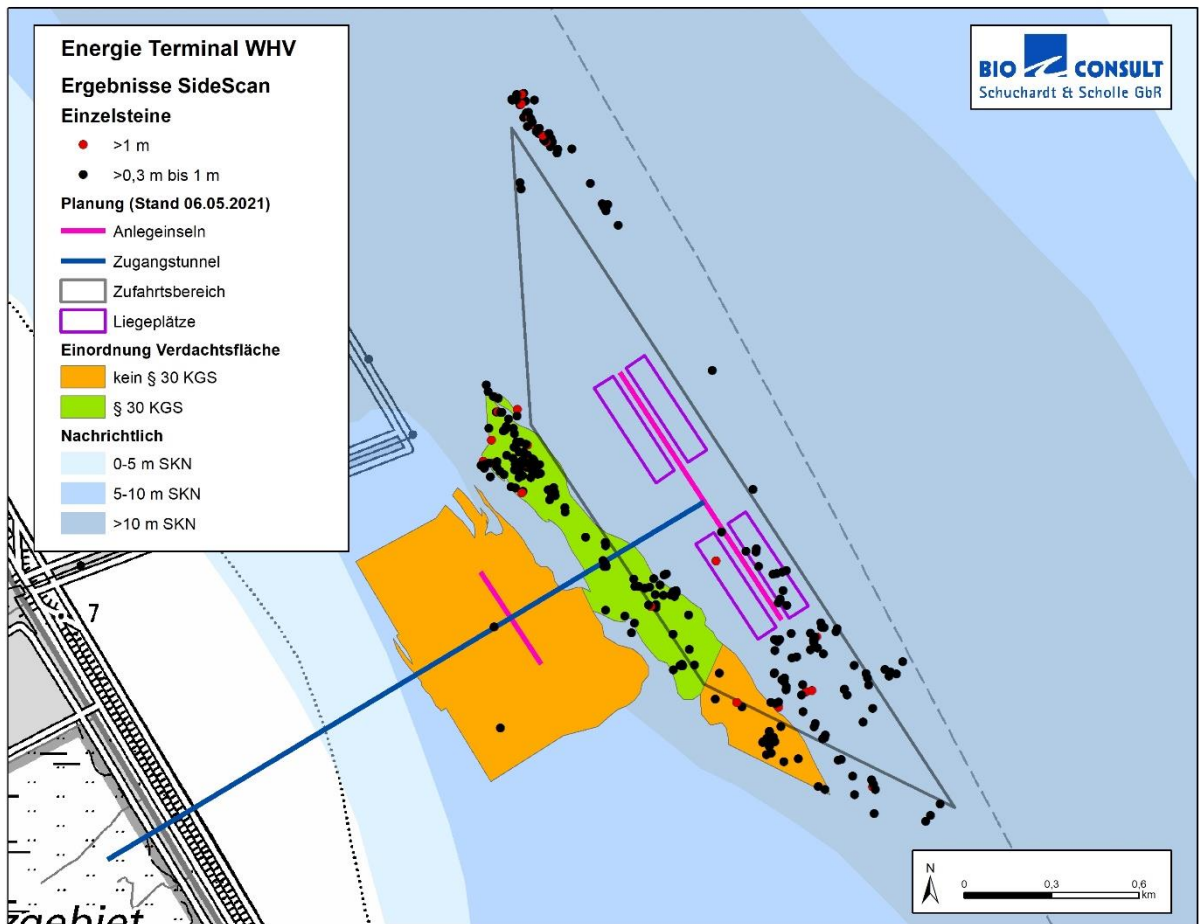


Abb. 39: Vorkommen des nach § 30 BNatSchG geschützten Biotoptyps „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ im Untersuchungsgebiet des geplanten Terminals.

5.3.2.2 Vorkommen „Riffe“

In DRACHENFELS (2021) finden sich innerhalb der Biotopgruppe KM (Küstenmeer) drei Biotoptypen, die dem § 30 Biotop „Riffe“ zuzuordnen wären. Hierzu zählen KMK (Sandkorallenriff), KMM (Muschelbank des Sublitorals) und KMR (Steiniges Riff des Sublitorals). Die ersteren beiden kommen im Vorhabenbereich nicht vor (s.o.).

Die Kriterien nach DRACHENFELS (2021) für den potenziell im Vorhabenbereich vorkommenden **Biotoptyp KMR** lauten:

- „Vom Meeresboden aufragende, natürliche, abiotische Hartsubstrate des Sublitorals (Ansammlungen von großen Steinen aus pleistozänem Geschiebe)“

Eine Mindestgröße für KMR ist nicht explizit angegeben. Es werden in DRACHENFELS (2021) jedoch allgemeine Hinweise zur Erfassung von gesetzlich geschützten Biotopen angeführt. Hiernach können 100 m² als Richtschnur dienen. Entscheidend ist immer, dass wesentliche Biotopfunktionen noch gegeben sein müssen.

Weitere qualitative Kriterien für Riffe in niedersächsischen Küstengewässern sind der Beschreibung der geschützten Biotopie Niedersachsens zu entnehmen (NLWKN 2010):

„Riffe im Sinne des gesetzlichen Biotopschutzes sind vom dauernd überfluteten Meeresboden (Sublitoral) aufragende natürliche Hartsubstrate. Dabei kann es sich im niedersächsischen Küstenmeer um Ansammlungen größerer Steine eiszeitlichen Ursprungs, um Muschelbänke oder um Riffbildungen des Sandröhrenwurms (Sabellaria spinulosa) handeln. Sie werden von Algen (→ sonstige marine Makrophytenbestände), Muscheln, Krebsen und anderen Organismen besiedelt. Muschelbänke im Watt (Eulitoral) sind Bestandteil der ebenfalls geschützten → Wattflächen im Küstenbereich. Riffe können besonders durch Wasserverschmutzung und durch Fischerei mit Grundschleppnetzen, ggf. auch durch Steinfischerei beeinträchtigt oder zerstört werden.“

Der **Lebensraumtyp „Riffe“ (Code 1170)** wird wie folgt definiert: *„Riffe können entweder biogene Verwachsungen oder geogenen Ursprungs sein. Es handelt sich um Hartsubstrate auf festem und weichem Untergrund, die in der sublitoralen und litoralen Zone vom Meeresboden aufragen.“ (European Commission 2007). Als Hartsubstrate werden dabei u. a. Fels- und Steinbrocken mit einem Durchmesser von in der Regel >64 mm definiert. Weiter heißt es: „Hartsubstrate, die von einer dünnen und beweglichen Sedimentschicht bedeckt sind werden als Riffe klassifiziert, wenn die darauf lebenden Biota zum Leben eher das Hartsubstrat als die darüber liegenden Sedimentschichten benötigen...Eine biologische Verifizierung ist nötig.“*

Die vom BFN (2018) veröffentlichte Kartieranleitung für den Biotoptyp „Riffe“ in der deutschen AWZ enthält Kriterien zur Abgrenzung von Riffen im Zuge von Zulassungsverfahren. Von den insgesamt vier definierten Typen geogener Riffe kommt potenziell der Typ „Steinfeld/Blockfeld Nordsee“ vor.

Der Biotoptyp **„Steinfeld/Blockfeld Nordsee“** wird nach Kartieranleitung BFN (2018) wie folgt abgegrenzt:

Kriterium 1: „Die Mindestgröße von zu digitalisierenden Einzelsteinen orientiert sich an der aktuell kleinsten Erfassungsgröße für einzelne Objekte bei der Auswertung von Seiten-sichtsonar-Daten im Frequenzbereich ≥ 300 kHz (resultierende Steingröße ca. 30 – 50 cm). Derartige Einzelsteine oder Blöcke werden mit einem Radius von 75 m mit Pufferflächen umgeben und dargestellt.“

Kriterium 2: „Wenn der Abstand zwischen benachbarten Einzelsteinen (\geq ca. 30 - 50 cm) bzw. Blöcken ≤ 150 m ist, d.h. wenn sich ihre Pufferflächen entweder berühren oder überlappen, werden diese zu einer „Stein- bzw. Blockansammlung“ zusammengefasst.“

Kriterium 3: „Wenn eine solche „Stein- bzw. Blockansammlung“ mindestens 21 Einzelsteine (\geq ca. 30 - 50 cm) bzw. Blöcke mit einem mittleren Abstand zu ihrem nächsten Nachbarn von ≤ 50 m enthält, bildet sie ein geogenes Riff vom Typ „Steinfeld/Blockfeld“ (Abb. 40)“.

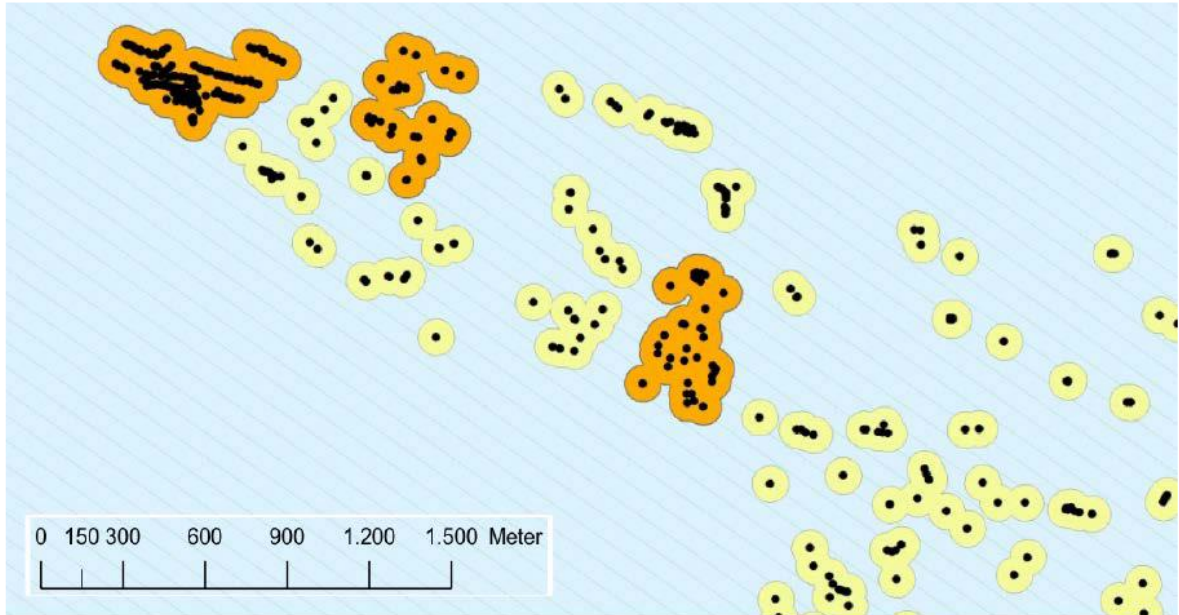


Abb. 40: Die orangefarbenen „Steinansammlungen“ bilden ein geogenes Riff vom Typ „Steinfeld/Blockfeld (Nordsee)“, die gelben „Steinansammlungen“ und die mit Puffer umgebenen Einzelsteine dagegen nicht (Kriterium 3)
Graphik aus BFN (2018)

Kriterium 4: „Falls sich innerhalb eines, alle vorhergehenden Kriterien (1 - 3) erfüllenden geogenen Riffs Bereiche ohne Stein- oder Blockvorkommen befinden, werden diese Bereiche der Gesamtfläche des Riffs zugeordnet (Abb. 41).“

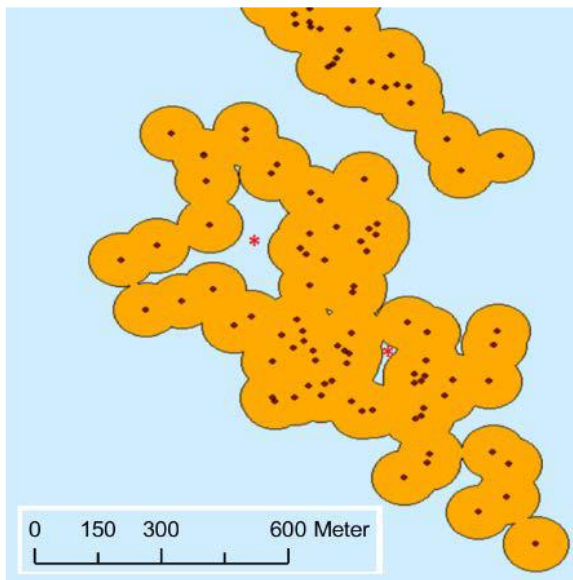


Abb. 41: In einem „Steinfeld“ eingeschlossene Flächen ohne Steinvorkommen werden ebenfalls dem Riff zugeordnet (siehe Erläuterungen zu Kriterium 4)
Graphik aus BFN (2018)

Eine biologische Verifizierung dieses Typs geogener Riffe im Rahmen von Verfahren ist entsprechend der Kartieranleitung nicht erforderlich. Grundsätzlich können verschiedene Biotope miteinander assoziiert sein bzw. ineinander übergehen. Bei der Kartierung von Riffen ist zu beachten, dass die

innerhalb der Abgrenzungen der Riffe liegenden KGS-Sedimente in solch einem Fall dem Riff zugerechnet werden, da laut der Definition und Kartieranleitung Kies-, Grobsand- und Schillgründe des BFN (2011) ausgeschlossen ist, dass Flächen gleichzeitig beiden geschützten Biotopen zugerechnet werden. Eine Mindestgröße ist nicht gegeben.

Bewertungskriterien für das Vorkommen von Riffen im Vorhabenbereich

Um zu überprüfen, ob im Vorhabenbereich des geplanten Terminals der Biotoptyp „Riffe“ vorliegt, wurde die Firma Geogroup beauftragt, aus drei bisher durchgeführten Aufnahmen mittels Seitensichtsonar Steine >30 cm zu kartieren. Die Ergebnisse wurden uns digital übermittelt. Insgesamt wurden 293 Steine >30 cm innerhalb der untersuchten Bereiche kartiert, davon 26 >1 m Kantenlänge (vgl. Kap. 4.2.1).

Bei Anwendung der zuvor beschriebenen Kriterien zur Abgrenzung des Typs „Steinfeld/Blockfeld Nordsee“ in der AWZ (BFN 2018) ergibt sich für den Vorhabenbereich ein Vorkommen des § 30-Biotops Riffe. Insgesamt werden durch diese Methode 2 Riffvorkommen abgegrenzt (Abb. 42). Ein großes Riff befindet sich im Bereich der KGS-Verdachtsfläche inkl. der östlichen Liegewannen, Zufahrtbereiche und Randbereiche. Ein weiteres Riff befindet sich im nordöstlichen Bereich außerhalb der Zufahrt in räumlicher Nähe zum Fahrwasser. Daneben kommen noch Einzelsteine bzw. kleinere Steingruppen vor, die nicht als Riff abgegrenzt werden.

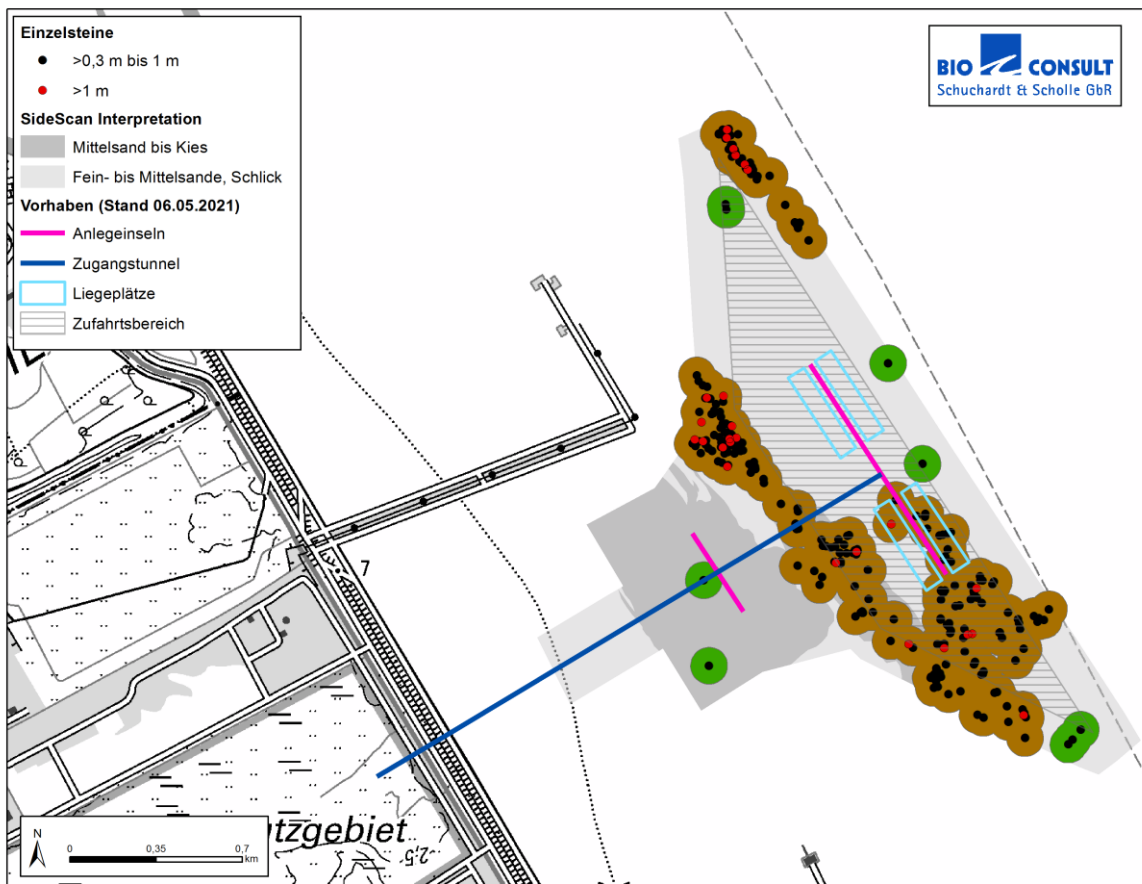


Abb. 42: Lage und Ausdehnung der Riffvorkommen (braune Flächen) im Vorhabenbereich nach BFN-Kriterien.

Die Kartieranleitung des BfN (2018) ist allerdings explizit für die AWZ entwickelt und nur in dieser gültig. Die Fachbehörden der Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein wenden diese aufgrund der unterschiedlichen naturräumlichen Situation nicht an, haben jedoch bisher auch keine eigenen Kartieranleitungen für den Biotoptyp „Riffe“ im Küstenmeer vorgelegt. Die Anwendung der BfN-Kartieranleitung erfolgt hier deshalb nur orientierend.

Als Kriterium für das Vorkommen von Riffen wird in DRACHENFELS (2021) eine **Ansammlung von größeren Steinen** glazialen Ursprungs genannt (s.o.). Der Begriff „Ansammlung“ ist allerdings nicht weiter definiert. In Abb. 43 ist die Dichte der Steinvorkommen gemessen am Abstand zwischen zwei Steinen in fünf Kategorien dargestellt. Aus Abb. 43 ist ersichtlich, dass die Abstände zwischen den Steinen relativ groß sind. Die überwiegende Anzahl der Anzahl der Steine befindet sich in den Kategorien 5-10 m und 10- 20 m Abstand zum nächsten Stein. Nur wenige Steine kommen in geringen Abständen von <5 m zueinander vor und nur einzelne in <2 m. Die Bereiche in denen Steine in geringen Abständen zueinander vorkommen, befinden sich in der Grobsandfläche im Bereich der Steinproben sowie am nördlichen Rand der Zufahrt. Diese hilfswise Betrachtung entspricht unserer Beurteilung, dass die vorgefundenen mittleren Abstände zwischen den Steinen nicht der „Vorstellung“ einer Ansammlung entsprechen. Auch bei einer rein qualitativen Betrachtung handelt es sich u.E. bei den Steinvorkommen im Vorhabenbereich nicht um eine ausreichend ausgeprägte Ansammlung von Steinen und somit auch nicht um ein § 30-Biotop (Typ KMR).

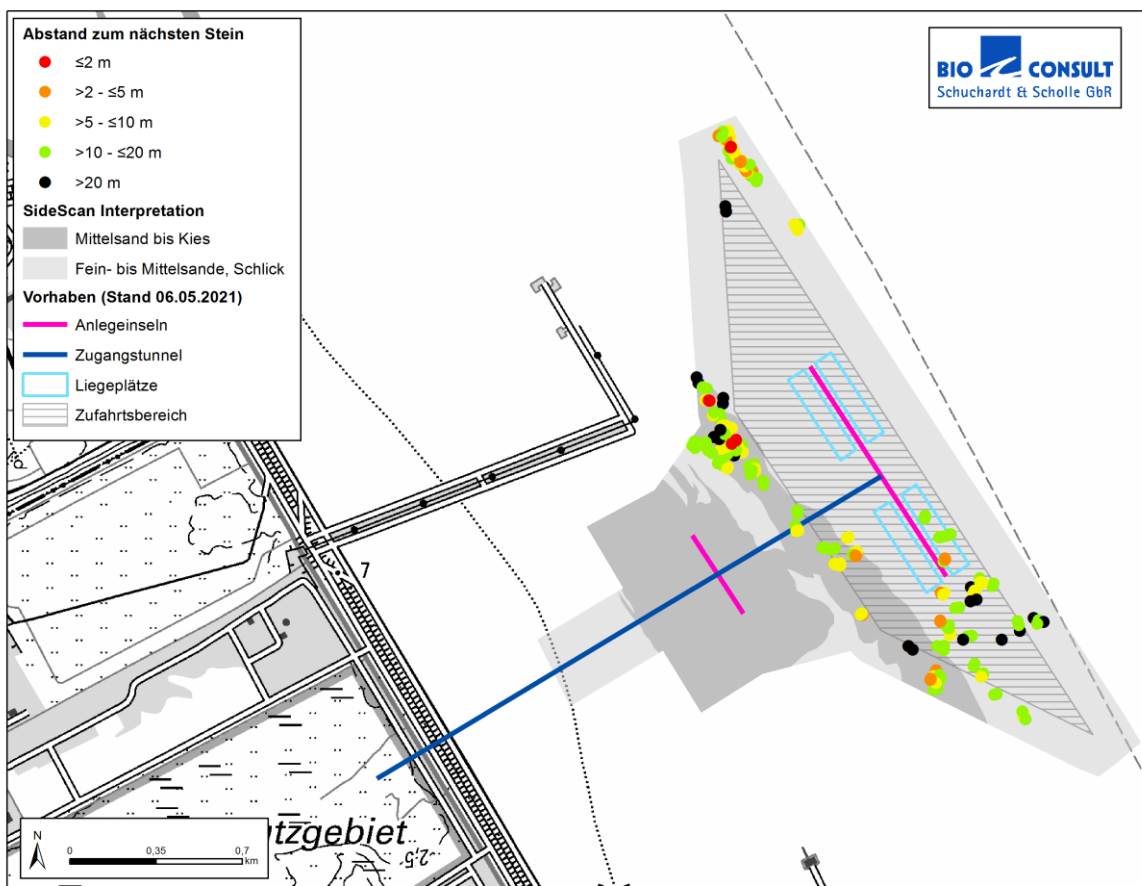


Abb. 43: Darstellung der Steindichten in fünf Kategorien auf Basis der Abstände zwischen zwei Steinen.

Wie viele kleinere Steine (64 mm bis 30 cm) noch zusätzlich im Vorhabenbereich vorkommen, ist unklar, so dass es sich ggf. um das in der BFN-Kartieranleitung als Riffotyp „Restsedimente mit Steinen“ bezeichnete Biotop handeln könnte. Entsprechend der Kartieranleitung von DRACHENFELS (2021) sind aber explizit nur größere Steine zu betrachten. Nach unserer Auffassung entspricht der Vorhabenbereich durch das „lockere“ Vorkommen größerer Steine lokal eher einem hochwertigen KGS-Grund (Teilbereich Steinproben der Verdachtsfläche). Diese fachgutachterliche Einschätzung kann derzeit aufgrund des Fehlens einer expliziten Kartieranleitung nicht anhand formal verbindlicher Kriterien abgesichert werden.

Literatur

- ARMONIES, W. & D. HARTKE, 1995: Floating of mud snails *Hydrobia ulvae* in tidal waters of the Wadden Sea, and its implications in distribution patterns. - Helgoländer Meeresuntersuchungen 49, 529-538 S.
- 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-Biotoptypen/Biotoptyp-Kies-Sand-Schillgruende.pdf>, Stand Oktober 2011.
- BFN, 2018: BfN-Kartieranleitung für „Riffe“ in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) - Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG, FFH - Anhang I - Lebensraumtyp (Code 1170). - 70 S.
- BIOCONSULT, 2003: JadeWeserPort Los d) - Kartierung der aquatischen Lebensgemeinschaften. - (unveröff. Gutachten im Auftrag der JadeWeserPort Entwicklungsgesellschaft GmbH Wilhelmshaven) Bremen: 221 S.
- BIOCONSULT, 2004: JadeWeserPort Los d) - Kartierung der aquatischen Lebensgemeinschaften: Eulitoral. - (unveröff. Gutachten im Auftrag der JadeWeserPort Entwicklungsgesellschaft GmbH Wilhelmshaven) 23 S.
- BIOCONSULT, 2007: Ist die Jade ein erheblich verändertes Gewässer? - Eine Analyse im Rahmen der WRRL. - (im Auftrag des NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg) Bremen/Oldenburg: 116 S. + Anhänge.
- BIOCONSULT, 2012: Das Makrozoobenthos im Vorfeld des Hooksier Hafens. - Studie im Auftrag der Wangerland Touristik GmbH, Bremen: 33 S.
- BIOCONSULT, 2013a: Das Makrozoobenthos auf der potenziellen Kompensationsfläche zur Umfahrung Minsener Oog. - (Gutachten im Auftrag des WSA Wilhelmshaven) 32 S.
- BIOCONSULT, 2013b: Das Makrozoobenthos im Nahbereich einer geplanten Einleiterstelle in der Jade. - Studie im Auftrag der Kali K+S GmbH, Bremen: 48 S.
- BIOCONSULT, 2018: Benthoskartierung auf § 30-Verdachtsflächen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. - (i. A. des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN.SH)) 64 S.
- BIOCONSULT, 2019: Benthoskartierung im sublitoralen Ebbdelta- und Rinnenbereich von Sylt und Amrum. Besiedlungsmuster und Biotope. - (i. A. des Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Büsum) 67 S.
- BRECKLING, P., S. BEERMANN-SCHLEIFF, S. OPITZ & M. WALTHER-MATHE, 1994: Fische und Krebse im Wattenmeer. - (UBA-Forschungsbericht 10802085/01) Umweltbundesamt, Berlin: 188 S.
- BRUNKEN, H., A. DÄNHARDT & O.-D. FINCH, 2015: Fische im Jadegebiet. - In: OLDENBURGER LANDESVEREIN FÜR GESCHICHTE, N.-U.H.E.V.O. (Hrsg.), Die Jade. Flusslandschaft am Jadebusen. Isensee Verlag, Oldenburg: 181-195.
- BSH, 2016: Anleitung zur Kartierung des Meeresbodens mittels hochauflösender Sonare in den deutschen Meeresgebieten. - BSH Nr. 7201, 147 S.
- 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.
- CRAEYMEERSCH, J. A., M. A. FAASSE, H. GHEERARDYN, K. TROOST, R. NIJLAND, A. ENGELBERTS, K. J. PERDON, D. VAN DEN ENDE & J. VAN ZWOL, 2019: First records of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in Europe. - Marine Biodiversity Records 12: 1-11. <https://doi.org/10.1186/s41200-019-0164-7>, 2019/03/05.
- CWSS (Common Wadden Sea Secretariat), 2008: TMAP Handbook - TMAP guidelines for an integrated Wadden Sea monitoring. - (Version 1.0) Wilhelmshaven: 16 S. + Anhänge.

- DÄNHARDT, A., 2015a: Biodiversität der Fische und ihre Bedeutung für Seevögel im Nahrungsnetz des Jadebusens. - (Forschungsbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Buchholz in der Nordheide) S. 50.
- DÄNHARDT, A., 2015b: Die Meeresfische in der Jade. - In: OLDENBURGER LANDESVEREIN FÜR GESCHICHTE, N.-U.H.E.V.O. (Hrsg.), Die Jade. Flusslandschaft am Jadebusen. Isensee Verlag, Oldenburg: 196-209.
- DÖRJES, J., S. GADOW, H.-E. REINECK & I. B. SINGH, 1969: Die Rinnen der Jade (Südliche Nordsee): Sedimente und Makrozoobenthos. - *Senckenbergiana maritima* 1/50, 5-62 S.
- DÖRJES, J., S. GADOW, H.-E. REINECK & I. B. SINGH, 1970: Sedimentologie und Makrozoobenthos der Nordergründe und der Außenjade (Nordsee). - *Senckenbergiana maritima* 2: 31-59.
- DRACHENFELS, O. V., 2021: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. - *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4*, Hannover: 1-336 S.
- FIGGE, K., 1981: Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht. - (Karte Nr. 2900 mit Begleitheft) Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg: ohne S.
- FIGGE, K., R. KÖSTER, H. THIEL & P. WIELAND, 1980: Schlickuntersuchungen im Wattenmeer der Deutschen Bucht - Zwischenbericht über ein Forschungsprojekt des KFKI. - *Die Küste* 35: 187-204.
- FINCK, P., S. HEINZE, U. RATHS, U. RIECKEN & A. SSYMAN, 2017: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands - Dritte fortgeschriebene Fassung 2017. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 156, 637 S.
- GEO INGENIEURSERVICE NORD-WEST, 2021: Sediment mapping using sidescan sonar in Innenjade, Island Jetty, Wilhelmshaven. - Bericht i.A. von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR, 13 S.
- GROTJAHN, M. & S. JAKLIN, 2007: Modellprojekt HMWB Tideweser und ostfriesisches Wattenmeer, II. Steckbrief zur aktuellen Situation (Makrozoobenthos, Makrophyten) der Wasserkörper, III. Bewertung der Veränderungen und Ausweisung der Wasserkörper nach EG-WRRL. Bericht 7/2007 des NLWKN. - 93 S.
- HELCOM, 1998: Red list of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat. - Helsinki Commission - Baltic Marine Environment Protection Commission, Baltic Sea Environment Proceedings 75, 115 S.
- KLUNDER, L., M. LAVALEYE, L. KLEINE SCHAARS, R. DEKKER, S. HOLTHUIJSEN & H. W. VAN DER VEER, 2019: Distribution of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in the Wadden Sea after first introduction. - (doi: 10.3391/bir.2019.8.4.10) *BioInvasions Records* 8 (4), 818-827 S.
- KÜFOG, 2017: Benthische Biotope und ihre Verteilung im niedersächsischen Küstengewässer - Pilotstudie für das Jade-Weser-Gebiet. - (im Auftrag des NLWKN-Betriebsstelle Brake-Oldenburg, unveröffentl.) 71 S. + Anhänge + Karten.
- KÜNITZER, A., D. J. BASFORD, J. A. CRAEYMEERSCH, J.-M. DEWARUMEZ, J. DÖRJES, G. C. A. DUINEVELD, A. ELEFTHERIOU, C. H. R. HEIP, P. HERMAN, P. KINGSTON, U. NIERMANN, E. RACHOR, H. RUMOHR & P. A. W. J. DE WILDE, 1992: The benthic infauna of the North Sea: Species distribution and assemblages. - *ICES Journal of Marine Science* 49: 127-143.
- 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.
- LINKE, O., 1939: Die Biota des Jadebusenwattes. - *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 1 (3): 201-348.
- MEYER, M. & H. MICHAELIS, 1979: Das Makrozoobenthos des westlichen "Hohen Weges". - (Jahresberichte) Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Forschungsstelle Küste 31, 91-155 S.
- 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.

- 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.
- PIELOU, E. C., 1966: Shannon's Formula as a measure of specific diversity. - American Nature 100: 463-465.
- RABAUT, M., K. GUILINI, G. VAN HOEY, M. VINCX & S. DEGRAER, 2007: A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. - Estuarine Coastal and Shelf Science 75: 525-536.
- 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., 1985: Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: 191 S.
- SALZWEDEL, H., E. RACHOR & D. GERDES, 1985: Benthic macrofauna communities in the German Bight. - Veröffentlichungen des Institutes für Meeresforschung Bremerhaven 20: 199-267.
- SCHÜCKEL, U., M. BECK & I. KRÖNCKE, 2013: Spatial variability in structural and functional aspects of macrofauna communities and their environmental parameters in the Jade Bay (Wadden Sea Lower Saxony, southern North Sea). - (doi: 10.1007/s10152-012-0309-0) Helgol Mar Res 67, 121-136 S.
- SCHUSTER, O., 1952: Die Vareler Rinne im Jadebusen. Die Bestandteile und das Gefüge einer Rinne im Watt. - Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 486: 1-38.
- SHANNON, C. & W. WEAVER, 1949: The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana: 111 S.
- STEUWER, J., G. FISCHER, K. HELJEN & W. HEIBER, 1999: Benthosbiologische Untersuchungen im Jadebusen an Klappstellen des Niedersächsischen Hafenamtes Wilhelmshaven. - Dienstbericht der Forschungsstelle Küste, Norderney 19/1999: 37 S. + Anhang.
- STEUWER, J. & NLWKN, 2013: Untersuchungen zum Makrozoobenthos von potentiellen Hartsubstratflächen im Sublitoral der Außenweser. - (Bericht im Rahmen des INTERREG IV B Projektes "Tide - Tidal River Development") 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.
- VORBERG, R. & P. BRECKLING, 1999: Atlas der Fische im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. - Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer Heft 10: 178.

Anhang

Tab. 13: Zentralkoordinaten der im Eulitoral mittels Stechrohr beprobten Stationen.

Station	Breite	Länge	Methode
Deichfuss	8° 6,212'	53° 37,538'	Sammelprobe
E01	8° 6,221'	53° 37,542'	Stechzylinder
E02	8° 6,301'	53° 37,575'	Stechzylinder
E03	8° 6,379'	53° 37,602'	Stechzylinder
E05	8° 6,586'	53° 37,718'	Stechzylinder
E04	8° 6,377'	53° 37,593'	Stechzylinder

Tab. 14: Zentralkoordinaten der im Sublitoral mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen.

Station	Breite	Länge	Methode
S06	53°37,724	8°06,725	van-Veen-Greifer
S07	53°37,750	8°06,870	van-Veen-Greifer
S08	53°37,763	8°07,014	van-Veen-Greifer
S09	53°37,891	8°07,160	van-Veen-Greifer
S10	53°37,821	8°07,250	van-Veen-Greifer
S11	53°37,959	8°07,090	van-Veen-Greifer
S12	53°37,958	8°07,350	van-Veen-Greifer
S13	53°38,109	8°07,257	van-Veen-Greifer
S13-neu	53°38,170	8°07,155	van-Veen-Greifer
S14	53°38,262	8°07,167	van-Veen-Greifer
S15	53°38,258	8°07,348	van-Veen-Greifer
S16	53°38,119	8°07,500	van-Veen-Greifer
S17	53°37,975	8°07,671	van-Veen-Greifer
S18	53°37,836	8°07,840	van-Veen-Greifer
S19	53°37,740	8°07,827	van-Veen-Greifer
S20	53°37,651	8°08,114	van-Veen-Greifer
S21	53°37,571	8°08,427	van-Veen-Greifer
S22	53°37,715	8°08,281	van-Veen-Greifer
S23	53°37,778	8°08,070	van-Veen-Greifer
S24	53°37,910	8°07,908	van-Veen-Greifer
S25	53°37,984	8°07,821	van-Veen-Greifer
S26-neu	53°38,079	8°07,899	van-Veen-Greifer
S27	53°37,995	8°08,100	van-Veen-Greifer
S28	53°38,100	8°07,760	van-Veen-Greifer
S29	53°38,200	8°07,595	van-Veen-Greifer
S30	53°38,270	8°07,521	van-Veen-Greifer

Station	Breite	Länge	Methode
S31	53°38,271	8°07,650	van-Veen-Greifer
S32	53°38,375	8°07,666	van-Veen-Greifer
S33	53°38,404	8°07,364	van-Veen-Greifer
S34	53°38,548	8°07,254	van-Veen-Greifer
S35	53°38,531	8°07,381	van-Veen-Greifer
S36	53°38,590	8°07,305	van-Veen-Greifer
S37	53°38,476	8°07,155	van-Veen-Greifer
S38	53°38,750	8°07,130	van-Veen-Greifer
S39	53°38,250	8°07,007	van-Veen-Greifer

Tab. 15: Zentralkoordinaten der im Sublitoral mittels 2 m-Baumkurre beprobten Stationen.

Station	Start		Ende		Methode
	Breite	Länge	Breite	Länge	
D-01	53°37,812	8°07,282	53°37,902	8°07,195	2 m-Baumkurre
D-04	53°37,707	8°07,950	53°37,790	8°07,838	2 m-Baumkurre
D-05	53°37,634	8°08,205	53°37,753	8°08,090	2 m-Baumkurre
D-06	53°37,579	8°08,430	53°37,634	8°08,316	2 m-Baumkurre
D-07	53°37,859	8°07,876	53°37,890	8°07,960	2 m-Baumkurre
D-12	53°38,390	8°07,363	53°38,490	8°07,275	2 m-Baumkurre
D-13	53°38,543	8°07,322	53°38,654	8°07,217	2 m-Baumkurre

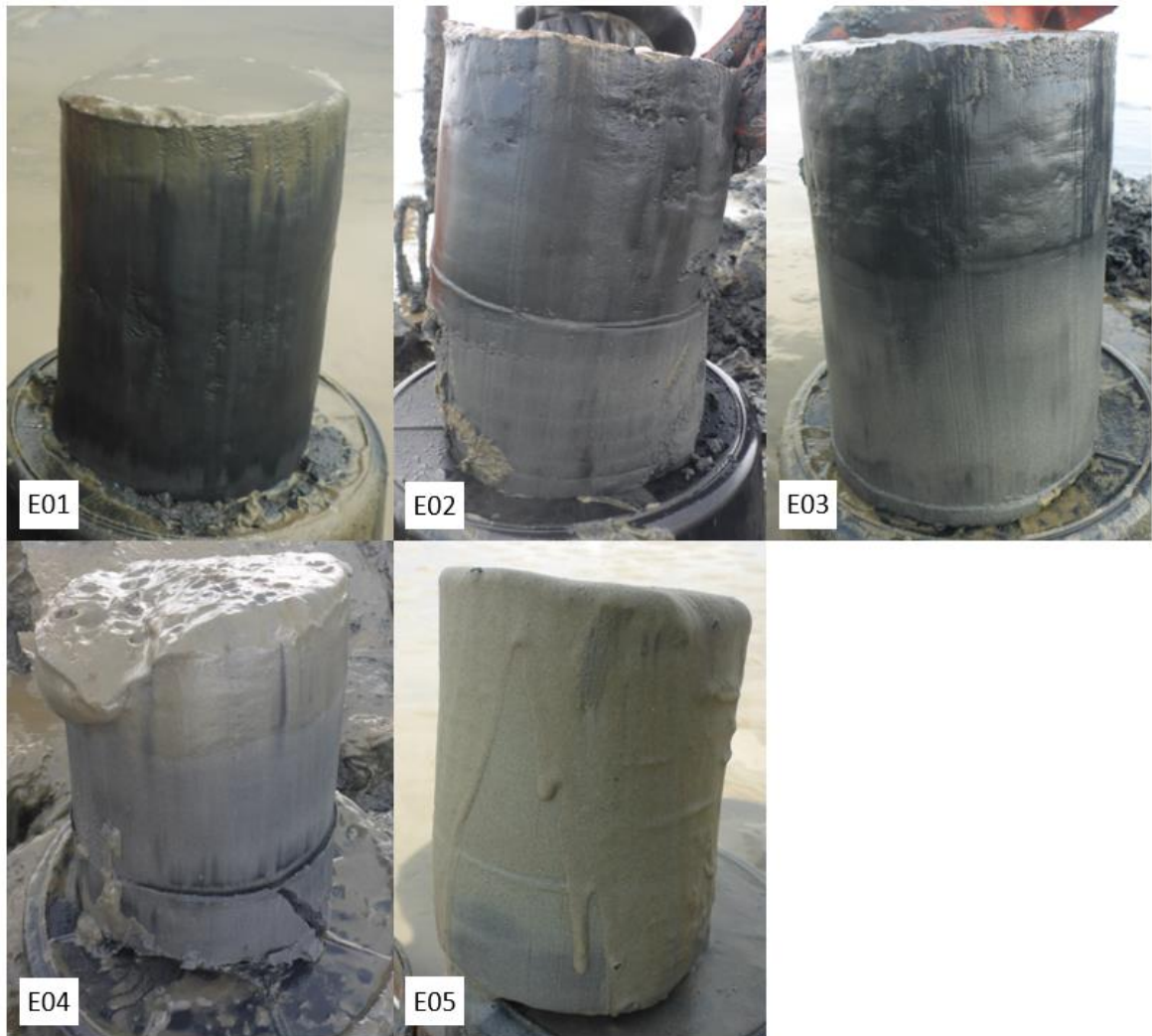


Abb. 44: Übersicht der Sedimentschichtung der Stechzylinder an den beprobten Stationen im Eulitoral.

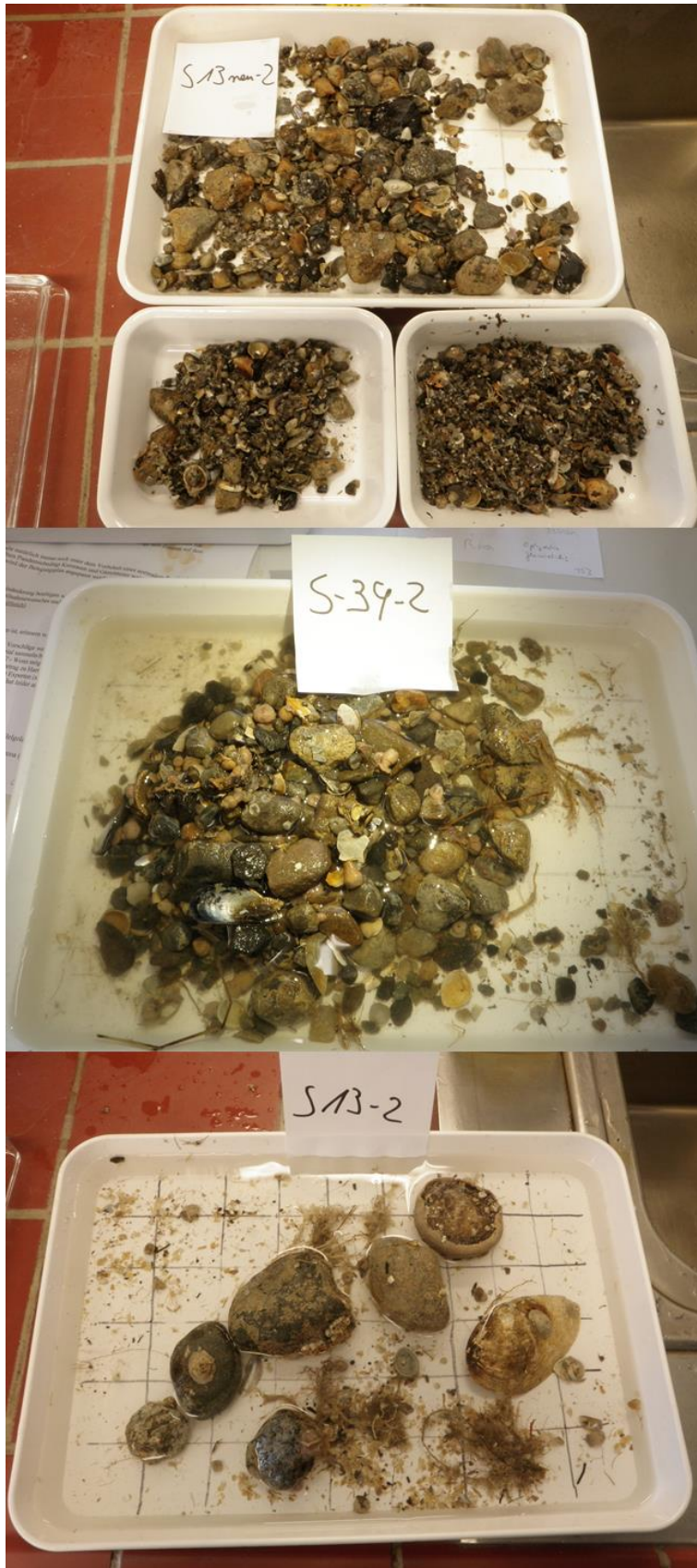


Abb. 45: Aufnahme von 3 qualitativen Steinproben.

Tab. 16: Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021).

Für die vollständig mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen sowie für Station S13 (Beprobung mit nur einem Greifer) ist die mittlere Abundanz (ABU, Ind./m²) angegeben. Für die steingepprägten Stationen ist die Präsenz der erfassten Arten, gekennzeichnet mit einem X, angegeben.

*: kein für das Gesamtartenspektrum als eigenständige Art gewertetes Taxon, X: nicht zählbare Art, da koloniebildend; blau unterlegt: an der Station nicht als eigenständige Art gewertetes Taxon

Taxa	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24
Hydrozoa																			
Bougainvilliidae indet.							X			X						X	X		
Calycella syringa																X			
Campanulariidae indet.																			
Clytia hemisphaerica																			
Hydractinia echinata																			
Obelia bidentata												X							
Obelia dichotoma									X		X	X							X
Obelia longissima																			
Obelia spp.*	X	X		X			X				X		X			X	X	X	X
Sarsia spp.																			
Sertularia cupressina						X										X	X		X
Tubularia indivisa																X			
Tubulariidae indet.*	X			X							X		X	X			X	X	X
Anthozoa																			
Actiniaria indet.								10,0	3,3										3,3
Bryozoa																			
Alcyonidiidae indet.*																			
Alcyonidium cf. hydrocoailitum																			
Alcyonidium parasiticum													X						
Anguinella palmata																X			
Arachnidium fibrosum		X										X							
Conopeum reticulum																			
Conopeum seurati									X							X		X	
Electra monostachys																			
Electra pilosa			X	X		X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X
Farrella repens		X	X													X	X	X	
Nemertea																			
Nemertea indet.																			
Oerstedia dorsalis																			
Oligochaeta																			

Taxa	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24
Tubificoides benedii																			
Alitta succinea		6,7																	
Capitellidae indet.																			
Eteone longa							6,7												
Gattyana cirrhosa																			
Glycera alba																			
Heteromastus filiformis			3,3										3,3					3,3	
Lagis koreni		3,3																	
Lanice conchilega																			
Magelona johnstoni										6,7									
Magelona mirabilis							3,3			3,3		3,3			3,3				
Magelona spp.*											3,3								
Myrianida prolifera																			
Nephtys caeca										6,7	6,7	3,3	3,3					3,3	
Nephtys cirrosa		6,7	3,3		3,3	3,3	20,0		13,3	16,7	33,3	6,7	16,7	6,7	3,3			10,0	3,3
Nephtys hombergii	6,7	13,3						3,3		10,0	6,7					3,3			
Nephtys longosetosa																			
Nephtys spp.*						3,3				3,3	30,0	3,3							3,3
Notomastus latericeus								3,3											
Ophelia borealis				6,7										3,3					
Pygospio elegans																			
Scoloplos armiger	3,3	23,3		3,3	6,7	13,3	6,7	40,0	36,7	10,0	33,3	23,3	26,7	3,3	20,0		10,0	6,7	
Spio martinensis											10,0								
Spionidae indet.*																			
Spiophanes bombyx							3,3				6,7								
Tharyx killariensis																			
Bivalvia																			
Abra alba																			
Ensis leei																			
Limecola balthica	6,7	6,7			3,3	3,3	26,7	23,3		30,0	26,7	20,0	13,3			3,3			3,3
Mulinia lateralis	3,3																		
Mytilus edulis										3,3						3,3			
Petricolaria pholadiformis																3,3			
Gastropoda																			
Epitonium clathrus								3,3											
Gastropoda-Nudibranchia																			
Facelina spp.																			
Pycnogonida																			

Taxa	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24
Anoplodactylus petiolatus																			
Nymphon brevirostre																			
Pycnogonida indet.*																			
Pycnogonum litorale																			
Crustacea																			
Balanus spp.																			
Bathyporeia elegans																6,7			
Bathyporeia guilliamsoniana																23,3			
Bathyporeia pelagica																			
Bathyporeia sarsi	203,3																		
Bodotria scorpioides	3,3																		
Carcinus maenas										3,3									
Cirripedia indet.										100,0									
Corophiidae indet.*																			
Corophium volutator																			
Crangon crangon							3,3						3,3				6,7		
Dyopedos monacanthus																			
Gammarus spp.																			
Gastrosaccus spinifer			6,7	10,0	36,7	3,3		3,3	40,0	6,7				3,3	30,0	53,3	46,7	56,7	
Jassa spp.																3,3			
Liocarcinus holsatus																			
Photis longicaudata																			
Phoxichilidiidae indet.																			
Pontocrates altamarinus															3,3				
Semibalanus balanoides																			
Schistomysis kervillei															6,7				
Schistomysis spiritus															3,3				
Schistomysis spp.*		3,3														3,3			3,3
Urothoe poseidonis						3,3													
Echinodermata																			
Amphiura filiformis																			
Asterias rubens																			

Tab. 17: (Fortsetzung von Tab. 16) Artenspektrum der Infauna (van-Veen-Greifer) aller im Sublitoral beprobten Stationen (Frühjahr 2021). Für die vollständig mittels van-Veen-Greifer beprobten Stationen sowie für Station S13 (Beprobung mit nur einem Greifer) ist die mittlere Abundanz (ABU, Ind./m²) angegeben. Für die steingepprägten Stationen ist die Präsenz der erfassten Arten, gekennzeichnet mit einem X, angegeben.
 *: kein für das Gesamtartenspektrum als eigenständige Art gewertetes Taxon, X: nicht zählbare Art, da koloniebildend; blau unterlegt: an der Station nicht als eigenständige Art gewertetes Taxon

Taxa	S-25	S-26-neu	S-27	S-28	S-29	S-30	S-31	S-32	S-33	S-34	S-35	S-36	S-37	S-38	Steine-S13	Steine-S13neu	Steine-S39
Hydrozoa																	
Bougainvilliidae indet.						X			X				X				X
Calycella syringa																	X
Campanulariidae indet.			X														
Clytia hemisphaerica					X												
Hydractinia echinata																	X
Obelia bidentata		X												X	X	X	X
Obelia dichotoma		X										X			X	X	X
Obelia longissima									X								
Obelia spp.*	X		X	X	X				X				X			X	
Sarsia spp.															X		
Sertularia cupressina		X	X		X			X							X		X
Tubularia indivisa			X												X	X	X
Tubulariidae indet.*	X	X			X					X		X					
Anthozoa																	
Actiniaria indet.		3,3			3,3										160	437,3	410
Bryozoa																	
Alcyoniidae indet.*						X										X	
Alcyonidium cf. hydrocoailitum						X											
Alcyonidium parasiticum			X														X
Anguinella palmata															X	X	
Arachnidium fibrosum						X									X	X	X
Conopeum reticulum															X	X	X
Conopeum seurati															X	X	
Electra monostachys															X	X	X
Electra pilosa	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X
Farrella repens		X				X		X	X						X	X	X
Nemertea																	
Nemertea indet.				3,3													
Oerstedia dorsalis															20	45 33,3	20
Oligochaeta																	

Taxa	S-25	S-26- neu	S-27	S-28	S-29	S-30	S-31	S-32	S-33	S-34	S-35	S-36	S-37	S-38	Steine -S13	Steine- S13neu	Steine- S39
Tubificoides benedii																66,7	40
Alitta succinea																25	
Capitellidae indet.	3,3																
Eteone longa																	
Gattyana cirrhosa															10	26,7	10
Glycera alba																	10
Heteromastus filliformis	3,3				3,3		3,3				3,3		3,3	3,3		10	
Lagis koreni																	
Lanice conchilega										3,3					35	23,3	35
Magelona johnstoni													3,3				
Magelona mirabilis																	
Magelona spp.*																10	
Myrianida prolifera																	
Nephtys caeca											3,3						
Nephtys cirrosa								6,7	6,7								
Nephtys hombergii						3,3				3,3		16,7	6,7	6,7			10
Nephtys longosetosa													3,3	3,3			
Nephtys spp.*	3,3				6,7	3,3			3,3		3,3		10,0			15	
Notomastus latericeus																	
Ophelia borealis																	
Pygospio elegans			6,7														
Scoloplos armiger				3,3	6,7	6,7			3,3		3,3		6,7			10	30
Spio martinensis																	
Spionidae indet.*														3,3			
Spiophanes bombyx																	
Tharyx killariensis		3,3															
Bivalvia																	
Abra alba																25	
Ensis leei																10	
Limecola balthica			10,0		3,3	3,3			3,3		6,7	6,7	46,7	6,7			10
Mulinia lateralis																	
Mytilus edulis		333,3		3,3	6,7										10.000	3.833,3	10.000
Petricolaria pholadiformis	3,3		46,7	56,7													10
Gastropoda																	
Epitonium clathrus																	
Gastropoda-Nudibranchia																	
Facelina spp.																	10

Taxa	S-25	S-26-neu	S-27	S-28	S-29	S-30	S-31	S-32	S-33	S-34	S-35	S-36	S-37	S-38	Steine-S13	Steine-S13neu	Steine-S39
Pycnogonida																	
Anoplodactylus petiolatus															40	15	50
Nymphon brevirostre															40	86,7	90
Pycnogonida indet.*																50	
Pycnogonum litorale																10	10
Crustacea																	
Balanus spp.																50	
Bathyporeia elegans	10,0		13,3		33,3	16,7			30,0			100,0	23,3	36,7			
Bathyporeia guilliamsoniana						10,0							16,7	3,3			
Bathyporeia pelagica	6,7				13,3			3,3	30,0			80,0		13,3			
Bathyporeia sarsi					3,3	10,0						43,3					
Bodotria scorpioides																	
Carcinus maenas																	
Cirripedia indet.																	
Corophiidae indet.*				3,3													
Corophium volutator				120,0													
Crangon crangon		10,0				3,3	3,3	3,3			3,3			3,3			
Dyopedos monacanthus															10	35	
Gammarus spp.																10	
Gastrosaccus spinifer		63,3	100,0		40,0		3,3				3,3	50,0					
Jassa spp.																	
Liocarcinus holsatus													3,3				
Photis longicaudata														10			
Phoxichilidiidae indet.																10	
Pontocrates altamarinus																	
Semibalanus balanoides																	1.000
Schistomysis kervillei	3,3		6,7	6,7	3,3	3,3	3,3	3,3	10,0		13,3	36,7	13,3	73,3			
Schistomysis spiritus	6,7		3,3														
Schistomysis spp.*				3,3	3,3			3,3				3,3					
Urothoe poseidonis													3,3				
Echinodermata																	
Amphiura filiformis															10	10	20
Asterias rubens															10	10	10

Tab. 18: Auflistung der in RACHOR & NEHMER (2003) genannten Infauna-Gemeinschaften mit ihren Charakterarten, charakteristischen Arten und Begleitarten.

Merkmal	Goniadella-Spisula	Tellina (Fabulina) fabula	Nucula nitidosa	Amphiura filiformis	Macoma balthica
Lage	Deutsche Bucht	Deutsche Bucht	innere Deutsche Bucht	äußere AWZ	bis ca. -15 m, sublitorale Variante
Sediment	Mittelsand-Kies	Fein- bis Mittelsand	Schluff-Ton	Schluff-Ton	
Charakterarten	<i>Aonides paucibranchiata</i> , <i>Ophelia borealis</i> , <i>Thracia villosiuscula</i>	<i>Fabulina fabula</i> , <i>Magelona johnstoni</i> , <i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Nucula nitidosa</i> (adult), <i>Abra alba</i> , <i>Scalibregma inflatum</i>	<i>Amphiura filiformis</i> , <i>Kurtiella bidentata</i> , <i>Harpinia antennaria</i>	<i>Ensis leei</i>
Charakteristische Arten	<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Abra nitida</i>	<i>Corbula gibba</i>	<i>Macoma juv.</i>
	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	<i>Bathyporeia gulliamsoniana</i>	<i>Phaxas pellucidus</i>	<i>Pholoe baltica</i>	<i>Abra abra juv.</i>
	<i>Spio symphyta</i> *	<i>Goniada maculata</i>	<i>Amphiura brachiata</i>	<i>Galathowenia oculata</i>	<i>Fabulina fabula juv.</i>
	<i>Echinocyamus pusillus</i>		<i>Ophiura albida</i>	<i>Cylichna cylindracea</i>	<i>Lanice juv.</i>
	<i>Goniadella bobretzkii</i>		<i>Owenia fusiformis</i>	<i>Bathyporeia tenuipes</i>	<i>Lagis koreni juv.</i>
	<i>Polygordius appendiculatus</i>			<i>Ennucula tenuis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>
	<i>Polygordius lacteus</i>				<i>Pygospio elegans</i>
	<i>Goodallia triangularis</i>				
	<i>Glycera lapidum</i>				
	<i>Thracia spp.</i>				
	<i>Pisone remota</i>				
	<i>Spisula solida</i>				
	<i>Polycirrus medusa</i>				
	<i>Orbinia sertulata</i>				
	<i>Thia scutellata</i>				
<i>Spisula juv.</i>					
<i>Spisula elliptica</i>					
Begleitarten	keine genannt	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Tellimya ferruginosa</i>	<i>Lagis koreni</i>	
		<i>Magelona filiformis</i>	<i>Thyasira flexuosa</i>	<i>Magelona filiformis</i>	
		<i>Ophelia limacina</i>	<i>Notomastus latericeus</i>	<i>Sthenelais limicola</i>	
		<i>Thracia phaseolina</i>	<i>Magelona alleni</i>	<i>Diplocirrus glaucus</i>	
		<i>Scolecopsis bonnieri</i>	<i>Eudorella truncatula</i>	<i>Chamelea striatula</i>	
		<i>Echinocardium cordatum</i>		<i>Gattyana cirrosa</i>	
		<i>Iphinoe trispinosa</i>		<i>Nephtys assimilis</i>	
		<i>Chaetozone spp.</i>		<i>Ophiodromus flexuosus</i>	
			<i>Ampelisca tenuicornis</i>		

Artnamen in RACHOR & NEHMER (2003) wurden durch neue Artnamen nach worms ausgetauscht: *Angulus tenuis* zu *Macomangulus tenuis*, *Tellina fabula* zu *Fabulina fabula*, *Ophelia limacina* zu *Ophelia borealis*, *Anaitides lineata* zu *Phyllodoce lineata*, *Mysella bidentata* zu *Kurtiella bidentata*, *Nuculoma tenuis* zu *Ennucula tenuis*, *Polinices pulchellus* zu *Euspira nitida*, *Amphiura brachiata* zu *Acronida brachiata*

*vorher *Spio filicornis*, den es aber nach neuer Taxonomie nicht mehr gibt. Die Art wurde aufgeteilt in *Spio symphyta* und *Spio decoratus*, für Grobsand ist eher *S. symphyta* charakteristisch