

Projekt/Vorhaben: **NOR-9-3 / +525-kV-DC-Leitung**
Konverterplattform NOR-9-3 – Unterweser
Abschnitt Seetrasse

<p>Aufgestellt: Bayreuth, den 30.06.2023</p> <p><i>i.V. Paul</i> <i>i.V. M. Henning</i></p>	<p>Unterlage zur Planfeststellung</p>				
<p>Anlage 11.4.2 zum Vorhaben</p> <p>NOR-9-3</p> <p>±525 kV-HGÜ-Offshore-Netzanbindungssystem</p> <p>Konverterplattform NOR-9-3 – Unterweser</p> <p>für den Bereich der 12-sm-Grenze bis Anlandungspunkt Dornumergrode</p> <p>– Abschnitt Seetrasse –</p>					
<p>Prüfvermerk</p>					
<p>Datum</p>	<p>29.07.2022</p>				
<p>Ersteller</p>	<p>BioConsult</p>				
<p>Änderung(en):</p>					
<p>Rev.-Nr.</p>	<p>Datum</p>	<p>Erläuterung</p>			
<p>1</p>					
			<p>Anhang: Klarstellung zur Projektbezeichnung im Gutachten</p>		

Offshore-Netzanbindungssystem BalWin1+2

Basisaufnahme Makrozoobenthos Wattenmeer



Auftraggeber:
Tennet Offshore GmbH

29.07.2022

Auftraggeber: Tennet Offshore GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth

Titel: Offshore-Netzanbindungssystem BalWin1+2
Basisaufnahme Makrozoobenthos Wattenmeer

Auftragnehmer: BioConsult GmbH & Co.KG

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

Lerchenstraße 22
24103 Kiel
Telefon +49 431 53036338

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

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Tim Bildstein
M. Sc. Griet Nobis
Dr. Lisa Mevenkamp

Datum: 29.07.2022 (redaktionelle Änderungen 06.04.2023)

Inhalt

1. Anlass und Aufgabenstellung	6
2. Material und Methoden.....	8
2.1 Beprobung des Makrozoobenthos mittels Stechrohr	8
2.2 Beprobung des Sediments	8
2.3 Bearbeitung der Proben im Labor	9
2.4 Wattcharakterisierung mittels Zählrahmen.....	10
2.5 Auswertung	12
2.5.1 Klassifizierung der Sedimente	12
2.5.2 Ermittlung der Artenzahl.....	12
2.5.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse	13
2.5.4 Arten der Roten Liste	13
2.5.5 Statistische Auswertung	13
3. Ergebnisse	15
3.1 Sediment (Stechrohrproben)	15
3.2 Makrozoobenthos (Stechrohr-Beprobung)	17
3.2.1 Artenspektrum.....	17
3.2.2 Rote Liste Arten und Neozoen.....	19
3.2.3 Gesamtartenzahl, -individuedichte und -biomasse.....	20
3.2.4 Dominanz bei Abundanz und Biomasse	24
3.2.4.1 Abundanz	24
3.2.4.2 Biomasse	26
3.2.5 Diversität und Äquität	27
3.2.6 Multivariate Gemeinschaftsanalyse entlang der Trassen.....	29
3.3 Wattcharakterisierung mittels Zählrahmen.....	34
4. Einordnung der Ergebnisse.....	36
4.1 Sediment.....	36
4.2 Makrozoobenthos	36
4.3 Biotope und FFH-Lebensraumtypen	37
Literatur.....	38
Anhang	40

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Übersicht über Biotope, Trassenverlauf und Lage der Probenahme-Stationen (Stechrohre).	7
Abb. 2:	Übersicht über Biotope, Trassenverlauf und Lage der Zählrahmen.	11
Abb. 3:	Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Transekt- und Einzelstationen).	16
Abb. 4:	Prozentuale Verteilung der Arten pro taxonomische Großgruppe.	18
Abb. 5:	Anzahl Arten pro Station.....	20
Abb. 6:	Anzahl Individuen pro m ² pro Station.	21
Abb. 7:	Biomasse (FG g/m ²) pro Station	23
Abb. 8:	Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (Stechrohr, relative Abundanz) dargestellt je Transekt und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	25
Abb. 9:	Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (Stechrohr, relative Biomasse in g FG/m ²) dargestellt je Transekt und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	27
Abb. 10:	Diversität pro Station und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	28
Abb. 11:	Äquität pro Station und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).	28
Abb. 12:	Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Arten-Abundanzstruktur an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors.....	30
Abb. 13:	MDS-Darstellung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors.	30
Abb. 14:	Anzahl Taxa pro Zählrahmen.	34
Abb. 15:	Dichte der makroskopisch sichtbaren und ausgezählten Arten pro Zählrahmen.	35
Abb. 16:	Zählrahmen Transekt 1 (Sandwatt).	41
Abb. 17:	Zählrahmen Transekt 2 (Sandwatt).	41
Abb. 18:	Zählrahmen Transekt 4 (Mischwatt).	42
Abb. 19:	Zählrahmen Station Bal-W-A (Bulten Muschelbank).	42
Abb. 20:	Zählrahmen Station Bal-W-B (oben: Senken Muschelbank; unten: Bulten Muschelbank).	43
Abb. 21:	Zählrahmen Station Bal-W-C (Sandwatt).	44
Abb. 22:	Zählrahmen Station Bal-W-D (Mischwatt).	44
Abb. 23:	Zählrahmen Station Bal-W-E (Mischwatt).	45

Tab. 1:	Übersicht Probenanzahl.	8
Tab. 2:	Klassifizierung der Kornfraktionen nach Figge (1981) und Laurer et al. (2014).	12
Tab. 3:	Biotoptypen an den Probenahmestationen.	15
Tab. 4:	Mittlere Anteile der Korngrößenfraktionen der Fein- bzw. Mittelsandstationen.	16
Tab. 5:	Makrozoobenthos-Arten mit Zuordnung der RL-Kategorie.	17
Tab. 6:	Nachweise von <i>Scrobicularia plana</i> im Untersuchungsgebiet.	19
Tab. 7:	Mittlere Artenzahl pro Station in den 3 Biotoptypen.	21
Tab. 8:	Mittlere Abundanzen (Ind./m ²) in den drei Biotoptypen.	22
Tab. 9:	Mittlere Biomasse (g FG/m ²) in den drei Biotoptypen.	23
Tab. 10:	Unähnlichkeit (%) zwischen den Clustern basierend auf den Ergebnissen der SIMPER Analyse der Gemeinschaftsstruktur.	31
Tab. 11:	Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern.	32
Tab. 12:	Probenahme-Stationen des Makrozoobenthos und des Sediments.	40

1. Anlass und Aufgabenstellung

Das derzeit laufende Raumordnungsverfahren (ROV) „Seetrassen 2030“ dient im Sinne einer vorausschauenden Planung und nicht zuletzt auch um die von der Bundesregierung angestrebten Klimaziele zu erreichen, der Festlegung neuer Trassenkorridore in der 12 sm-Zone der deutschen Nordsee. Antragstellerinnen in dem ROV sind die TenneT Offshore GmbH und die Amprion Offshore GmbH. Die Übergangszonen von der AWZ in das Küstenmeer (sog. Grenzkorridore oder Gates) sind durch den AWZ-Raumordnungsplan (dort als sogenannte „Zielkorridore“) sowie den Flächenentwicklungsplan (FEP) ausgewiesen (BSH 2019). Für die räumliche Verbindung dieser Bereiche mit dem Festland gilt es Korridore zu definieren.

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

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

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

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

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

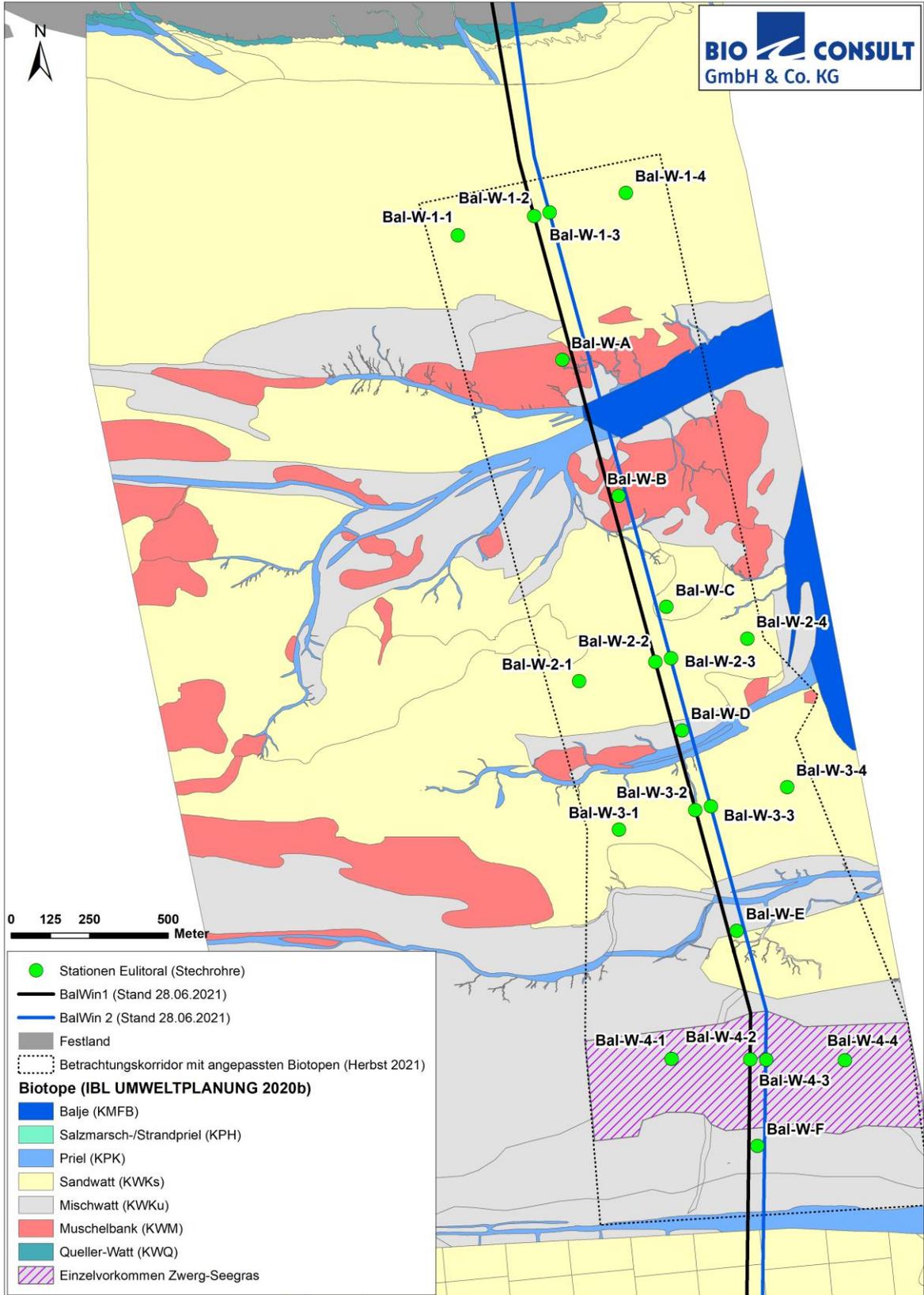


Abb. 1: Übersicht über Biotope, Trassenverlauf und Lage der Probenahme-Stationen (Stechrohre).

2. Material und Methoden

Durch die Biotopkartierung aus dem ROV konnten im Bereich der geplanten Trassen der BalWin1 und BalWin2 Sandwatt, Mischwatt und Muschelbänke festgestellt werden. Diese waren nach NLWKN & NLPV (2012) zu untersuchen. Mitte Oktober 2021 fand die Beprobung und Kartierung des Untersuchungsgebietes statt.

Tab. 1: Übersicht Probenanzahl.

Gerät	Anzahl Stationen	Anzahl Proben	Sedimentprobe
Stechrohr	4 Transekte á 4 Stationen 6 Einzelstationen	16 Stationen x 6 Parallelproben 6 x 6 n=132	1 x pro Transekt 1 x pro Einzelstation n=10
Zählrahmen	Je Biotoptyp 6x	Sandwatt 6x Mischwatt 6x Muschelbank 6x n=18	-

2.1 Beprobung des Makrozoobenthos mittels Stechrohr

Es wurden 4 Transekte mit jeweils 4 Stationen und 6 zusätzliche Zwischenstationen beprobt (s. Abb. 1). Insgesamt wurden damit zwischen Baltrum und dem Anlandungsbereich westlich Dornumersiel 22 Stationen beprobt. Die Beprobung des Makrozoobenthos erfolgte mit einem Stechrohr (\varnothing 15,2 cm, Fläche: 181,5 cm²) mit einer Eindringtiefe von 30 cm. An jeder Station wurden sechs Parallelproben aus dem Wattboden entnommen, d. h. insgesamt wurden 132 Proben genommen (Tab. 1). Eine Übersicht der Lage der Probenahme-Stationen findet sich in Abb. 1. Der Inhalt der Stechrohre wurde mittels eines Siebes mit der Maschenweite 1 mm vor Ort gesiebt. Im Anschluss wurden die Siebrückstände in Alkohol fixiert.

2.2 Beprobung des Sediments

Zur Bestimmung der Sedimenteigenschaften wurde an jeder Stechzylinderprobestation eine Sedimentansprache mittels Fingerprobe gemäß NLWKN & NLPV (2012) durchgeführt. Zusätzlich wurden auf der jeweils mittleren Station (Station Bal-W-X-2) eines Quertransekts sowie auf den zwischen den Quertransekten befindlichen Einzelstationen die Sedimenteigenschaften (Schluff/Ton, Feinsand, Mittelsand, Grobsand, Kies/Steine) mittels Korngrößenanalyse ermittelt (s. Tab. 1). Hierfür wurde 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. Insgesamt ergaben sich 10 Sedimentproben.

2.3 Bearbeitung der Proben im Labor

Stechrohrproben

Das in jeder einzelnen 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.

Aufgrund der Vergleichbarkeit mit den bisher durchgeführten Erfassungen wurde bei der Beschreibung der Ergebnisse in vorliegender Untersuchung das Augenmerk auf das Feuchtgewicht gelegt.

Sedimentproben

Für die Korngrößenbestimmung wurde die aufgetaute Sedimentprobe bei 105°C getrocknet und nach Abkühlung gewogen (Ausgangssprobe). 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 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. 2.5.1, Tab. 2). Die aus der Siebung gewonnenen Daten werden als Gewichtsprozent/Fraktion bezogen auf die Ausgangssprobe dargestellt. Die Bestimmung der Korngrößen erfolgte nach DIN 18 123:2011-04.

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.

Die Koordinaten der Probenahme-Stationen des Makrozoobenthos und des Sediments werden in Tab. 12 im Anhang dargestellt.

2.4 Wattcharakterisierung mittels Zählrahmen

Zur Abschätzung der Besiedlungsdichten makroskopisch sichtbarer Arten waren entsprechend des abgestimmten Untersuchungskonzeptes je vorab abgegrenztem Biotop (2x Sandwatt, 1x Mischwatt, 2x Muschelbank) sechs Zählrahmen (1 m²) zur Ermittlung der Besiedlungsdichten vorgesehen. Aufgrund der v. a. im Misch- und Sandwatt homogenen Besiedlung durch die makroskopisch sichtbaren Arten werden insgesamt aber nur 18 Zählrahmen (6 pro Biotoptyp, s. Tab. 1) in die Auswertung mit einbezogen. Die Zählrahmen wurden repräsentativ für jedes Biotop platziert. Auf den Muschelbänken (Station A und B) wurden jeweils die Hälfte der Zählrahmen auf den Anhäufungen von Muscheln platziert und die andere Hälfte in den Senken dazwischen.

Die Zählrahmen sind in 4 x 4 Felder mit einer Kantenlänge von je 25 cm unterteilt. Häufig vorkommende Taxa (*Heteromastus*, *Pygospio* und *Lanice*) wurden jeweils nur drei der sechzehn Felder des 1 m² großen Zählrahmens ausgezählt und anschließend auf m² hochgerechnet. Die Taxa *Magallana gigas* und *Fucus* spp. wurden nicht gezählt, sondern in % Bedeckung aufgenommen. Zudem wurde das Vorkommen von *Corophium*, Balaniden, Seegrass und Diatomeen durch eine Einschätzung der Bedeckung von wenig (X) bis viel (XXX) vorgenommen. Diese Taxa werden, aufgrund der unterschiedlichen Einheiten, getrennt von den anderen angetroffenen Taxa betrachtet. Die Auswertung erfolgte im Gelände, beispielhafte Fotos der Zählrahmen sind dem Anhang zu entnehmen.

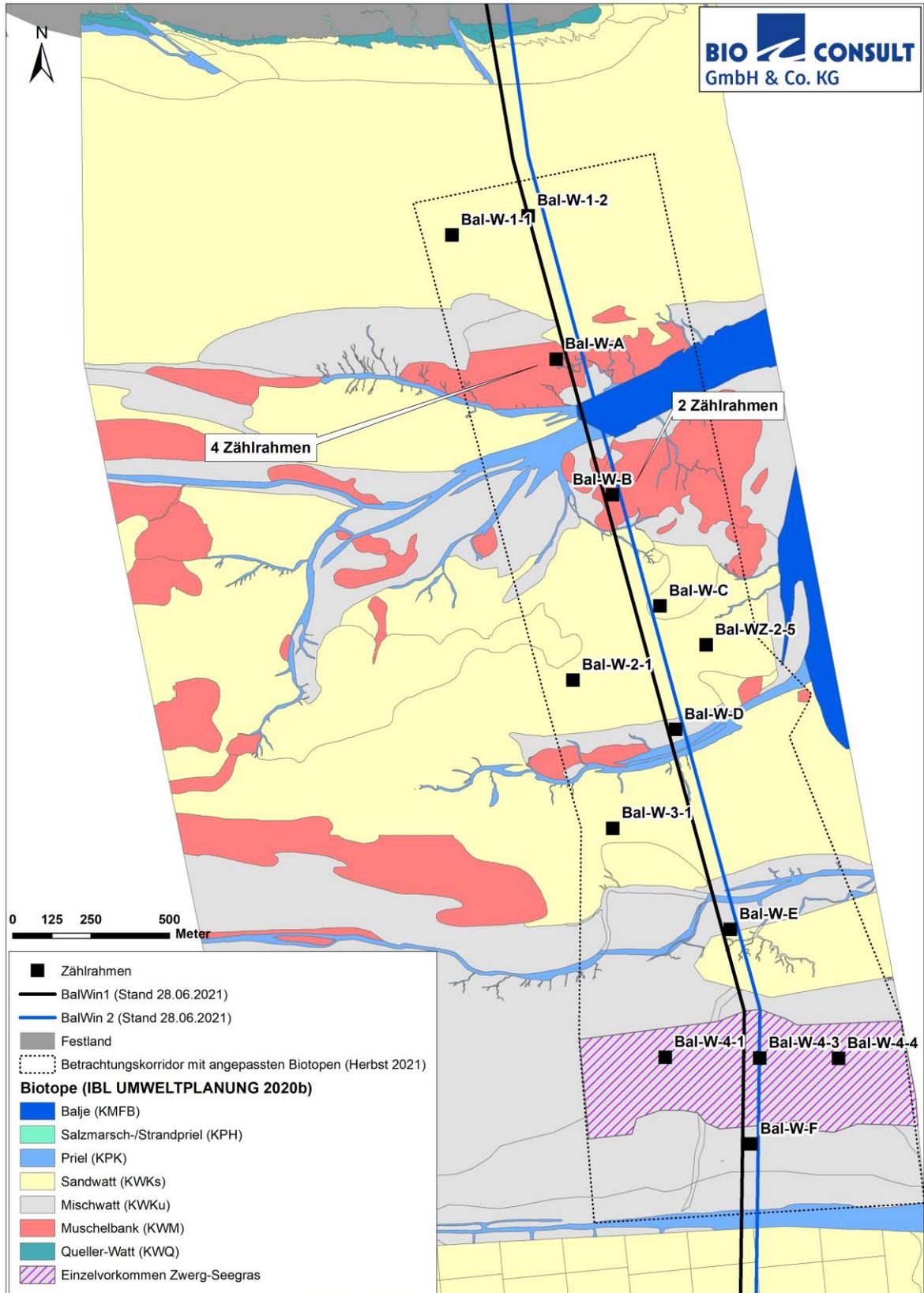


Abb. 2: Übersicht über Biotope, Trassenverlauf und Lage der Zählrahmen.

2.5 Auswertung

Ziel der Untersuchung ist, die benthischen Lebensgemeinschaften zu beschreiben. Grundlage hierfür war die Ermittlung ökologischer Gemeinschaftskennwerte v. a. hinsichtlich Artenvielfalt, Individuendichte und Vorkommen sensibler bzw. geschützter Arten und Biotope.

2.5.1 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

2.5.2 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).

2.5.3 Ermittlung der Abundanz und Biomasse

Die Anzahlen und Biomassen der Organismen der sechs an jeder Parallele entnommenen Stechrohre wurden summiert und auf einen Quadratmeter [m²] standardisiert. Im Anschluss wurden die Stationsmittelwerte aus den sechs 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 und der Biomasse pro Stechrohr/Station eingegangen.

2.5.4 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.

2.5.5 Statistische Auswertung

Die mittlere Artenzahl, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos wurde pro Station aus den sechs Parallelen berechnet. 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 gleichmäÙiger zu gewichten, wurden die Abundanzdaten mit der 4. Wurzel transformiert. Die Ergebnisse der multivariaten Methoden basieren auf einer Ähnlichkeitsmatrix (Clarke 1993). Als ÄhnlichkeitsmaÙ 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).

3. Ergebnisse

Die Probenahmen erfolgten am 13.10.21, 14.10.21 und 16.10.21, insgesamt an 3 Tagen. Das Wetter während der Probenahmen war größtenteils wolkig und trocken. Die Probenahmen erfolgten 2 Stunden vor Niedrigwasser bis 1 bis 2 Stunde danach.

Im Folgenden sind die Stationen nach Himmelsrichtung (Norden nach Süden) geordnet. Anhand der Karte und den Vorort-Begehungen des Untersuchungsgebietes wurden den Stationen Biotoptypen zugeordnet. Die den Stationen zugeordneten Biotoptypen finden sich in Tab. 3.

Tab. 3: Biotoptypen an den Probenahmestationen.

Sandwatt	Mischwatt	Muschelbank
Bal-W-1-1	Bal-W-D	Bal-W-A
Bal-W-1-2	Bal-W-E	Bal-W-B
Bal-W-1-3	Bal-W-4-1	
Bal-W-1-4	Bal-W-4-2	
Bal-W-C	Bal-W-4-3	
Bal-W-2-1	Bal-W-4-4	
Bal-W-2-2	Bal-W-F	
Bal-W-2-3		
Bal-W-2-4		
Bal-W-3-1		
Bal-W-3-2		
Bal-W-3-3		
Bal-W-3-4		

3.1 Sediment (Stechrohrproben)

Um die Variabilität der Sedimentzusammensetzung zwischen den Transekten und Einzelstationen zu veranschaulichen, sind in Abb. 3 die Korngrößenverteilung und der Glühverlust für die Transekt- und Einzelstationen dargestellt.

Das Sediment innerhalb des Untersuchungsgebietes setzte sich in allen Proben aus Feinsanden mit unterschiedlich hohen Schlickanteilen zusammen. An den Stationen des Sandwatts (Bal-W-1, -C, -2 und -3) traten mittlere Feinsandanteile von 89,1 % auf, während der Schlickanteil bei 76 % lag (s. Tab. 4). Die Mischwattstationen (Bal-W-D, -E, -4 und -F) wiesen wie zu erwarten einen deutlich höheren Schlickanteil von im Mittel 23,7 % auf. Der Feinsandanteil war dementsprechend mit

75,7 % geringer. Die beiden Stationen in der Muschelbank (Bal-W-A und -B) zeigten mit 37,1 % noch einmal höhere Schlickanteile.

Der Glühverlust als Ausdruck des Anteils an organischer Substanz korrespondierte wie zu erwarten mit dem Schlickanteil und lag zwischen 0,66 % und 5,79 %.

Tab. 4: Mittlere Anteile der Korngrößenfraktionen der Fein- bzw. Mittelsandstationen.

Einzelwerte s. Abb. 3

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

Station	T/U (<63 µm)	ffS (63-125 µm)	fS ohne ffS (125-250 µm)	mS (250-500 µm)	gS1 (500-1000 µm)	gS2 (1000-2000 µm)	G (>2000 µm)	GV
Sandwattstationen (n = 4)	7,6	17,3	71,7	2,4	0,1	0,3	0,5	1,1
Mischwattstationen (n = 4)	23,7	49,3	26,3	0,2	0,1	0,0	0,3	2,9
Muschelbankstationen (n = 2)	37,1	26,1	23,6	1,5	0,5	0,7	10,5	5,0

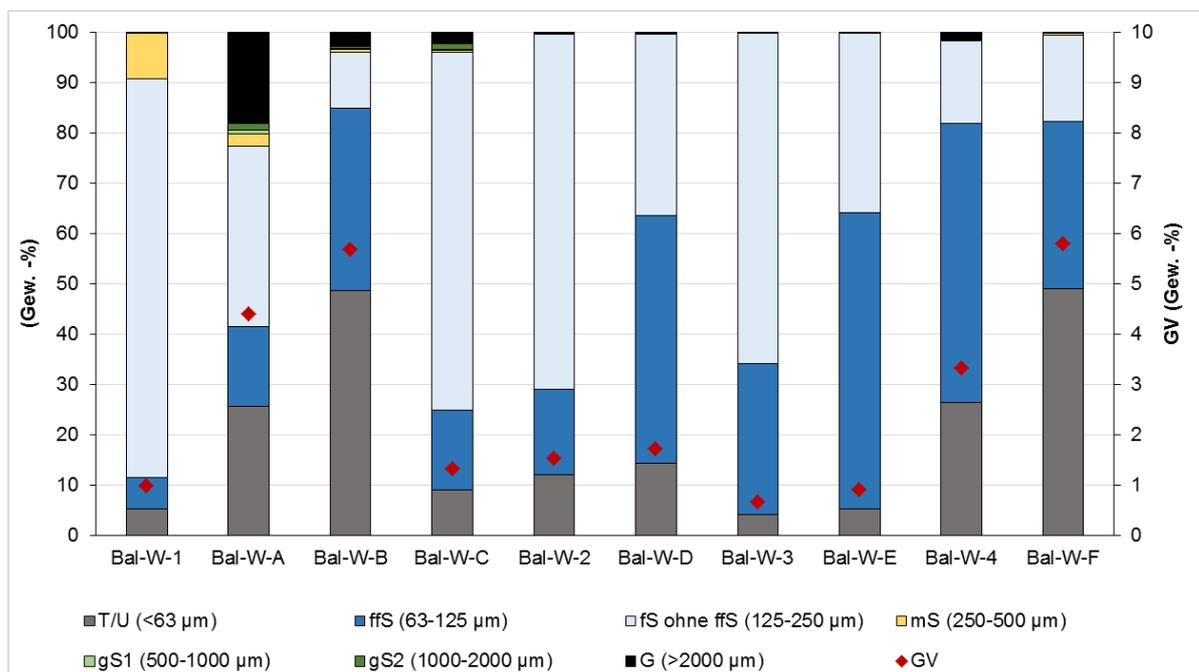


Abb. 3: Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet (Transekt- und Einzelstationen).

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

3.2 Makrozoobenthos (Stechrohr-Beprobung)

3.2.1 Artenspektrum

Insgesamt wurden an den beprobten Stationen 67 Makrozoobenthos-Taxa nachgewiesen (Tab. 5), davon konnten 59 auf Artniveau bestimmt werden. Nicht artbestimmte Taxa werden für die Bestimmung der Taxazahl dann gewertet, wenn keine weitere Art dieses Taxons bestimmt wurde. Polychaeten stellen mit 40,3 % (27 Taxa, s. Abb. 4) die Großgruppe mit den meisten Arten dar, gefolgt von Crustacea (22,4 %, 15 Taxa) und Bivalvia (14,9 %, 10 Taxa). Aus den Gruppen Anthozoa (1,5 %, mind. 1 Art) und Nemertea (1,5 %, mind. 1 Art) konnten die vorgefunden Individuen nicht auf Artniveau bestimmt werden.

Tab. 5: Makrozoobenthos-Arten mit Zuordnung der RL-Kategorie.

Erläuterung: RL-Kategorie: G=potenziell gefährdet, 3=gefährdet, 2=stark gefährdet, 1=vom Aussterben bedroht, R=extrem selten, Arten mit geographischer Restriktion (Rachor et al. 2013).

Art/Taxon	RL-Kategorie	Art/Taxon	RL-Kategorie
Anthozoa		Hydrozoa	
<i>Actinaria indet.</i>		<i>Clytia hemisphaerica</i>	
Bivalvia		<i>Obelia bidentata</i>	
<i>Abra spp.</i>		<i>Obelia dichotoma</i>	
<i>Cerastoderma edule</i>		Nemertea	
<i>Ensis leei</i>		<i>Nemertea indet.</i>	
<i>Ensis spp.</i>		Oligochaeta	
<i>Fabulina fabula</i>		<i>Oligochaeta indet.</i>	
<i>Kurtiella bidentata</i>		<i>Tubificoides benedii</i>	
<i>Magallana gigas</i>		Polychaeta	
<i>Mya arenaria</i>		<i>Alitta succinea</i>	
<i>Mytilus edulis</i>		<i>Alitta virens</i>	
<i>Scrobicularia plana</i>	1	<i>Ampharete baltica</i>	
<i>Macoma balthica</i>		<i>Arenicola marina</i>	
Bryozoa		<i>Boccardiella hamata</i>	
<i>Alcyonidium parasiticum</i>	G	<i>Bylgides sarsi</i>	
<i>Conopeum reticulum</i>		<i>Capitella spp.</i>	
<i>Electra pilosa</i>		<i>Eteone longa</i>	
Crustacea		<i>Eunereis longissima</i>	
<i>Amphibalanus improvisus</i>		<i>Glycera alba</i>	
<i>Austrominius modestus</i>		<i>Goniada maculata</i>	
<i>Balanus crenatus</i>		<i>Hediste diversicolor</i>	
<i>Bathyporeia sarsi</i>		<i>Heteromastus filiformis</i>	

Art/Taxon	RL-Kategorie	Art/Taxon	RL-Kategorie
Crustacea		Polychaeta	
<i>Carcinus maenas</i>		<i>Lanice conchilega</i>	
<i>Corophium arenarium</i>		<i>Magelona mirabilis</i>	
<i>Corophium volutator</i>	3	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	R
<i>Crangon crangon</i>		<i>Malmgrenia arenicolae</i>	
<i>Gammaridae indet.</i>		<i>Myrianida spp.</i>	
<i>Hemigrapsus takanoi</i>		<i>Nephtys caeca</i>	
<i>Melita palmata</i>		<i>Nephtys hombergii</i>	
<i>Pagurus bernhardus</i>		<i>Phyllodoce mucosa</i>	
<i>Praunus flexuosus</i>		<i>Polydora cornuta</i>	
<i>Semibalanus balanoides</i>		<i>Pygospio elegans</i>	
<i>Urothoe poseidonis</i>		<i>Scoloplos armiger agg.</i>	
Gastropoda		<i>Spio martinensis</i>	
<i>Crepidula fornicata</i>		<i>Streblospio spp.</i>	
<i>Littorina littorea</i>		<i>Tharyx killariensis</i>	
<i>Peringia ulvae</i>		Polyplacophora	
<i>Retusa obtusa</i>		<i>Lepidochitona cinerea</i>	3

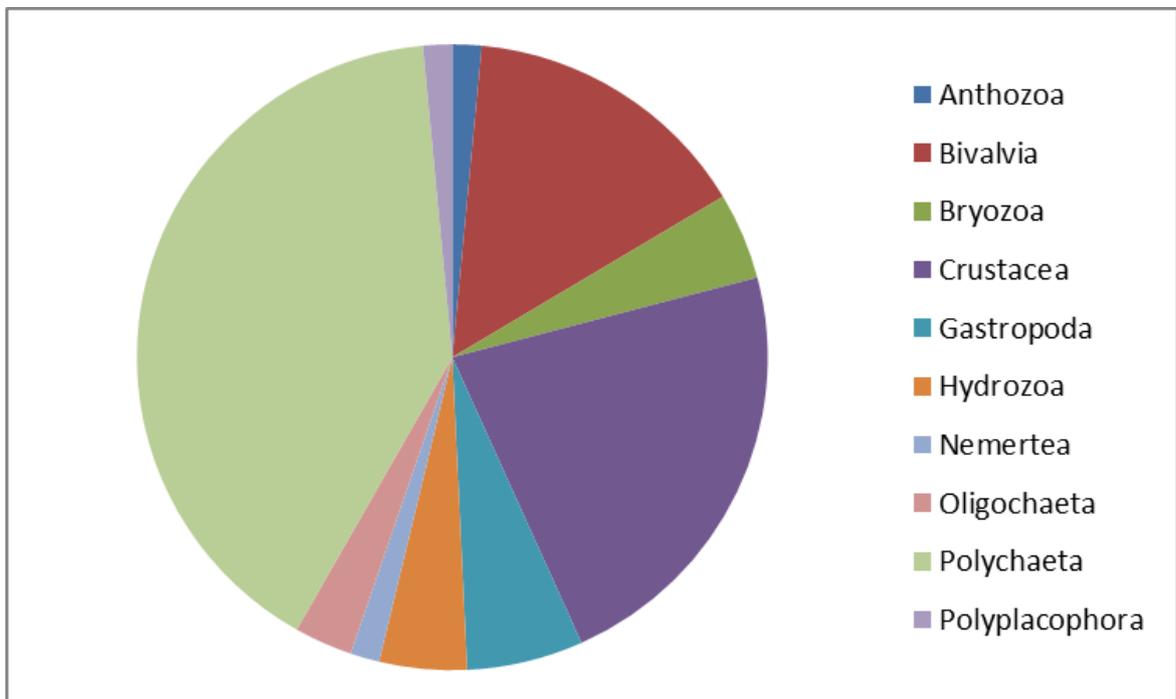


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Arten pro taxonomische Großgruppe.

3.2.2 Rote Liste Arten und Neozoen

Es wurden fünf Arten der Roten Liste (Rachor et al. 2013) festgestellt (Tab. 5). Außerdem wurde eine Neozoe erfasst.

Scrobicularia plana (Gr. Pfeffermuschel) ist der Kategorie 1 zuzuordnen (vom Aussterben bedroht) und kommt an acht Stationen im Untersuchungsgebiet vor (Tab. 6).

Tab. 6: Nachweise von *Scrobicularia plana* im Untersuchungsgebiet.

Station	Dominierende Korngröße	Biotoptyp	Anzahl Individuen pro Station pro m ²	Ton/Schluff Anteil in %
Bal-W-1-2	Feinsand	Sandwatt	9,2	5,2 %
Bal-W-A	Feinsand	Muschelbank	18,4	25,6 %
Bal-W-B	Ton/Schluff	Muschelbank	18,4	48,6 %
Bal-W-4-1	Feinsand	Mischwatt	73,5	26,3 %
Bal-W-4-2	Feinsand	Mischwatt	45,9	26,3 %
Bal-W-4-3	Feinsand	Mischwatt	36,7	26,3 %
Bal-W-4-4	Feinsand	Mischwatt	64,3	26,3 %
Bal-W-F	Ton/Schluff	Mischwatt	18,4	49,0 %

Scrobicularia plana lebt in weichen Böden bis zu einer Wassertiefe von 15 m, bevorzugt aber den Gezeitenbereich. Die Pfeffermuschel gehört mit einer Lebenserwartung von 16 bis 18 Jahren zu den langlebigen Arten im Bereich des deutschen Wattenmeers (Willmann 1989). In den letzten Jahren ist es aufgrund des Verlustes an geeigneten Sedimenten zu einem Bestandsrückgang gekommen (Rachor et al. 2013).

Malacoceros fuliginosus ist der Kategorie R (extrem selten, Arten mit regionaler Restriktion) zugeordnet. Die Art kam an drei Station im ersten Transekt im Sandwatt vor. Die mittlere Abundanz betrug 9,2 Ind./m² (Bal-W-1-1), 9,2 Ind./m² (Bal-W-1-2) bzw. 55,1 Ind./m² (Bal-W-1-3).

Die Arten *Corophium volutator* und *Lepidochitona cinerea* sind der Kategorie 3 (gefährdet) zugeordnet. *Corophium volutator* kam im Untersuchungsgebiet an zwei Stationen vor, auf einer Muschelbank (Bal-W-A) und im Mischwatt (Bal-W-F). *Lepidochitona cinerea* kam an einer Station, auf einer Muschelbank (Bal-W-A), vor.

Alcyonidium parasiticum ist der Kategorie G (potenziell gefährdet) zugeordnet und wurde an einer Station im Untersuchungsgebiet, auf einer Muschelbank (Bal-W-A), festgestellt.

Boccardiella hamata ist eine eingeschleppte Art, die zum ersten Mal 2011 in Belgien und den Niederlanden nachgewiesen wurde (Kerckhof & Faase 2014). Ursprünglich kommt die Art von der Ost- und Westküste Nordamerikas. Sie lebt gerne in schlickgefüllten Ritzen von Austern oder

anderem Hartsubstrat, wie beispielsweise bei der heimischen Art *Polydora cornuta*. Die Nachweise stammen dementsprechend von den beiden Stationen Bal-W-A und –B im Bereich der Muschelbank.

3.2.3 Gesamtartenzahl, -individuedichte und –biomasse

Taxazahl

Die mittlere Taxazahl im gesamten Untersuchungsgebiet lag bei 19,9 Taxa pro Station (Median 18, Standardabweichung 5,7). Die Station Bal-W-A wies die höchste Taxazahl auf (41 Arten), während auf der Station Bal-W-3-4 die Taxazahl mit 14 Taxa am geringsten war (Abb. 5). Auf den Muschelbänken lagen die mittleren Artenzahlen deutlich über dem Durchschnitt des Gesamtgebietes. Die Taxazahlen im Sandwatt und im Mischwatt waren dagegen sehr ähnlich (Tab. 7).

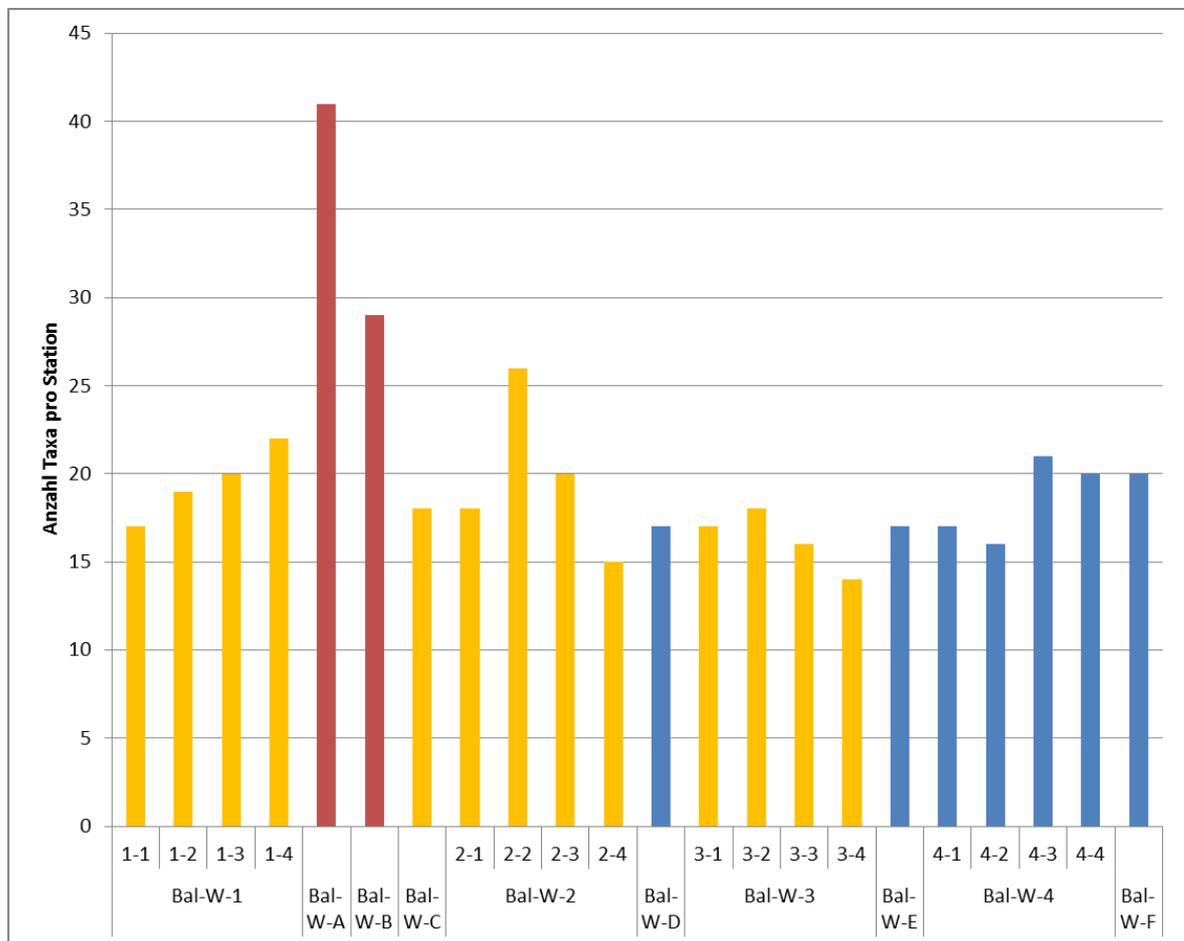


Abb. 5: Anzahl Arten pro Station
Stationen angeordnet von Norden nach Süden, gelb: Sandwatt, rot: Muschelbank, blau: Mischwatt

Tab. 7: Mittlere Artenzahl pro Station in den 3 Biotoptypen.

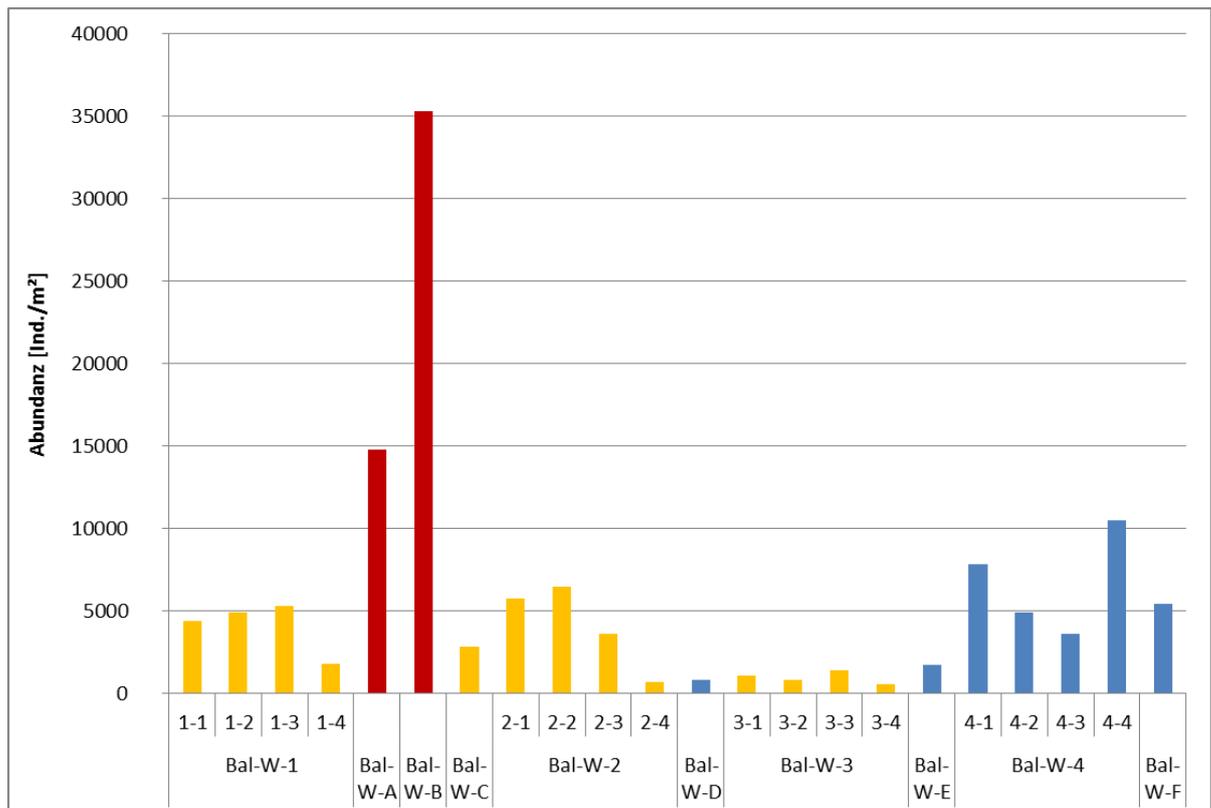
Erläuterung: Zuordnung der Biotoptypen zu den Stationen s. Tab. 3. n = Stationsanzahl

Artenzahl	Sandwatt (n = 13)	Mischwatt (n = 7)	Muschelbank (n = 2)
Mittelwert	18,5	18,3	35
Median	18	17	35
Standardabweichung	3	1,83	6

Individuendichte (Abundanz; Individuen/m²)

Die mittlere Individuendichte des Makrozoobenthos im Bereich der Kabeltrassen lag bei 5.647 Ind./m² (Median: 4.012,9 Ind./m², Standardabweichung: 7.313,1). Zwischen den Stationen gab es große Unterschiede in der Individuendichte (Abb. 6). An der Station Bal-W-B auf der Muschelbank war die Abundanz deutlich am höchsten (35.289,3 Ind./m²) und auf der Station Bal-W-3-4 mit 578,5 Ind./m² am geringsten.

Insgesamt machten Polychaeta mit 45,9 % (im Mittel 2.594,1 Ind./m²) den größten Anteil aus, gefolgt von Crustacea (35,6 %, 2.010,2 Ind./m²) und Gastropoda (9,1 %, 513,4 Ind./m²). Den geringsten Anteil machten mit 0,015 % die Anthozoa (0,8 Ind./m²) aus.

**Abb. 6:** Anzahl Individuen pro m² pro Station.

Stationen angeordnet von Norden nach Süden, gelb: Sandwatt, rot: Muschelbank, blau: Mischwatt

Die mittlere Individuendichte war wie bereits beschrieben auf der Muschelbank am höchsten. Im Sandwatt war sie am geringsten und lag deutlich unter dem Mittelwert für das Gesamtgebiet. Die Abundanzen lagen dort zwischen 578,5 Ind./m² (Bal-W-3-4) und 6.464,6 Ind./m² (Bal-W-2-2). Die Abundanzen im Mischwatt lagen mit 780,5 Ind./m² bis 10.4500 Ind./m² über denen des Sandwatts, aber noch deutlich unter denen der beiden Stationen in der Muschelbank.

Tab. 8: Mittlere Abundanzen (Ind./m²) in den drei Biotoptypen.

Erläuterung: Zuordnung der Biotoptypen zu den Stationen s. Tab. 3. n = Stationsanzahl

Abundanz [Ind./m²]	Sandwatt (n = 13)	Mischwatt (n = 7)	Muschelbank (n = 2)
Mittelwert	3.035,2	4.960,0	25.027,5
Median	2.846,6	4.912,8	25.027,5
Standardabweichung	2.047,5	3.123,5	10.261,7

Biomasse

Der Mittelwert der Biomasse im Untersuchungsgebiet lag bei 1,952,7 g FG/m² (Median: 482,4 g FG/m², Standardabweichung: 5.992,6 g FG/m²). Zwischen den Stationen bestanden erhebliche Unterschiede: An Station Bal-W-B wurden 29.252 g FG/m² festgestellt (Abb. 7), während die Biomasse auf der Station Bal-W-3-2 am geringsten war (22,6 g FG/m²). Diese Variabilität entstand vor allem durch die Anwesenheit von *Magallana gigas*, *Mytilus edulis* und *Austrominius modestus* an Station Bal-W-B. Insgesamt machten Bivalvia mit 89,0 % den höchsten Anteil an der Biomasse aus, gefolgt von Crustacea mit 7,3 % und Polychaeta mit 3 %.

Die mittlere Biomasse war wie zu erwarten auf der Muschelbank am höchsten (Tab. 9) und lag deutlich über dem Mittelwert für das Gesamtgebiet. Im Sandwatt war die mittlere Biomasse am geringsten.

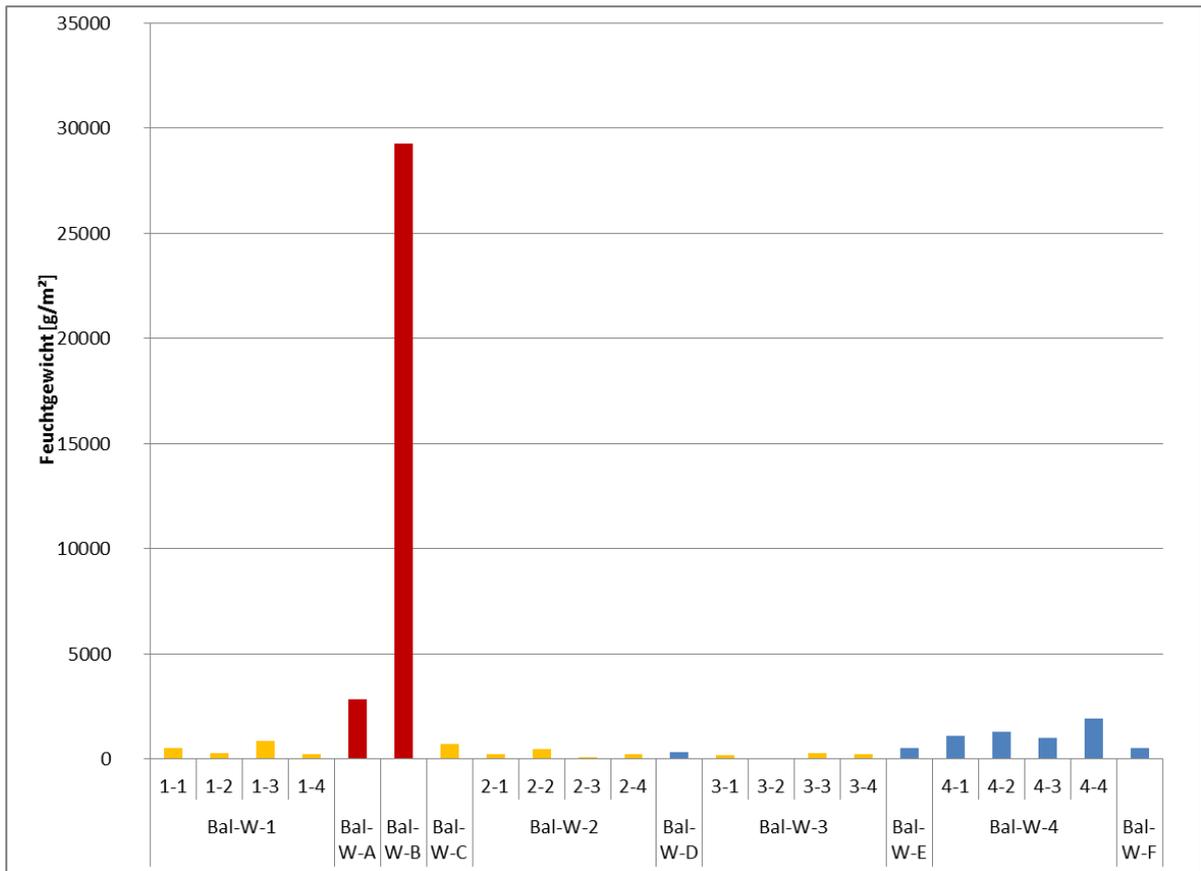


Abb. 7: Biomasse (FG g/m²) pro Station
Stationen angeordnet von Norden nach Süden, gelb: Sandwatt, rot: Muschelbank, blau: Mischwatt

Tab. 9: Mittlere Biomasse (g FG/m²) in den drei Biotoptypen.
Erläuterung: Zuordnung der Biotoptypen zu den Stationen s. Tab. 3. n = Stationsanzahl

Biomasse [g FG/m²]	Sandwatt (n = 13)	Mischwatt (n = 7)	Muschelbank (n = 2)
Mittelwert	328,4	945,4	16.036,3
Median	238,5	1.008,4	16.036,3
Standardabweichung	231,3	520,0	13.216,6

3.2.4 Dominanz bei Abundanz und Biomasse

3.2.4.1 Abundanz

Gesamtgebiet

Im gesamten Untersuchungsgebiet befand sich im Herbst 2021 die Seepocke *Austrominius modestus* auf mit einem Anteil von 49,6 % an der Gesamtabundanz auf Rang 1, gefolgt von dem Polychaet *Tharyx killariensis* mit 16 % auf Rang 2. Der Polychaet *Heteromastus filiformis* kam mit 6 % am dritthäufigsten im Untersuchungsgebiet vor (Abb. 8).

Einzelstationen in der Muschelbank

Die Dominanz von *Austrominius modestus* rührt aus ihrer extrem hohen Abundanz an den beiden Stationen Bal-W-A und Bal-W-B in der Muschelbank her. An den beiden Stationen stellte sie dementsprechend 58,3 % bzw. 83,4 % der Individuen. Gleichzeitig kam diese Art, die auf den Muschelschalen siedelte, nur an diesen beiden Stationen vor.

Transekte

Transekt Bal-W-1 im Sandwatt wurde von dem Polychaet *Tharyx killariensis* mit einem Anteil von 54,9 % dominiert. Zweit- und dritthäufigste Art waren der Polychaet *Scoloplos armiger* agg. (22,6 %) und der Polychaet *Heteromastus filiformis* (6,0 %) (vgl. Abb. 8).

Transekt Bal-W-2 im Sandwatt wurde ebenfalls von dem Polychaet *Tharyx killariensis* mit einem Anteil von 53,3 % dominiert. Auf Rang 2 und 3 fanden sich die Polychaeten *Heteromastus filiformis* (19,7 %) und *Scoloplos armiger* agg. (7 %).

Transekt Bal-W-3 lag ebenfalls im Sandwatt, wies aber abweichende Dominanzverhältnisse auf. Hier dominierte der Polychaet *Scoloplos armiger* agg. mit einem Anteil von 25,5 %. Auf dem zweiten Rang befand sich der Polychaet *Pygospio elegans* mit 23,6 %, gefolgt von der Crustacea *Urothoe poseidonis* (17,1 %).

An Transekt Bal-W-4, dem dem Festland am nächsten gelegenen Transekt im Mischwatt, war vermehrt die Schnecke *Peringia ulvae* anzutreffen. An Transekt Bal-W-4 war die Schnecke die dominante Art mit 35,6 %, gefolgt von dem Polychaet *Tharyx killariensis* (28,2 %) und der Muschel *Cerastoderma edule* (11,2 %).

Einzelstationen im Misch- und Sandwatt

An Station Bal-W-C im Sandwatt dominierte der Polychaet *Tharyx killariensis* mit einem Anteil von 36,5 %, gefolgt von dem Polychaet *Heteromastus filiformis* (28,7 %) und dem Oligochaet *Tubificoides benedii* (14,2 %). Die Station Bal-W-D im Mischwatt wurde, anders als die anderen Stationen (ausgenommen Muschelbänke), von dem Polychaet *Heteromastus filiformis* mit einem Anteil von 42,3 % dominiert, gefolgt vom dem Polychaet *Tharyx killariensis* (23,5 %) und dem

Polychaet *Scoloplos armiger* agg. (9,4 %). An der Station Bal-W-E im Mischwatt dominierte wiederum deutlich der Polychaet *Tharyx killariensis* mit einem Anteil von 64,4 % (vgl. Abb. 8). Auf dem zweiten Rang befand sich die Muschel *Macoma balthica* mit 7,4 %, gefolgt von der Crustacee *Urothoe poseidonis* mit 5,3 %. An Station Bal-W-F im Mischwatt war die Schnecke *Peringia ulvae* mit 14,4 % nur auf Rang zwei. An dieser Station dominiert der Polychaet *Tharyx killariensis* mit einem Anteil von 36,8 %. Rang drei wurde von dem Polychaet *Heteromastus filiformis* (13 %) belegt (vgl. Abb. 8).

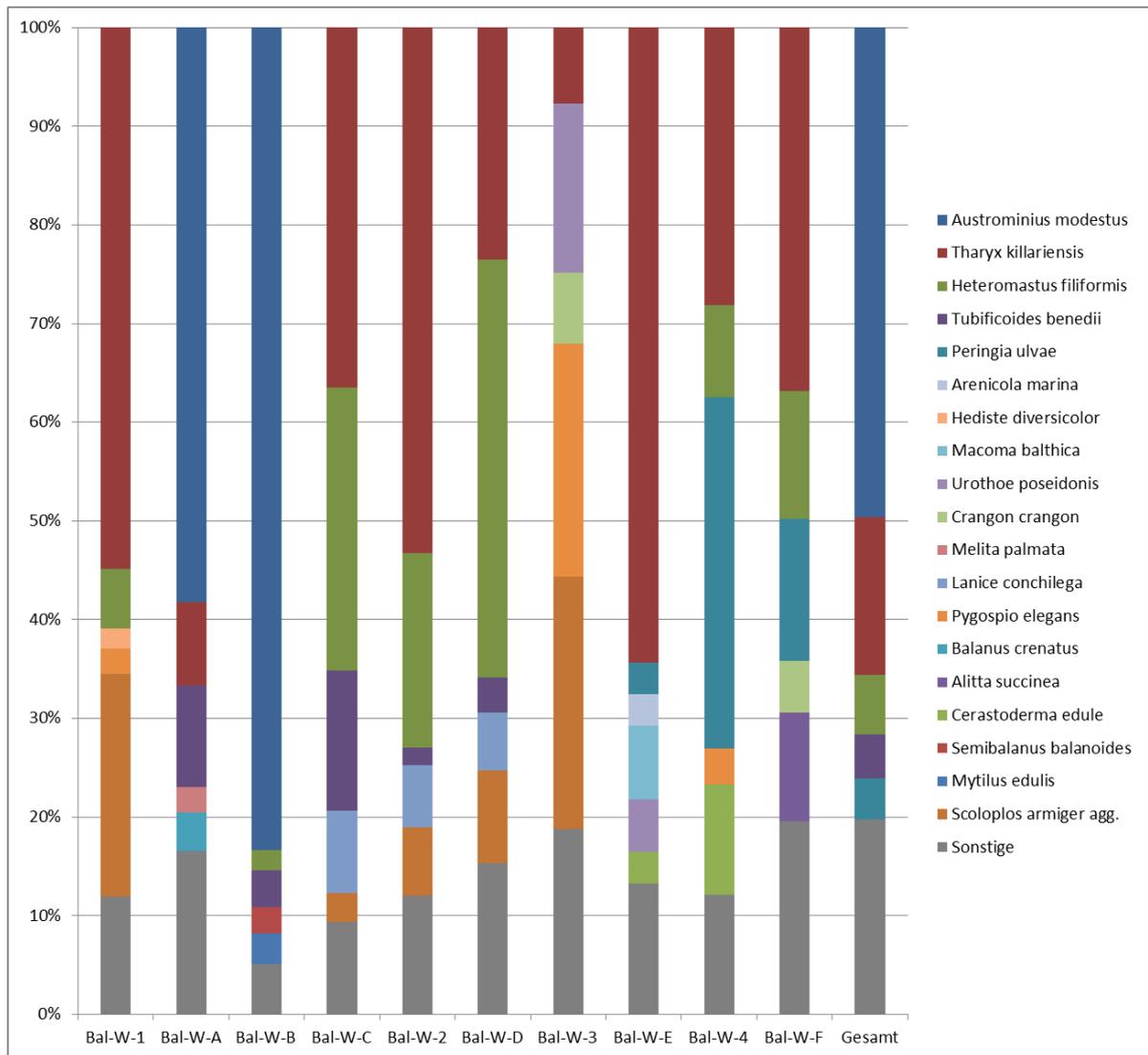


Abb. 8: Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (Stechrohr, relative Abundanz) dargestellt je Transekt und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

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

3.2.4.2 Biomasse

Durch die Präsenz der gemeinen Herzmuschel *Cerastoderma edule* im Sand- und Mischwatt und der Pazifischen Auster *Magallana gigas* auf den Muschelbänken, die im Vergleich zu den abundanteren Polychaeten sehr biomassereich sind, wurde die Biomasse in allen Transekten von diesen Arten dominiert (vgl. Abb. 9). Im gesamten Untersuchungsgebiet dominierte die Pazifische Auster *Magallana gigas* die Biomasse mit 69,2 %.

Eine ähnliche Dominanz, 65,7 % an Station Bal-W-A und 79,7 % an Station Bal-W-B, war auf den Muschelbänken zu finden. Auf dem zweiten Rang im gesamten Untersuchungsgebiet ist die gemeine Miesmuschel *Mytilus edulis* mit 9,7 %. Auch auf den Stationen Bal-W-A (19,8 %) und Bal-W-B (10,2 %) belegt *Mytilus edulis* den zweiten Rang.

Im restlichen Untersuchungsgebiet, dem Sandwatt und dem Mischwatt, dominierte deutlich die gemeine Herzmuschel *Cerastoderma edule* die Biomasse. An keinem dieser Transekte oder Stationen kam *Magallana gigas* vor. Die Anteile von *Cerastoderma edule* variierten von 42 % an Transekt Bal-W-2 bis 90,7 % an Transekt Bal-W-C (vgl. Abb. 9).

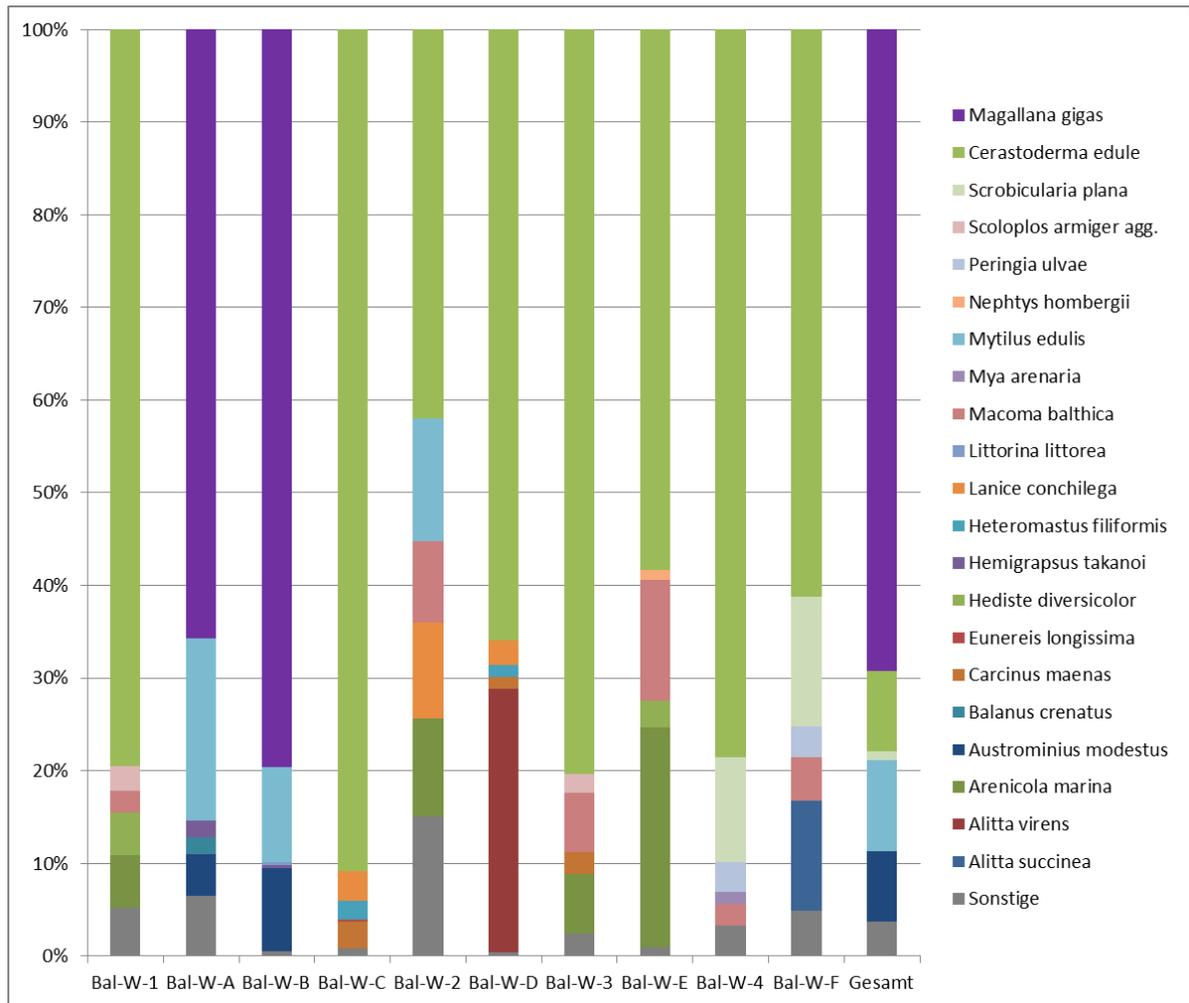


Abb. 9: Dominanzverhältnisse des Makrozoobenthos (Stechrohr, relative Biomasse in g FG/m²) dargestellt je Transekt und für das gesamte Untersuchungsgebiet („Gesamt“). Es wurden die dominanten 5 Arten berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten.

3.2.5 Diversität und Äquität

Die Diversität im gesamten Untersuchungsgebiet betrug 1,69 mit einem Maximum von 2,1 an Station Bal-W-3-2 und einem Minimum von 0,83 an Station Bal-W-B (Abb. 10). Die Äquität betrug im gesamten Untersuchungsgebiet 0,58 mit einem Maximum von 0,74 an Station Bal-W-3-2 und einem Minimum von 0,25 bei Station Bal-W-B (Abb. 11).

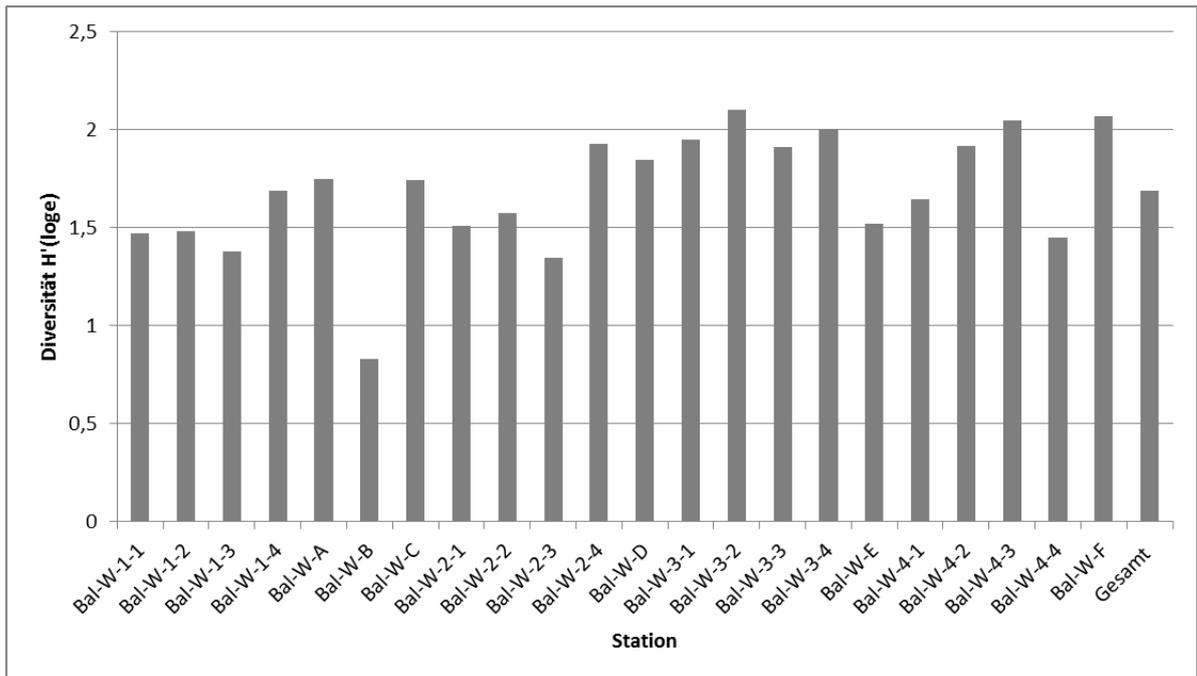


Abb. 10: Diversität pro Station und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

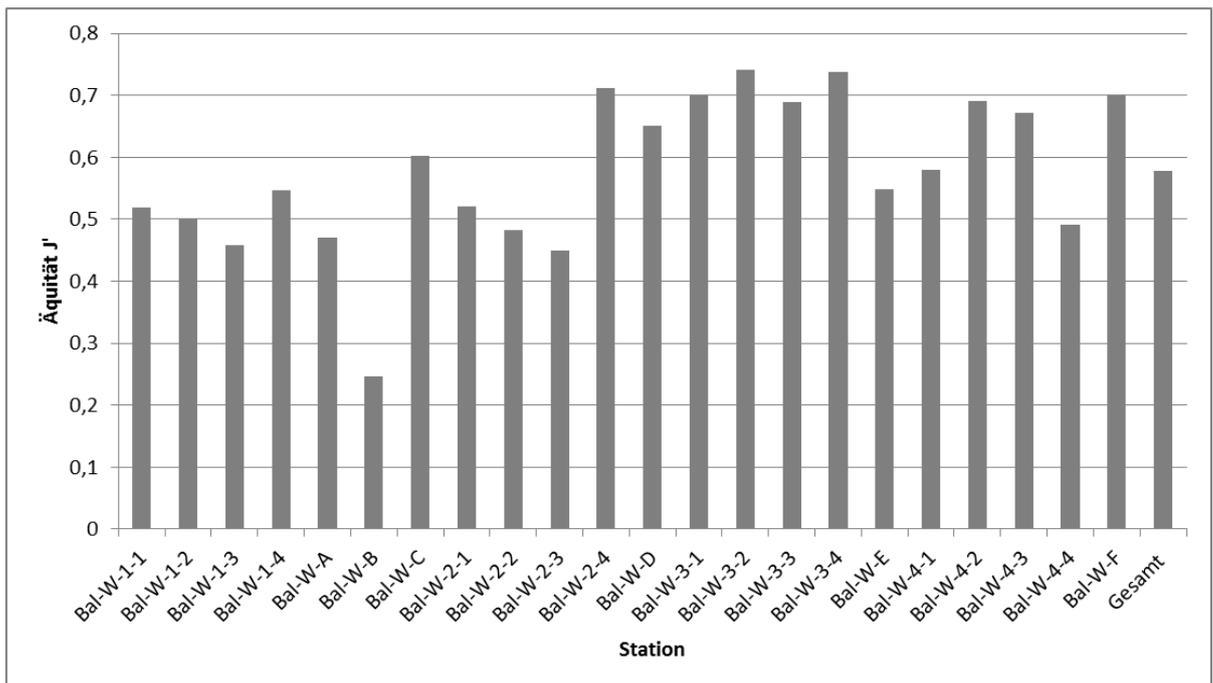


Abb. 11: Äquität pro Station und im gesamten Untersuchungsgebiet („Gesamt“).

3.2.6 Multivariate Gemeinschaftsanalyse entlang der Trassen

Gruppierung der Stationen

Anhand der multivariaten Analyse mittels Clusteranalyse, SIMPROF und MDS wurde festgestellt, dass die beprobten Stationen in Bezug auf ihre Gemeinschaftszusammensetzung deutliche Gruppierungen aufweisen. Das Dendrogramm der Clusteranalyse in Abb. 12 zeigt insgesamt 6 signifikante Gruppierungen (Cluster). Bei Betrachtung der MDS-Darstellung kann man jedoch erkennen, dass sich nur 4 dieser Gruppierungen im 2-dimensionalen Raum voneinander abgrenzen lassen (Abb. 13). Daher wurde die Aufteilung der Stationen auf einem Ähnlichkeitsniveau von 55,0% vorgenommen, bei dem sich diese 4 Gruppierungen aufteilen.

Es lässt sich feststellen, dass sich die Cluster größtenteils abhängig von dem im Gelände bestimmten Biotoptyp bilden (Abb. 12). Die Stationen Bal-W-A und Bal-W-B in der Muschelbank bilden zusammen Cluster a, das deutlich von den anderen drei Clustern abgetrennt ist. Das Mischwatt-Transekt Bal-W-4 bildet zusammen mit der Mischwatt-Einzelstation Bal-W-F das Mischwatt-Cluster b. Die zugehörigen Stationen weisen eine entsprechende Artengemeinschaft und Sedimentzusammensetzung (s. Abb. 3) auf. Cluster c und d repräsentieren beide das Sandwatt. Das Transekt Bal-W-3 (Sandwatt) bildet zusammen mit der Station Bal-W-2-4 und der Mischwatt-Einzelstation Bal-W-E Cluster c (Abb. 13). Diese Stationen liegen in den dem Festland näheren Sandwatt. Hier findet sich eine etwas andere Artengemeinschaft als in dem Sandwatt des Clusters d. Dieses Cluster wird von den Transekten 1 und 2 (ausgenommen Station Bal-W-2-4) und den Einzelstationen Bal-W-C und Bal-W-D gebildet. Die Stationen sind weiter vom Festland entfernt. Es fällt auf, dass den Sandwatt-Clustern c und d jeweils eine Mischwatt-Station zugeordnet wurde. Laut der Kartierung bei der Begehung des Untersuchungsgebietes liegt die Station Bal-W-E an der Grenze zwischen Mischwatt und Sandwatt, was die angetroffene Artengemeinschaft erklärt. Auch von der Sedimentzusammensetzung her ist die Station dem Sandwatt zuzuordnen (s. Abb. 3). Die Station Bal-W-D wiederum liegt in einem schmalen Mischwattbereich, auf dessen südlicher Seite ein Priel und auf der nördlichen Seite das Sandwatt angrenzt. Die Station Bal-W-D hat zwar einen etwas höheren Schlickanteil als Bal-W-E (s. Abb. 3), er ist mit 14,2 % aber immer noch deutlich geringer als an den Mischwattstationen.

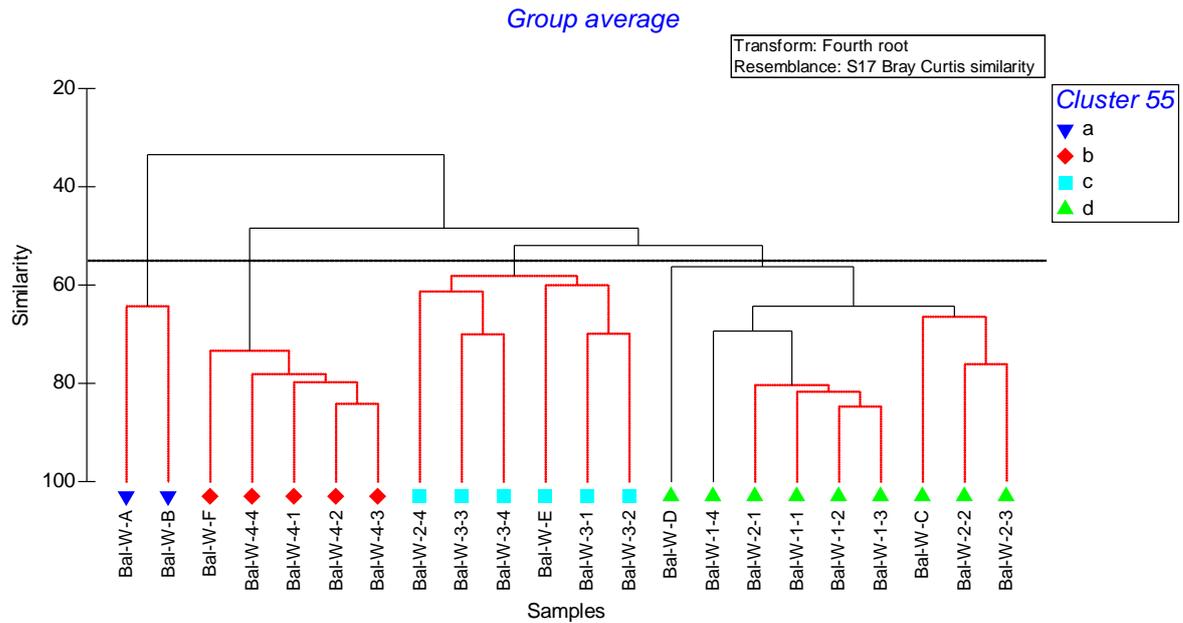


Abb. 12: Dendrogramm der Clusteranalyse basierend auf der Arten-Abundanzstruktur an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des geplanten Kabelkorridors. Abgrenzung der 4 unterschiedlichen Cluster (Farbcodierung) auf einem Ähnlichkeitsniveau von 55 %. Signifikante Gruppierungen (durch SIMPROF Test, $\alpha = 0,05$) werden mit schwarzen Linien angezeigt, rote Linien weisen auf nicht signifikante Gruppierungen hin.

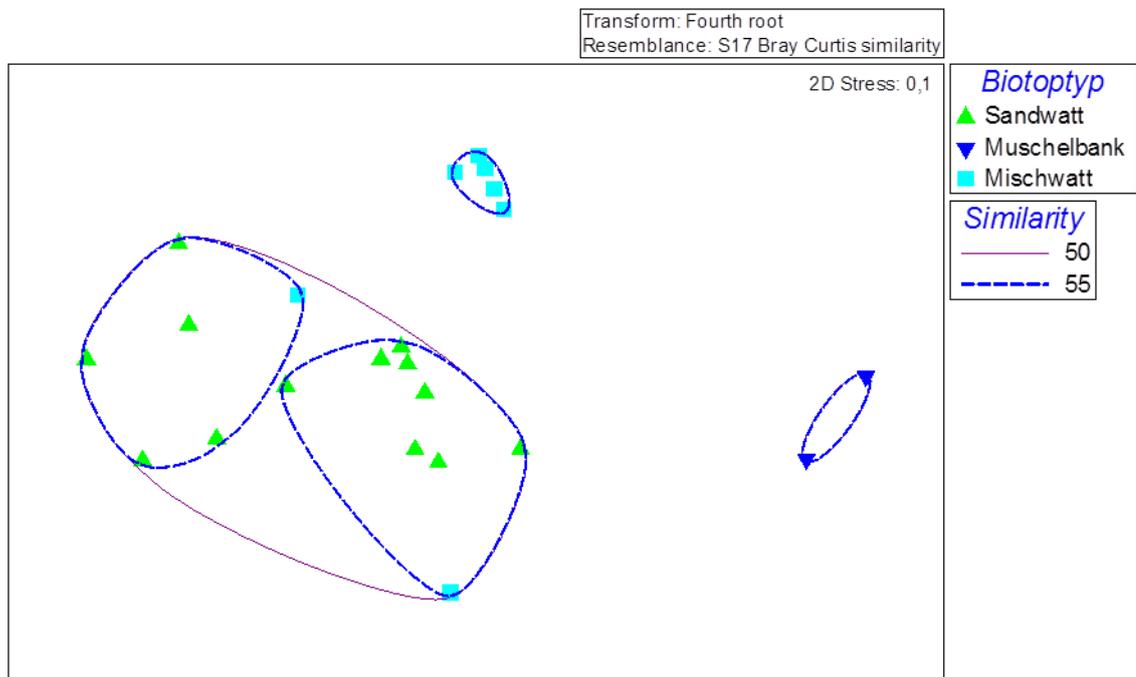


Abb. 13: MDS-Darstellung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft an den einzelnen Stationen im Untersuchungsgebiet entlang des Kabelkorridors. Die Kreise zeigen die Gruppierung der Stationen basierend auf den Ergebnissen der Cluster-Analyse. Biotoptyp: Grün – Sandwatt; Rot – Muschelbank; Blau – Mischwatt.

Gemeinschaftsanalyse

Die SIMPER-Analyse macht deutlich, dass Cluster a mit einer Unähnlichkeit zwischen 61,85 % und 76,49 % die größten Unterschiede zu den anderen Gruppierungen aufweist (Tab. 10). Die Cluster b und c weisen eine Unähnlichkeit von 56,54 % auf. Alle Cluster sind Cluster d am wenigsten unähnlich.

Die Arten, die am meisten zu den Unähnlichkeiten zwischen Clustern beitragen, sind in Tab. 11 wiedergegeben. Die Unähnlichkeiten zwischen Cluster a und allen anderen Clustern lässt sich – entsprechend des Biotoptyps Muschelbank – größtenteils durch die Anwesenheit der Seepocke *Austrominius modestus*, die als Aufwuchs auf den Muscheln in Cluster a wächst, erklären. Auch die Muschel *Magallana gigas* kam nur in Cluster a vor. Zudem kamen die Muschel *Mytilus edulis* und die Krabbe *Hemigrapsus takanoi* jeweils nur an einer andern Station außerhalb des Clusters vor, und auch hier mit einer weitaus geringeren Abundanz.

Das Mischwatt Cluster b unterscheidet sich von den beiden Sandwatt-Clustern c und d vor allem durch die vermehrte Anwesenheit von der gemeinen Wattschnecke *Peringia ulvae* in Cluster b. Ergänzend war der Polychaet *Scoloplos armiger* agg. deutlich häufiger in Cluster c und d anzutreffen als in Cluster b (vgl. Tab. 11).

Die beiden Sandwatt-Cluster c und d unterscheiden sich größtenteils durch die vermehrte Anwesenheit von *Heteromastus filiformis*, *Tharyx killariensis* und *Lanice conchilega* in Cluster d. *Heteromastus filiformis* deutet auf ein eher schlickigeres, feineres Substrat hin. Charakteristisch für Cluster c hingegen ist *Scoloplos armiger* agg., der eher sandigere Sedimente bevorzugt und somit kennzeichnend fürs Sandwatt ist. Dies zeigten auch die Sedimentanalysen, die an Transekt 3 den geringsten Schlickanteil aufzeigten (vgl. Abb. 3).

Tab. 10: Unähnlichkeit (%) zwischen den Clustern basierend auf den Ergebnissen der SIMPER Analyse der Gemeinschaftsstruktur.

Unähnlichkeit %	Cluster a	Cluster b	Cluster c	Cluster d
Cluster a	-	-	-	-
Cluster b	63,27	-	-	-
Cluster c	76,49	56,54	-	-
Cluster d	61,85	48,38	48,12	-

Tab. 11: Ergebnisse der SIMPER Analyse zu den Unterschieden zwischen Clustern.

Dargestellt sind nur Taxa, die bis zu insgesamt 50 % der Unähnlichkeit zwischen Clustern beitragen.

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

d & a	Cluster d	Cluster a				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Austrominius modestus</i>	0,00	11,36	7,31	4,25	11,82	11,82
<i>Mytilus edulis</i>	0,23	4,81	2,98	3,06	4,81	16,64
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	0,00	4,24	2,71	6,99	4,39	21,02
<i>Magallana gigas</i>	0,00	3,90	2,48	14,53	4,01	25,03
<i>Tubificoides benedii</i>	2,30	6,14	2,44	2,58	3,95	28,98
<i>Melita palmata</i>	0,00	3,76	2,37	7,99	3,83	32,80
<i>Scoloplos armiger agg.</i>	4,40	1,15	2,11	1,83	3,40	36,21
<i>Oligochaeta indet.</i>	0,19	3,14	1,92	2,09	3,11	39,31
<i>Semibalanus balanoides</i>	0,00	2,77	1,89	0,97	3,05	42,36
<i>Polydora cornuta</i>	0,00	2,51	1,61	5,84	2,60	44,96
<i>Balanus crenatus</i>	0,41	2,45	1,47	1,01	2,37	47,33
<i>Phyllodoce mucosa + Phyllodoce spp.</i>	2,14	0,00	1,36	4,92	2,19	49,52
<i>Tharyx killariensis</i>	6,36	5,02	1,22	1,65	1,98	51,50
d & c	Cluster d	Cluster c				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Heteromastus filiformis</i>	4,56	1,05	3,93	2,26	8,16	8,16
<i>Tharyx killariensis</i>	6,36	3,09	3,76	2,01	7,80	15,96
<i>Lanice conchilega</i>	3,19	0,58	2,89	2,06	6,00	21,96
<i>Tubificoides benedii</i>	2,30	0,35	2,38	1,48	4,94	26,91
<i>Hediste diversicolor</i>	2,14	0,29	2,26	1,66	4,69	31,60
<i>Phyllodoce mucosa + Phyllodoce spp.</i>	2,14	0,29	2,07	2,36	4,29	35,89
<i>Urothoe poseidonis</i>	1,70	3,06	1,91	1,24	3,96	39,85
<i>Peringia ulvae</i>	0,42	1,52	1,55	1,25	3,23	43,08
<i>Nephtys hombergii</i>	0,64	1,53	1,49	1,26	3,10	46,18
<i>Alitta succinea</i>	1,46	0,29	1,48	1,31	3,09	49,26
<i>Scoloplos armiger agg.</i>	4,40	3,63	1,46	1,55	3,03	52,30
a & c	Cluster a	Cluster c				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Austrominius modestus</i>	11,36	0,00	8,11	4,18	10,60	10,60
<i>Tubificoides benedii</i>	6,14	0,35	4,09	6,07	5,34	15,94
<i>Mytilus edulis</i>	4,81	0,00	3,44	3,59	4,50	20,44
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	4,24	0,00	3,00	7,04	3,93	24,37
<i>Magallana gigas</i>	3,90	0,00	2,74	19,18	3,59	27,96
<i>Heteromastus filiformis</i>	4,75	1,05	2,63	2,79	3,44	31,40
<i>Melita palmata</i>	3,76	0,29	2,41	4,40	3,14	34,54

<i>Oligochaeta indet.</i>	3,14	0,00	2,27	2,35	2,97	37,51
<i>Urothoe poseidonis</i>	0,00	3,06	2,15	3,43	2,81	40,32
<i>Semibalanus balanoides</i>	2,77	0,00	2,10	0,96	2,75	43,06
<i>Lanice conchilega</i>	3,40	0,58	1,96	2,94	2,56	45,63
<i>Alitta succinea</i>	3,05	0,29	1,94	3,90	2,54	48,17
<i>Scoloplos armiger agg.</i>	1,15	3,63	1,81	1,61	2,37	50,54
d & b	Cluster d	Cluster b				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Peringia ulvae</i>	0,42	6,32	5,23	3,78	10,82	10,82
<i>Scoloplos armiger agg.</i>	4,40	0,70	3,24	2,68	6,71	17,52
<i>Retusa obtusa</i>	0,00	3,24	2,88	4,33	5,95	23,48
<i>Lanice conchilega</i>	3,19	0,00	2,81	3,41	5,80	29,28
<i>Cerastoderma edule</i>	2,17	4,91	2,44	2,30	5,05	34,32
<i>Polydora cornuta</i>	0,00	2,70	2,39	7,38	4,94	39,26
<i>Scrobicularia plana</i>	0,19	2,58	2,12	3,52	4,39	43,65
<i>Alitta succinea</i>	1,46	3,49	1,83	1,45	3,78	47,44
<i>Tubificoides benedii</i>	2,30	0,93	1,64	1,34	3,39	50,83
a & b	Cluster a	Cluster b				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Austrominius modestus</i>	11,36	0,00	6,96	4,34	10,99	10,99
<i>Peringia ulvae</i>	0,00	6,32	3,83	4,57	6,05	17,04
<i>Tubificoides benedii</i>	6,14	0,93	3,16	4,01	4,99	22,03
<i>Mytilus edulis</i>	4,81	0,00	2,95	3,70	4,67	26,70
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	4,24	0,35	2,37	4,31	3,74	30,45
<i>Magallana gigas</i>	3,90	0,00	2,36	24,24	3,73	34,18
<i>Cerastoderma edule</i>	1,23	4,91	2,28	2,18	3,60	37,78
<i>Melita palmata</i>	3,76	0,00	2,25	8,34	3,56	41,34
<i>Lanice conchilega</i>	3,40	0,00	2,04	9,17	3,22	44,56
<i>Retusa obtusa</i>	0,00	3,24	1,96	4,20	3,11	47,66
<i>Oligochaeta indet.</i>	3,14	0,00	1,94	2,38	3,07	50,74
c & b	Cluster c	Cluster b				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Peringia ulvae</i>	1,52	6,32	4,93	2,69	8,73	8,73
<i>Heteromastus filiformis</i>	1,05	4,96	4,03	3,16	7,12	15,85
<i>Tharyx killariensis</i>	3,09	6,30	3,40	2,03	6,01	21,86
<i>Alitta succinea</i>	0,29	3,49	3,27	3,12	5,79	27,65
<i>Cerastoderma edule</i>	1,94	4,91	3,04	2,58	5,38	33,03
<i>Retusa obtusa</i>	0,29	3,24	3,03	3,02	5,36	38,38
<i>Scoloplos armiger agg.</i>	3,63	0,70	2,99	2,60	5,29	43,68
<i>Urothoe poseidonis</i>	3,06	0,59	2,66	2,12	4,70	48,38
<i>Scrobicularia plana</i>	0,00	2,58	2,64	7,57	4,67	53,05

3.3 Wattcharakterisierung mittels Zählrahmen

Mit Hilfe der Zählrahmen konnten für alle drei Biotoptypen im Untersuchungsgebiet die makroskopisch sichtbaren Taxa erfasst werden.

Insgesamt wurden 18 Taxa in den Zählrahmen beobachtet, wobei die potenziell biotopprägenden Taxa *Lanice conchilega*, *Mytilus edulis*, *Magallana gigas*, *Fucus* spp. sowie die Seegräser von besonderem Interesse sind, da sie ggf. auch mit den Stechrohren nicht erfasst werden bzw. unterrepräsentiert sind. Die Anzahl angetroffener Taxa an den Stationen lag zwischen 1 und 7, die der potenziell biotopprägenden Taxa zwischen 1 und 4. In tatsächlich biotopprägenden Dichten (*Lanice conchilega*: > 200 Ind./m², *Mytilus edulis*: >40 Ind./m², *Magallana gigas* und *Fucus* spp.: >20 % Deckung, Seegräser mindestens in moderater Dichte) kamen diese Taxa aber nur in der Muschelbank sowie an zwei weiteren Einzelstationen vor (WZ-2-5: *Lanice conchilega* und F: Seegras).

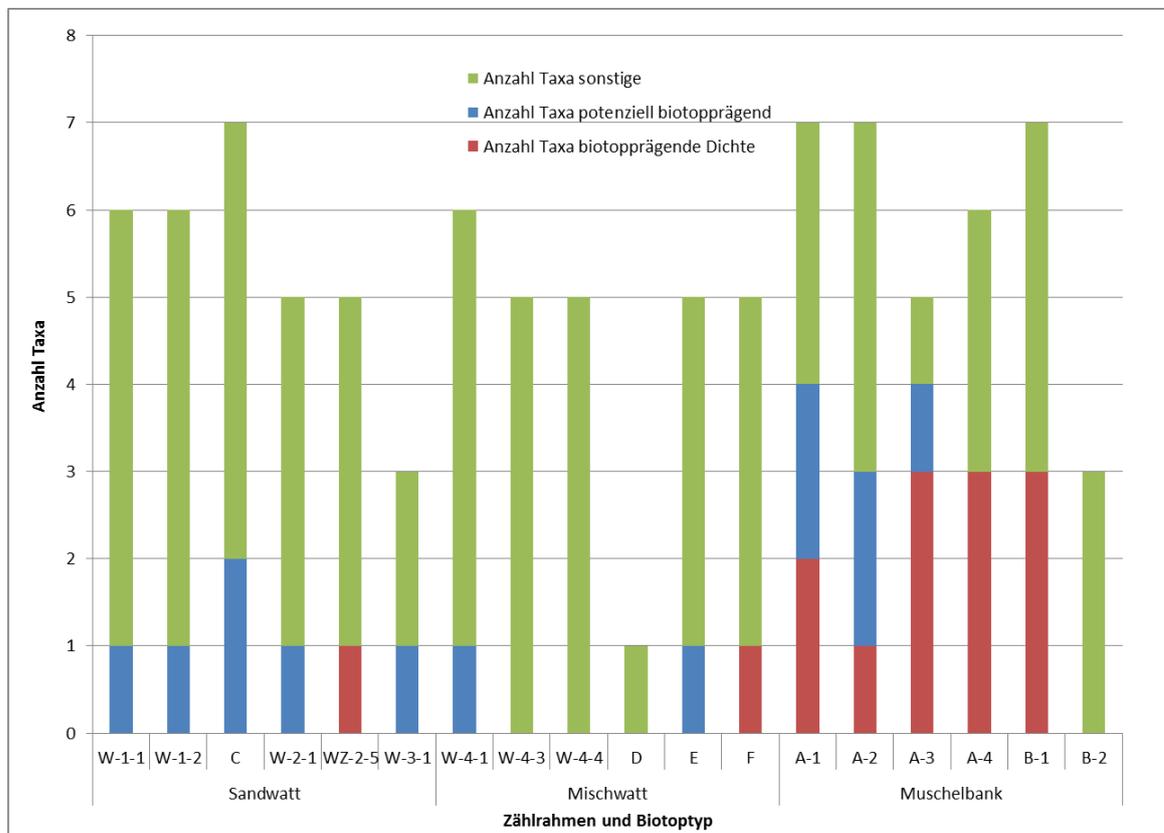


Abb. 14: Anzahl Taxa pro Zählrahmen.

Die individuenreichsten Zählrahmen waren, bezogen auf die sechs pro m² ausgezählten Taxa (*Arenicola marina*, *Heteromastus filiformis*, *Pygospio elegans*, *Lanice conchilega*, *Mytilus edulis* und *Littorina littorea*) Bal-A-4 bis -6, hier wurden in einem Zählrahmen 1.572 Ind./m² gezählt. An Station D hingegen wurde mit einem Exemplar von *Heteromastus filiformis* keine nennenswerte Besiedlung durch die ausgezählten Taxa gefunden (vgl. Abb. 15).

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurde von den ausgezählten Taxa *Heteromastus filiformis* am häufigsten angetroffen, gefolgt von *Lanice*. Zusammen repräsentieren die Taxa einen Anteil von ca. 80 % der Abundanz. Auffällig ist, dass, wenn beide Taxa an einer Station vorkamen, meist *Heteromastus filiformis* deutlich überwog. Insgesamt kam *Heteromastus filiformis* an 15 Stationen und *Lanice conchilega* an 11 Stationen vor (vgl. Abb. 15). *Arenicola marina* hingegen kam nur in vergleichsweise geringen Dichten von <math><50 \text{ Ind./m}^2</math> vor.

Als Habitatbildner sind Röhrenwürmer und vor allem die Art *Lanice conchilega* dafür bekannt, die Benthosgemeinschaften durch das Bereitstellen von neuem Habitat und Änderung der Strömungsverhältnisse in einem relativ lokalen Umfang zu beeinflussen.

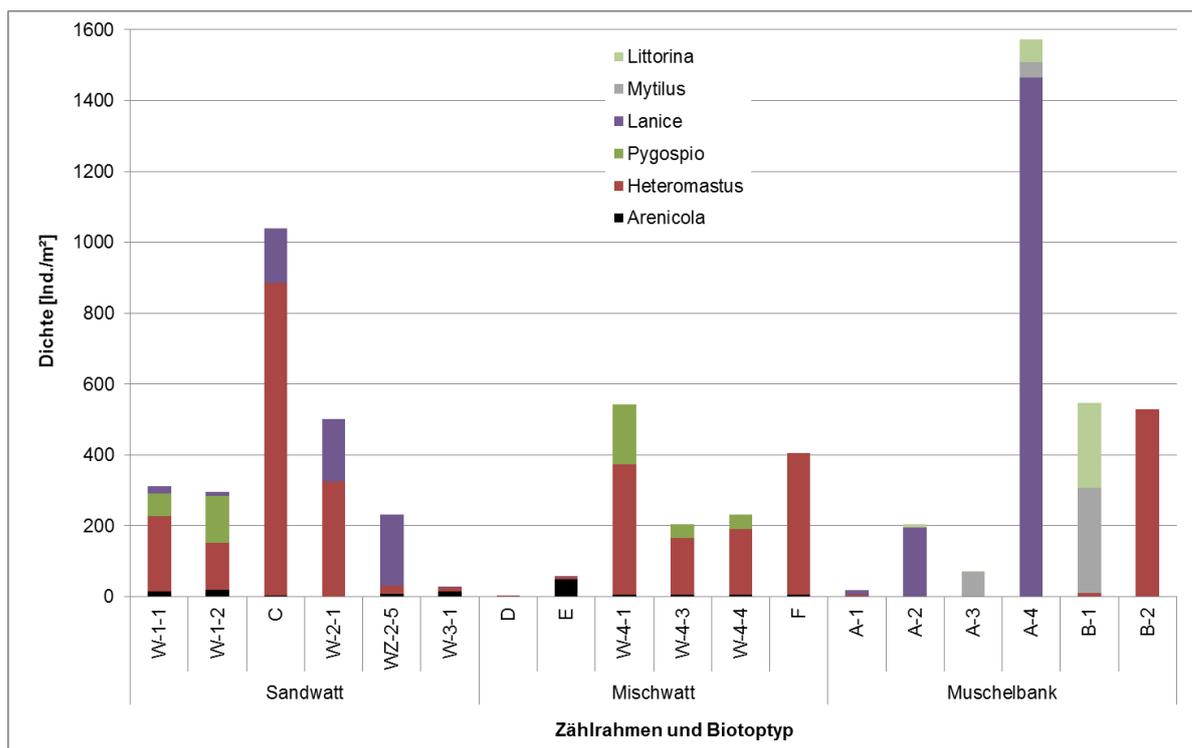


Abb. 15: Dichte der makroskopisch sichtbaren und ausgezählten Arten pro Zählrahmen.

An den Stationen in der Muschelbank hingegen überwog die nur bezüglich ihres Deckungsgrades geschätzte *Auster Magallana gigas* mit Deckungsgraden von 30 bis 90 %. *Mytilus edulis* kam deutlich weniger häufig vor.

In den Zählrahmen trat zudem an den Stationen F und W-4-1 Seegras auf.

4. Einordnung der Ergebnisse

4.1 Sediment

Das Untersuchungsgebiet wird nach den Untersuchungsergebnissen von Feinsand mit unterschiedlichen Schlickanteilen charakterisiert, wie sie typisch für das Wattenmeer sind. In der Muschelbank trat Muschelschill als ein wesentlicher Sedimentbestandteil hinzu.

4.2 Makrozoobenthos

Den Ergebnissen der Makrozoobenthos Analyse ist zu entnehmen, dass der Kabelkorridor größtenteils von zwei Gemeinschaften, Cluster c und d, eingenommen wird. Cluster c umfasst 6 der 22 Stationen, während Cluster d 9 Stationen umfasst. Die Unterschiede der Cluster sind auf die unterschiedlichen Biotoptypen zurückzuführen. So befinden sich Cluster c und d größtenteils im Sandwatt, Cluster a auf einer Muschelbank und Cluster b im Mischwatt.

Regelmäßig im Sandwatt vorkommende Arten wie *Scoloplos armiger*, *Lanice conchilega* und *Pygospio elegans* (Grotjahn 2006; Krause et al. 2008) konnten auch an den Stationen aus den Sandwatt-Clustern c und d nachgewiesen werden. Vor allem in Cluster c waren die Arten *Scoloplos armiger* agg. und *Pygospio elegans* entscheidend für die Unterscheidung zu den anderen Clustern und sind daher ein entscheidender Bestandteil der Siedlungsgemeinschaft. Im Vergleich besteht die Siedlungsgemeinschaften aus dem Cluster d zusätzlich aus *Heteromastus filiformis*, *Tharyx killariensis* und Eteone-Arten. Diese Arten können typischerweise auch im Misch- und Schlickwatt angetroffen werden (Krause et al. 2008). Zudem waren auch die Abundanzen und die Biomasse an den Stationen von Cluster d höher im Vergleich zu den Stationen von Cluster c. Sandwatten sind Individuen ärmer und weisen eine geringere Produktivität als Mischwatten aus (Reineck 1978). Zusammen deutet dies darauf hin, dass die Siedlungsgemeinschaft aus Cluster d Tendenzen zum Mischwatt aufweist, während die Cluster C eindeutiger eine Siedlungsgemeinschaft des Sandwatts widerspiegelt. Hieraus lässt sich außerdem schließen, dass die Stationen Bal-W-D und Bal-W-E nicht wie zuvor angenommen Mischwatt-Stationen sind, sondern dass auch diese von ihrer Besiedlung her dem Sandwatt zuzurechnen sind. Während Bal-W-E (Cluster c) deutlich eine Sandwattgemeinschaft und auch eine entsprechende Sedimentzusammensetzung aufweist (s. Abb. 3), liegt Bal-W-D (Cluster d) in einem etwas schlickigeren Übergangsbereich (s. Abb. 3 und Biotopkarte Abb. 1). Dies spiegelt sich auch in der Cluster-Zuordnung wieder, nach der sich die Station sowohl in der Cluster-Analyse (Abb. 12) als auch im MDS-Plot (Abb. 13) von den übrigen Stationen des Clusters d abtrennt.

Die Siedlungsgemeinschaft in Cluster b zeigt eine höhere Abundanz und Biomasse als Cluster d. Die Stationen aus Cluster b liegen in einem Mischwatt-Bereich, was auch durch die Siedlungsgemeinschaft widerspiegelt wird. Nach Grotjahn (2006) und Krause et al. (2008) sind Arten wie *Heteromastus filiformis*, *Tharyx killariensis*, und die Rote Liste Art *Scrobicularia plana* typisch für Mischwatt-Gemeinschaften. Zudem gehören auch *Cerastoderma edule* und *Arenicola marina*-Populationen zu der Gemeinschaft im Mischwatt (Dörjes 1982). Eine ähnliche Besiedlungsgemein-

schaft fand sich auch auf den zu Cluster b zugehörigen Stationen, welche somit dem Biotop Mischwatt zuzuordnen sind.

Die zu dem vierten Cluster a zugehörigen Stationen liegen im Bereich von Muschelbänken. Auf den Muschelbänken waren sowohl *Magallana gigas* als auch *Mytilus edulis* vertreten, was typisch für Muschelbänke im Wattenmeer ist (Buschbaum 2002). *Magallana gigas* kam dabei mit Deckungsgraden von 30 bis 90 % deutlich häufiger vor als *Mytilus edulis*. Muschelbänke bilden ein besonders Habitat im Watt, da die feste Oberfläche der Muscheln andern sessilen Algen und Invertebraten die Möglichkeit gibt, sich anzusiedeln. Dies ist im dynamischen Sediment des Sand-, Misch-, und Schlickwatts sonst nicht möglich (Buschbaum 2002). Nur an den Stationen der Muschelbänke kamen typische sessile Invertebraten wie *Austrominius modestus* vor. Die Muschelschalen wurden außerdem von *Fucus* als Siedlungssubstrat genutzt.

4.3 Biotope und FFH-Lebensraumtypen

Die Wattflächen des Untersuchungsgebietes sind nach Drachenfels (2021) als „Küstenwatt ohne Vegetation höherer Pflanzen“ (KWK) einzustufen, die größeren Priele als „Küstenwattpriel“ (KPK). Beide Biotoptypen sind nach § 30 BNatSchG geschützt. Stellenweise kommen von der Pazifischen Auster *Magallana gigas* dominierte „Muschelbänke“ (KWM) vor, die ebenfalls nach § 30 BNatSchG geschützt sind. Die entsprechend der aktuellen Kartiererergebnisse angepasste Verbreitung sowie die Zuordnung der Wattflächen zu Sand- und Mischwatt sind Abb. 1 zu entnehmen. In Abb. 1 sind zudem nachrichtlich die während der Probenahme dokumentierten Seegrasvorkommen dokumentiert. Da das Seegras jedoch nur stellenweise in höheren Dichten vorkam und keine geschlossene Wiese bildete, wird dieser Bereich nicht dem Biotoptyp „Seegraswiese der Wattbereiche“ (KWS) zugeordnet.

Literatur

- BSH (2019): Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche Nord- und Ostsee. 202 S.
- Buschbaum, C. (2002): Siedlungsmuster und Wechselbeziehungen von Seepocken (Cirripedia) auf Muschelbänke (*Mytilus edulis* L.) im Wattenmeer = Recruitment patterns and biotic interactions of barnacles (Cirripedia) on mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea. Berichte zur Polar- und Meeresforschung (Reports on Polar and Marine Research) 408.
- Clarke, K. R. (1993): Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. 18: 117-143.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (2001): Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E Ltd. Plymouth Marine Laboratory, UK: 172 S.
- Dörjes, J. (1982): Das Watt als Lebensraum. In: H.-E. Reineck (Hrsg.), Das Watt Ablagerungs- und Lebensraum. Frankfurt am Main: 107-143.
- 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.
- Grotjahn, M. (2006): Habitatspezifische Charakterisierung der MZB-Gemeinschaften in den Küstengewässern der FGE Ems, Weser und Elbe. Auftraggeber NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg: 101 S.
- Kerckhof, F. & Faase, M. A. (2014): *Boccardia proboscidea* and *Boccardiella hamata* (Polychaeta: Spionidae: Polydorinae), introduced mud worms new for the North Sea and Europe, respectively. Marine Biodiversity Records 7: 1-9. doi:10.1017/S175526721400080.
- Krause, J., Drachenfels, O. v., Ellwanger, G., Farke, H., Fleet, D. M., Gemperlein, J., Heinicke, K., Herrmann, C., Klugkist, H., Lenschow, U., Michalczyk, C., Narberhaus, I., Schröder, E., Stock, M. & Zscheile, K. (Bund-Länder-Arbeitskreis "FFH-Berichtspflichtigen Meere und Küsten") (2008): Bewertungsschemata für die Meeres- und Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie - 11er Lebensraumtypen: Meeresgewässer und Gezeitenzonen. 23 S.
- Laurer, W.-U., Naumann, M. & Zeiler, M. (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.
- NLWKN & NLPV (2012): Kabelverlegungen - Anforderungen des NLWKN und der NLPV an Untersuchungen im niedersächsischen Küstenmeer sowie in Küsten- und Übergangsgewässern. Küstengewässer und Ästuare 5/2012: 23 S.
- Pielou, E. C. (1966): Shannon's Formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. American Nature 100: 463-465.
- Rachor, E., Bönsch, R., Boos, K., Gosselck, F., Grotjahn, M., Günther, C.-P., Gusky, M., Gutow, L., Heiber, W., Jantschik, P., Krieg, H.-J., Krone, R., Nehmer, P., Reichert, K., Reiss, H., Schröder, A., Witt, J. & Zettler, M. L. (2013): Rote Liste und Artenlisten der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere - 4. Fassung, Stand Dezember 2007, einzelne Aktualisierungen bis 2012. In: N. Becker, H. Haupt, N. Hofbauer, G. Ludwig and 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 (72): 81-176.
- Reineck, H.-E. (1978): Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. Waldemar Kramer Verlag, Frankfurt/Main: 142 S.

- Shannon, C. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana: 111 S.
- Willmann, R. (1989): Muscheln und Schnecken der Nord- und Ostsee. Neumann-Neumann, Melsungen: 310 S.

Anhang

Stationskoordinaten

Tab. 12: Probenahme-Stationen des Makrozoobenthos und des Sediments

Transekt	Station	WGS84_UTM_Zone_3 2N		WGS84			
		Rechts	Hoch	N (GG°MM'SS, sss'')	E (GG°MM'SS, sss'')	N (GG°MM, mmm')	E (GG°MM, mmm')
Bal-W-1	Bal-W-1-1	395880,79	5952929,58	53°42' 52,730"	7°25' 20,299"	53°42,879'	7°25,338'
	Bal-W-1-2	396123,88	5952991,67	53°42' 54,913"	7°25' 33,479"	53°42,915'	7°25,558'
	Bal-W-1-3	396173,20	5953003,66	53°42' 55,336"	7°25' 36,153"	53°42,922'	7°25,603'
	Bal-W-1-4	396416,24	5953066,01	53°42' 57,526"	7°25' 49,331"	53°42,959'	7°25,822'
Bal-W-2	Bal-W-2-1	396267,09	5951498,18	53°42' 6,707"	7°25' 43,088"	53°42,112'	7°25,718'
	Bal-W-2-2	396510,17	5951560,27	53°42' 8,889"	7°25' 56,264"	53°42,148'	7°25,938'
	Bal-W-2-3	396559,49	5951572,26	53°42' 9,312"	7°25' 58,938"	53°42,155'	7°25,982'
	Bal-W-2-4	396802,54	5951634,61	53°42' 11,502"	7°26' 12,112"	53°42,192'	7°26,202'
Bal-W-3	Bal-W-3-1	396394,09	5951021,93	53°41' 51,393"	7°25' 50,584"	53°41,857'	7°25,843'
	Bal-W-3-2	396637,18	5951084,02	53°41' 53,575"	7°26' 3,759"	53°41,893'	7°26,063'
	Bal-W-3-3	396686,49	5951096,01	53°41' 53,998"	7°26' 6,433"	53°41,900'	7°26,107'
	Bal-W-3-4	396929,54	5951158,36	53°41' 56,187"	7°26' 19,606"	53°41,936'	7°26,327'
Bal-W-4	Bal-W-4-1	396561,37	5950285,14	53°41' 27,680"	7°26' 0,587"	53°41,461'	7°26,010'
	Bal-W-4-2	396812,26	5950283,50	53°41' 27,805"	7°26' 14,262"	53°41,463'	7°26,238'
	Bal-W-4-3	396863,00	5950282,57	53°41' 27,812"	7°26' 17,028"	53°41,464'	7°26,284'
	Bal-W-4-4	397113,91	5950281,19	53°41' 27,945"	7°26' 30,704"	53°41,466'	7°26,512'
Einzelsta- tionen	Bal-W-A	396213,24	5952530,35	53°42' 40,055"	7°25' 38,908"	53°42,668'	7°25,648'
	Bal-W-B	396393,16	5952093,79	53°42' 26,062"	7°25' 49,243"	53°42,434'	7°25,821'
	Bal-W-C	396544,53	5951736,71	53°42' 14,621"	7°25' 57,925"	53°42,244'	7°25,965'
	Bal-W-D	396594,24	5951339,72	53°42' 1,815"	7°26' 1,112"	53°42,030'	7°26,019'
	Bal-W-E	396768,87	5950696,78	53°41' 41,143"	7°26' 11,402"	53°41,686'	7°26,190'
	Bal-W-F	396835,02	5950006,22	53°41' 18,853"	7°26' 15,834"	53°41,314'	7°26,264'

Beispielhafte Fotos der Zählrahmen



Abb. 16: Zählrahmen Transekt 1 (Sandwatt).



Abb. 17: Zählrahmen Transekt 2 (Sandwatt).



Abb. 18: Zählrahmen Transekt 4 (Mischwatt).



Abb. 19: Zählrahmen Station Bal-W-A (Bulten Muschelbank).



Abb. 20: Zählrahmen Station Bal-W-B (oben: Senken Muschelbank; unten: Bulten Muschelbank).



Abb. 21: Zählrahmen Station Bal-W-C (Sandwatt).



Abb. 22: Zählrahmen Station Bal-W-D (Mischwatt).



Abb. 23: Zählrahmen Station Bal-W-E (Mischwatt).