

Optische und biologische Untersuchungen für eine benthische Biotopklassifikation im niedersächsischen Küstenmeer

Pilotstudie Borkum Riffgrund

Auftraggeber:

Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Oldenburg



Auftraggeber: Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Natur-

schutz (NLWKN)

Oldenburg

Titel: Optische und biologische Untersuchungen für eine benthische

Biotopklassifikation im niedersächsischen Küstenmeer

Pilotstudie Borkum Riffgrund

Auftragnehmer: BIOCONSULT

Schuchardt & Scholle GbR

Reeder-Bischoff-Str. 54

28757 Bremen

Telefon 0421 · 620 71 08 Telefax 0421 · 620 71 09

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

Klenkendorf 5

27442 Gnarrenburg

Telefon 04764 · 92 10 50 Telefax 04764 · 92 10 52

Bearbeiter: Dr. S. Jaklin

Dipl.-Geogr. T. Bildstein Dr. Bastian Schuchardt Dipl.-Biol. P. Schlösser Dipl.-Biol. A. Werner

Datum: Oktober 2018

Inhalt

1.	Anl	ass un	d Aufgabe	enstellung	9
2.	Mat	terial u	ınd Metho	oden	10
				biet und –konzept	
				Probenbearbeitung	
		2.2.1	Übersicht		17
		2.2.2	Teil 1: Vi	deo (Epifauna, Sedimentstruktur)	17
		2.2.3		n-Veen-Greifer	
			2.2.3.1	Sediment	18
			2.2.3.2	Infauna	19
		2.2.4		m-Baumkurre (Epifauna)	
	2.3				
		2.3.1		stansprache der Biotope	
		2.3.2	Teil 2: Fa	nunistische Charakterisierung	22
3.				rstansprache der Biotope anhand von Videoaufnahmen	
				nd-Biotope	
				and-Biotope	
	3.3	Steinfe	elder		33
4.				aunistische Charakterisierung	
	4.1			/een-Greifer)	
		4.1.1		ebiet	
		4.1.2		ate Verfahren	
	4.2			en-Greifer)	
		4.2.1		sierte MDS-Analyse	
		4.2.2		asierte Auswertung - Gesamtgebiet	
			4.2.2.1	Artenspektrum	
			4.2.2.2	Besiedlungskennwerte	
			4.2.2.3	Multivariate Verfahren	
		4.2.3		der Stationsgruppen aus der multivariaten Analyse	
			4.2.3.1	Artenspektrum	
			4.2.3.2	Artenzahl	
			4.2.3.3	Abundanz und Biomasse	
			4.2.3.4 4.2.3.5	Diversität und Äquität	
				Charakterarten nach RACHOR et al. (2007)	
	4.2	⊏n:fo	4.2.3.6	Benthos-Gemeinschaften nach RACHOR & NEHMER (2003)	
	4.3	4.3.1		numkurre)	
		4.3.1	4.3.1.1	ebiet	
			4.3.1.1	ArtenspektrumBesondere Arten	
			4.3.1.2	Besiedlungskennwerte	
		4.3.2		ate Verfahren	
		4.3.2		der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse	
		₽.3.3	4.3.3.1	Artenspektrum	
			4.3.3.1	Artenspektrum Artenzahl	
			4.3.3.2	Abundanz und Biomasse	
			4.3.3.4	Diversität und Äquität	
			4.3.3.5	Charakterarten nach RACHOR et al. (2007)	
			T.J.J.J	CHARACTERICITITACITY TO CE OF (2007)	/ ك

5.				Charakterisierung der Biotoptypen und Einordnung	
	aer	Ergeb	nisse		/5
	5.1			pklassifikationen	
		5.1.1			
		5.1.2		Biotoptypen	
		5.1.3		ılüssel für Biotoptypen in Niedersachsen	77
		5.1.4		ne Kies-, Grobsand- und Schillgründe gemäß Kartieranleitung	
			BFN (2011	1)	78
		5.1.5	Von sessil	er Epifauna geprägte Biotope	78
	5.2	Zuordr	nung der Sta	ationen zu Biotoptypen	81
		5.2.1			
		5.2.2			
		5.2.3		Biotoptypen	
		5.2.4		llüssel für Biotoptypen in Niedersachsen	
		5.2.5		ne Kies-, Grobsand- und Schillgründe gemäß Kartieranleitung	
				1)	86
			5.2.5.1	Exkurs: Großräumiger Vergleich von KGS-Vorkommen	
			5.2.5.2		
			312.312	Küstengewässer des Borkum Riffgrundes	94
		526	Von sessil	er Epifauna geprägte Biotope	
	53			tope	
	5.5	VCIOIC	ang der bio	орения	
6.	Faz	it und	Emnfahlur	ngen	100
υ.	6 1	Fazit F	rfaccungem	nethoden	100 100
				ieu iouei i	
	0.3	Emple	ıllurigeri		113
1 :+/	ratu				117
LILE	zi a Lu				11/
A I					120

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Übersicht Stationen.	13
Abb. 2:	Übersicht Bereich 1	14
Abb. 3:	Übersicht Bereich 2.	15
Abb. 4:	Übersicht Bereich 4.	16
Abb. 5:	Für die Videountersuchung genutztes Kamerasystem.	18
Abb. 6:	Übersicht Transektlängen pro in der Erstansprache identifiziertem Biotoptyp (Video)	27
Abb. 7:	Transekt 2-37-1: Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	29
Abb. 8:	Transekt 2-37-1: Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert) mit Actinien	29
Abb. 9:	Transekt 2-39-2: Grob- bis Mittelsand mit Lanice; <i>Fucus</i> wahrscheinlich driftend (linker Bildrand).	31
Abb. 10:	Transekt 2-39-2: Grob- bis Mittelsand mit Lanice (und Seemoos)	31
Abb. 11:	Transekt 2-37-2: Grob- bis Mittelsand mit Schill/Kies	32
Abb. 12:	Transekt 1-34-1: Grob- bis Mittelsand mit Schill/Kies	32
Abb. 13:	Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld):: Block mit Aufwuchs	34
Abb. 14:	Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld): Block mit Aufwuchs	35
Abb. 15:	Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld): Block mit Aufwuchs	35
Abb. 16:	Geschätzte Bedeckungsgrade von <i>Sertularia cupressina</i> [%] nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen.	36
Abb. 17:	Van-Veen-Greifer: Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet	39
Abb. 18:	Van-Veen-Greifer: Dendrogramm (Simprof-getestet, Signifikanzniveau von a = 0,05) der Korngrößenanteile (Gew%).	41
Abb. 19:	Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Korngrößenanteile (Gew%)	41
Abb. 20:	Van-Veen-Greifer: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 6 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (Gew.% Korngrößen)	43
Abb. 21:	Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos in den 42 Einzelgreifern	45
Abb. 22:	Van-Veen-Greifer: Dendrogramm (Simprof-getestet, Signifikanzniveau $\alpha=0.05$) der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos an den 21 Stationen.	50
Abb. 23:	Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos an den 21 Stationen	51

Abb. 24:	Van-Veen-Greifer: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 4 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse, welche auf Basis der Arten- Abundanzstruktur gebildet wurden
Abb. 25:	Van-Veen-Greifer: Relativer Anteil (%) der Artenzahl innerhalb eines Großtaxons an der Gesamtartenzahl in einem Großtaxon berechnet für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse.
Abb. 26:	Diogenes pugilator61
Abb. 27:	Necora puber
Abb. 28:	2 m-Baumkurre: Dendrogramm (Simprof-getestet, α = 0,05) der Arten- Abundanzstruktur der Epifauna (alle Arten/Taxa)
Abb. 29:	2 m-Baumkurre: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna (alle Arten/Taxa)
Abb. 30:	2 m-Baumkurre: Dendrogramm (Simprof-getestet, $\alpha = 0.05$) der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna (nur vagile, größere Arten)
Abb. 31:	2 m-Baumkurre: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 4 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse, welche auf Basis der Arten- Abundanzstruktur gebildet wurden.
Abb. 32:	2 m-Baumkurre: Relativer Anteil (%) der Artenzahl innerhalb eines Großtaxons an der Gesamtartenzahl in einem Großtaxon berechnet für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse.
Abb. 33:	Hierarchische Ebenen des modifizierten EUNIS-Regelwerks EUNIS+ für die Nordsee (aus BILDSTEIN et al. 2014)
Abb. 34:	Übersichtskarte der 204 als KGS klassifizierten Stationen (Sediment- Kriterium) der drei Teilräume der südlichen Nordsee: AWZ (Borkum Riffgrund), Küstenmeer (Borkum Riffgrund) und nordfriesisches Wattenmeer
Abb. 35:	MDS-Plots der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos (alle Arten/Taxa) an den 204 KGS-Stationen in den drei betrachteten Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer.
Abb. 36:	MDS-Plots der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos (alle Arten/Taxa) an den 119 KGS-Stationen in
Abb. 37:	KGS-Kartieranleitung: Stetigkeit der 7 Taxa, die nach Kartieranleitung des BFN (2011) KGS-Gründe charakterisieren (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand).
Abb. 38:	KGS-Kartieranleitung: Abundanzen und Anzahlen der "KGS-Taxa" nach BFN (2011) pro Station
Abb. 39:	KGS-Kartieranleitung: Anteil der beprobten Stationen und Anzahl der "KGS-Taxa" pro Station (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand)
Abb. 40:	Abundanz <i>Lanice conchilega</i> vs. Taxazahl (oben) bzw. Gesamtabundanz (unten) pro Station
Δhh 41·	Verortung der Biotone

Tab. 1:	Übersicht über die untersuchten Stationen mit Angaben der Priorität (s. Text) und der eingesetzten Geräte.	11
Tab. 2:	Übersicht Probenahmezeiträume	17
Tab. 3:	Erstansprache Biotope	22
Tab. 4:	Geschätzte Dichten von <i>Lanice conchilega</i> [Ind/m²] nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen.	36
Tab. 5:	Übersicht Benthossichtungen Video nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen (ohne <i>Sertularia Lanice</i>).	37
Tab. 6:	Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der ANOSIM-Statistik auf Basis der Anteile von Korngrößen (Gew%) zwischen den Bereichen 1,2,3 und 4	42
Tab. 7:	Van-Veen-Greifer: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der Stetigkeit (%) mittleren Abundanz (Ind./m²) und mittleren Biomasse (AFTG g/m²)	46
Tab. 8:	Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der ANOSIM-Statistik bei Gruppierung der 21 Stationen nach a) der dominanten Sedimentfraktion und b) der Lage im Untersuchungsgebiet (Bereich)	52
Tab. 9:	Van-Veen-Greifer: Vergleich der Besiedlungskennwerte für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse.	56
Tab. 10:	2 m-Baumkurre: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz und mittleren Biomasse	63
Tab. 11:	2 m-Baumkurre: Taxa- / Artliste der vier Gruppen aus der Clusteranalyse unter Angabe der artspezifischen mittleren Abundanz (Ind./ha) und mittleren Biomasse (AFTG g/ha).	70
Tab. 12:	2 m-Baumkurre: Vergleich der Besiedlungskennwerte für die vier Gruppen aus der Clusteranalyse.	72
Tab. 13:	2 m-Baumkurre: Charakterarten der Epifauna für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse nach RACHOR et al. (2007).	74
Tab. 14:	Übersicht Biotoptypen (Stationsebene)	82
Tab. 15:	Übersicht EUNIS-Typen Level 3 im Untersuchungsgebiet	83
Tab. 16:	Bezeichnung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Biotoptypen nach FINCK et al. (2017) inkl. Klassifikationskriterien und Probenahmegeräten	85
Tab. 17:	Rahmendaten der Vergleichsuntersuchungen (alle Daten BioConsult; Quellen s. Text).	88
Tab. 18:	Ergebnisse der ANOSIM-Statistik zwischen den dominanten Sedimenttypen der Stationen	90
Tab. 19:	Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer gruppeninternen Ähnlichkeit der KGS-Stationen in den Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben	91
Tab. 20:	Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen KGS-Stationen in den Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben.	92
Tab. 21:	Vergleich der Besiedlungskennwerte für die KGS-Stationen aus den drei Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer	94

Tab. 22:	KGS-Kartieranleitung: Mittlere Abundanz (Ind./m²) der 7 Taxa, die nach Kartieranleitung des BFN (2011) KGS-Gründe charakterisieren (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand).	95
Tab. 23:	KGS-Kartieranleitung: Stetigkeit (%) und mittlere Abundanz (Ind./m²) von Arten, die von RACHOR & NEHMER (2003) als charakteristisch für die <i>Spisula-Goniadella</i> -Gemeinschaft gelistet sind und die nicht als Charakterarten entsprechend der Kartieranleitung des BfN (2011) für KGS eingestuft sind (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand, Stetigkeit >10%)	98
Tab. 24:	Charakteristische Makrozoobenthosarten der Riffgemeinschaften	99
Tab. 25:	Vergleichende Darstellung der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Erfassungsmethoden benthischer Biotope	.111
Tab. 26:	Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung typischer Arten in den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22)	.120
Tab. 27:	Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22) beigetragen haben.	.121
Tab. 28:	Van-Veen-Greifer: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der mittleren Abundanz (Ind./m²) und mittleren Biomasse (AFTG g/m²) für die vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22).	.123
Tab. 29:	2 m-Baumkurre: Artabundanzdaten Fische pro Hol (Ind./ha)	.127
Tab. 30:	2 m-Baumkurre: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 28) beigetragen haben.	.129
Tab. 31:	Übersicht der bevorzugten Sedimenttypen ("Leitarten" sensu ARMONIES 2010) von Arten/Taxa im Küstenmeer Borkum Riffgrund	.130
Tab. 32:	Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer gruppeninternen Ähnlichkeit der KGS-Stationen in den Bereichen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben	.132
Tab. 33:	Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen KGS-Stationen in den Bereichen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben.	.133
Tab. 34:	Übersicht Stationsdaten	.134
Tab. 35:	Einzelkoordinaten Blöcke.	.137
Tab. 36:	Einzelkoordinaten Lanice-Bulten.	.139

1. Anlass und Aufgabenstellung

Die Europäische Meerespolitik hat mit der Implementierung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) und der Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) im marinen Milieu die Rahmenbedingungen zum Erhalt der biologischen Vielfalt in den heimischen Meeren geschaffen. Neben den pelagischen Systemen und den verschiedenen Artengruppen der Wirbeltiere (Fische, Vögel, Säugetiere) liegt ein Hauptaugenmerk beider Richtlinien auf den Lebensräumen bzw. Biotopen des Meeresbodens sowie der Biodiversität der assoziierten Gemeinschaften. Aufgabe der Mitgliedsstaaten ist es, Umwelt- bzw. ökologischen Zustand der marinen Lebensräume zu bewerten, ggf. Maßnahmen zur Verbesserung zu initiieren und den Erfolg dieser Maßnahmen zu überwachen.

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen einer Pilotstudie für den Borkum Riffgrund sedimentologisch und benthologisch differenzierbare Biotoptypen mit optischen Verfahren (Teil 1) und benthologischen Beprobungen (Teil 2) untersucht werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopen und Biotopen mit epibenthischer, sessiler Besiedlung (Riffgemeinschaften, Lanice-Rasen, Seemooswiesen) liegen. Damit sollen Grundlagen für eine Entwicklung von geeigneten Erfassungsmethoden als auch für eine geeignete Differenzierung der verschiedenen Habitate und ihrer Besiedlung für das niedersächsische Küstenmeer gelegt werden.

Die Ansprache der Biotoptypen soll nach vorhandenen Klassifikationen und die Untersuchung orientiert an den Standardmethoden des BLMP bzw. den Vorgaben des NLWKN erfolgen. Die faunistischen Ergebnisse sollen mit den Listen charakteristischer Arten der FFH-Lebensraumtypen bzw. der § 30-Biotope verglichen und ähnlichen Untersuchungen in vergleichbaren Gebieten gegenübergestellt werden.

Mit der Erstellung der Pilotstudie wurde das Büro BioConsult Schuchardt&Scholle GbR im August 2017 beauftragt.

Material und Methoden

Die Pilotstudie gliedert sich in zwei Teile:

- Teil 1 umfasst die Erkundung der anhand von vorliegenden Daten (v. a. SideScan-Untersuchungen) durch den NLWKN festgelegten Bereiche mittels Video und darauf aufbauend eine Erstansprache der Biotope.
- Teil 2 umfasst die repräsentative Beprobung der anhand der Erstansprache identifizierten Biotoptypen an in Abstimmung mit dem NLWKN festgelegten Stationen. Pro Station werden 4 van Veen-Greifer zur Erfassung v. a. der Infauna genommen. Zur Erfassung der Epifauna wird ein Hol mit einer Dredge durchgeführt. Auf Basis der Daten von Teil 1 und 2 erfolgt eine Klassifikation der Biotope entsprechend vorhandener Klassifikationssysteme.

In den folgenden Kapiteln werden die Arbeitsschritte im Detail beschrieben.

2.1 Untersuchungsgebiet und -konzept

Das Untersuchungsgebiet liegt im Niedersächsischen Küstenmeer ca. 12-15 km nördlich der Insel Borkum (Abb. 1). Das Untersuchungsgebiet gliedert sich in mehrere Bereiche, die vom NLWKN vorausgewählt wurden. Für die Bereiche 1, 2 und 4 liegen SideScan-Aufnahmen des Meeresbodens (Abb. 2 - Abb. 4) und z. T. Daten aus Probenahmen mit Greifer, Dredge und Aufsichtfotos vor. Für die Bereiche 3 sowie ex1 bis ex4 liegen keine aktuellen SideScan-Aufnahmen vor, z. T. liegen aber aus älteren Untersuchungen nicht genauer lokalisierbare Hinweise auf Vorkommen besonderer Strukturen vor.

Teil 1

Die Videoaufnahmen dienen neben der visuellen Erfassung von Epifauna und Sedimentstruktur v. a. einer Erstansprache der Biotope und einer Festlegung der mittels Van-Veen-Greifer und 2 m-Baumkurre zu untersuchenden Biotope. In den vorab vom NLWKN mittels SideScan identifizierten Bereichen ähnlicher Sedimentbedingungen wurden unter Einbeziehung der o. g. Daten die Videotransekte so positioniert, dass in den für die Probenahme zur Verfügung stehenden 2 Seetagen alle Teilflächen mit jeweils mindestens einem Transekt belegt werden konnten (vgl. Abb. 2 - Abb. 4). Auf Basis der Videoaufnahmen wurde eine Erstansprache der Biotope vorgenommen und mit dem NLWKN abgestimmt. Das Vorgehen ist in Kapitel 2.3.1 beschrieben, die Ergebnisse sind in Kapitel 3 dargestellt.

Teil 2

Entsprechend der Zielsetzung der Pilotstudie wurden die in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen möglichst repräsentativ beprobt. Die Auswahl der zu beprobenden Biotope und die Positionierung der Stationen erfolgte in Abstimmung mit dem NLWKN, wobei die zur Verfügung

stehenden Ressourcen berücksichtig werden mussten. Die Beprobung erfolgte daher anhand einer Prioritätenliste (Tab. 1), um einerseits eine Erfassung aller in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen und andererseits aller Bereiche bei gegebenem Probenahmeumfang in maximal 3 Seetagen zu gewährleisten. Die Lage der Stationen ist in Abb. 1 dargestellt.

Tab. 1: Übersicht über die untersuchten Stationen mit Angaben der Priorität (s. Text) und der eingesetzten Geräte. Benennung Stationen: Bereich-Teilfläche-fortlaufende Nummer Videotransekt-bei Bedarf fortlaufende Nummer Teiltransekt bzw. Station

Priorität	Station	Erstansprache Biotop	Video	Van Veen	Baum- kurre
1	1-30-1	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja ¹	ja	ja
	1-33-2	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	1-34-1	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	2-37-2-1	Fein- bis Mittelsand Lanice	ja (2-37-2)	ja	nein ²
	2-37-2-2	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja (2-37-2)	ja	nein ²
	2-37-3	Fein- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	2-38-1	Grob- bis Mittelsand Lanice	ja	ja	ja
	2-39-1	Steinfeld	ja	ja	ja
	2-39-2	Grob- bis Mittelsand Lanice	ja	ja	ja
	2-39-3	Steinfeld	ja	ja ³	ja
	2-39-4	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	3-xx-1	Steinfeld	ja	ja	nein ⁴
2	1-06-1	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	4-11-1	Grob- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja	ja	ja
	1-33-1	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	2-39-5	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja	ja	ja
	3-xx-3-1	Steinfeld	ja (3-xx-3)	ja	nein ⁴
	4-13-3	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	ex4-1	Fein- bis Mittelsand Lanice	ja	ja ⁵	ja
3	1-04-1	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	nein ⁶	nein ⁶
	1-36-1	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	ja	ja
	3-xx-3-2	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja (3-xx-3)	ja	(ja) ⁷
	ex3-2	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	ja	nein ⁶	nein ⁶
4	4-11-2	Grob- bis Mittelsand Lanice	ja	nein ⁶	nein ⁶
	1-30-2	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		

¹ Video aufgrund starker Trübung nicht auswertbar

² Guard Vessel "Sursum Corda" vor Anker

³ Aufgrund der stark abweichenden Sedimentzusammensetzung der 4. Parallelprobe wurde an dieser Station eine ergänzende Sedimentprobe entnommen. Da hier nur die 1. Und 2. Parallelprobe ausgewertet werden, wird diese Sedimentprobe nicht mit ausgewertet.

⁴ Steinfeld

⁵ Nur 3 Parallelen wg. Fehlgreifer Steine

⁶ Vorgesehene Anzahl Seetage aufgebraucht

⁷ Nicht in die Auswertung eingegangen

Priorität	Station	Erstansprache Biotop	Video	Van Veen	Baum- kurre
4	1-32-1	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja	nein ⁶	nein ⁶
	2-37-1	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	3-xx-2	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	4-13-1	Grob- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	4-13-2	Grob- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	ex1-1	Grob- bis Mittelsand Lanice	ja		
	ex1-2	Grob- bis Mittelsand Lanice	ja		
	ex2-1	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	ex2-2	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	ja		
	ex3-1	Fein- bis Mittelsand Schill/Kies	ja		
	ex4-2	Fein- bis Mittelsand Lanice	ja		
Anzahl	•		34	21	16

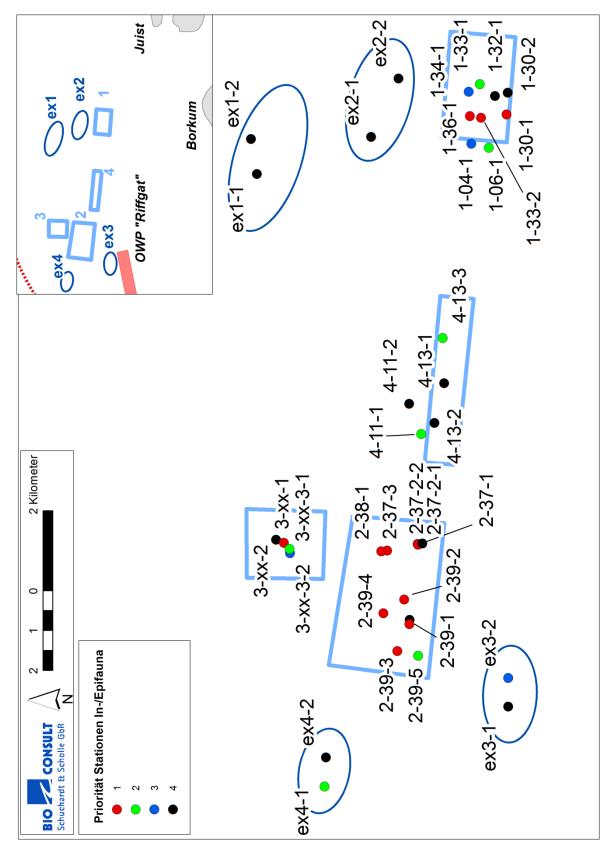


Abb. 1: Übersicht Stationen.

Lage der beprobten Stationen in den anhand von SideScan (B1, B2, B4) oder Informationen aus der Literatur (B3, ext1-ext4) abgegrenzten Bereichen mit besonderen Strukturen.

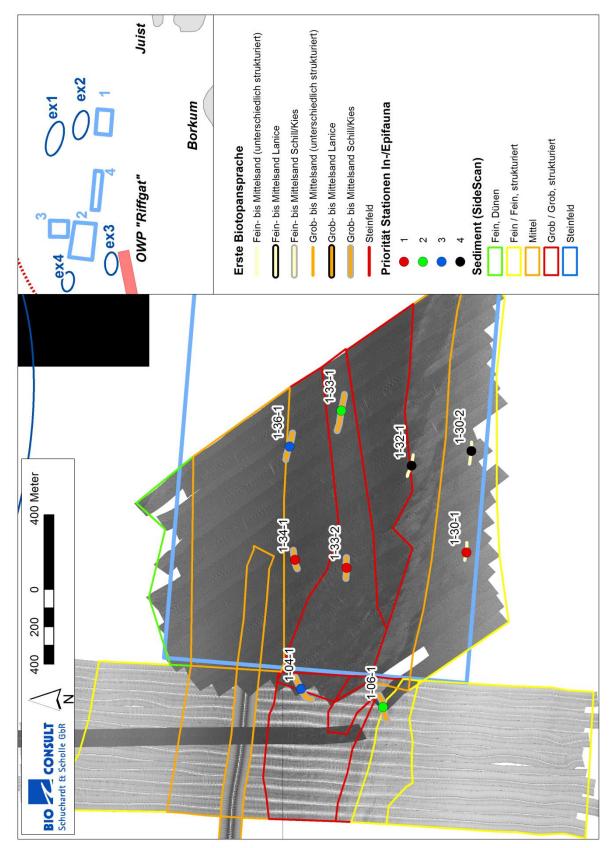


Abb. 2: Übersicht Bereich 1. SideScan: NLWKN schriftl.; Aufnahme 2016 (Westteil), 2017 (Ostteil)

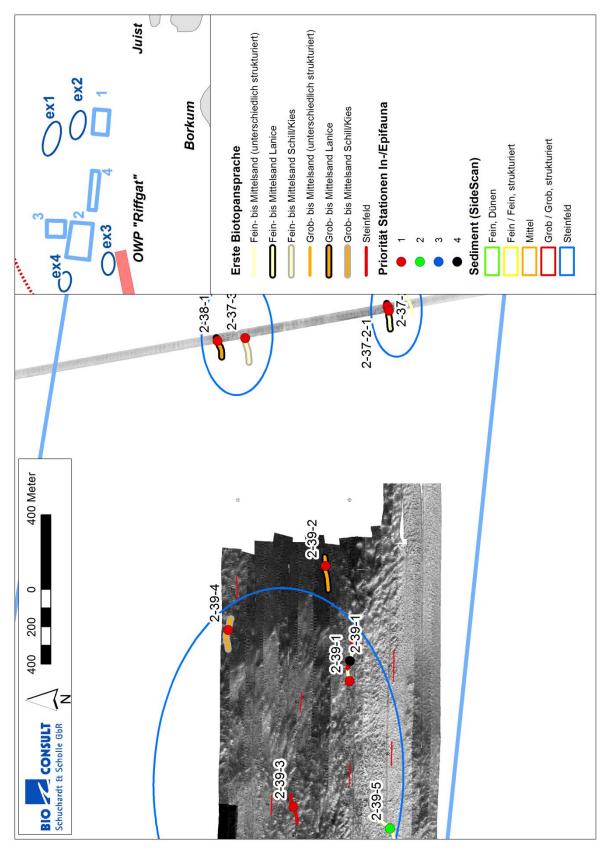


Abb. 3: Übersicht Bereich 2. SideScan: NLWKN schriftl.; Aufnahme 2017

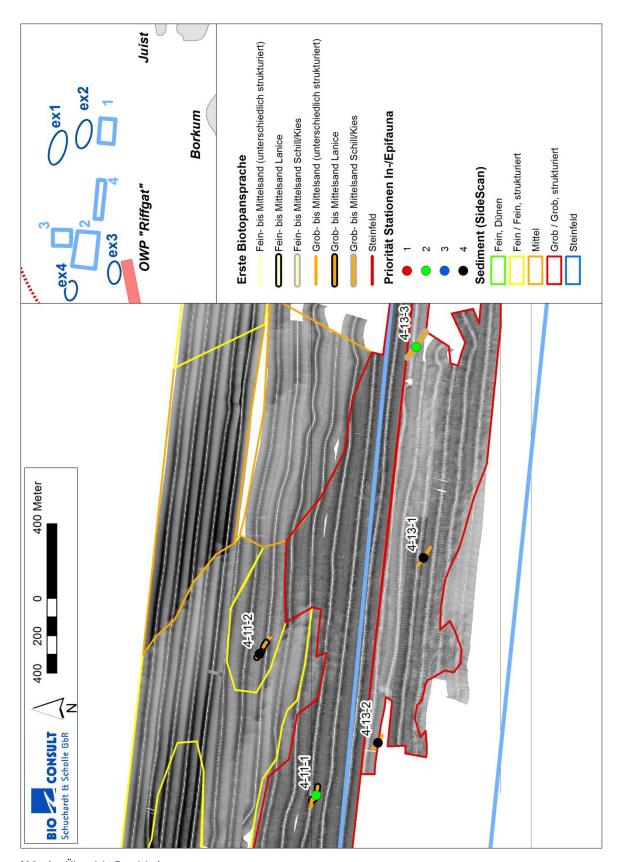


Abb. 4: Übersicht Bereich 4. SideScan: NLWKN schriftl.; Aufnahme 2016

2.2 Probenahme und Probenbearbeitung

2.2.1 Übersicht

Wie bereits in Kapitel 2.1 dargestellt, wurde pro Bereich bzw. Teilfläche mindestens ein Videotransekt durchgeführt. Entsprechend der Prioritätenliste (Tab. 1) wurde pro Transekt bzw. Teiltransekt (vgl. Kap. 2.3.1) eine Station entsprechend der Vorgaben des NLWKN je 4x mittels van Veen-Greifer und 1x mittels 2 m-Baumkurre beprobt (s. Kap. 2.2.3 und 2.2.4).

Die Probenahmezeiträume und Angaben zu den eingesetzten Geräten sind in Tab. 2 zusammenfassend dargestellt. Beprobt wurden soweit möglich alle Stationen der Prioritäten 1-3, wobei einzelne Stationen aufgrund äußerer Einflüsse nicht vollständig beprobt werden konnten (vgl. Tab. 2). Eine Beprobung der Stationen mit der Priorität 4 mittels Greifer und Dredge war nicht mehr möglich, da für Teil 2 vorab eine Probenahmedauer von 3 Seetagen festgelegt wurde. Die Beprobung erfolgte orientiert an den Standardmethoden des BLMP bzw. den Vorgaben des NLWKN.

Aufgrund Schlechtwetters (Windstärke 6, Wellenhöhe > 2 m) war eine Unterbrechung der Probenahme für Teil 2 erforderlich.

Tab. 2:		nezeiträume.

Zeitraum	Schiff	Gerät	Anzahl				
Teil 1							
26./27.8. 2017	Komet	Video	34 Transekte				
Teil 2	Teil 2						
15./16.11.2017	Orion	Van Veen	16 Stationen				
21.11.2017	Komet	Van Veen, 2 m-Baumkurre	5 Stationen, 17 Hols				

2.2.2 Teil 1: Video (Epifauna, Sedimentstruktur)

Insgesamt wurden 34 Videotransekte mit einer Gesamtlänge von ca. 5,6 km gefahren. Für die Videountersuchung wurde die in einem speziellen Schlitten installierte Kamera (Abb. 5) mit möglichst langsamer Fahrt (1-2 kn) für eine Dauer von 5 Minuten hinter dem Schiff geschleppt. Die Kamera war über ein Kabel mit einem an Deck des Schiffes befindlichen digitalen Videorecorder (Hersteller Sony, Gerät GV-HD700/1) verbunden. Zwischen Kamera und Videorecorder war ein Computer mit angeschlossenem Genlockadapter geschaltet. Der Computer verarbeitet mittels einer eigens entwickelten Software die Daten des Navigationsgeräts (D-GPS) und blendete sie in das Videobild ein. Dadurch erscheinen in der Videoaufzeichnung die Stationsbezeichnung, die aktuelle Position und Tiefe, das Datum und die Uhrzeit. Da die Position an der Stelle aufgezeichnet wird, an der das Schleppseil des Gerätes an Bord führt, tritt ein Versatz zur tatsächlichen Geräte-Position auf. Dieser Versatz wurde bei Überführung der Tracks in ArcGis berücksichtigt, indem ein Korrekturwert aus der an Bord pro Transekt erfassten tatsächlichen Länge des Schleppseils, der Wassertiefe und der Bordwandhöhe errechnet wurde.

Zur Ausleuchtung des Kamerafeldes waren zwei LED-Weitstrahler (je 3 x 5 Watt, 12 Volt) am Kameragestell befestigt. Mittels dreier Laserpointer, die in die Mitte des Bildes auf den Meeresboden ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge von 10 cm projizieren, sind Flächen- und Größenabschätzungen möglich.

Die Sichtverhältnisse am Grund waren zum Untersuchungszeitpunkt bei allen Transekten relativ gut. "Marine snow" (Detritus in der Wassersäule) trat nur in geringem Maß auf, lediglich ein Videotransekt konnte aufgrund des "Marine snow" nicht ausgewertet werden. Die Windstärke und Wellenhöhe betrugen während der Untersuchung meist 1 Bft und ca. 1 m.





Abb. 5: Für die Videountersuchung genutztes Kamerasystem.

2.2.3 Teil 2: van-Veen-Greifer

Für die quantitative Untersuchung der Infauna sowie die Gewinnung von Sedimentproben für die Laboranalyse wurde ein van-Veen-Greifer von 0,1 m² Grundfläche entsprechend StUK4 (BSH 2013) verwendet. Dieser entspricht auch den Vorgaben des BLMP. Pro Station wurden 4 Parallelproben genommen. Für diesen Bericht wurden nur die ersten zwei Parallelproben der Greiferproben taxonomisch bearbeitet; die restlichen zwei Parallelen werden bis zur weiteren Bearbeitung konserviert aufgehoben.

2.2.3.1 Sediment

In Anlehnung an DIN 4022 wurden die Sedimente jedes Greifers hinsichtlich ihrer Sedimenteigenschaften vor Ort charakterisiert (Schätzung der Korngrößenzusammensetzung durch Fingerprobe, Beschreibung von Konsistenz, Farbe, Geruch, Detritusanteil und sonstigen Auffälligkeiten, s. Anhang). Zusätzlich wurde an jeder Station aus dem ersten Greifer eine DIN 181 23 entsprechende Sedimentmenge mittels Stechrohr zur Ermittlung des Glühverlustes und der Korngrößenverteilung entnommen. Davon abgewichen wurde nur dann, wenn aufgrund des Kiesanteils in dem Greifer eine größere Sedimentmenge entnommen werden musste (vgl. DIN 18 123). In diesem Fall wurde die Sedimentprobe einem fünften zusätzlichen Greifer entnommen. Die Sedimentproben wurden gekühlt gelagert und im Anschluss an die Probenahme ins Labor transportiert und bis zur Aufarbeitung tiefgefroren.

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

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

Mittlere Korngröße [µm]	Benennung nach FIGGE (1981)	Kürzel	Weitere Untertei- lung ⁸
< 63	Ton/Schluff ("Schlick")	T/U	
63–250	Feinsand	fS	63–125 μm
			125-250 μm
250-500	Mittelsand	mS	
500-2000	Grobsand	gS	500–1000 μm
			1000–2000 μm
2000-16000	Kies	G	2000–4000 μm
			4000-8000 μm
			8000-16000 µm

In Abstimmung mit dem NLWKN erfolgten die Vorortansprache, die Sedimentklassifikation und die Bestimmung des Glühverlustes weiterhin anhand der oben beschriebenen Methoden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die bisherigen Untersuchungen und die aktuellen Untersuchungen methodisch vergleichbar sein sollen. Die z. B. im StUK4 genannte DIN EN ISO 14688-1-2003 (Korngrößenverteilung)⁹ und auch die DIN EN-12879:2001-02 (Glühverlust)¹⁰ weisen Unterschiede u.a. bei der Abgrenzung der Korngrößenfraktionen im Mittelsandbereich und der Glühdauer auf.

2.2.3.2 Infauna

Der Greiferinhalt wurde nach der Vorortansprache des Sedimentes (s. o.) in Baljen überführt und anschließend über einem Sieb von 1 x 1 mm Maschenweite gesiebt. Bei einem großen Grobsandanteil wurden die Proben dekantiert (mind. 5x). Die Siebrückstände wurden an Bord in Kunststoff-Weithalsflaschen überführt und in 4 %-igem gepufferten Formalin fixiert.

Die taxonomische Ansprache fand mittels Binokular und Mikroskop im Labor statt. Neben der Artenvielfalt wurde die Individuenzahl und Biomasse als Frischgewicht (FG), Trockengewicht (TG) und aschefreies Trockengewicht (AFTG) pro Art ermittelt. Für die Gruppen Hydrozoa und Bryozoa sind aufgrund ihrer modularen Lebensweise keine artspezifischen Häufigkeitsangaben möglich; die Arten dieser Großgruppen wurden daher nur mit ihrer Präsens-Absenz angegeben. Desweiteren war es für diese Gruppen nicht immer möglich, eine artspezifische Biomasse zu ermitteln, da einige Gattungen bzw. Arten aufeinander wachsend vorkommen bzw. so klein sind, dass sie von ihrer Siedlungsunterlage nur unter sehr zeitaufwenidiger Arbeit zu trennen wären (Clytia, Alcyonidium,

⁸ Vgl. Siebgrößen der DIN ISO 3310-1:2001-09.

⁹ Aktuell gültig: DIN EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013

¹⁰ Aktuell gültig: DIN EN 15935:2012-11.

Electra, Lovenella, Conopeum). Größerer Vorkommen von *Sertularia cupressina* und *Obelia* spp. wurden separat gewogen, während kleinere Vorkommen dieser Gattung bzw. Mischvorkommen mehrerer Arten als Restbiomasse Hydrozoa/Bryozoa gewogen wurden.

2.2.4 Teil 2: 2 m-Baumkurre (Epifauna)

Zusätzlich zu den Greiferproben wurde an den Stationen ein Hol mit einer 2 m-Baumkurre (1 cm Maschenweite im Steert, Schleppzeit ca. 5 min, Schleppgeschwindigkeit ca. 2 Knoten; Ausnahmen s. Tab. 1) zur Erfassung der Epifauna durchgeführt. Der Einsatz einer 2 m-Baumkurre wurde aufgrund der Gegebenheiten vor Ort, v. a. der hohen Strömungsgeschwindigkeiten am Grund, erforderlich. Der probeweise Einsatz einer entsprechend BLMP vorgesehenen Rahmendrege zeigte, dass diese nicht während des gesamten Schleppvorganges Grundkontakt hatte und somit keine repräsentativen Ergebnisse erbracht hätte.

Die Fänge wurden zum Großteil an Bord bearbeitet, d. h. große Makrozoobenthos-Taxa wurden sofort aussortiert und pro Hol und Taxon gewogen. Das aschefreie Trockengewicht (AFTG) wurde im Labor ermittelt. Taxa, die nicht direkt an Bord bestimmt werden konnten, wurden in Alkohol überführt und im Labor bestimmt. Neben der makrobenthischen Epifauna wurden zusätzlich die in den Hols enthaltenen Fische bestimmt und gezählt; Biomasse wurde für Fische nicht ermittelt.

2.3 Auswertung

2.3.1 Teil 1: Erstansprache der Biotope

Die Auswertung der Videos mit der Erstansprache der Biotope fand nach Abschluss der Ausfahrt statt. Bei der Erstansprache der Biotope steht neben der Beschreibung der optisch unterscheidbaren Charakteristika der Biotope die Klassifikation der Biotope im Vordergrund. Dabei müssen die methodischen Einschränkungen, die allen optischen Verfahren eigen sind, beachtet werden. Insbesondere die Schätzung der Sandfraktionen, aber auch der biologischen Angaben zu Dichten, Anzahlen und Längen unterliegen methodisch bedingt Unsicherheiten. In der Regel können nur halbquantitative Angaben gemacht werden, auch wenn zur besseren Vergleichbarkeit z. T. quantitative Angaben gemacht werden.

Für die Erstansprache der Biotope wurden bei der Auswertung der Videos die in Tab. 3 dargestellten Parameter und Klassen verwendet, die so gewählt wurden, dass sie den beschriebenen methodischen Unsicherheiten Rechnung tragen. Sie lehnen sich an die vorhandenen Biotopklassifikationen an, um eine spätere Zuordnung (vgl. Kap. 5) unter Einbeziehung der Ergebnisse aus Teil 2 zu ermöglichen.

Nach einer optischen Einstufung des Sandes, der auch bei Vorkommen von Hartsubstraten meist den Meeresboden bezüglich der Flächenanteile dominierte, wurden die Dichten von *Lanice* und die Bedeckungsgrade von Schill, Kies und Steinen/Blöcken eingeschätzt. Blöcke (Steine >20 cm; vgl. DIN EN ISO 14688-1-2003) wurden einzeln mit Koordinaten erfasst (s. Anhang). Gleiches gilt für Lanice-Bulten.

Bei Wechseln der Besiedlung bzw. des Sedimentes innerhalb eines Transektes, die entsprechend der in Tab. 3 dargestellten Klassen einen Biotopwechsel mit sich brachten, wurden die Transekte in Teiltransekte unterteilt. Dabei wurden Unterteilungen erst bei einer Überschreitung der näherungsweise bestimmten Mindestgröße von 1000 m² (ca. 100 m Transektlänge, je nach Schleppgeschwindigkeit ca. 100-200 s Aufnahme) bzw. 30 m² (Steinfelder) vorgenommen.

Neben Sedimentzusammensetzung und Morphologie wurden die Videoaufnahmen der jeweiligen Transekte nach der Ausfahrt auf Vorkommen und Häufigkeit von deutlich erkennbaren Epifauna-Organismen und Fischen hin ausgewertet. Bei den Hydrozoa¹¹ und z. T. in hohen Dichten auf Steinen siedelnden Metridien (Anthozoa) wurde die Häufigkeit in Form von Bedeckungsgraden (% der Fläche) notiert. Bei den Actinien, die nicht auf Steinen siedelten, werden wenn aufgrund einer insgesamt geringeren Anzahl möglich Individuenzahlen angegeben, bei hohen Abundanzen werden diese jedoch bezogen auf die Schlepplänge geschätzt (<1/m und ≥1/m). Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Angaben zu den einzeln gezählten Taxa anhand der Schlepplängen normiert, um bei der Auswertung nach Biotoptypen kein aufgrund der sehr unterschiedlichen Transektlängen pro Biotoptyp verzerrtes Bild zu erhalten. Es ist aber zu beachten, dass die Zahlen nicht für eine Abundanzberechnung geeignet sind.

Von jeder Videoaufnahme wurden Standbilder erstellt, die einen typischen Ausschnitt des jeweiligen Biotopes wiedergeben.

¹¹ In den Videos wurden regelmäßig hoch aufwachsende Hydrozoenstöcke gesichtet, welche abgeleitet aus den Informationen der Dredgehols überwiegend aus Seemoos (*Sertularia cupressi-na*) bestanden. Lokal kam aber auch die Hydrozoengattung *Obelia* spp. mit größeren, ebenfalls hoch aufwachsenden Beständen vor. Die Dichten, die für einen Biotoptyp "Seemooswiese" nach derzeitigem Diskussionsstand erreicht werden müssen (>300 Kolonien/m² bei einer Mindestgröße von 100 m²) wurden an den untersuchten Stationen aber nicht erreicht, so dass eine gesonderte Ausweisung dieses Typs entfällt.

Tab. 3: Erstansprache Biotope.

%-Angaben: geschätzter Bedeckungsgrad

Der Schlickanteil des Sedimentes lag nach der visuellen Einstufung immer <10 % und wird daher nicht gesondert benannt.

Erstansprache Biotop	Sand	Schill [%]	Kies [%]	Steine [%]	Lanice [Röhren/m²]	Zusatzinformation	
Fein- bis Mittelsand	Fein- bis	<10	<5	verein-	0	Rippel ja/nein,	
Fein- bis Mittelsand Schill/Kies	Mittel- sand	≥10 ≥50	≥5 ≥20	zelt	<100 100 - <200	Blöcke mit auffälli- gem Bewuchs	
Fein- bis Mittelsand Lanice		<5 <10 ≥10 ≥50	<5 ≥5 ≥20		≥200		
Grob- bis Mittels- and	≥50% Grob-	<5 <10	<5		0 <100		
Grob- bis Mittels- and Schill/Kies	sand bzw. Grob-		≥10 ≥50	≥5 ≥20		100 - <200	
Grob- bis Mittels- and Lanice	sand + Kies	<5 <10 ≥10 ≥50	<5 ≥5 ≥20		≥200		
Steinfeld	Fein- bis Grob- sand	alle Klassen	<5 ≥5 ≥20	regel- mäßig	0 <100 100 - <200 ≥200	Beschreibung Sediment zwischen Steinen	

2.3.2 Teil 2: Faunistische Charakterisierung

Sediment

Die Sedimentparameter werden auf Stationsebene ausgewertet. Multivariate Analysen der Korngrößenverteilung erfolgten unter Verwendung des Software-Pakets "Primer 6.0". Die Ausgangsdaten blieben untransformiert, als Ähnlichkeitsmaß wurde die Euklidische Distanz verwendet.

In- und Epifauna (van Veen-Greifer, 2 m-Baumkurre)

Aufgabe der Pilotstudie war u. a. die Erfassung und Beprobung verschiedener Biotope mit z. T. sehr unterschiedlicher benthischer Besiedlung. Da die zusammenfassende Bewertung von Stationen, die von einer unterschiedlichen benthischen Besiedlung geprägt sind, nicht sinnhaft ist und da sich Vergleichsuntersuchungen mit ihren Aussagen oftmals ausschließlich auf den jeweils untersuchten Biotoptyp beziehen, wurde für die Gesamtauswertung als erster Auswertungsschritt eine Clusteranalyse auf Stationsebene durchgeführt. Die Analyse wird zwar sowohl auf Basis der Einmzelgreifer als auch der Stationsmittelwerte (1. und 2. Greifer) durchgeführt, aufgrund der hohen Übereinstimmung zwischen 1. und 2. Greifer (s. Kap. 4.2.1) werden im Weiteren aber nur

noch die Stationsmittelwerte verwendet. Diese multivariate Analyse ermöglicht eine Zuordnung der Stationen zu Gruppen (= Cluster) die, trotz vorhandener Variabilität, eine hohe Gemeinsamkeit bzgl. ihrer Arten/Abundanzstruktur aufweisen. Diese Gruppen werden im nächsten Schritt zusammenfassend bewertet. Da die Anzahl der Stationen pro Gruppe nicht gleich ist, sind den statistischen Vergleichen zwischen den Ergebnissen der Gruppen Grenzen gesetzt.

Um eine realistische Einschätzung der Artenzahlen innerhalb eines Gebietes (Gesamtgebiet, Stationsgruppe, Station) zu bekommen, erfolgte die Zählung der "Arten" folgendermaßen: 1) jedes Taxon, das auf Artebene bestimmt wurde, wurde als "Art" gezählt, 2) jedes Taxon, das unterhalb der Artebene (Gattung, Familie, etc.) bestimmt wurde, wurde als "Art" gezählt, wenn ausgeschlossen werden konnte, dass durch ebenfalls in der Probe vorkommende Arten oder Gattungen, eine mögliche Doppelzählung erfolgt. So wurde z.B. auf Gattungsebene Eteone spp. nicht gezählt, wenn die Art Eteone longa in den Proben vorkam. Kam keine Art der Gattung vor, wurde die Gattung (Eteone spp.) als "Art" gezählt. Ebenso wurde auf Familienebene Nereididae indet. nicht gezählt, wenn eine Gattung der Familie (z.B. Hediste spp.) oder eine Art dieser Familie (Alitta succinea) vorkamen. Die taxonomische Hierarchie entspricht dabei der in Liste aus WoRMS.

Die Ergebnisse der Makrozoobenthos-Probenahme werden dann auf Stationsebene und auf m² (Infauna) bzw. ha (Epifauna) 12 hochgerechnet für die einzelnen Parameter zusammengefasst nach Clustern dargestellt.

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

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

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

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

Multivariate Verfahren (MDS, Cluster, ANOSIM und SIMPER) wurden unter Verwendung des Software-Pakets "Primer 6.0 & PERMANOVA+" berechnet. Hierfür wurden die Abundanzdaten transformiert (4. Wurzel). Als Ähnlichkeitsmaß diente die Bray-Curtis-Similarität. Die Güte der MDS-Darstellung wird über den Stress-Wert angegeben (Stress < 0,05: sehr gute Darstellung ohne Möglichkeit der Fehlinterpretation; Stress < 0,1: gute Ordination; Stress < 0,2: potenziell brauchbare Darstellung, die jedoch mit Vorbehalten verwendet werden sollte; Stress > 0,3: Punkte sind fast zufällig in der Darstellung verteilt). Unterschiede zwischen den Gruppen wurden anhand einer ANOSIM Analysis of Similarities untersucht (CLARKE & WARWICK 2001, ANDERSON & WALSH

BIOCONSULT Schuchardt & Scholle

¹² Die Ermittlung der pro Hol befischten Fläche erfolgte aus dem Produkt von Netzöffnung (2 m) und Länge der Schleppstrecke.

2013). ANOSIM testet die Nullhypothese, dass kein Unterschied zwischen a priori definierten Gruppen besteht. Zusätzlich zu dem p-Wert wird in diesem Verfahren ein R-Wert ermittelt, der Aufschluss über die Unterschiedlichkeit der Gruppen gibt: R > 0,75: die Gruppen lassen sich klar voneinander trennen; $R \sim 0,5$: gute Trennbarkeit der Gruppen, jedoch mit einigen Übereinstimmungen; R < 0,25: die Gruppen trennen sich kaum.

Die statistische Signifikanzgrenze wurde bei einem p-Wert von p < 0.05 festgelegt. Tiere, die aufgrund ihres körperlichen Zustands nicht zuverlässig taxonomisch bestimmt werden konnten (z.B. Taxon indet., Polychaeta indet. etc.) wurden von den multi- und univariaten Analysen ausgeschlossen.

Es wurden Arten-Areal-Kurven für den Gesamtdatensatz (n = 42 Greifer) und biotopspezifische Teildatensätze erstellt um abschätzen zu können, wie gut das (zu erwartende) Gesamtartenspektrum durch 2 Parallelproben pro Station abgebildet wird. Die Analysen wurden mit dem Software-Paket 6.0 Primer durchgeführt. Als Index für den Plot wurde "S" (= Curve of observed species counts) gewählt. Hierfür wurden Taxa, die nur auf einem "niedrigen" taxonomischen Level bestimmt wurden, aus dem Datensatz eliminiert, sofern mehrere Arten der Gattung/Familie etc. vorkamen. Sofern es plausibel war, dass es sich innerhalb einer Gattung bei als "spp." bestimmten Individuen um eine bereits bestimmte Art handelte, wurde die Abundanz summiert. Summation und Löschungen sind in folgender Tabelle gelistet:

vom Gesamtdatensatz eliminiert	Abundanz zusammengefasst	
Glycera spp.	Eteone longa	
Obelia spp.	Eteone spp.	
Malmgrenia spp.	Eumida sanguinea	
Nephtys spp.	Eumida spp.	
Nereididae indet.	Ophelia borealis	
Spio spp.	Ophelia spp.	
Terebellidae indet.	Pholoe baltica	
Ensis spp.	Pholoe spp.	
Bathyporeia spp.	Polycirrus medusa	
Amphiuridae indet.	Polycirrus spp.	
	Polygordius lacteus	
	Polygordius spp.	
	Liocarcinus holsatus	
	Liocarcinus spp.	
	Ophiura albida	
	Ophiura spp.	

Fische (2 m-Baumkurre)

Eine gesonderte Erfassung der Fische ist nicht Teil der Pilotstudie. Die bei der Probenahme mit der 2 m-Baumkurre gewonnenen Daten zur Fischfauna werden Tab. 29 im Anhang nachrichtlich aufgenommen.

Ermittlung von Charakterarten sensu RACHOR et al. (2007)

Es gibt unterschiedliche Vorgehensweisen, charakteristische Arten eines Biotoptyps zu ermitteln. Historisch betrachtet wurde bereits von Petersen, einem der ersten Benthosökologen, das Konzept der charakteristischen Arten einer Bodentiergemeinschaft genutzt (PETERSEN 1914, 1915, 1924). Seine Auswahl der charakteristischen Arten basierte auf ihrer Konstanz und Dominanz. CONNOR et al. (2004) verwendeten für die Biotoptypen-Klassifizierung von Großbritannien und Irland die SIMPER Routine von Primer v5. Dabei wurden die Arten, die für die Ähnlichkeit von Stationen in einem Cluster verantwortlich waren, zur Benennung der Gemeinschaft verwendet. Grundsätzlich zählten CONNOR et al. (2004) alle Arten, die mehr al 1 % der Ähnlichkeit einer Gemeinschaft ausmachen zu den "characterising species".

SALZWEDEL et al. (1985) sowie RACHOR & NEHMER (2003) und RACHOR et al. (2007) nutzten eine Kombination von 5 Kriterien, um charakteristische Arten einer Benthos-Gemeinschaft zu identifizieren: die Abundanztreue, Präsenz, Präsenztreue, Dominanz sowie den Anteil (Rang) an der Unähnlichkeit zu anderen Gemeinschaften (SIMPER). Das Verfahren von RACHOR & NEHMER wurde auch zur Analyse der ICES Benthos Survey Daten (2000-2000), d. h. für die gesamte Nordsee, verwendet (RACHOR et al. 2007).

Um zu testen, ob sich auf Basis des vergleichsweise kleinen Datensatzes auch für diese Studie Charakterarten benennen lassen, die sich plausibel durch die Umweltbedingungen erklären lassen, wird in dieser Untersuchung dem Vorgehen in RACHOR et al. (2007) gefolgt. Aufgrund des vergleichsweise kleinen Datensatzes sind die Ergebnisse nur als erster Hinweise auf mögliche Charakterarten zu verstehen.

Für die Benennung von Charakterarten wurden entsprechend dem Vorgehen von RACHOR et al. (2007) für die auf Basis von Clusteranalysen differenzierten benthischen Assoziationen insgesamt 5 Kriterien abgeprüft. Erfüllte eine Art pro Cluster mindestens <u>drei</u> der fünf folgend genannten Kriterien, wird diese entsprechend RACHOR et al. (2007) als Charakterart definiert.

- 1. Numerische Dominanz ND (Abundanz einer Art / Gesamtabundanz > 3 %);
- 2. Abundanztreue AT (Individuenzahl einer Art in einem Cluster / gesamte Individuenzahl der Art im Untersuchungsgebiet > 50%)
- 3. Präsenz P (Anteil der Stationen in einem Cluster, an der die Art gefunden wurde > 60%)
- 4. Präsenztreue PT (Zahl der Stationen, an denen eine Art in einem Cluster vorkommt / Gesamtzahl der Stationen, an denen die Art im Untersuchungsgebiet vorkommt > 50%)
- 5. Trennarten T hohen Ranges nach Dissimilaritäts-Analyse (CLARKE 1993) Rang 1 bis 8.

Das beschriebene Vorgehen beruht immer auf dem Vergleich von zwei Messdatensätzen (Gruppen). Der erste Datensatz beinhaltet die Informationen aus der Clustergruppe, die gegen den Gesamtdatensatz getestet wird.

Ergebnisse Teil 1: Erstansprache der Biotope anhand von Videoaufnahmen

Insgesamt wurden 34 Videotransekte mit einer Gesamtlänge von ca. 5,6 km gefahren. Davon entfielen 2.306 m auf fein- bis mittelsandige und 2.776 m auf grob- bis mittelsandige Biotope. 466 m umfassten Steinfelder (s. Abb. 6).

Anhand der sedimentologischen Charakteristika bzw. der Dichte der Lanice-Besiedlung wurden insgesamt 53 Teiltransekte abgegrenzt. Davon entfielen 19 auf die fein- bis mittelsandigen, 24 auf die grob- bis mittelsandigen Biotope und 10 auf die Steinfelder.

Der Meeresboden zeigte sich in den untersuchten Bereichen wie durch die Vorauswahl der zu untersuchenden Bereiche auch angestrebt vergleichsweise heterogen. Auch innerhalb der nach der Erstansprache differenzierten Biotoptypen gab es große Spannen in der Ausprägung einzelner Charakteristika. Die Transekte werden daher im Folgenden nach den in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen getrennt dargestellt. Bei allen Darstellungen im Folgenden ist zu beachten, dass es sich nur um halbquantitative Angaben handelt, auch wenn zur besseren Vergleichbarkeit z. T. quantitative Angaben gemacht werden. Insbesondere die Schätzung der Sandfraktionen, aber auch der biologischen Angaben zu Dichten, Anzahlen und Längen unterliegen methodisch bedingt Unsicherheiten. Ebenfalls zu beachten ist, dass die in Teil 2 erfolgten Auswertungen hier nicht eingeflossen sind.

Die Wassertiefen der mittels Video untersuchten Transekte lagen zwischen 12 und 31 m, im Mittel bei 20 m.

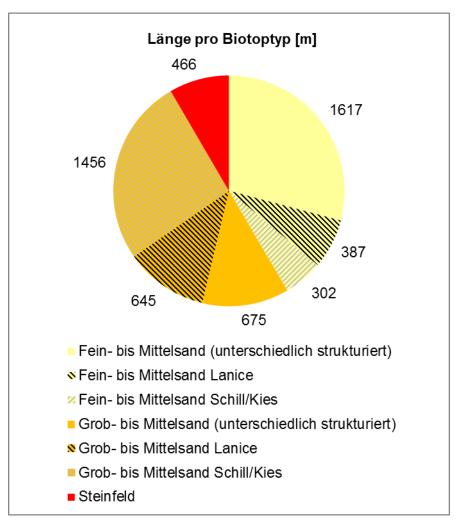


Abb. 6: Übersicht Transektlängen pro in der Erstansprache identifiziertem Biotoptyp (Video).

3.1 Fein- bis Mittelsand-Biotope

Die Transekte mit fein- bis mittelsandigen Abschnitten befinden sich in den Bereichen 1 bis 3 sowie ex2 bis ex4 (vgl. Abb. 2 - Abb. 4). Der Meeresboden war zum Zeitpunkt der Aufnahmen überwiegend von kleineren und größeren Strömungsrippeln gekennzeichnet. Deutlich unterscheiden lassen sich in dieser Gruppe die darüber hinaus vergleichsweise strukturarmen und homogenen Abschnitte auf der einen und die durch Schill- und Lanicevorkommen gekennzeichneten Abschnitte auf der anderen Seite. Vereinzelt traten Steine und auch Blöcke auf.

In Bereich 1, für den bereits klassifizierte SideScan-Aufnahmen des Meeresbodens vorliegen, zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Methoden. Die drei in diesem Bereich befindlichen als fein- bis mittelsandig eingestuften Transekte liegen in dem südlichen Teilbereich, der auch anhand der SideScan-Aufnahmen als fein- bis mittelsandig eingestuft wurde (s. Abb. 2).

Prägend für die Epifauna der fein- bis mittelsandigen Biotope waren die Vorkommen von *Lanice conchilega*, die Dichten von meist <100 Ind./m² aufwiesen (vgl. Tab. 4).

Die als (vorwiegend) *Sertularia cupressina* eingestuften Hydrozoen (vgl. Kap. 2.3.1) wiesen Bedeckungsgrade von meist <10% auf (vgl. Abb. 16), es kamen aber auch Bereiche mit Bedeckungsgraden bis 50% vor, meist in Bereichen mit erhöhten Schillanteilen und/oder erhöhten Dichten von *Lanice conchilega*. Soweit dies anhand der Videoaufnahmen zu beurteilen ist, kommen die *Sertularia*-Kolonien oft an Röhren von *Lanice conchilega* vor. Sog. "Seemooswiesen" konnten nicht nachgewiesen werden.

Die übrigen mittels Video identifizierbaren Taxa sind in Tab. 5 zusammengestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Angaben anhand der Schlepplängen normiert. Es ist aber zu beachten, dass die Zahlen nicht für eine Abundanzberechnung geeignet sind.

In den grob- bis mittelsandigen Biotopen wurden neben *Lanice* und *Sertularia* 9 Taxa nachgewiesen. Mit Abstand häufigste Art war *Asterias rubens*, gefolgt von Schwimmkrabben der Gattung *Liocarcinus*. Ebenfalls regelmäßig traten der Einsiedlerkrebs *Pagurus bernhardus* und der Taschenkrebs *Cancer pagurus* auf. Muscheln wurden nur vereinzelt gesichtet.

Bei den Anthozoen wurden vergleichsweise regelmäßig einzeln zählbare Individuen auf dem (Sand)Grund gesichtet. Neben diesen in Tab. 5 quantifizierten Actinien kamen auf den Transekten 2-37-1 und ex4-2 weitere vor, die aufgrund ihrer Häufigkeit von z. T. >10 Ind./m (Transektlänge) nicht mehr einzeln gezählt wurden (vgl. Abb. 8). Die vereinzelt vorkommenden Blöcke wiesen eine meist nicht quantifizierbare Bedeckung von bis zu 80 % durch Metridien auf. Balaniden konnten nur vereinzelt auf Steinen des Teiltransektes 3-xx-3-2 nachgewiesen werden. Weitere Taxa konnten mittels der Videoaufnahmen nicht identifiziert werden.

Die unterschiedlichen Ausprägungen der fein- bis mittelsandigen Biotope wiesen z. T. auffällige Unterschiede in den Anzahlen der Taxa auf. So wurden z. B. *Asterias rubens, Cancer pagurus* und *Actinaria* spp. in Teiltransekten mit Lanice-Dichten >200 Ind./m² deutlich häufiger gesichtet. Gleiches gilt für die Schwimmkrabben (*Liocarcinus* spp.) in Bereichen mit erhöhten Schill/Kies-Anteilen. Im Vergleich der als fein- bis mittelsandig eingestuften Biotope mit den als grob- bis mittelsandig eingestuften Biotopen zeigten sich nur geringe Unterschiede im Artenspektrum bzw. den mittleren Häufigkeiten. Während Muscheln in den als fein- bis mittelsandig eingestuften Biotopen seltener sichtbar waren wurden Schwimmkrabben und Actinien häufiger gesichtet als in den als grob- bis mittelsandig eingestuften Biotopen.



Abb. 7: Transekt 2-37-1: Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert).

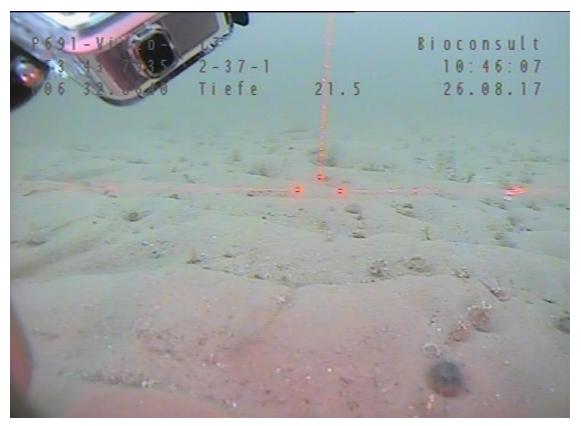


Abb. 8: Transekt 2-37-1: Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert) mit Actinien.

3.2 Grob- bis Mittelsand-Biotope

Die Transekte mit grob- bis mittelsandigen Abschnitten befinden sich in den Bereichen 1, 2 und 4 sowie ex1 und ex3 (vgl. Abb. 2 - Abb. 4). Der Meeresboden war zum Zeitpunkt der Aufnahmen anders als in den fein- bis mittelsandigen Abschnitten nur selten von Strömungsrippeln gekennzeichnet. Die Sedimentzusammensetzung war deutlich heterogener als in den fein- bis mittelsandigen Abschnitten. In 17 der insgesamt 24 Abschnitte betrug der Schillanteil ≥10%. Kennzeichnend sind z. T. fleckenhafte sehr dichte Schillvorkommen, die aber aufgrund ihrer geringen Größe nur selten als eigenes Biotop angesprochen wurden. Einzelne Steine und Blöcke traten nur an 3 (Teil)Transekten auf. In den Bereichen 1 und 4, für den bereits klassifizierte SideScan-Aufnahmen des Meeresbodens vorliegen, zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Methoden. Die elf in diesen Bereiche befindlichen als grob- bis mittelsandig eingestuften Transekte liegen bis auf eine Ausnahme in Teilbereichen, die auch anhand der SideScan-Aufnahmen als grobsandig eingestuft wurden (s. Abb. 2 und Abb. 4).

Prägend für die Epifauna der grob- bis mittelsandigen Biotope waren die Vorkommen von *Lanice conchilega*, die in sehr unterschiedlichen Dichten vorkamen (vgl. Tab. 4). Die räumliche Verteilung der Röhren war heterogen. Auf der einen Seite traten Bereiche mit recht gleichmäßigen Dichten auf, auf der anderen Seite auch sog. "patches" ("Bulten", Einzelkoordinaten s. Tab. 36 im Anhang) mit z. T. sehr hohen Dichten in Abschnitten mit sonst geringeren Dichten. Diese können, wenn sie die Mindestgröße nicht überschreiten, auch stellenweise an Transekten vorkommen, die nicht mit dem Zusatz "Lanice" gekennzeichnet sind.

Die als (vorwiegend) *Sertularia cupressina* eingestuften Hydrozoen wiesen verbreitet Bedeckungsgrade von ≥10% auf (vgl. Abb. 16), in Abschnitten mit erhöhten Dichten von *Lanice conchilega* und/oder höheren Schill-/Kiesanteilen betrugen die Bedeckungsgrade auch ≥50%. Sog. "Seemooswiesen" konnten nicht nachgewiesen werden.

In den grob- bis mittelsandigen Biotopen wurden neben *Lanice* und *Sertularia* 9 Taxa halbquantitativ nachgewiesen (s. Tab. 5). Mit Abstand häufigste Art war *Asterias rubens*, gefolgt von Schwimmkrabben der Gattung *Liocarcinus* und Schwertmuscheln *Ensis* spp.. Ebenfalls regelmäßig, aber deutlich seltener, traten der Einsiedlerkrebs *Pagurus bernhardus* und der Taschenkrebs *Cancer pagurus* auf. Bei den Anthozoen wurden vergleichsweise regelmäßig, aber bezogen auf die Transektlänge seltener als in den fein- bis mittelsandigen Biotopen, einzeln zählbare Individuen auf dem (Sand)Grund gesichtet (vgl. Tab. 5). Die vereinzelt vorkommenden Blöcke wiesen eine Besiedlung durch Anthozoen, Hydrozoen und Bryozoen auf (nicht in Tab. 5 enthalten). An Transekt 2-39-2 konnte (wahrscheinlich driftender) *Fucus* gesichtet werden (s. Abb. 9). Weitere Taxa konnten mittels der Videoaufnahmen nicht identifiziert werden.

Die unterschiedlichen Ausprägungen der grob- bis mittelsandigen Biotope wiesen z. T. auffällige Unterschiede in den Anzahlen der Taxa auf. So wurden z. B. *Ensis* spp., *Liocarcinus* spp., *Pagurus bernhardus* und *Asterias rubens* in Teiltransekten mit Lanice-Dichten >200 Ind./m² deutlich häufiger gesichtet. Im Vergleich der als grob- bis mittelsandig eingestuften Biotope mit den als fein- bis mittelsandig eingestuften Biotopen zeigten sich vergleichsweise geringe Unterschiede im Artenspektrum (s. Tab. 5). Auch die den mittleren Häufigkeiten waren bei den meisten Arten ähnlich.

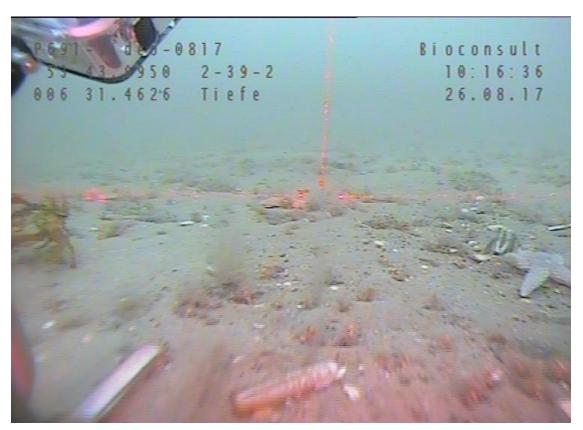


Abb. 9: Transekt 2-39-2: Grob- bis Mittelsand mit Lanice; Fucus wahrscheinlich driftend (linker Bildrand).

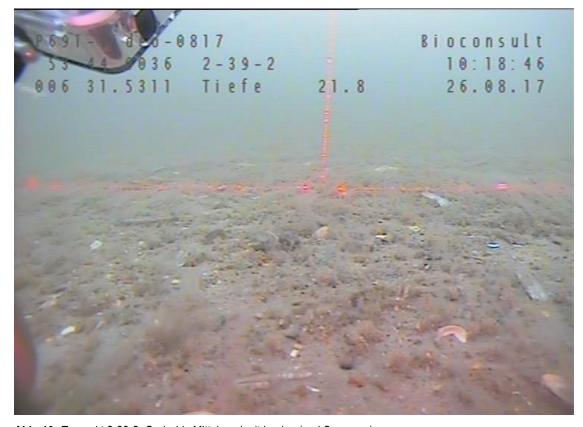


Abb. 10: Transekt 2-39-2: Grob- bis Mittelsand mit Lanice (und Seemoos).

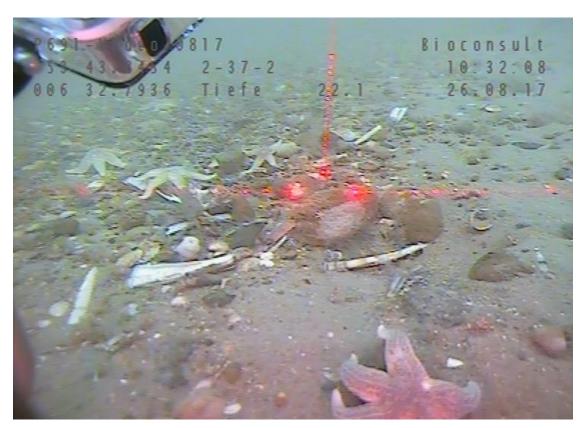


Abb. 11: Transekt 2-37-2: Grob- bis Mittelsand mit Schill/Kies.

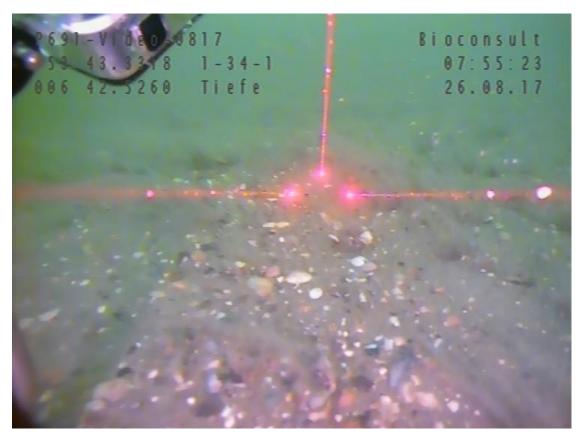


Abb. 12: Transekt 1-34-1: Grob- bis Mittelsand mit Schill/Kies.

3.3 Steinfelder

Die Transekte mit Steinfeldern befinden sich in den Bereichen 2 und 3 (vgl. Abb. 3). Der Meeresboden war zum Zeitpunkt der Aufnahmen in diesen Abschnitten verbreitet von kleineren und größeren Strömungsrippeln gekennzeichnet. Die Steinfelder wiesen eine sehr unterschiedliche Ausprägung auf. So unterschieden sich Steindichten und –größen z. T. deutlich. Die Dichten waren insgesamt bis auf wenige kleine Teilbereiche relativ gering. Das Sediment zwischen den Steinen bestand meistens aus Mittel- bis Grobsanden, z. T. mit Kiesen und Schill, in einzelnen Abschnitten aber auch aus Fein- bis Mittelsanden. *Lanice* und *Sertularia* traten deutlich seltener auf als in den sandgeprägten Biotopen.

In Bereich 2, für den bereits klassifizierte SideScan-Aufnahmen des Meeresbodens vorliegen, zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Methoden. Drei der als Steinfelder eingestuften Transekte liegen in diesem Bereich, der auch anhand der SideScan-Aufnahmen als steinig eingestuft wurde (s. Abb. 3). Die östlich entlang der Trasse des geplanten Cobra-Kabels anhand der 2014 von TenneT in Auftrag gegebenen SideScan-Aufnahmen abgrenzbaren Steinfelder konnten im Video nicht nachgewiesen werden. Es ist unklar, ob die Steine durch Übersandung inzwischen nicht mehr sichtbar sind, oder ob die Steinfelder aufgrund ihrer Kleinräumigkeit nicht mittels Video erfasst wurden.

In den Steinfeldern wurden neben *Lanice* und *Sertularia* 5 Taxa nachgewiesen (s. Tab. 5). Die häufigste Art war *Asterias rubens*, sie trat jedoch bezogen auf die Transektlänge deutlich seltener auf als in den sandgeprägten Biotopen. Ebenfalls regelmäßig, aber ebenfalls deutlich seltener als in den sandgeprägten Biotopen traten Schwimmkrabben auf. Der Taschenkrebs *Cancer pagurus* kam regelmäßig und im Mittel häufiger als in den sandgeprägten Biotopen vor. Muscheln wurden nicht gesichtet.

Die Steine und Blöcke wiesen eine Besiedlung durch Anthozoen, Hydrozoen und Bryozoen auf. In Tab. 5 sind davon nur die einzeln zählbaren Individuen enthalten, von denen die Actinien meist in vorwiegend sandigen Bereichen lebten. Nicht in Tab. 5 enthalten sind die aufgrund ihrer großen Zahl nicht einzeln gezählten Metridien auf Steinen, die auf den Transekten 3-xx-1 und 2-39-1 sowie -3 hohe Häufigkeiten von z. T. >10 Ind./m (Transektlänge) aufwiesen. Soweit mittels Video zu beurteilen waren die Steine und v. a. Blöcke größtenteils besiedelt, die Besiedlungsdichten der einzelnen Steine bzw. Blöcke unterschieden sich aber. Die Besiedlungsdichten zeigten tendenziell eine positive Korrelation mit der Größe der Steine bzw. Blöcke.

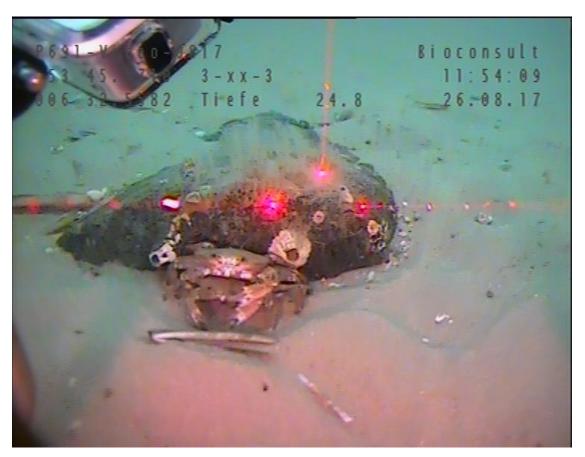


Abb. 13: Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld):: Block mit Aufwuchs.



Abb. 14: Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld): Block mit Aufwuchs.

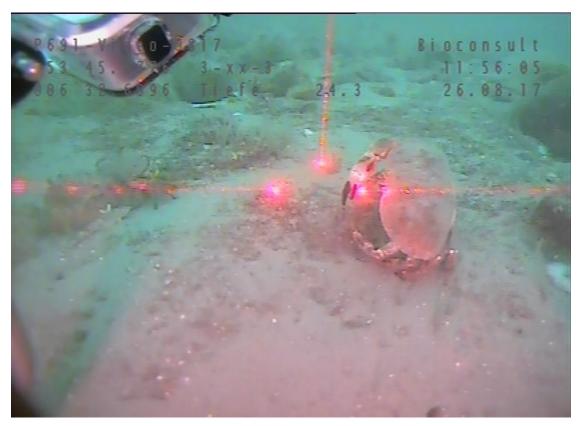


Abb. 15: Teiltransekt 3-xx-3-1 (Steinfeld): Block mit Aufwuchs.

Tab. 4: Geschätzte Dichten von Lanice conchilega [Ind/m²] nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen.

Dichte Lanice conchilega [Ind./m²]	Biotoptyp	Länge [m]	Anteil Sedimentklassen [%]
ohne	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	142	7
	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	939	34
	Steinfeld	142	30
<100	Fein- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	1344	62
	Fein- bis Mittelsand Schill/Kies	302	14
	Grob- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	166	6
	Grob- bis Mittelsand Schill/Kies	517	19
	Steinfeld	324	70
100-200	Grob- bis Mittelsand (unterschiedlich strukturiert)	509	18
>200	Fein- bis Mittelsand Lanice	387	18
	Grob- bis Mittelsand Lanice	645	23

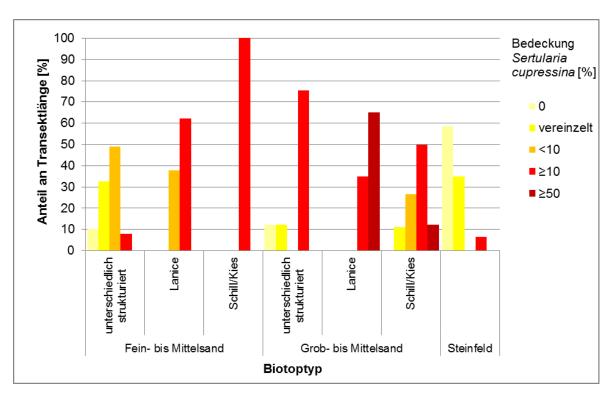


Abb. 16: Geschätzte Bedeckungsgrade von Sertularia cupressina [%] nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen.

Tab. 5: Übersicht Benthossichtungen Video nach in der Erstansprache identifizierten Biotoptypen (ohne *Sertularia / Lanice*).

x: nicht quantifizierbar

o: maximal 2 Individuen, daher nicht auf Ind./km umgerechnet

ohne nicht weiter differenzierbare und nur vereinzelt auftretende Taxa Anthozoa indet. und Crustacea indet.

Ind./km			Fein- bi	_	_	rob- bi ittelsar	-	
Gruppe	Taxa	unterschiedlich strukturiert	Lanice	Schill/Kies	unterschiedlich strukturiert	Lanice	Schill/Kies	Steinfeld
Anthozoa 13	Actinaria spp.	4,3	33,6	26,5		7,7	5,5	10,7
	Metridium spp.		Х					32,2
Bivalvia	Bivalvia indet.	0				0	0	
	Ensis spp.	2,5	2,6		17,8	38,7	6,9	
	Lutraria lutraria					0		
Crustacea	Balanidae indet.	0						
	Cancer pagurus	3,7	23,3	3,3	4,4	3,1	2,1	15,0
	Crangon spp.	0					0	
	Liocarcinus spp.	22,3	44,0	89,4	11,9	49,6	33,7	25,8
	Pagurus bernhardus	0	10,3		0	12,4	2,1	
Echinodermata	Asterias rubens	19,2	263,8	132,4	146,7	215,4	135,3	47,2
Anzahl verein: Taxa (x/o)	zelt auftretender	4	1	0	1	2	2	0
Anzahl regelm Taxa	äßig auftretender	5	6	4	4	6	6	5
Anzahl Taxa g	esamt	9	7	4	5	8	8	5

BIOCONSULT Schuchardt & Scholle

Oktober 2018

¹³ Hier nur einzeln zählbare Individuen genannt, weitere Vorkommen auf Steinen siehe Text.

4. Ergebnisse Teil 2: Faunistische Charakterisierung

4.1 Sedimente (van-Veen-Greifer)

4.1.1 Gesamtgebiet

Für alle 21 Stationen liegen auf Basis einer Sedimentprobe aus dem ersten der vier parallel gewonnenen Greifer pro Station Informationen über die Korngrößenzusammensetzung vor. Die Ergebnisse sind für jede Station in Abb. 17 dargestellt.

Nahezu alle untersuchten Stationen waren durch grobe Sedimente wie Mittel- und Grobsand (250-500 μ m und 500-1000 μ m sowie 1000-2000 μ m) charakterisiert. 16 Stationen waren von Grobsand mit Anteilen zwischen minimal 35 % (Station 2-38-1) und maximal 65 % (Station 2-39-4) dominiert. Kiese (>2000 μ m) kamen an jeder Station vor, jedoch variierten die Anteile zwischen den Stationen und Bereichen deutlich. Geringe Kiesanteile von <5 % kamen v. a. an den Fein- und Mittelsand-geprägten Stationen vor, aber auch an zwei Stationen der Grobsande (1-33-2, 3-xx-3-2). Hohe Kiesanteile (>20 %) wiesen die Stationen 2-39-2, 1-06-1, 1-33-2, 2-39-4 sowie 2-39-1 auf.

Die Anteile der feinen Sedimente wie Ton- und Schluff (<63 μ m) sowie Feinsand (63-250 μ m) waren entsprechend gering und bewegten sich für Ton- und Schluff an den meisten Stationen unterhalb von 2 % und für Feinsand zwischen 3 und 33 %. Lediglich die Stationen 1-30-1 und 3-xx-1 waren mit einem Anteil von 84 % bzw. 49 % überwiegend von Feinsand geprägt. Mittelsand war die dominante Fraktion an insgesamt vier Stationen aus Bereich 2 (2-39-5, 2-39-3) und Bereich 3 (3-xx-3-2, 3-xx-3-1).

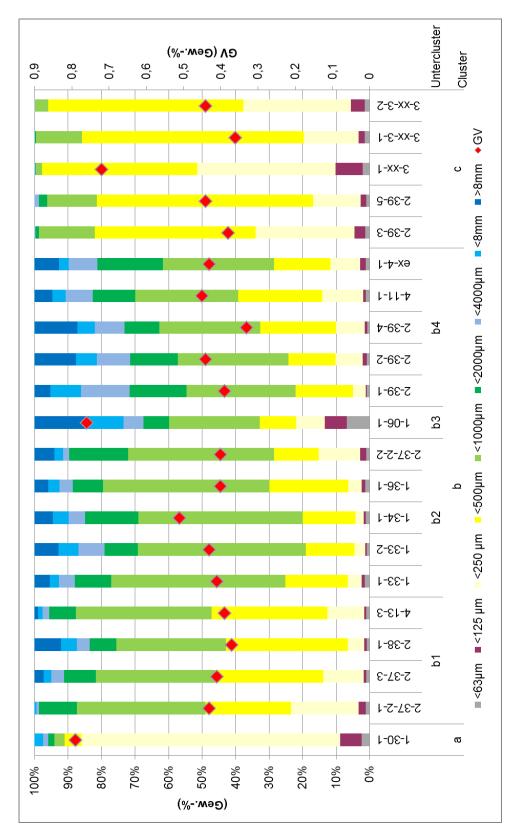


Abb. 17: Van-Veen-Greifer: Korngrößenanteile und Glühverluste der Sedimente im Untersuchungsgebiet. Alle Angaben in Gewichtsprozent: <63 μ m = Ton / Schluff, <125 μ m = Feinstsand, <250 μ m = Feinsand, <500 μ m = Mittelsand, <1000 / <2000 μ m = Grobsand. >2000 μ m = Kies, GV = Glühverlust.

Die Anteile von Schill lassen sich nur aus den Vor-Ort-Aufzeichnungen entnehmen. Hiernach war Schill an allen Stationen Bestandteil der Sedimente. Höhere Anteile kamen v.a. im Bereich 1 an Station 1-06-1 (35 %), 1-33-1 (20 %), 2-38-1 und 1-36-1 (jeweils 10 %) sowie 1-34-1 (5 %) vor. Für die restlichen Stationen wurde lediglich ein Vorkommen (ca. 1 %) vermerkt.

Die Glühverluste wiesen analog zu den überwiegend groben Sedimenten geringe Anteile zwischen minimal 0,33 % (Station 2-39-4) und maximal 0,79 % (Station 1-30-1) auf (Abb. 17). Die höchsten Glühverluste wiesen die Fein- und Mittelsand-geprägten Stationen auf.

4.1.2 Multivariate Verfahren

In Abb. 18 ist das Simprof-getestete Dendrogramm der Clusteranalyse auf Basis der einzelnen Anteile der Kornfraktionen (s. o.) an den Stationen dargestellt. Durch das Alleinstellungsmerkmal eines sehr hohen Feinsandanteils separiert sich Station 1-30-1 von allen übrigen Stationen. Die restlichen Stationen trennen sich bei einer Euklidischen Distanz von ca. 57 in zwei Gruppen. Die erste Gruppe "b" beinhaltet alle Stationen, die sich durch eine Dominanz von Grobsand von der zweiten großen Gruppe "c" unterscheiden, deren Stationen Mittel- und Feinsande als dominante Kornfraktion aufwiesen. Innerhalb der Grobsand-dominierten Stationen der Gruppe b lassen sich vier Untergruppen unterscheiden, die sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Kies- bzw. Mittelsandanteile ausbildeten. Innerhalb der Gruppe der Grobsand-dominierten Stationen spaltet sich Station 1-06-1 signifikant von den übrigen Stationen ab. Diese Station fällt durch eine sehr heterogene Sedimentzusammensetzung heraus, da sie neben Grobsand auch alle übrigen Kornfraktionen in höheren Anteilen aufwies (Abb. 17). Station 2-37-2-1 wies im Unterschied zu allen anderen Grobsand-dominierten Stationen noch einen vergleichsweise hohen Feinsandanteil von 22 % auf.

Der MDS-Plot zeigt eine zur Clusteranalyse identische Gruppierung der Stationen (Abb. 19).

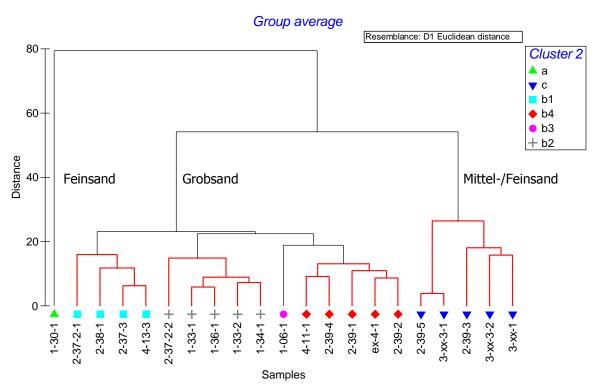


Abb. 18: Van-Veen-Greifer: Dendrogramm (Simprof-getestet, Signifikanzniveau von α = 0,05) der Korngrößenanteile (Gew.-%).

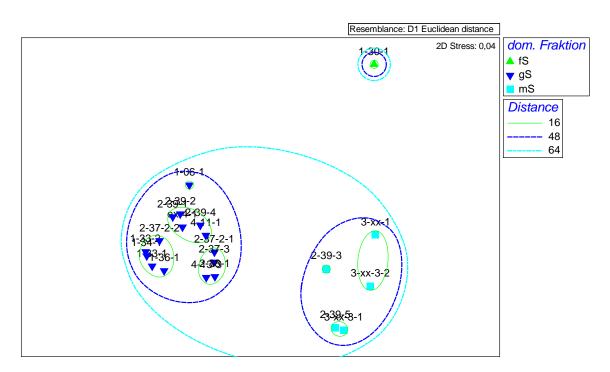


Abb. 19: Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Korngrößenanteile (Gew.-%). Symbolisch ist die dominante Korngröße (Gew.-%) abgebildet: fS = Feinsand, mS = Mittelsand, gS = Grobsand

Hinsichtlich der Gruppierung der Stationen nach Bereichen, ergibt sich ein differenziertes Bild: Die Stationen des Bereiches 1 bilden neben den zwei separaten Stationen 1-30-1 und 1-06-1 eine Untergruppe der Grobsandstationen, die sich allerdings nicht signifikant (Simprof-Test) von den anderen Grobsand-dominierten Stationen unterscheidet. Die drei Stationen aus Bereich 3 (3-xx-) sind durch die Dominanz von Feinsand bzw. Mittelsand charakterisiert und werden dementsprechend gruppiert (Abb. 18 und Abb. 19). Der Bereich 2 wies hinsichtlich der Korngrößen sehr unterschiedliche Stationen auf, die in West-Ost-Richtung von Mittelsand (2-39-5, 2-39-3) mit wenig Kies (<1,5 %) zu Grobsand mit viel Kies (20-30%) übergehen (2-39-1, 2-39-2, 2-39-4). Weiter nach Osten (2-37-3 und 2-38-1) bleibt Grobsand dominant, aber der Kies-Gehalt nimmt wieder etwas ab (15-20%).

In Abb. 20 ist die räumliche Lage der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse dargestellt. Die Anordnung der Stationen lässt erkennen, dass sich innerhalb eines Bereiches Stationen mit einer ähnlichen Korngrößenzusammensetzung auch in räumlicher Nähe zueinander befanden. Gleichzeitig ist eine Heterogenität der Sedimente innerhalb eines Bereiches zu erkennen, so dass sich ein Cluster in mehreren Bereichen wiederfindet. Diese Heterogenität war in nahezu allen mit mehreren Stationen untersuchten Bereichen zu erkennen. Lediglich Bereich 3 war rein durch Mittelsande geprägt und unterschied sich daher auch deutlicher von den übrigen Bereichen, wie die Ergebnisse der ANOSIM-Analyse (Tab. 6) verdeutlichen.

Tab. 6: Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der ANOSIM-Statistik auf Basis der Anteile von Korngrößen (Gew.-%) zwischen den Bereichen 1,2,3 und 4.

Deutlich voneinander trennbare Bereiche (R-Wert) sowie signifikante (p = <0,05) sind fett hervorgehoben

Bereiche	R-Wert	p-Wert
1, 2	0,154	0,094
1, 3	0,451	0,048
1, 4	0	0,429
2, 3	0,626	0,003
2, 4	-0,317	0,939
3, 4	1	0,1

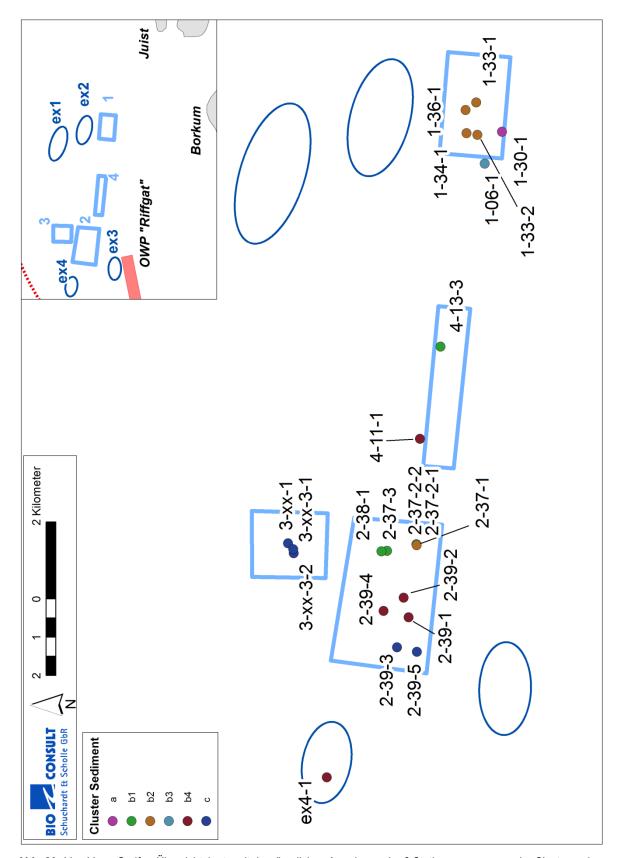


Abb. 20: Van-Veen-Greifer: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 6 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse (Gew.% Korngrößen).

4.2 Infauna (van-Veen-Greifer)

In den folgenden Kapiteln wird die Infauna (inkl. kleinerer Epifauna) in den van Veen-Greifern der 21 Stationen (Stationsmittelwerte) im Hinblick auf eine Charakterisierung von Biotoptypen analysiert. Das Untersuchungsgebiet wird hinsichtlich der Artenvielfalt und Besonderheiten zunächst kurz beschrieben.

In einem ersten Schritt wurde eine multivariate Analyse (MDS) auf Ebene der Einzelgreifer durchgeführt, um einen Eindruck zu gewinnen, inwieweit die Besiedlungsstruktur kleinräumig variiert und wie aussagekräftig eine in der Benthosökologie überlicherweise auf Ebene von Stationen durchgeführte Analyse ist.

Auf Basis der multivariaten Analysen wurden die 21 Stationen Gruppen zugewiesen, die sich in ihrer Arten-Abundanzstruktur signifikant (SIMPROF 5 %) voneinander unterscheiden. In einem weiteren Schritt erfolgt eine genauere Charakterisierung für diese Gruppen anhand wesentlicher Kenngrößen benthischer Gemeinschaften. Darauf aufbauend erfolgt die Identifizierung von Charakterarten bzw. Leitarten nach den in Kap. 2.3.2 beschriebenen Methoden.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es sich insgesamt um einen vergleichsweise kleinen Datensatz mit 21 Stationen a 2 parallelen Greifern handelt, so dass die folgend präsentierten Ergebnisse lediglich als erste Hinweise für eine mögliche Charakterisierung der Biotoptypen des küstennahen Borkum Riffgrunds verstanden werden können.

4.2.1 Greiferbasierte MDS-Analyse

Aus dem MDS-Plot für die Arten-Abundanzstruktur des Benthos auf Basis einzelner Greifer ist zu erkennen, dass die Ähnlichkeit der zwei parallelen Greifer der meisten Stationen zueinander grundsätzlich gegeben ist. Eine Ausnahme hiervon bildet Greifer 2-37-2-1-a, der hinsichtlich seiner Besiedlungsstruktur räumlich im MDS eher bei den Feinsand- bz. Mittelsandstationen positioniert wird, aber Grobsand als dominante Sedimentfraktion aufwies. Der zweite Greifer 2-37-2-1-b ordnet sich in die Gruppe der Grobsand-dominierten Stationen ein.

Aufgrund der insgesamt hohen Ähnlichkeit der zwei parallelen Greifer einer Station wird die weitere Auswertung in Anlehnung an die gängigen Methoden für marines Benthos (z. B. StUK 4, BSH 2013, Kartieranleitungen BfN für §30-Biotoptypen der AWZ, BFN 2011) auf Basis von Stationsmittelwerten vorgenommen.

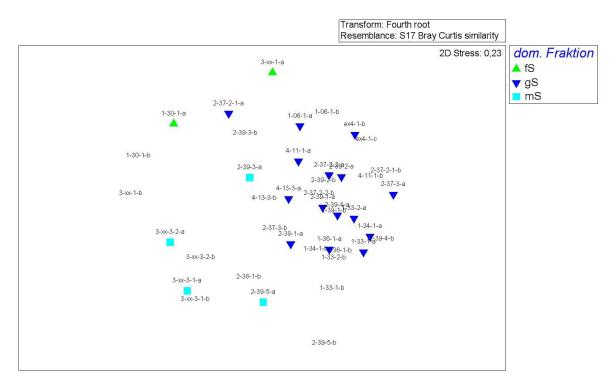


Abb. 21: Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos in den 42 Einzelgreifern. Symbolisch ist die dominante Sedimentfraktion (nur für ersten Greifer einer Station) dargestellt, fS = Feinsand, mS = Mittelsand, gS = Grobsand

4.2.2 Stationsbasierte Auswertung - Gesamtgebiet

4.2.2.1 Artenspektrum

Die makrobenthische Wirbellosenfauna des Borkum Riffgrunds Küstengewässer setzte sich an den insgesamt 21 Stationen (42 Greiferproben) aus 115 Taxa zusammen (Tab. 7). Entsprechend der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Methode zur Ermittlung der Artenzahl wurden durch die prioritär ausgewerteten Proben 98 Arten erfasst.

Die 98 Arten entstammen aus 12 taxonomischen Großgruppen, innerhalb derer Polychaeten mit 35 und Crustacea mit 21 die artenreichsten Gruppen stellten. Auch die Muscheln waren noch vergleichsweise artenreich (18 Arten). Hydrozoa kamen mit 6 Arten, Echinodermata mit 5 Arten, die restlichen Großgruppen mit jeweils 1 bis 4 Arten vor.

Im Untersuchungsgebiet kamen insgesamt 10 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) vor (Tab. 7). Hiervon wiesen allerdings nur 3 Muschelarten einen höheren Gefährdungsgrad der Kategorie 2 ("stark gefährdet") oder 3 ("gefährdet") auf. Zu diesen Arten zählen die Schwertförmige Scheidenmuschel *Ensis ensis* (Kat. 2), die Elliptische Trogmuschel *Spisula elliptica* (Kat. 2) und die Sandkorn-Astarte *Goodallia triangularis* (Kat. 3). Die übrigen 7 Arten gehören entweder der Kategorie G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes) oder der Kategorie R ("geographische Restriktion") an. Zur Kategorie G gehören sechs Arten (das Seemoos *Sertularia cupressina*, die Bryozoa *Alcyonidium parasiticum*, die Muscheln *Donax vittatus* und *Spisula solida* sowie die Schnecke *Tritia*

reticulata und das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum*). Eine Art mit geographischer Restriktion ist die Hydrozoe *Halecium halecinum*.

4.2.2.2 Besiedlungskennwerte

Zu den stetigsten Arten (>70-100 % Stetigkeit an den Stationen) des Gesamtgebietes gehörten Nephtys cirrosa, Aonides paucibranchiata, Lanice conchilega und Goodallia triangularis (Tab. 7). Weitere 8 Arten wiesen eine Stetigkeit von >50 % auf (z. B. Branchiostoma lanceolatum, Glycera lapidum, Obelia bidentata, Ophelia borealis, Malmgrenia arenicolae, Goodallia triangularis, Scoloplos armiger, Anthozoa indet.). Insgesamt 95 der 115 Taxa kamen mit einer Stetigkeit <30 % vor und 69 Taxa mit <10 % Stetigkeit (Vorkommen an max. 2 Stationen).

Die numerisch dominanten Arten des Gebietes waren *Aonides paucibranchiata* (75 Ind./m²), *Lanice conchilega* (53 Ind./m²), *Nephtys cirrosa* und *Scoloplos armiger* (je 29 Ind./m), *Fabulina fabula* (24 Ind./m²), *Branchiostoma lanceolatum* und *Goodallia triangularis* (je 23 Ind./m²), *Spisula solida* (12 Ind./m²) und *Glycera lapidum* (11 Ind./m²). Alle übrigen Taxa und Arten kamen im Gesamtgebiet mit geringer Abundanz (<10 Ind./m²) vor.

Zu den Arten, die mit einer Biomasse (AFTG) von 0.5-10 g/m² das Gebiet dominierten, gehörte *Spisula solida*, die mit 9.6 g/m² mit Abstand Rang 1 belegte (Tab. 7). Des weiteren gehörten in absteigender Reihenfolge *Nephtys caeca* (2.1 g/m^2) , *Ensis ensis* $1.9 \text{ g/m}^2)$, *Echinocardium cordatum* (1.2 g/m^2) , *Branchiostoma lanceolatum* (0.9 g/m^2) und unbestimmte (juvenile) *Ensis* spp. (0.6 g/m^2) zu den Biomasse dominierenden Arten. Alle anderen Taxa/Arten wiesen im Gesamtgebiet eine Biomasse $<0.5 \text{ g/m}^2$ auf.

Tab. 7: Van-Veen-Greifer: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der Stetigkeit (%) mittleren Abundanz (Ind./m²) und mittleren Biomasse (AFTG g/m²).

N Gesamtgebiet = 21 Stationen je 2 Greifer, Kennwerte auf Basis der Stationsmittel

Rote Liste (RL)-Kategorie nach RACHOR et al. (2013), X = vorhanden bei nicht zählbaren Taxa (Hydrozoa, Bryozoa), * im Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art gezählt, n.b. = nicht bestimmt

Taxon / Art	RL-Kat.	Stetigkeit (%)	Ind./m²	AFTG g/m ²
Porifera	<u> </u>	•	1	
Porifera indet.		4,8	0,2	0,0242
Hydrozoa				
Clytia hemisphaerica		23,8	1,7	n.b.
Halecium halecinum	R	4,8	0,2	n.b.
Lovenella clausa		4,8	0,2	n.b.
Obelia bidentata		57,1	3,6	0,0003
Obelia dichotoma		19,0	1,2	n.b.
Obelia spp.*		57,1	3,3	0,0010
Sertularia cupressina	G	4,8	0,2	n.b.
Anthozoa				
Anthozoa indet.		42,9	3,6	0,2659
Cerianthus lloydii		4,8	0,2	

Taxon / Art	RL-Kat.	Stetigkeit (%)	Ind./m²	AFTG g/m²
Bryozoa				1
Alcyonidium parasiticum	G	14,3	0,7	n.b.
Arachnidium fibrosum		4,8	0,5	0,0001
Conopeum reticulum		14,3	0,7	n.b.
Electra pilosa		4,8	0,2	n.b.
Nemertea				•
Nemertea indet.		52,4	4,0	0,0037
Tubulanus polymorphus		14,3	2,4	0,0029
Polychaeta				•
Aonides paucibranchiata		81,0	74,5	0,0196
Chaetozone chistiei agg.		4,8	0,2	0,0000
Eteone longa		4,8	0,5	0,0002
Eteone spp.*		4,8	0,2	0,0002
Eumida sanguinea		28,6	1,9	0,0013
Eumida spp.*		9,5	1,0	0,0003
Eunereis elittoralis		9,5	0,5	0,0023
Eunereis longissima		4,8	0,2	0,0005
Glycera alba		4,8	0,5	0,0009
Glycera lapidum		61,9	11,4	0,0158
Glycera oxycephala		4,8	0,2	0,0005
Glycera spp.*		4,8	0,2	0,0005
Goniadella bobrezkii		42,9	5,2	0,0020
Lagis koreni		4,8	0,2	0,0046
Lanice conchilega		81,0	52,9	0,4906
Magelona johnstoni		14,3	6,4	0,0073
Malmgrenia andreapolis		4,8	0,5	0,0003
Malmgrenia arenicolae		57,1	7,4	0,0102
Malmgrenia spp.*		14,3	0,7	0,0004
Mediomastus fragilis		19,0	1,7	0,0006
Nephtys assimilis		4,8	0,2	0,0167
Nephtys caeca		57,1	7,4	2,0523
Nephtys cirrosa		100,0	28,8	0,4015
Nephtys hombergii		9,5	1,2	0,0612
Nephtys spp.*		28,6	3,3	0,0048
Nereididae indet.*		23,8	1,7	0,0307
Notomastus latericeus		4,8	0,2	0,0038
Ophelia borealis		57,1	5,7	0,1448
Ophelia spp.*		28,6	8,3	0,0032
Owenia fusiformis		9,5	1,0	0,0242
Pholoe baltica		4,8	0,2	0,0001
Pholoe spp.*		4,8	0,2	0,0000

Taxon / Art	RL-Kat.	Stetigkeit (%)	Ind./m²	AFTG g/m ²
Pisione remota		23,8	4,0	0,0012
Poecilochaetus serpens		9,5	0,7	0,0003
Polycirrus medusa		4,8	0,5	0,0009
Polycirrus spp.*		4,8	0,2	0,0002
Polygordius lacteus		4,8	1,2	0,0000
Polygordius spp.*		9,5	1,2	0,0001
Protodorvillea kefersteini		33,3	3,3	0,0010
Scalibregma inflatum		9,5	0,7	0,0007
Scolelepis bonnieri		14,3	0,7	0,0004
Scoloplos armiger		52,4	28,6	0,0490
Spio goniocephala		14,3	1,4	0,0007
Spio spp.*		9,5	0,5	0,0008
Spio symphyta		28,6	2,9	0,0031
Spiophanes bombyx		38,1	6,2	0,0053
Terebellidae indet.*		4,8	0,2	0,0003
Bivalvia				•
Abra alba		4,8	0,2	0,0067
Chamelea striatula		9,5	0,5	0,3036
Donax vittatus	G	4,8	0,7	0,0513
Dosinia lupinus		19,0	1,2	0,1167
Ensis ensis	2	28,6	5,7	1,8949
Ensis leei		4,8	0,2	0,3946
Ensis spp.*		38,1	2,6	0,5926
Fabulina fabula		14,3	23,6	0,1764
Gari spp.		4,8	0,2	0,0140
Goodallia triangularis	3	71,4	22,6	0,0058
Kurtiella bidentata		33,3	4,0	0,0014
Lutraria spp.		4,8	0,2	0,0015
Macomangulus tenuis		4,8	0,2	0,0002
Moerella donacina		4,8	0,2	0,0016
Mytilus edulis		4,8	0,2	0,0000
Phaxas pellucidus		4,8	0,2	0,0021
Spisula elliptica	2	19,0	1,7	0,0390
Spisula solida	G	23,8	12,1	9,5674
Tellimya ferruginosa		14,3	2,1	0,0010
Gastropoda				
Euspira nitida		9,5	0,5	0,0011
Tritia reticulata	G	4,8	0,2	0,0012
Phoronida	•	. ,	•	
Phoronis spp.		28,6	1,4	0,0005

Abludomelita obtusata Aora gracilis Bathyporeia guilliamsoniana Bathyporeia pelagica Bathyporeia spp.* Bodotria scorpioides Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva Schistomysis spiritus	23,8 9,5 9,5 9,5 4,8	3,3 0,5 0,5 1,4	0,0004 0,0000 0,0005
Bathyporeia guilliamsoniana Bathyporeia pelagica Bathyporeia spp.* Bodotria scorpioides Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5 9,5	0,5 1,4	0,0005
Bathyporeia pelagica Bathyporeia spp.* Bodotria scorpioides Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5	1,4	
Bathyporeia spp.* Bodotria scorpioides Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva			0.005
Bodotria scorpioides Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	0.3	0,0004
Callianassa subterranea Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva		0,2	0,0000
Cheirocratus sundevallii Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	0,2	0,0000
Crangon crangon Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5	1,0	0,0009
Diastylis bradyi Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	0,2	0,0000
Diogenes pugilator Gastrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	0,2	0,0042
Castrosaccus spinifer Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	0,5	0,0006
Leucothoe incisa Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	4,8	2,4	0,0043
Liocarcinus holsatus Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	38,1	2,4	0,0063
Liocarcinus spp.* Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5	1,4	0,0006
Pariambus typicus Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5	0,5	0,2487
Pontocrates arenarius Processa modica Processa parva	9,5	0,5	0,0070
Processa modica Processa parva	4,8	0,2	0,0000
Processa parva	4,8	0,2	0,0003
	4,8	0,2	0,0040
Schistomysis spiritus	4,8	0,2	0,0039
	4,8	0,2	0,0001
Synchelidium maculatum	4,8	0,2	0,0000
Thia scutellata	9,5	0,7	0,0030
Urothoe poseidonis	9,5	1,9	0,0007
Echinodermata			
Amphiuridae indet.	4,8	0,2	0,0000
Asterias rubens	14,3	0,7	0,0757
Echinocardium cordatum	23,8	2,9	1,2107
Leptosynapta inhaerens	4,8	0,5	0,0016
Ophiura albida	4,8	0,2	0,0001
Ophiura spp.*	4,8	0,2	0,0007
Cephalochordata			
Branchiostoma lanceolatum G	66,7	22,6	0,9030
Hydrozoa/Bryozoa Restbiomasse			0,0279

4.2.2.3 Multivariate Verfahren

In Abb. 22 und Abb. 23 sind die Ergebnisse der multivariaten Verfahren auf Basis der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos stationsbasiert als Dendrogramm bzw. MDS-Plot dargestellt. Die Clusteranalyse auf einem Ähnlichkeitsniveau von ca. 25 % zwei voneinander signifikant getrennte Gruppen, die in erster Linie den dominanten Sedimenttyp widerspiegeln: Die erste kleine Gruppe (fS-mS) beinhaltet vier Stationen, die von Feinsand (1-30-1, 3-xx-1) bzw. Feinsand mit einem höheren Mittelsandanteil (3-xx-3-1, 3-xx-3-2) geprägt sind. Das zweite große Cluster spaltet sich bei einer Ähnlichkeit von ca. 35 % in drei ebenfalls signifikant voneinander getrennte Gruppen auf: Drei Stationen (2-39-3, 4-13-3, 2-38-1) sind durch Mittelsand-Feinsand und Grobsand-Mittelsand charakterisiert. Die zwei übrigen Gruppen (gS-1 und gS-2) sind alle durch hohe Anteile an Grobsand charakterisiert, wobei sich die Stationen aus dem Bereich 1 (gS-1) von den Stationen aus den Bereichen 2, 4 und ex4 (gS-2) abtrennen (vgl. Lage in Abb. 24).

Zwei Stationen (1-06-1, 2-39-5) ordnen sich keiner Gruppe zu. Diese Stationen wiesen Artenzahlen und Abundanzen auf, die sich im unteren Wertebereich befanden. Die Sedimente an Station 1-06-1 waren sehr heterogen, da neben der Dominanz von Grobsand ebenso ein sehr hoher Kiesanteil und Ton/Schluffanteil vorkam. Dagegen waren Sedimente der Station 2-39-5 rein durch Mittelsand dominiert und die gesonderte Lage im MDS somit nicht plausibel durch das Sediment zu erklären.

Unter Ausschluss der zwei Einzelhols, lassen sich für das Makrozoobenthos in den Greifern somit vier Gruppen trennen, deren Trennung sich deutlich am anstehenden Sediment orientiert. Die folgenden Analysen fokussieren auf die Beschreibung dieser vier Gruppen.

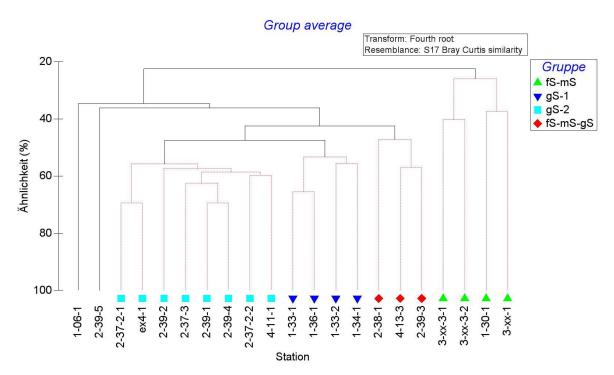


Abb. 22: Van-Veen-Greifer: Dendrogramm (Simprof-getestet, Signifikanzniveau α = 0.05) der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos an den 21 Stationen. Symbolisch sind die signifikant trennbaren vier Stationsgruppen abgebildet

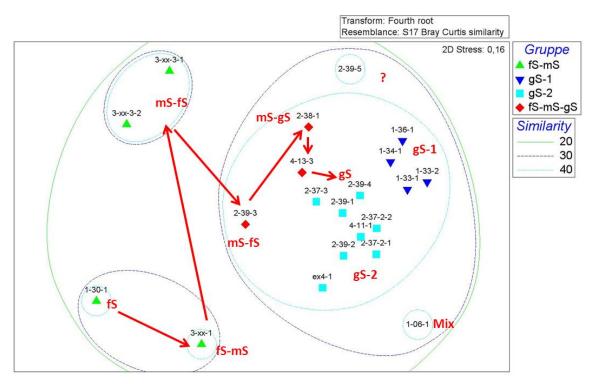


Abb. 23: Van-Veen-Greifer: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos an den 21 Stationen. Pfeile/Rote Beschriftung: Übergänge der dominanten Sedimentfraktion; fS = Feinsand, mS = Mittelsand, gS = Grobsand

Die gruppeninterne Ähnlichkeit der Arten-Abundanzstruktur wurde mit dem Primer-tool SIMPER untersucht. Die Ergebnisse über den Beitrag von Arten zu einer gruppeninternen kumulativen Ähnlichkeit von 50 % ist Tab. 26 im Anhang zu entnehmen. In Gruppe fS-mS trugen die Arten Nephtys cirrosa, Echinocardium cordatum, Fabulina fabula und Gastrosaccus spinifer zur gruppeninternen Ähnlichkeit von 50 % bei, deren Verbreitungsschwerpunkt nach Literatur Feinsand und Mittelsandbereiche sind. In Gruppe fS-mS-gS trug ebenfalls Nephtys cirrosa einen großen Anteil zur gruppeninternen Ähnlichkeit bei. Daneben kamen mit Goodallia triangularis, Ophelia borealis sowie Aonides paucibranchiata typische Arten der Mittelsand-Grobsandbereiche hinzu während Feinsandarten fehlten. In den zwei von Grobsand dominierten Stationsgruppen gS-1 und gS-2 treten Branchiostoma lanceolatum sowie Spisula solida (nur gS-1) als typische Besiedler von Grobsand hinzu. In Gruppe gS-2 kam Lanice conchilega eine hohe Bedeutung für die gruppeninterne Ähnlichkeit zu.

Die Unähnlichkeit zwischen zwei Gruppen basierte in erster Linie auf der gruppeninternen Abundanz von Arten mit einer Präferenz für Feinsand, Mittelsand oder Grobsand und beinhaltet v.a. die Arten, die auch zur gruppeninternen Ähnlichkeit beigetragen haben (Tab. 27 im Anhang): Fabulina fabula, Magelona johnstoni, Nephtys hombergii und Echinocardium cordatum kommen nur in Gruppe fS-mS vor.

In Tab. 8 sind die Ergebnisse der ANOSIM-Analyse nach einer a priori-Gruppierung der 21 Stationen nach a) der dominanten Korngröße des Sedimentes und b) der Lage der Stationen (Bereich, s. Abb. 1) zusammengefasst. Die R-Werte zeigen, dass der Sedimenttyp einen entscheidenden Einfluss auf die Besiedlungsstruktur hat: die größten Unterschiede zeigen sich zwischen Grobsand und Feinsand (R-Wert 0,947); die geringste Trennbarkeit war zwischen Feinsand und Mittelsand. Somit weist der Borkum Riffgrund in den Küstenmeeren innerhalb des großräumig

anstehenden Grobsandes mit Steinen und Kies, kleinräumig eine sehr heterogene Benthos-Assoziation in Abhängigkeit des Sedimentes auf. Eine deutliche Trennung der Besiedlungsstruktur zwischen den Bereichen ist nicht ersichtlich. Lediglich Bereich 3 unterscheidet sich jeweils zu den anderen Bereichen, was aber ebenfalls durch die Sedimentstruktur zu erklären ist: die Stationen in Bereich 3 waren ausschließlich durch Mittelsand und Feinsand geprägt und wiesen eine deutlich geringe Heterogenität auf als Bereich 1 und 2.

Tab. 8: Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der ANOSIM-Statistik bei Gruppierung der 21 Stationen nach a) der dominanten Sedimentfraktion und b) der Lage im Untersuchungsgebiet (Bereich)
Bereich ex4 wurde von der Analyse ausgeschlossen, da nur eine Station beprobt wurde fS = Feinsand, mS = Mittelsand, gS = Grobsand

	Gruppen	R-Wert	p-Wert
dom. Sediment-	fS, gS	0,947	0,007
fraktion	fS, mS	0,536	0,133
	gS, mS	0,767	0,001
	Gruppen	R-Wert	p-Wert
	1, 3	0,531	0,036
	1, 2	0,269	0,014
Bereich	1, 4	-0,021	0,429
	3, 2	0,928	0,005
	3, 4	S, gS 0,947 0,00 S, mS 0,536 0,13 S, mS 0,767 0,00 uppen R-Wert p-We 1, 3 0,531 0,03 1, 2 0,269 0,01 1, 4 -0,021 0,42 3, 2 0,928 0,00 3, 4 0,583 0,3	0,3
	2, 4	-0,063	0,527

In Abb. 28 ist die räumliche Lage der vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse dargestellt. Die Lage der Cluster/Stationen reflektiert grundsätzlich die Verteilung der Sedimente (Abb. 20). Die Feinsand-Mittelsand-Stationen wiesen eine andere Besiedlung auf als die Grobsand-Stationen. Auch die Trennung der Gruppe gS-1, welche ausschließlich in Bereich 1 anzutreffen war, von der Gruppe gS-2 lässt sich prinzipiell durch das Sediment erklären, da diese Stationen durch im Mittel hohe Anteile an Grobsand (62 %) bei sehr geringen Feinsandanteilen (4 %) geprägt waren. Demgegen-über siedelte die Gruppe gS-2 an Stationen, die im Vergleich geringere Anteile an Grobsand (49 %) dafür aber höhere Anteile an Feinsand (12 %) aufwiesen. Auch das Vorkommen gemischter Sedimente (4-13-3, 2-37-3) spiegelt sich in einer unterschiedlichen Benthos-Assoziation wider (Gruppe fS-mS-gS). Somit wurde die sedimentologische Heterogenität des Untersuchungsgebietes im Groben auch in der Besiedlung wiedergefunden.

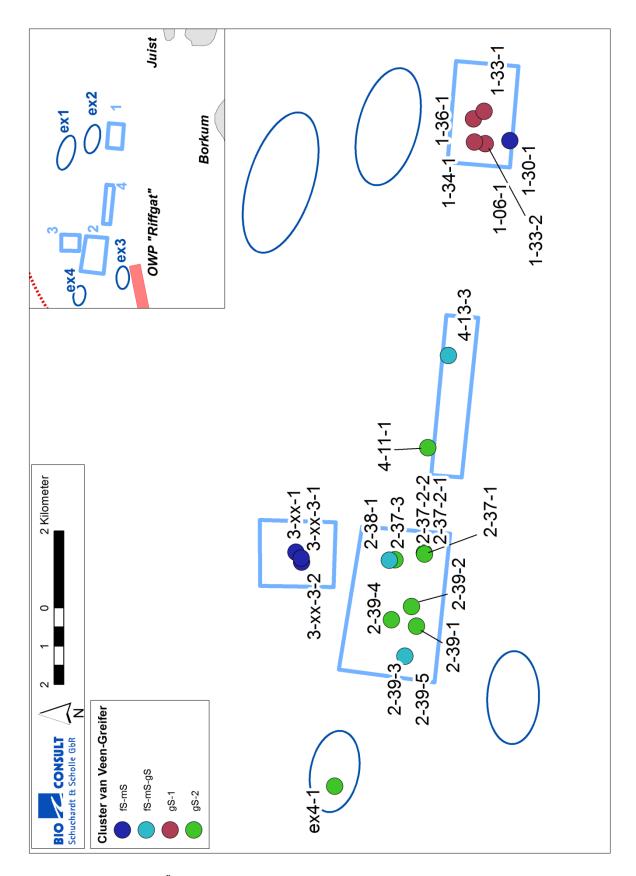


Abb. 24: Van-Veen-Greifer: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 4 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse, welche auf Basis der Arten-Abundanzstruktur gebildet wurden.

4.2.3 Vergleich der Stationsgruppen aus der multivariaten Analyse

In den folgenden Abschnitten werden die vier durch die multivariate Statistik ermittelten Gruppen hinsichtlich ihrer Besiedlungskennwerte und charakteristischen Arten beschrieben. Die Ergebnisse des Gruppenvergleichs sind vor dem Hintergrund der z. T. unterschiedlichen Stationszahlen in den Gruppen zu interpretieren. Die gesamte Taxa- / Artliste unter Angabe der mittleren Abundanz und Biomasse ist Tab. 28 im Anhang zu entnehmen.

4.2.3.1 Artenspektrum

In Abb. 25 ist die Verteilung von Artenzahlen auf die einzelnen Großtaxa innerhalb der 4 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse dargestellt. Insgesamt 8 der 12 vorkommenden Großtaxa wurden in jeder der drei Gruppen dokumentiert. Schwämme (Porifera) kamen lediglich in der Großtaxa Gruppe gS-2 vor. An der von Fein- und Mittelsand dominierten Gruppe fehlten zudem die Großtaxa Bryozoa und Cephalochordata (vertreten durch das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum*).

Grundsätzlich reflektierte das Artenspektrum den dominanten Sedimenttyp einer Gruppe: so kamen innerhalb der Gruppe fS-mS Arten wie *Fabulina* (*Tellina*) *fabula*, *Echinocardium cordatum*, *Magelona johnstoni*, *Anthozoa indet.*, *Owenia fusiformis*, *Scoloplos armiger*, *Chamelea striatula*, *Tellimya ferruginosa*, *Bathyporeia pelagica*, *Callianassa subterranea*, *Diogenes pugilator*, *Urothoe poseidonis* und *Nephtys hombergii* gegenüber den anderen drei Gruppen mit hoher Abundanz vor. Ein Teil der genannten Arten (*Fabulina* (*Tellina*) *fabula*, *Magelona* spp., *Urothoe* spp.) ist nach SALZWEDEL et al. (1985) und RACHOR & NEHMER (2003) charakteristisch für Feinsande.

Die zweite Gruppe, welche den Übergangsbereich von Feinsand über Mittelsand zu Grobsand repräsentiert und somit sehr gemischte Sedimente besiedelte, wies wenig typische Arten auf. Einige Arten (z.B. Lovenella clausa, Sertularia cupressina, Electra pilosa, Processa parva, Chaetozone christei agg., Pholoe spp., Bathyporeia guilliamsoniana) kamen ausschließlich in dieser Gruppe vor, jedoch war unter den zählbaren Arten die Abundanz sehr gering, so dass dieses Vorkommen auch zufällig sein könnte. Innerhalb der stetigeren Arten, können aufgrund ihrer vergleichsweise höheren Abundanz Nephtys cirrosa, Ophelia borealis und Goodallia triangularis als typisch benannt werden.

Die zwei von Grobsand geprägten Gruppen gS-1 und gS-2 wiesen ein sehr diverses Artenspektrum auf, was zu einem Großteil in der höheren Stationszahl begründet ist. Eine Reihe von Polychaeten und Bivalvia waren ausschließlich in diesen Gruppen zu beobachten. Hiervon kamen innerhalb der Bivalvia *Spisula solida, Spisula elliptica* sowie *Ensis ensis* und innerhalb der Polychaeta *Aonides paucibranchiata, Glycera lapidum, Malmgrenia arenicolae, Lanice conchilega, Goniadella bobretzkii, Pisione remota, Protodorvillea kefersteini* und *Polygordius lacteus* in Abundanzen >5 Ind./m² vor, so dass ihr differenziertes Vorkommen wahrscheinlich nicht ausschließlich auf die deutlich höhere Stationszahl dieser Gruppen zurückzuführen ist. Ein Großteil der genannten Arten (*Aonides paucibranchiata, Glycera lapidum, Goniadella bobretzkii, Pisione remota, Protodorvillea kefersteini, Polygordius lacteus*) werden ebenfalls von RACHOR & NEHMER (2003) als charakteristische Arten grober Sedimente gelistet. Auch das Lanzettfischchen *Branchiostoma lanceolatum* als Charakterart von Grobsand war Bestandteil beider Gruppen.

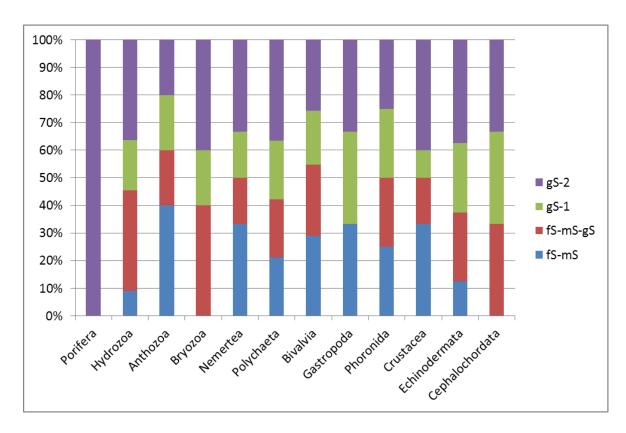


Abb. 25: Van-Veen-Greifer: Relativer Anteil (%) der Artenzahl innerhalb eines Großtaxons an der Gesamtartenzahl in einem Großtaxon berechnet für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse.

4.2.3.2 Artenzahl

Die Gesamtartenzahl wies große Unterschiede zwischen den Gruppen auf und war in Gruppe gS-2 mit 62 Arten höher als in gS-1 (33 Arten), fS-mS-gS (30 Arten) und fS-mS (50 Arten; Tab. 9). Die Artenzahl hängt jedoch positiv mit der Anzahl der beprobten Stationen zusammen, welche in den hier verglichenen Stationsgruppen z. T. unterschiedlich war.

Die mittlere Artenzahl/Station war in Gruppe gS-2 mit 24,5 am höchsten (Tab. 9). Die Gruppe fS-mS kam auf einen ähnlichen Wert von 20,0 Arten/Station. In den gemischten Sedimenten fS-mS-gS sowie in Gruppe gS-1 kamen mit 14,7 und 16,5 Arten/Station geringere Werte vor.

Von den 10 Rote Liste-Arten des Gesamtgebietes kamen in der Gruppe fS-mS nur 2 Arten (*Donax vittatus, Goodallia triangularis*) vor während es in Gruppe fS-mS-gS 4 Arten (*Sertularia cupressina, Ensis ensis, Goodallia triangularis, Branchiostoma lanceolatum*) waren. In den Grobsand-dominierten Bereichen kamen in Gruppe gS-1 7 Arten (*Alcyonidium parasiticum, Ensis ensis, Goodallia triangularis, Spisula elliptica, Spisula solida, Tritia reticulata* und *Branchiostoma lanceolatum*). In Gruppe gS-2 waren 6 Arten (*Halecium halecinum, Alcyonidium parasiticum, Ensis ensis, Goodallia triangularis, Spisula elliptica* und *Branchiostoma lanceolatum*).

Tab. 9: Van-Veen-Greifer: Vergleich der Besiedlungskennwerte für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse. Mittelwerte/Station

		Gru	ірре	
Kenngröße	fS-mS	fS-mS-gS	gS-1	gS-2
n Stationen à 2 Greiferparallelen	4	3	4	8
Gesamtartenzahl	50	30	33	62
mittlere Artenzahl	20,0	14,7	16,5	24,5
Anzahl RL-Arten	2	5	7	6
mittlere Anzahl RL-Arten	0,8	2,3	4,0	2,9
mittlere Gesamtabundanz (Ind./m²)	463	240	439	494
mittlere Gesamtbiomasse (AFTG g/m²)	11,05	6,51	54,54	15,25
Diversität	2,25	2,1	2,09	2,48
Äquität	0,78	0,79	0,76	0,79
Arten mit einer Stetigkeit von 100 %	Nephtys cirrosa Echinocardium cordatum	Nephtys cirrosa Goodallia triangu- laris Ophelia borealis Aonides paucibran- chiata Nephtys caeca Nemertea indet.	Aonides paucibran- chiata Glycera lapidum Lanice conchilega Nephtys cirrosa Spisula solida Branchiostoma lanceolatum	Aonides paucibran- chiata Lanice conchilega Nephtys cirrosa Branchiostoma lanceolatum Malmgrenia arenicolae Obelia bidentata Nephtys caeca
dominante 5 Arten Abundanz	Fabulina fabula Scoloplos armiger Nephtys cirrosa Magelona johnstoni Goodallia triangula- ris	Goodallia triangu- laris Aonides paucibran- chiata Nephtys cirrosa Lanice conchilega Ophelia borealis	Aonides paucibran- chiata Spisula solida Branchiostoma lanceolatum Goodallia triangula- ris Nephtys cirrosa	Lanice conchilega Aonides paucibran- chiata Branchiostoma lanceolatum Scoloplos armiger Nephtys cirrosa
dominante 5 Arten Biomasse (AFTG)	Echinocardium cordatum Chamelea striatula Fabulina fabula Nephtys caeca Nephtys hombergii	Nephtys caeca Ensis ensis Spisula solida Ophelia borealis Nephtys cirrosa	Spisula solida Branchiostoma lanceolatum Ensis ensis Nephtys cirrosa Lanice conchilega	Nephtys caeca Ensis ensis Lanice conchilega Ensis leei Branchiostoma lanceolatum
Rote Liste-Arten	Donax vittatus Goodallia triangula- ris	Sertularia cupressina Ensis ensis Goodallia triangu- laris Spisula solida Branchiostoma lanceolatum	Alcyonidium parasiticum Ensis ensis Goodallia triangu- laris Spisula elliptica Spisula solida Tritia reticulata Branchiostoma lanceolatum	Halecium halecinum Alcyonidium parasiticum Ensis ensis Goodallia triangu- laris Spisula elliptica Branchiostoma lanceolatum

4.2.3.3 Abundanz und Biomasse

Die mittlere Gesamtabundanz/Station bewegte sich in den drei Gruppen gS-1, fS-gS und gS-2 in einem ähnlichen Wertebereich (439 bis 494 Ind./m²) (Tab. 9). In Gruppe fS-mS-gS war die Gesamtabundanz dagegen geringer (240 Ind./m²). Die mittlere Biomasse (aschefreies Trockengewicht AFTG) war deutlich variabler und wies Werte zwischen 6,581 g/m² (Gruppe fS-mS-gS) und 54,54 g/m² (Gruppe gS-1) auf.

Die numerisch dominanten Arten der drei Gruppen spiegeln den Gradienten der anstehenden Sedimente wider (Tab. 9): In Gruppe fS-mS waren *Fabulina fabula, Scoloplos armiger, Nephtys cirrosa, Magelona johnstoni* und *Goodallia triangularis* dominant. Die drei erst genannten Arten kamen nur in der Feinsand-Gruppe vor während die *S. armiger* und *N. cirrosa* auch in Mittelsand bzw. Grobsand (nur *N. cirrosa*) dominierten (Tab. 9). In der Gruppe fS-mS-gS gewinnt Goodallia *triangularis* an Gewicht und es kommen Arten der Grobsande (*Aonides paucibranchiata, Ophelia borealis*) sowie *Lanice conchilega* hinzu. In den zwei von Grobsand dominierten Gruppen war neben *Aonides paucibranchiata* das Lanzettfischen *Branchiostoma lanceolatum* bedeutend.

Die mittlere Biomasse/Station wurde entweder von Arten mit einem hohen Individualgewicht und/oder von abundanten Arten dominiert (Tab. 9). Auch die Biomassedominanz unterschied sich zwischen den Gruppen bzw. wies Gradienten in Abhängigkeit des Sedimentes auf: Der Seeigel Echinocardium *cordatum*, die Venusmuschel *Chamelea gallina, Fabulina fabula, Nephtys hombergii* und *Nephtys caeca* dominierten die Biomasse der Gruppe fS-mS. Zwischen den anderen drei Gruppen bestanden nur geringe Unterschiede in den dominanten Arten (z.B. *Nephtys caeca, Nephtys cirrosa, Ensis ensis, Spisula solida, Branchiostoma lanceolatum*).

4.2.3.4 Diversität und Äquität

Die mittlere Diversität pro Station nach Shannon Wiener war entsprechend der hohen Artenvielfalt in Gruppe gS-2 mit 2,48 ebenfalls höher als in fS-mS (2,25), fS-mS-gS (2,1) und gS-1 (2,09). Die Äquität bewegte sich mit Werten zwischen 0,76 und 0,79 in allen vier Gruppen in einem ähnlichen Wertebereich.

4.2.3.5 Charakterarten nach RACHOR et al. (2007)

Ergänzend zur Ermittlung der Leitarten wurde das Verfahren von RACHOR et al. (2007) angewendet, um Charakterarten zu identifizieren. Dieses Verfahren basiert auf der Veröffentlichung von RACHOR & NEHMER (2003). Da jeweils immer nur eine Stationsgruppe gegen den gesamten Datensatz getestet wird, erfolgten mit einem R-Skript mehrere Durchläufe. Auf diese Weise wurden Stationsgruppen für die vier Gruppen getestet.

Die Analyse ergab für alle vier Gruppen charakteristische Arten, wobei einige Arten als Charakterart für mehrere Gruppen ermittelt wurden:

 Gruppe fS-mS: Echinocardium chordatum, Fabulina fabula, Magelona johnstoni, Scolelepis bonnieri und Scoloplos armiger

- Gruppe fS-mS-gS: Aonides paucibranchiata und Goodallia triangularis
- Gruppe gS-1: Aonides paucibranchiata, Goodallia triangularis, Spisula solida
- Gruppe gS-2: Aonides paucibranchiata, Branchiostoma lanceolatum, Ensis ensis, Eumida sanguinea, Glycera lapidum, Lanice conchilega, Malmgrenia arenicolae, Nephtys caeca, Obelia bidentata, Ophelia borealis, Scoloplos armiger

4.2.3.6 Benthos-Gemeinschaften nach RACHOR & NEHMER (2003)

Seit den zwanziger Jahren gibt es Konzepte, die Arten des Makrozoobenthos und ihr Vorkommen in Gemeinschaften oder Assoziationen (in diesem Bericht werden beide Begriffe synonym gebraucht) zu gruppieren (HAGMEIER 1925). Die räumliche Verteilung dieser Organismen hängt eng mit dem Nahrungsangebot und verschieden abiotischen Parametern wie Temperatur, Wassertiefe, Strömungsregime, Küstenentfernung, Wassermassen und dem Sediment zusammen. In der Nordsee korreliert das Vorkommen der Gemeinschaften v.a. mit der Verteilung der Sedimente. SALZWEDEL et al. (1985) sowie RACHOR & NEHMER (2003) haben die benthischen Gemeinschaften in der Deutschen Bucht untersucht. Dabei wurden vier Hauptgemeinschaften für die Infauna des Makrozoobenthos in der Deutschen Bucht unterschieden, die nach ihren Leitorganismen, die besonders prägend für die Gemeinschaften sind, benannt sind. Die Nucula nitidosa-Gemeinschaft findet sich im schlickigem bis schlicksandigem Sediment in 13 bis 35 m Wassertiefe. Die Amphiura filiformis-Gemeinschaft lebt in Sediment aus Feinstsand bis Schlicksand und in 34 bis 45 m Wassertiefe. Die Tellina-(Fabulina)-fabula-Gemeinschaft kommt auf Fein- bis Mittelsand in 13 bis 31 m Wassertiefe vor und die Goniadella-Spisula-Gemeinschaft findet sich im Grobsand bis Kies in 14 bis 29 m Tiefe (SCHRÖDER 2005). Die Goniadella-Spisula-Gemeinschaft kommt in der deutschen Bucht im Bereich des Borkum-Riffgrunds vor sowie eingestreut in die Tellina-(Fabulina)fabula-Gemeinschaft nordöstlich des Elbe-Urstromtals (SALZWEDEL et al. 1985, RACHOR & NEHMER 2003).

Im Folgenden werden die im Rahmen der Pilotstudie untersuchten 21 Stationen diesen Gemeinschaften zugeordnet. Der durchgeführten Clusteranalyse zufolge gab es vier Infaunagruppen (fS-mS, fS-mS-gS, gS-1, gS-2), deren Gruppierung im Groben der vorherrschenden Korngröße des Sedimentes folgte.

Die Infauna der Gruppe fS-mS mit 4 Stationen ist durch die numerische Dominanz von Fabulina (Tellina) fabula und Magelona johnstoni am ehesten der Tellina-fabula-Assoziation zuzuordnen. Kennzeichnende Charakterarten sind nach RACHOR & NEHMER (2003) neben der namengebenden Muschel Tellina (Fabulina) fabula, der Polychaet Magelona johnstoni sowie die Amphipoden Bathyporeia guilliamsoniana und Urothoe poseidonis. Alle vier Charakterarten kamen auch in dieser Untersuchung vor. Fabulina fabula und Magelona johnstoni wurden auch in dieser Untersuchung als Charakterarten identifiziert. Als typische Begleitarten traten in dieser Untersuchung Echinocardium cordatum, Scolelepis bonnieri, Scoloplos armiger, Urothoe poseidonis, Anthozoa indet., sowie Diogenes pugilator und Nephtys cirrosa auf, von denen in RACHOR & NEHMER (2003) ebenfalls die ersten zwei genannten als typisch genannt werden. Die Charakterarten der Tellina-fabula-Assoziation kamen in dieser Untersuchung vermehrt jedoch nur an den zwei Stationen 1-30-1 und 3-xx-1 vor, welche als einzige Stationen dieser Untersuchung von Feinsand dominiert waren. An

den zwei anderen Mittelsand-dominierten Stationen (3-xx-3-1, 3-xx-3-2) dieser Gruppe kamen zwar aufgrund des höheren Feinsandanteils noch die Charakterarten der *Tellina-fabula*-Assoziation vor, jedoch waren mit v.a. *Goodallia triangularis* aber auch *Nephtys caeca* auch schon charakterisierende Merkmale der *Goniadella-Spisula*-Assoziation auf grobsandigem Mittelsand vertreten (s.u.).

Die Infauna der Grobsand-dominierten Gruppen gS-1 und gS-2 können aufgrund der für diese Gruppen ermittelten Charakterarten (s.o.) in beiden Gruppen der für mittel- bis grobsandige Bereiche typischen *Goniadella-Spisula-*Assoziation zugeordnet werden. Häufigste Arten waren die für diese Gemeinschaft von RACHOR & NEHMER (2003) als Charakterart eingestufte Art *Branchiostoma lanceolatum* sowie die von RACHOR & NEHMER (2003) als charakteristisch bezeichneten Arten *Aonides paucibranchiata, Pisione remota, Protodorvillea kefersteini, Glycera lapidum und Polygordius* spp. Entsprechend der zwei Gruppen war die *Goniadella-Spisula-*Assoziation in etwas unterschiedlicher Ausprägung vorhanden. In Gruppe gS-1 waren *Spisula solida* und *Goodallia triangularis* numerisch dominant, so dass diese Gruppe am ehesten der *Goniadella-Spisula-*Assoziation auf grobsandigem Mittelsand zuzuordnen ist. In der artenreicheren Gruppe gS-2 dominierten dagegen *Lanice conchilega* und *Scoloplos armiger*.

Die Gruppe fS-mS-gS ist insgesamt trotz der Heterogenität des Sediments aufgrund der Dominanz von *Aonides paucibranchiata, Goodallia triangularis* und *Ophelia borealis* der *Goniadella-Spisula-*Assoziation auf grobsandigem Mittelsand zuzuordnen.

Zusammenfassend betrachtet besteht somit trotz der vergleichsweise kleinen Stichprobenzahl eine vergleichsweise große Übereinstimmung zwischen den benthischen Assoziationen wie sie für den erweiterten Bereich der AWZ (insbesondere Borkum Riffgrund) beschrieben werden und den hier ermittelten Assoziationen des Küstenmeeres Borkum Riffgrund. Insgesamt kommen somit vergleichbar zum erweiterten Bereich der AWZ auch im Küstenmeer kleinräumig unterschiedliche Assoziationen vor, die in erster Linie durch den vorherrschenden Sedimenttyp bestimmt werden. Die höhere Anzahl an Charakterarten, die in Gruppe gS-2 ermittelt wurde, kann in dem z.T. dichten Vorkommen von Lanice conchilega auf Grobsand begründet sein, da dichte Vorkommen dieser Art oftmals eine eigene abgrenzbare Besiedlungsstruktur aufweisen. Darüber hinaus oder in Kombination ist das Vorkommen dichterer Steinfelder bedeutend und möglicherweise für die höhere Artenvielfalt innerhalb der Hydrozoa, Polychaeta und Crustacea verantwortlich.

4.3 Epifauna (2 m-Baumkurre)

In den folgenden Kapiteln wird die Epifauna (inkl. kleinerer an z.B. Hydrozoa assoziierte Epifauna) in den 16 Hols der 2 m-Baumkurre im Hinblick auf eine Charakterisierung von Biotoptypen analysiert. Analog zur Infauna erfolgt zu Beginn eine kurze Betrachtung des Gesamtgebietes hinsichtlich der Artenvielfalt und Besonderheiten. Die Gruppierung der Einzelhols in den multivariaten Analysen bildet den Grundstein für eine nachfolgende Beschreibung von Charakteristika der signifikant unterschiedlichen Gruppen anhand wesentlicher Kenngrößen benthischer Gemeinschaften. Wie für die Infauna erfolgt auch hier eine Identifizierung von Charakterarten nach der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Methode.

4.3.1 Gesamtgebiet

4.3.1.1 Artenspektrum

Die epibenthische Wirbellosenfauna des Untersuchungsgebietes setzte sich in den insgesamt 16 Einzelhols aus 53 Taxa zusammen (Tab. 10). Entsprechend der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Methode zur Ermittlung der Artenzahl wurden 48 Arten erfasst.

Die 48 Arten entstammen aus 10 taxonomischen Großgruppen, innerhalb derer Crustacea mit 21 Arten die mit Abstand artenreichste Gruppe stellte. Hierauf folgten mit 9 Arten die Gruppe der Hydrozoa und mit 5 Arten die Gruppe der Bryozoa. Die restlichen 7 Großgruppen kamen mit jeweils 1 bis 3 Arten vor.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden neben der eigentlichen größeren (>2 cm) und vagilen Epifauna (v.a. Crustacea, Echinodermata und Gastropoda) auch solche Arten mit aufgenommen, die als primäre und sekundäre Hartsubstratsiedler gelten. Zu den primären Hartsubstratsiedlern gehört die sessile Aufwuchsfauna mit Gruppen wie Porifera, Hydrozoa, Bryozoa und Ascidiacea (Tab. 10). Einige Arten der Hydrozoa (*Obelia* spp., *Sertularia cupressina*) können hoch aufwachsen und bieten ein dreidimensional strukturiertes Habitat. Dieses wird von den oftmals kleineren, vagilen, sekundären Hartsubstratsiedler wie Asselspinnen (*Achelia echinata*), Polychaeten (Syllidae), Crustacea (*Abludomelita obtusata, Aora gracilis, Monocorophium acherusicum, Microprotopus maculatus, Pariambus typicus, Phtisica marina, Stenothoe marina*) oder auch kleinere Formen der sessilen Hydrozoa und Bryozoa (*Clytia hemisphaerica, Ectopleura larynx, Calycella syringa, Electra pilosa, Alcyonidium parasiticum*) genutzt.

Insgesamt kamen 7 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) vor (Tab. 10). Hiervon wiesen 5 Arten den Gefährdungsgrad "G" (Gefährdung unbekannten Ausmaßes) auf: der Schwamm Halichondria (Halichondria) panicea, das Seemoos Sertularia cupressina, die Seenelke Metridium dianthus (Synonym Metridium senile), die Bryozoe Alcyonidium parasiticum und der Kammstern Astropecten irregularis. Die Schwimmkrabbe Liocarcinus navigator sowie die Hydrozoe Halecium halecinum gehörten zu den Arten der Kategorie "R" (geographische Restriktion).

4.3.1.2 Besondere Arten

Diogenes pugilator (van-Veen-Greifer und 2 m-Baumkurre)

Der nur rd. 10 mm groß werdende Einsiedlerkrebs *Diogenes pugilator* gehört zu den linksscherigen Einsiedlerkrebsen und ist ein Einwanderer der Nordsee, dessen Ursprung nach D'UDEKEM D'ACOZ (1999) in den Küstenbereichen des Mittelmeerraumes bis zur Algarve liegt. Von hier aus fand die Ausbreitung nach Norden über den Englischen Kanal bis in die Nordsee statt, wo sie seit den 1990er Jahren an den Stränden der Festlandsküste und der Inseln beobachtet wird (TÜRKAY 2015). Die deutsche Küste besiedelte *Diogenes pugilator* endgültig nach 2000 und zeigte hier eine Verstärkung des Vorkommens (TÜRKAY 2015). Aus der deutschen AWZ sind bisher nur wenige Funde bei Helgoland, vor Sylt und von der FINO 1 Plattform bekannt.

Diogenes pugilator ist eine typische Flachwasserart mit dem Schwerpunkt an eulitoralen Strandbereichen; Funde aus größeren Tiefen bis ca. 40 m stellen eine Ausnahme dar (TÜRKAY 2014). Als Warmwasserart reagiert *D. pugilator* empfindlich auf kalte Winter und zeigt reduzierte Anzahlen bzw. verschwindet gänzlich. Hierbei scheinen die Populationen aus tieferen Bereichen eine Quelle für die Wiederbesiedlung der Flachwasserbereiche darzustellen (TÜRKAY 2014).



Abb. 26: Diogenes pugilator. Foto: aus TÜRKAY (2015)

Necora puber (2 m-Baumkurre)

Die Verbreitung der Samtkrabbe oder auch Teufelskrabbe (*Necora puber*) ist in TÜRKAY (2015) beschrieben: Sie kommt besonders häufig entlang des Ärmelkanals und in der Bretagne vor, wo sie auch kommerziell genutzt wird. Im Mittelmeer kommt sie vor, ist aber nicht häufig. In der Nordsee ist sie an Bereiche mit milderem Atlantikwasser (Südwesten, Norwegische Rinne) gebunden. Das Habitat ist meist felsig bzw. steinig, wo der Samtkrabbe Verstecke, etwa Felsvorsprünge, zur Verfügung stehen.

Für die Deutsche Bucht sind bereits aus frühen Warmphasen (1920-1937) einzelne Beobachtungen dokumentiert. Danach wurde die Art nach TÜRKAY (2015) erst wieder 1990 gefangen. Seitdem wird von Einzelfunden aus den Gebieten bei Helgoland, Sylt und der Doggerbank berichtet. Für den Borkum Riffgrund war die Art bisher nicht beschrieben (COOLEN & JAK 2017). Monitoring-Ergebnisse für Offshore-Windkraftanlagen verdeutlichen jedoch, dass diese Art dort die Steinschüt-

tungen um die piles regelmäßig besiedelt (mdl. Mitteilung NLWKN). In dieser Untersuchung kam Necora puber sowohl mit juvenilen als auch adulten Tieren vor (Abb. 27). Eine Zunahme der Funde wird auch für die Doggerbank berichtet und in Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen (Warmphase) diskutiert.



Abb. 27: Necora puber. links: adultes Tier von 55 mm Carapax-Breite in Hol D ex4-01, rechts: juveniles Tier von 12 mm Carapax-Breite in Hol D 2-39-05.

4.3.1.3 Besiedlungskennwerte

Insgesamt 15 Arten wiesen eine hohe Stetigkeit von 50 % und mehr auf (Tab. 10). Die stetigsten Arten der vagilen Epifauna waren die Nordseegarnele Crangon crangon, die Gemeine Schwimmkrabbe Liocarcinus holsatus und der Gemeine Seestern Asterias rubens, die in jedem Hol vertreten waren sowie der Gemeine Einsiedlerkrebs Pagurus bernhardus und die Hafenkrabbe Liocarcinus depurator mit jeweils 75 % Stetigkeit (Tab. 10). Daneben gehörten noch der Taschenkrebs Cancer pagurus sowie die Gewimperte Schwimmkrabbe Liocarcinus navigator und die Sägegarnele Palaemon serratus zu den stetigen vagilen Arten. Auch sessile Habitatbildner wie das Seemoos Sertularia cupressina sowie Obelia bidentata und Obelia spp. kamen stetig im Gebiet vor; ihre Ausprägung (Dichte und Höhe) war jedoch sehr unterschiedlich. Unter den sekundären Hartsubstartsiedlern waren Electra pilosa, Alcyonidium parasiticum, Aora gracilis sowie Pariambus typicus mit einer Stetigkeit von 50 % und mehr vertreten.

Crangon crangon, Liocarcinus holsatus, Asterias rubens, Metridium dianthus und Aora gracilis waren der Rangfolge entsprechend die fünf numerisch dominanten Arten des Gebietes (Tab. 10). Die Biomasse (AFTG) wurde durch dekapode Krebse und Stachelhäuter in der Rangfolge Asterias rubens, Cancer pagurus, Liocarcinus holsatus, Necora puber und Crangon crangon dominiert.

Tab. 10: 2 m-Baumkurre: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der Stetigkeit (%), mittleren Abundanz und mittleren Biomasse.

N Gesamtgebiet = 16 Einzelhols, Rote Liste (RL)-Kategorie nach RACHOR et al. (2013), x = vorhanden bei nicht zählbaren Taxa (Hydrozoa, Bryozoa), * im Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art gezählt

Art/Taxon	vagil (>2 cm)	RL- Kat	Stetigkeit [%]	Mittlere Abundanz [Ind./ha]	Mittlere Biomasse [AFTG g/ha]
Porifera					
Halichondria (Halichondria) panicea		G	25,0	4,4	9,5842
Suberites spp.			6,3	1,9	0,9641
Hydrozoa					
Calycella syringa			6,3	х	n.b.
Clytia hemisphaerica			75,0	х	n.b.
Ectopleura larynx			6,3	х	n.b.
Halecium halecinum		R	31,3	х	n.b.
Hydractinia echinata			18,8	х	n.b.
Leptothecata indet.*			6,3	х	n.b.
Obelia bidentata			56,3	Х	3,4266
Obelia dichotoma			43,8	Х	n.b.
Obelia spp.*			62,5	Х	27,2931
Sertularella gaudichaudi			6,3	Х	n.b.
Sertularia cupressina		G	75,0	х	8,1798
Anthozoa					
Anthozoa indet.			37,5	156,0	275,4788
Metridium dianthus		G	18,8	547,7	64,5110
Bryozoa					
Alcyonidium parasiticum		G	62,5	Х	n.b.
Alcyonidium spp.*			25,0	Х	n.b.
Bugulina flabellata			6,3	х	n.b.
Conopeum reticulum			25,0	Х	n.b.
Electra pilosa			68,8	X	n.b.
Flustra foliacea			6,3	X	n.b.
Polychaeta					
Syllidae indet.			18,8	20,2	0,0003
Gastropoda					
Crepidula fornicata		V	25,0	9,2	2,1935
Euspira nitida	Х		25,0	6,5	11,1300

Art/Taxon	vagil (>2 cm)	RL- Kat	Stetigkeit [%]	Mittlere Abundanz [Ind./ha]	Mittlere Biomasse [AFTG g/ha]
Pycnogonida					
Achelia echinata			6,3	6,1	0,0001
Crustacea					
Abludomelita obtusata			25,0	95,0	0,0040
Aora gracilis			50,0	390,8	0,0682
Balanus balanus			6,3	2,4	0,0115
Cancer pagurus	х		56,3	16,9	3054,3485
Carcinus maenas	х		12,5	1,9	18,0912
Crangon crangon	х		100,0	1726,8	355,9853
Diogenes pugilator	Х		6,3	2,0	0,0239
Liocarcinus depurator	х		75,0	113,9	144,1421
Liocarcinus holsatus	Х		100,0	1263,5	1214,3788
Liocarcinus navigator	х	R	56,3	37,7	24,1231
Liocarcinus spp.*	х		6,3	1,4	0,8078
Macropodia rostrata			25,0	6,0	0,7984
Melitidae indet.*			6,3	1,8	0,0001
Microprotopus maculatus			18,8	78,1	0,0011
Monocorophium acherusicum			25,0	56,0	0,2602
Necora puber	Х		37,5	86,4	598,3181
Pagurus bernhardus	Х		93,8	136,7	10,9064
Palaemon serratus	х		50,0	17,1	7,5825
Pandalus borealis	х		6,3	10,7	4,8057
Pariambus typicus			50,0	16,2	0,0013
Phtisica marina			6,3	1,3	0,0001
Pisidia longicornis	х		18,8	57,9	0,0026
Stenothoe marina			12,5	7,3	0,0002
Echinodermata					
Asterias rubens	х		100,0	907,8	3657,1319
Astropecten irregularis	х	G	31,3	6,5	8,2548
Ophiura ophiura	х		31,3	52,6	6,7349
Ascidiacea					
Ascidiacea indet.			6,3	0,9	0,0731
Didemnium cf. vexillum			6,3	1,2	0,00004

4.3.2 Multivariate Verfahren

In Abb. 28 und Abb. 29 sind die Ergebnisse der multivariaten Analysen auf Basis der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna in den 16 Hols als Dendrogramm bzw. MDS-Plot dargestellt. Die Clusteranalyse ergibt vier voneinander signifikant getrennte Gruppen (2A, 2B, 2C, 1-4) sowie zwei signifikant unterschiedliche Einzelhols aus dem Bereich 1 und ext4 (01-33-02, ext4-01). Die Gruppierung der Hols in die vier Gruppen reflektiert in erster Linie die räumliche Anordnung der Stationen im Untersuchungsgebiet: Die Gruppe "1-4" beinhaltet alle Hols aus dem östlich gelegenen Bereich 1 sowie die zwei Stationen aus dem mittleren Bereich 4. Eine zweite Gruppe "2A" setzt sich aus zwei Hols aus dem weit östlich gelegenen Teil des Bereichs 2 zusammen während die dritte und vierte Gruppe "2B und 2C" fünf Hols aus dem mittleren und westlichen Teil des Bereichs 2 repräsentiert.

Der MDS-Plot (Abb. 29) bestätigt die Ergebnisse der Clusteranalyse.

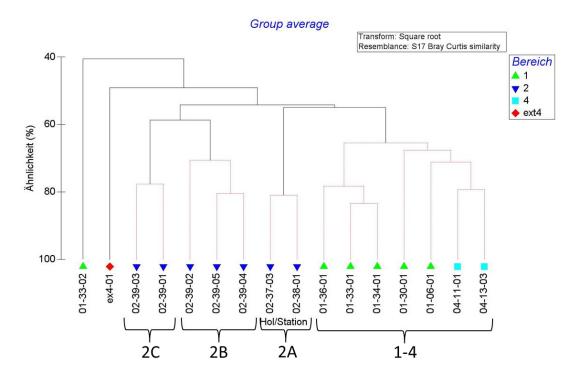


Abb. 28: 2 m-Baumkurre: Dendrogramm (Simprof-getestet, α = 0,05) der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna (alle Arten/Taxa).

Der beprobte Bereich (1, 2, 4 und ex4, s. Abb. 1) ist durch unterschiedliche Symbole/Farben abgebildet sowie die Stationsgruppierung nach SIMPROF (2A, 2B, 2C und 1-4) abgebildet.

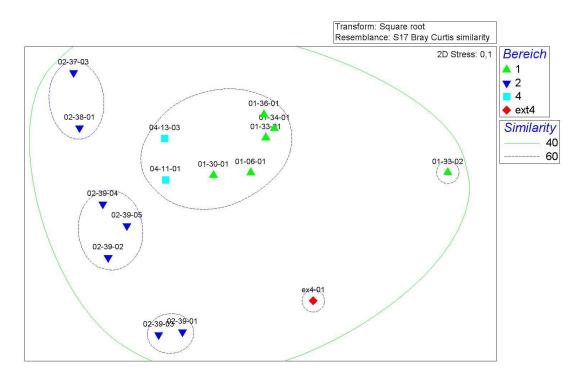


Abb. 29: 2 m-Baumkurre: MDS-Plot der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna (alle Arten/Taxa). Der beprobte Bereich (1, 2, 4 und ex4, s. Abb. 1) ist durch unterschiedliche Symbole/Farben abgebildet.

Wird die Auswertung – wie für Hols mit der 2 m-Baumkurre üblich – nur auf die tatsächliche größere (>2 cm) vagile Epifauna fokussiert (s. Tab. 10), ergeben sich zwei voneinander signifikant unterschiedliche Gruppen (Abb. 30). Die erste Gruppe (links im Dendrogramm) umfasst alle Stationen des Bereichs 1 während die zweite Gruppe alle übrigen Stationen umfasst. Die Ähnlichkeit zwischen den zwei Gruppen beträgt ca. 65 % und ist somit sehr hoch, so dass hinsichtlich der größeren vagilen Fauna von einer vergleichsweise homogenen Besiedlung des gesamten Untersuchungsgebietes auszugehen ist. Unterschiede zwischen den zwei Gruppen wurden durch eine höhere Abundanz von v. a *Pisidia longicornis, Euspira nitida* und *Ophiura ophiura* im Bereich 1 hervorgerufen. *Necora puber* und *Astropecten irregularis* kamen nur in der zweiten Gruppe vor und *Palaemon serratus* und *Cancer pagurus* wiesen eine deutlich höhere Abundanz auf.

Um kleinräumige Unterschiede in der Besiedlungsstruktur genauer zu analysieren und Biotoptypen, welche auch durch sessile Epifauna-Arten und deren assoziierte Fauna charakterisiert sind, zu identifizieren, wird im Folgenden das gesamte Artenspektrum für die Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 28) betrachtet. Die zwei separaten Einzelhols ex4-1 und 1-33-2 wurden von den folgenden Analysen in diesem Kapitel sowie in Kapitel 4.3.3 ausgeschlossen, da auf Basis von Einzelhols charakteristische Besiedlungsmerkmale potenziell auch zufällige Abweichungen darstellen können und weniger Hinweise auf charakteristische Merkmale bieten. Die Abspaltung dieser beiden Hols war nicht in dem Vorkommen größerer vagiler Epifauna (s. o.) begründet, sondern in der insgesamt hohen Artenvielfalt beider Hols sowie dem alleinigen Vorkommen einiger Auwuchsarten an diesen Stationen (ex4-1: Flustra foliacea, Bugulina flabellata, Didemnium cf. vexillum; 1-33-2: Calycella syringa). In dem Hol ex4-1 war mit fünf großen Steinen das Siedlungssubstrat dieser Arten ebenfalls enthalten.

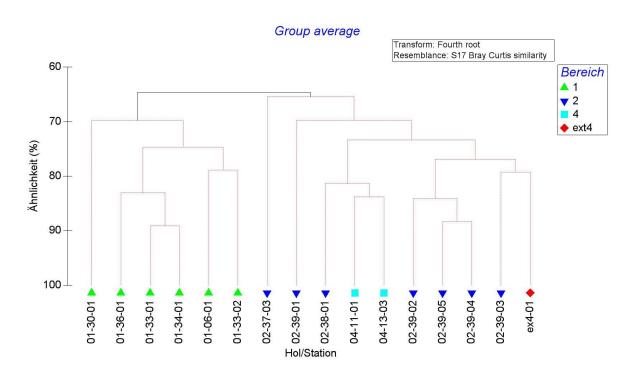


Abb. 30: 2 m-Baumkurre: Dendrogramm (Simprof-getestet, α = 0,05) der Arten-Abundanzstruktur der Epifauna (nur vagile, größere Arten).

Der beprobte Bereich (1, 2, 4 und ex4, s. Abb. 1) ist durch unterschiedliche Symbole/Farben abgebildet.

Die vier Stations-Gruppen wurden mit dem Primer-Tool SIMPER untersucht. Die Ergebnisse über den Beitrag einzelner Taxa/Arten Unähnlichkeit zwischen den Gruppen von 50 % sind Tab. 30 zu entnehmen. Insgesamt verdeutlicht die SIMPER-Analyse, dass nur wenig Arten zur Unähnlichkeit zwischen zwei Gruppen von kumulativ 50 % beigetragen haben. Auffällig ist, dass die Anthozoe *Metridium dianthus* (Synonym *M. senile*) bedeutend für die Unähnlichkeit von Gruppe 2-C zu den anderen drei Gruppen war. *Metridium dianthus* kam mit höherer Abundanz in Gruppe 2-C vor als in 2-B und v.a. 2-A in der sie fehlte. Als sekundäre Hartsubstratsiedler war *Aora gracilis* innerhalb von Gruppe 1-4 von Bedeutung. Darüber hinaus war die Unähnlichkeit zwischen zwei Gruppen aber in erster Linie durch Abundanzunterschiede von insgesamt numerisch dominanten Arten wie *Liocarcinus holsatus, Asterias rubens* und *Crangon crangon* begründet.

In Abb. 31 ist die räumliche Lage der vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse dargestellt. Die Lage der Cluster/Stationen zeigt noch einmal die Zweiteilung in die östlichen bzw. mittleren Bereiche 1 und 4 sowie den westlichen Bereich 2. Auf kleinerer räumlicher Skala kommen innerhalb von Bereich 2 noch einmal unterschiedliche Epifauna-Assoziationen vor. Aufgrund der Trennarten zwischen den Gruppen und den Abundanzunterschieden von Arten, die an ein Habitat gebunden sind (z.B. *Cancer pagurus, Necora puber, Metridium dianthrus* an Hartsubstrate), ist vermutlich das lokale Vorkommen von Steinfeldern in Bereich 2 (vgl. Kap. 3.3) für die beobachteten Arten-Abundanzunterschiede verantwortlich.

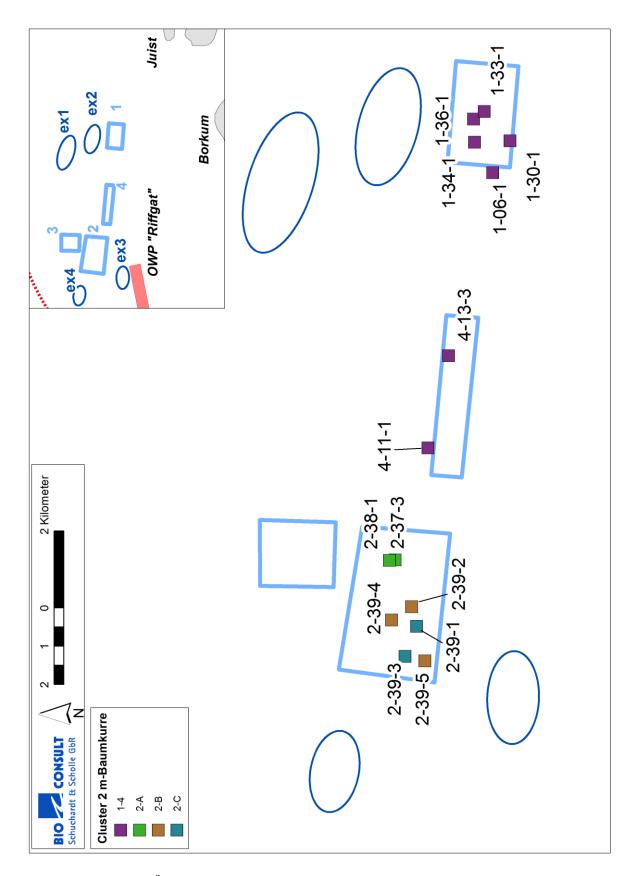


Abb. 31: 2 m-Baumkurre: Übersichtskarte mit der räumlichen Anordnung der 4 Stationsgruppen aus der Clusteranalyse, welche auf Basis der Arten-Abundanzstruktur gebildet wurden.

4.3.3 Vergleich der Stationsgruppen aus der Clusteranalyse

In den folgenden Abschnitten werden die vier durch die multivariaten Verfahren ermittelten Gruppen hinsichtlich ihrer Besiedlungskennwerte und charakteristischen Arten beschrieben.

4.3.3.1 Artenspektrum

In Abb. 32 ist die Verteilung von Artenzahlen auf die einzelnen Großtaxa innerhalb der vier Stations-(Hol)-gruppen aus der Clusteranalyse dargestellt. Auffällig ist, dass in Gruppe 2-A lediglich Arten aus den Großtaxa Crustacea und Echinodermata vorkamen. Die übrigen 2 Gruppen waren deutlich artenreicher und wiesen im Fall von 1-4 alle Großgruppen auf. Die Großtaxa der Polychaeta (vertreten durch die Familie der Syllidae) und Ascidiacea kamen nur in Gruppe 1-4 vor. Gastropoda nur in den Gruppen 1-4 und 2-C.

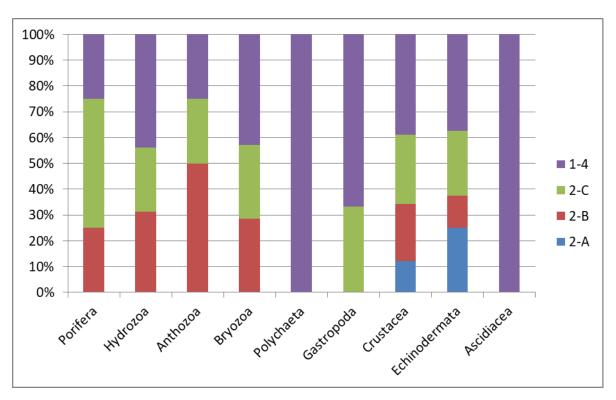


Abb. 32: 2 m-Baumkurre: Relativer Anteil (%) der Artenzahl innerhalb eines Großtaxons an der Gesamtartenzahl in einem Großtaxon berechnet für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse. Gruppe 2-A: n = 2 Hols, Gruppe 2-B: n = 3 Hols, Gruppe 2-C: n = 2 Hols, Gruppe 1-4: n = 7 Hols

Von den 7 Rote Liste-Arten des Gesamtgebietes kam in der Gruppe 2-A nur der Kammstern *Astropecten irregularis* vor. In Gruppe 2-B und 2-C kamen jeweils 5 und in Gruppe 1-4 6 Rote Liste-Arten vor (Tab. 11, Tab. 12).

Tab. 11: 2 m-Baumkurre: Taxa- / Artliste der vier Gruppen aus der Clusteranalyse unter Angabe der artspezifischen mittleren Abundanz (Ind./ha) und mittleren Biomasse (AFTG g/ha).

Gruppe 2-A (2 Hols), Gruppe 2-B (3 Hols), Gruppe 2-C (2 Hols), Gruppe 1-4 (7 Hols), Rote Liste (RL)-Kategorie nach RACHOR et al. (2013), X = vorhanden bei nicht zählbaren Taxa (Hydrozoa, Bryozoa), n.b. = Biomasse nicht bestimmt, blau hinterlegt: innerhalb der Gruppe nicht als eigenständige Art gezählt

Die Hols 01-33-02 und ext4-01 wurden nicht berücksichtigt, da sie im Rahmen der Clusteranalyse (s. Abb. 28) keiner Gruppe zugeordnet wurden.

Tayon / Aut	RL-		Ind.	/ha		AFTG g/ha			
Taxon / Art	Kat.	2-A	2-В	2-C	1-4	2-A	2-B	2-C	1-4
Porifera									
Halichondria panicea	G		х	Х	Х		0,70	54,55	4,95
Suberites spp.				Х				7,71	
Hydrozoa									
Clytia hemisphaerica			х	Х	Х		n.b.	n.b.	n.b.
Halecium halecinum	R				Х				n.b.
Hydractinia echinata			Х		Х				n.b.
Leptothecata indet.					Х				n.b.
Obelia bidentata			Х	Х	Х		n.b.	n.b.	0,78
Obelia dichotoma			Х	Х	Х		n.b.	n.b.	n.b.
<i>Obelia</i> spp.				Х	Х			1,81	40,72
Sertularella gaudichaudi					Х				n.b.
Sertularia cupressina	G		х	Х	Х		8,92	3,53	12,12
Anthozoa indet.			123,7		8,4		90,26		4,96
Metridium dianthus	G		77,5	4265,4			94,45	374,41	
Bryozoa									
Alcyonidium parasiticum	G		Х	Х	Х		n.b.	n.b.	n.b.
<i>Alcyonidium</i> spp.					Х				n.b.
Conopeum reticulum					Х				n.b.
Electra pilosa			Х	Х	Х		n.b.	n.b.	n.b.
Polychaeta									
Syllidae indet.					4,2				0,0004
Gastropoda									
Crepidula fornicata					18,3				3,36
Euspira nitida				31,1	6,1			79,18	2,82
Crustacea									
Abludomelita obtusata					8,2				0,0004
Aora gracilis				20,3	64,5			0,001	0,01
Cancer pagurus		7,6	18,9	20,3	6,4	3869,10	5632,13	6936,35	112,48
Carcinus maenas					4,3				41,35
Crangon crangon		1325,8	3606,1	2878,8	905,9	339,11	717,75	642,86	166,86
Diogenes pugilator					4,6				0,05
Liocarcinus depurator		15,2	483,6	50,7	27,4	19,87	644,65	64,05	25,04
Liocarcinus holsatus		552,2	2183,7	921,3	1244,8	571,95	2004,44	860,39	1228,69

Toyon / Aut	RL- Ind./ha					AFTG g/ha			
Taxon / Art	Kat.	2-A	2-В	2-C	1-4	2-A	2-B	2-C	1-4
Liocarcinus navigator	R		5,6		72,7		4,68		46,67
Liocarcinus spp.			7,3				4,31		
Macropodia rostrata			6,0		2,2		1,78		0,15
Melitidae indet.					4,1				0,00
Microprotopus maculatus					10,8				0,00
Monocorophium acherusicum				97,3	2,2			1,08	0,00
Necora puber			39,1	291,1			172,84	2190,97	
Pagurus bernhardus		32,1	107,4	46,6	186,8	1,14	15,65	0,27	14,47
Palaemon serratus			24,5	66,2	4,2		13,34	15,08	1,47
Pariambus typicus				30,4	14,8			0,00	0,00
Phtisica marina				10,1				0,00	
Pisidia longicornis					6,1				0,00
Echinodermata									
Asterias rubens		244,1	721,4	1190,0	1049,0	935,43	3506,70	5265,99	4372,56
Astropecten irregularis	G	7,6		10,1	4,4	6,86		20,58	4,92
Ophiura ophiura					89,0				13,59
Ascidiacea									
Ascidiacea indet.					2,0				0,17

4.3.3.2 Artenzahl

Die Gesamtartenzahl wies große Unterschiede zwischen den Gruppen auf und war in Gruppe 1-4 mit 35 Arten deutlich höher als in 2-C (23 Arten), 2-B (20 Arten) und v.a. 2-A (7 Arten; Tab. 12). Die mittlere Artenzahl wies ein ähnliches Verhältnis zwischen den Gruppen auf und war in Gruppe 1-4 mit 18,1 Arten höher als in Gruppe 2-C mit 16,5 Arten und Gruppe 2-B mit 13,0 Arten sowie insbesondere 2-A mit 5,5 Arten. Die geringe Artenzahl in Gruppe 2-B kann z. T. in der geringen Holzahl (n = 2) begründet sein. Mit zunehmender Stichprobenzahl - insbesondere bei einer kleinen Grundgesamtheit - nimmt die Anzahl der gefunden Arten zu. Allerdings waren die Artenzahl in den Gruppe 2-B und 2-C trotz ebenfalls geringerer Holzahl deutlich höher als in Gruppe 2-A.

Die höchste mittlere Artenzahl/Hol lag bei 18,1 Arten in Gruppe 1-4, welche die Bereiche 1 und 4 repräsentiert (Tab. 12). Innerhalb von Bereich 2 wies Gruppe 2-A eine sehr geringe mittlere Artenzahl von nur 5,5 Arten/Hol auf. In Gruppe 2-B (13,0 Arten/Hol) und 2-C (16,5 Arten/Hol) waren die Werte deutlich höher.

Tab. 12: 2 m-Baumkurre: Vergleich der Besiedlungskennwerte für die vier Gruppen aus der Clusteranalyse.

Kenngröße	Gruppe			
	2-A	2-B	2-C	1-4
n Hols	2	3	2	7
Gesamtartenzahl	7	20	23	35
mittlere Artenzahl	5,5	13,0	16,5	18,1
Anzahl RL-Arten	1	5	5	6
mittlere RL-Artenzahl	0,5	2	4	2,6
mittlere Gesamtabundanz (Ind./ha)	2185	7412	9955	3753
mittlere Gesamtbiomasse (AFTG g/ha)	5743	12913	16519	5547
mittlere Diversität	0,98	1,34	1,57	1,66
mittlere Äquität	0,60	0,53	0,55	0,56
Arten mit einer Stetigkeit von 100%	Crangon crangon Liocarcinus holsatus Pagurus bernhardus Asterias rubens	Crangon crangon Liocarcinus holsatus Pagurus bernhardus Asterias rubens Cancer pagurus Liocarcinus depurator Necora puber Palaemon serratus		Crangon crangon Liocarcinus holsatus Asterias rubens Pagurus bernhardus Clytia hemisphaeri- ca Sertularia cupressina
dominante 5 Arten Abundanz	Crangon crangon Liocarcinus holsatus Asterias rubens Pagurus bernhardus Liocarcinus depurator	Crangon crangon Liocarcinus holsatus Asterias rubens Liocarcinus depurator Anthozoa indet.	Metridium dianthus Crangon crangon Asterias rubens Liocarcinus holsatus Necora puber	Liocarcinus holsatus Asterias rubens Crangon crangon Pagurus bernhardus Ophiura ophiura
dominante 5 Arten Biomasse (AFTG)	Crangon crangon Liocarcinus depurator	Cancer pagurus Asterias rubens Liocarcinus holsatus Crangon crangon Liocarcinus depurator	Liocarcinus holsatus Crangon crangon	Asterias rubens Liocarcinus holsatus Crangon crangon Cancer pagurus Liocarcinus navigator
Rote Liste-Arten	Astropecten irregularis	Halichondria panicea Sertularia cupressina Metridium dianthus Alcyonidium parasiticum Liocarcinus navigator	Halichondria panicea Sertularia cupressina Metridium dianthus Alcyonidium parasiticum Astropecten irregularis	Halichondria panicea Halecium halecinum Sertularia cupressina Alcyonidium parasiticum Liocarcinus navigator Astropecten irregularis
Ähnlichkeit (%) nach SIMPER innerhalb der Gruppe	81%	74%	78%	69%

4.3.3.3 Abundanz und Biomasse

Die mittlere Gesamtabundanz war in Gruppe 2-A mit 2.185 Ind./ha vergleichbar zu Gruppe 1-4 (3.753 Ind./ha), aber deutlich geringer als in den Gruppen 2-B (7.412 Ind./ha) und Gruppe 2-C (9.955 Ind./ha) (Tab. 12). Die mittlere Biomasse (aschefreies Trockengewicht AFTG) wies ein ähnliches Verhältnis zwischen den Gruppen auf und war Gruppe 2-A (5.743 g/ha) und Gruppe 1-4 (5.547 g/ha) geringer als in Gruppe 2-B mit 12.913 g/m² und v.a. Gruppe 2-C (16.519 g/m²).

Die fünf numerisch dominanten Arten unterschieden nur sich gering zwischen den Gruppen: So gehörten *Crangon crangon, Liocarcinus holsatus* und *Asterias rubens* in allen vier Gruppen zu den dominanten Arten. *Metridium dianthus* war die numerisch dominante Art in Gruppe 2-C (Tab. 12).

Die Biomasse (AFTG) wurde durch Arten mit einem hohen Individualgewicht und von abundanten Arten dominiert (Tab. 12). So bestimmten der in geringen Abundanzen vorkommende Taschenkrebs *Cancer pagurus* sowie die numerisch dominanten Arten *Asterias rubens, Liocarcinus holsatus* und *Crangon crangon* in allen Gruppen die Biomasse. Entsprechend ihrer numerischen Dominanz gehörte *Liocarcinus depurator* in den Gruppen 2-A und 2-B ebenfalls zu den Biomasse-dominanten Arten während es in Gruppe 1-4 *Liocarcinus navigator* war.

4.3.3.4 Diversität und Äquität

Die Diversität nach Shannon Wiener war entsprechend der geringen Artenvielfalt in Gruppe 2-A mit 0,98 deutlich geringer als in Gruppe 2-B mit 1,34 und Gruppe 2-C (1,57) sowie 1-4 mit 1,66 (Tab. 12). Die Äquität war in allen Gruppen mit Werten zwischen 0,53 (2-B) und 0,60 (2-A) gering.

4.3.3.5 Charakterarten nach RACHOR et al. (2007)

In Analogie zur Infauna wurde das Verfahren von RACHOR et al. (2007) angewendet, um die Charakterarten der Epifauna für die vier aus der Clusteranalyse resultierenden Gruppen (Abb. 28) zu identifizieren.

Die Analyse ergab für alle vier Gruppen charakteristische Arten (Tab. 13). In jeder Gruppe kommen *Asterias rubens, Crangon crangon* und *Liocarcinus holsatus* als Charakterart vor. In Gruppe 2-B ist *Liocarcinus depurator* eine weitere Charakterart. *Metridium dianthus* und der kleine röhrenbauende Amphipode *Monocorophium acherusicum* sind weitere Arten der Gruppe 2-C während in Gruppe 1-4 noch *Liocarcinus navigator* und *Pagurus bernhardus* Charakterarten darstellen.

Tab. 13: 2 m-Baumkurre: Charakterarten der Epifauna für die vier Stationsgruppen aus der Clusteranalyse nach RACHOR et al. (2007).

2-A	2-В	2-C	1-4
Asterias rubens	Asterias rubens	Asterias rubens	Asterias rubens
Crangon crangon	Crangon crangon	Crangon crangon	Crangon crangon
Liocarcinus holsatus	Liocarcinus holsatus	Liocarcinus holsatus	Liocarcinus holsatus
	Liocarcinus depurator	Metridium dianthus	Liocarcinus navigator
		Monocorophium acherusicum	Pagurus bernhardus

5. Zusammenfassende Charakterisierung der Biotoptypen und Einordnung der Ergebnisse

Anhand der erhobenen Daten und unter Berücksichtigung der vom NLWKN zur Verfügung gestellten SideScan-Daten wird im Folgenden eine Klassifikation der untersuchten Biotope vorgenommen (Kap. 5.1.5). Entsprechend der Vorgaben des NLWKN erfolgt die Ansprache der Biotoptypen anhand vorhandener Klassifikationen, die in Kapitel 5.1 kurz dargestellt werden.¹⁴ Dafür werden die in Kapitel 3 und 4 dargestellten Ergebnisse auf Stationsebene zusammengeführt (s. Tab. 34 im Anhang).

Auf Biotoptypen, die sich anhand der erhobenen Daten nicht klassifizieren lassen (z. B. Sandbänke) bzw. deren Vorkommen anhand der Daten mit Sicherheit auszuschließen sind (auch wenn ausreichend genaue, detaillierte und/oder abgestimmte Definitionen noch nicht vorliegen), wird nicht weiter eingegangen. Aufgrund ihrer besonderen naturschutzfachlichen Bedeutung stehen § 30-Biotope und Biotope mit sessilen epibenthischen Gemeinschaften im Fokus der Pilotstudie.

Zur Einordnung und Absicherung der Ergebnisse werden die faunistischen Ergebnisse mit den Listen charakteristischer Arten der FFH-Lebensraumtypen bzw. der § 30-Biotope verglichen.

5.1 Vorhandene Biotopklassifikationen

5.1.1 **EUNIS**

Die Europäische Umweltagentur (EEA) arbeitet seit ihrem Bestehen an einem einheitlichen, auf biotischen und abiotischen Parametern basierenden Klassifikationsverfahren, nach dem alle europäischen Habitate klassifiziert werden sollen (DAVIES & MOSS 2002). Das Ergebnis ist die EUNIS (European Nature Information System) Habitatklassifikation, die seit 1996 von der EEA zusammen mit dem "European Topic Centre for Nature Protection and Biodiversity (ETC/NPB)" und dem "European Environmental Information Observation Network (Eionet)" entwickelt wird. Informationen Habitaten Datenbank den sind über eine zugänglich (http://eunis.eea.europa.eu/). Das System befindet sich noch in der Entwicklung. Die für marine Gebiete aktuellste Version stammt von 2007 und wurde 2012 sowie 2017 Revisionen unterzogen, die für die deutschen Meeresgebiete aber zu keiner Änderung geführt haben. 15

Die EUNIS-Habitatklassifikation ist ein hierarchisches Klassifikationssystem, das aus verschiedenen Ebenen aufgebaut ist. Die marinen Habitate beruhen auf CONNOR et al. (2004) und DAVIES et al. (2004). Für die deutsche Nordsee sind davon nur die ersten drei auf abiotischen Parametern (v. a. Substrat, aber auch Wassertiefe, Salinität, Exposition) beruhenden Ebenen anwendbar. Die

¹⁴ Wo diese nicht zu einer eindeutigen Zuordnung der untersuchten Stationen ausreichen, werden Vorschläge zu einer Definition gemacht.

¹⁵ https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/habitats; https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/eunis-habitat-classification-review-2017; 1.2.2018

typischen Lebensgemeinschaften treten ab Ebene 4 hinzu. In BILDSTEIN et al. (2014) wurde daher ein Vorschlag zur Weiterentwicklung und Anpassung des Systems an die deutsche Nordsee gemacht (EUNIS+, vgl. Abb. 33).

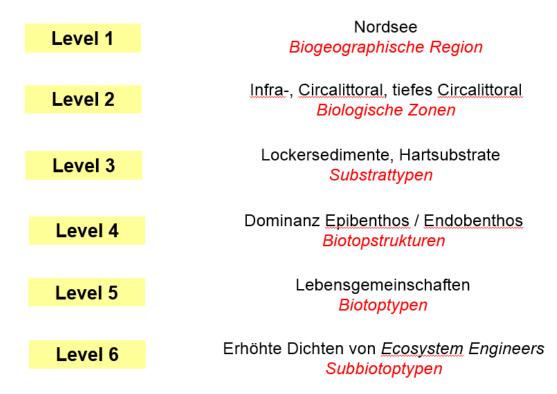


Abb. 33: Hierarchische Ebenen des modifizierten EUNIS-Regelwerks EUNIS+ für die Nordsee (aus BILDSTEIN et al. 2014).

Neben einer hierarchisch angeordneten Anwendung weitestgehend abiotischer (Ebenen 1 bis 3) sowie biotischer (Ebenen 4 bis 6) Regeln zur benthosbiologisch orientierten Strukturierung des Meeresbodens werden bei EUNIS+ die Lebensraumtypen der unterschiedlichen Ebenen begrifflich differenziert. So erfolgt in der ersten Ebene die Zuweisung des interessierenden Gebiets zu einer biogeographischen Region (in diesem Fall die AWZ der deutschen Nordsee), gefolgt von einer Differenzierung gemäß der biologischen Zonen in Ebene 2. Diese unterteilen sich für die deutsche Nordsee in Infralitoral, Circalitoral und tiefes Circalitoral. Die Ebene 3 unterscheidet neben Hartsubstraten insgesamt fünf lebensraumspezifische Substrattypen für Weichböden, unterteilt nach schlickigen Sedimente, fein sandigen bis schlickigen Sedimente, gemischte Sedimente, Feinsande, Mittelsande sowie grobe Sedimente. Gemäß Strukturvorgabe durch HUB wird in Ebene 4 anschließend nach sogenannten Biotopstrukturen differenziert, unterteilt nach Bereichen, die in der Fläche entweder durch Makrophytenbewuchs, das Vorkommen epifaunistischer Organismen oder durch die Endofauna dominiert werden.

Eine erste Anwendung erfolgte in BILDSTEIN et al. (2014) und SCHÖNROCK (2016).

5.1.2 Rote Liste Biotoptypen

Die Biotoptypen der deutschen Nord- und Ostsee werden nach FINCK et al. (2017) hierarchisch nach

- Meeresregion / ökologischer Zone (Ebene 1),
- Tiefenzone (Ebene 2),
- Lebensraumstruktur (Ebene 3),
- biotischer Biotopstruktur (Ebene 4),
- Charakterartengemeinschaften/Taxonomischen bzw. funktionalen Großgruppen (Ebene 5) und
- dominanten Taxa (Ebene 6)

klassifiziert.

Die Biotope des Untersuchungsgebietes sind aufgrund ihrer Lage auf der Ebene 1 dem "Benthal der Nordsee" und auf der Ebene 2 dem "Sublitoralen Benthal der Nordsee" zuzuordnen. Für die Ebenen 3 bis 5 erfolgt die Zuordnung zu den Ebenen anhand des Deckungsgrades oder Anteils von Sedimenten bzw. Epifauna und Gemeinschaftsstruktur bzw. Biomassedominanz (vgl. Tab. 16). Dabei können je nach Ebene die Daten unterschiedlicher Probenahmegeräte ausgewertet werden.

5.1.3 Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen

Im Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen (DRACHENFELS 2016) erfolgt die Klassifikation der marinen Biotope nicht streng hierarchisch. Wesentliche Kriterien sind jedoch auch hier Wassertiefe, Sediment und Morphologie, für einige Biotope ergänzt um die Besiedlung (v. a. bei strukturbildenden Arten).

Die Biotope des Küstenmeeres werden aufgrund ihrer Lage der Haupteinheit "Küstenmeer" (KM) als Teil der Obergruppe "Meer und Meeresküsten" zugeordnet. Innerhalb der beiden Untereinheiten können nach DRACHENFELS (2016) als Zusatzmerkmale die Sedimente des Meeresgrundes, die Strukturen der Meeresvegetation/-fauna (soweit sie keine eigenen Biotoptypen sind) und Deckungsgrade der Pflanzen zur weiteren Differenzierung verwendet werden. Relevant sind hier nur die Zusatzcodes:

- s = Fein- bis Mittelsand bzw. Sandwatt
- k = Grobsand/Kies/Schill: Meeresbereiche mit Grund aus Grobsand, Kies und/oder Ansammlungen von Muschelschalen. Artenreiche Ausprägungen werden entsprechend DRACHENFELS (2016) "im Sinne von § 30 BNatSchG Abs. 2 Nr. 6 v.a. durch einige Tierarten (Borsten-

würmer, Muscheln u.a.) der Goniadella-Spisula-Gemeinschaft gekennzeichnet (vgl. RACHOR & NEHMER 2003)."

• $p = \text{Bestände kolonienbildender Hydroidpolypen ("Seemoos"), v.a. Sertularia cupressina und Hydrallmania falcata. Vorwiegend auf Hartböden dicht unterhalb der Gezeitenzone.$

Lanice-Rasen werden von DRACHENFELS (2016) nicht als Biotoptyp geführt.

Da DRACHENFELS (2016) keine weiteren Angaben zur Ausprägung der Untertypen macht, wird hier vereinfachend davon ausgegangen, dass sie den entsprechenden Typen nach FINCK et al. (2017) entsprechen.

Das "Steinige Riff des Sublitorals" (KMR) ist nach der Definition von DRACHENFELS (2014, 2016) im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden (s. Kap. 5.2.4).

5.1.4 Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe gemäß Kartieranleitung BFN (2011)

Entsprechend der Kartieranleitung des BFN (2011) müssen vorab anhand SideScan abgegrenzte Vorkommen grober Sedimente zur Einstufung als "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" folgende Bedingungen erfüllen:

- "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) von einander getrennt sind, von den sieben Taxa Aonides paucibranchiata, Branchiostoma lanceolatum, Polygordius spp., Protodorvillea kefersteini, Echinocyamus pusillus, Spisula elliptica und Pisione remota mindestens vier vorkommen."

5.1.5 Von sessiler Epifauna geprägte Biotope

Für die von sessiler Epifauna geprägten Biotope existieren bisher keine vollständigen und konsistenten Klassifikationen für das niedersächsische Küstenmeer. Hinweise zu den anzuwendenden Kriterien geben u. a. die Definitionen und Kartierhinweise der FFH-Lebensraumtypen (FFH-LRT, hier relevant: "Riffe"; Code 1170), die inzwischen vorliegende Kartieranleitung des BFN (2018) sowie das Layerkonzept des NLWKN (in KÜFOG 2017).

Riffgemeinschaften

Die Grundlage für die Erfassung des FFH-LRT "Riffe" im Rahmen von Fach- und Biotopkartierungen bildet das Interpretations-Handbuch der Europäischen Kommission (EUROPEAN COMMISSION 2013). In diesem Handbuch werden die FFH-LRT des Anhang I der FFH-Richtlinie charakterisiert.

Auch in den Vollzugshinweisen des NLWKN (DRACHENFELS 2014) werden weitere Hinweise zur Kartierung gegeben, u. a. enthalten sie Listen der charakteristischen Arten (vgl. auch KRAUSE et al. 2008; Zusammenstellung in Tab. 24). Die für den Küsten- und Meeresbereich ausgewiesenen Lebensraumtypen werden je nach Lebensraumtyp anhand von Sediment, Wassertiefe, Morphologie, Tidehub, Salinität und / oder Besiedlung abgegrenzt. Eine konkrete Kartieranleitung für den FFH-LRT "Riffe" im niedersächsischen Küstenmeer liegt nicht vor.

Der Biotoptyp "Riffe" ist nach § 30 BNatSchG gesetzlich geschützt. Allerdings liegt für diesen Biotoptyp bisher nur die Kartieranleitung des BFN (2018) für die AWZ vor. Darin wird für die Nordsee zwischen "Stein- und Blockfeldern" sowie "Marinen Findlingen" unterschieden. Als Riffe sind demnach relativ verstreut liegende Ansammlungen von Steinen und lockere Steinfelder auf Weichsediment unterschiedlicher Korngröße und Einzelsteine > 2 m (Findlinge) anzusprechen. Die Kartieranleitung des BfN sieht für die Identifikation und Abgrenzung folgendes Vorgehen vor:

"Steinfeld/Blockfeld Nordsee": "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 (≥ 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 (≥ 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".

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."

Eine biologische Verifizierung dieses Typs geogener Riffe im Rahmen von Verfahren ist entsprechend der Kartieranleitung nicht erforderlich.

Typ "Marine Findlinge" Nord- und Ostsee: "Im Untersuchungsgebiet erfasste erratische Blöcke, die eine Kantenlänge von mindestens 2 Metern aufweisen, sind geogene Riffe vom Typ "Marine Findlinge" und werden als Punkte digitalisiert. Marine Findlinge weisen nahezu immer eine ausgeprägte epibenthische Besiedlung auf. Daher ist eine biologische Verifizierung dieses Typs geogener Riffe nicht erforderlich."

Im Gegensatz dazu sollen nach DRACHENFELS (2014) in Niedersachsen nur Ansammlungen von großen Steinen (Durchmesser i.d.R. > 64 mm) aus pleistozänem Geschiebe als Riff kartiert werden; auf ebenem Meeresgrund verstreut vorkommende Steine sind dabei explizit ausgenommen.

Entsprechend der Biotopstudie des NLWKN (KÜFOG 2017) beträgt die Mindestgröße für Steine und Fels bei der Kartierung 1 m² (Layer-Konzept des NLWKN).

Lanice-Rasen

Auf den Videotransekten konnte das Auftreten von Hügeln (sog. "Bulten") mit hoher Dichte des Bäumchenröhrenwurmes *L. conchilega* beobachtet werden (Koordinaten s. Tab. 36 im Anhang). Ähnliche Strukturen (Bulten und Senken) ergeben sich im Gezeitenbereich bei dichten Lanice-Vorkommen (DITTMANN 1999). Das Vorhandensein der Struktur zeigt an, dass die Röhren dieses Polychaeten lokal die Strömungsgeschwindigkeit des bodennahen Wassers so verringern, dass es zur Ablagerung von Sediment und Detritus kommt (BORSJE et al. 2014). Das erhöhte Nahrungsangebot wiederum führt zu einer höheren Artenzahl und Abundanz von Makrozoobenthosarten in diesen Flächen. Der Bäumchenröhrenwurm *Lanice conchilega* formt also bei dichten Vorkommen ein gegenüber der Umgebung abgrenzbares Besiedlungsmuster (z. B. VAN HOEY 2007). RABAUT (2009) bezeichnen dichte Lanice-Vorkommen aufgrund der Beeinflussung der bodennahen Hydrografie auch als Lanice-Riffe. Wegen der daraus resultierenden Effekte auf anderen Benthosarten wird *L. conchilega* auch als Ökosystemingenieur bezeichnet.

Die z. B. von BUHR (1979) in der Außenweser nachgewiesenen flächenhaften Massensiedlungen von *Lanice conchilega* mit Dichten von 5.250 bis 30.000 Ind./m² konnten in der jüngeren Vergangenheit zwar nicht mehr bestätigt werden, einzelne Funde mit stark abundanten Vorkommen dieser Art werden aber regelmäßig nachgewiesen (z. B. IBL UMWELTPLANUNG 2002).

In einer aktuellen Biotopstudie des NLWKN für das für das Jade-Weser-Gebiet (KÜFOG 2017) werden flächige eulitorale und sublitorale Lanice-Biotope dargestellt, wenn in einem Bereich von 1 ha mindestens 3 Nachweise mit einer Abundanz von mindestens 100 Ind./m² vorliegen und die Stationen nicht mehr als 300 m voneinander entfernt liegen. Dabei ist aber zu beachten, dass die Biotopstudie auf einer mittel- bis großräumigen Ebene "Verdachtsflächen" identifiziert, während in der vorliegenden Pilotstudie Biotope kleinräumig kartiert werden. Entsprechend der Biotopstudie beträgt die Mindestgröße für Lanice-Rasen bei der Kartierung 1000 m² bzw. 100 m Länge (Layer-Konzept des NLWKN).

Die im Rahmen der vorliegenden Pilotstudie identifizierten Lanice-Rasen mit einer geschätzten Dichte von >200 Ind./m² wiesen die o. g. erforderliche Mindestgröße für Lanice-Rasen auf, waren aber deutlich weniger dicht besiedelt als die historisch belegten Vorkommen. Die identifizierten "Bulten" wiesen Flächen von ca. 1 m^2 auf.

Seemooswiesen

Zu den Habitatbildnern oder sog. "ecosystem engineers" gehören auch Hydrozoen wie *Obelia* spp. und *Sertularia cupressina*, die als primäre Hartsubstratsiedler hoch aufwachsen können und durch ihre dreidimensionale Struktur weiteren Arten (den sekundären Hartsubtratsiedlern) ein Habitat bieten. Zu den an Hydrozoen assoziierten Arten gehören Nacktschnecken, denen die Hydroidpolypen als Nahrungsgrundlage dienen. Auch wenn die Nacktschnecken selber nur selten in den Proben vorkommen, können oftmals ihre an die Hydrozoenstengel befestigten Eigelege beobachtet werden. Des Weiteren siedeln wiederum eine Reihe von kleinen Hydrozoen (*Calycella* spp., *Clytia* spp.) sowie Bryozoen (*Alcyonidium* spp., *Electra* spp.) auf den größeren Hydrozoen. Ebenso sind

eine Reihe kleinerer Crustacea zwischen den Hydrozoenstengeln zu finden. Diese nutzen den Stock entweder als Habitat und bauen z.T. wie *Monocorophium acherusicum* ihre Wohnröhren an die Stengel.

Dichte Seemooswiesen waren u. a. im Sublitoral des niedersächsischen Wattenmeeres weit verbreitet (WAGLER et al. 2009). Auch MEYER & MICHAELIS (1979) beschreiben geschlossene, weitreichende *Sertularia cupressina*-Bestände am Rand der Jade im Eulitoral bzw. flachen Sublitoral. Ähnlich wie andere Biotope mit dreidimensionalen Strukturen bieten sie Lebensraum für eine Sekundärfauna.

Entsprechend der Biotopstudie (KÜFOG 2017) beträgt die Mindestgröße für Seemooswiesen bei der Kartierung 1000 m² bzw. 100 m Länge (Layer-Konzept des NLWKN) bei einer Dichte von >300 Kolonien / m².

5.2 Zuordnung der Stationen zu Biotoptypen

5.2.1 Übersicht

Die Anwendung der vorhandenen Biotop-Klassifikationen erfolgt in einem ersten Schritt anhand der in Tab. 34 im Anhang zusammengestellten Stationsdaten. Wenn erforderlich werden Vorschläge für einzelne Kriterien gemacht bzw. Setzungen getroffen. Da nicht immer Angaben zu Mindestbiotopgrößen gemacht werden, wird dieser Aspekt in einem weiteren Schritt betrachtet. Auf Fragen der Biotopgröße, Stationsanzahl, Beprobungsmethode usw. wird kurz in Kapitel 6 eingegangen.

Tab. 14: Übersicht Biotoptypen (Stationsebene).

Biotoptyp nach						
Station	FINCK et al. (2017)		DRACHENFE	EUNIS		
Station	Bezeichnung	Code	LS (2016)	EOMIS		
1-30-1	Sublitoraler, ebener Sandgrund der Nordsee mit Tellina-Fabula-Gemeinschaft, dominiert von <i>Tellina</i> <i>fabula</i>	02.02.10.02.03.05	KMTs	A5.2		
1-33-2	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMFk	A5.1		
1-34-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMFk	A5.1		
2-37-2-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa	02.02.08.02.01.03 16	KMFk	A5.1		
2-37-2-2	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa	02.02.08.02.01.03 16	KMTk	A5.1		
2-37-3	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMTk	A5.1		
2-38-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMTk	A5.1		
2-39-1	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit Hydroidpolypen (Hydrozoa), z.B. "Seemoos"	02.02.06.01.05.02	KMFk	A5.4		
2-39-2	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMFk	A5.1		
2-39-3	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit vereinzeltem Epibenthos, Weidegängern oder ohne epibenthische Makroflora oder -fauna	02.02.06.02	KMTs	A5.4		
2-39-4	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMTk	A5.1		
3-xx-1	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit vereinzeltem Epibenthos, Weidegängern oder ohne epibenthische Makroflora oder -fauna	02.02.06.02	KMTs	A5.4		
1-06-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa	02.02.08.02.01.03	KMFk	A5.1		
4-11-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa	02.02.08.02.01.03	KMTk	A5.1		
1-33-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMFk	A5.1		
2-39-5	Sublitoraler, ebener Sandgrund der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft	02.02.10.02.04	KMTs	A5.2		
3-xx-3-1	Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee mit Hydroidpolypen (Hydrozoa), z.B. "Seemoos"	02.02.06.01.05.02	KMTs	A5.4		
4-13-3	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa	02.02.08.02.01.03	KMTk	A5.1		
ex4-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMTk	A5.1		
1-36-1	Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	02.02.08.01.02	KMFk	A5.1		
3-xx-3-2	Sublitoraler, ebener Sandgrund der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft	02.02.10.02.04	KMTs	A5.2		

¹⁶ alternativ 02.02.08.02.02 oder neuer Typ 02.02.08.02.01.04 (dominiert von Ensis spp.)

5.2.2 **EUNIS**

Gemäß EUNIS bzw. EUNIS + liegt das gesamte Untersuchungsgebiet in der biogeographischen Region Nordsee (Level 1). Es liegt im Übergangsbereich zwischen Infra- und Circalitoral (Level 2; Gemäß FROST et al. (2010) umfasst das Infralitoral die ständig mit Wasser überdeckten Bereich des Meeresgrunds, an denen mindestens 1% der Sonnenstrahlung diesen erreicht. Das Circalitoral schließt an das Infralitoral an und markiert solche Bereiche des Meeresgrunds, an denen weniger als 1% der Sonnenstrahlung ankommt, aber noch immer eine mechanische Exposition gegenüber der Welleneinwirkung vorhanden ist).

Auf Level 3 (Substrattypen) lassen sich die untersuchten Stationen dem Typ A5.1 (Sublittoral coarse sediment), A5.2 (Sublittoral sand) bzw. A5.4 (Sublittoral mixed sediments) zuordnen (Tab. 15). Die EUNIS-Klassifikation nach DAVIES endet für die deutsche Nordsee mit Level 3, so dass sich bis zu diesem Level die in Tab. 14 zusammengefasst Einteilung ergibt.

EUNIS+ sieht für den folgenden Level 4 in Anlehnung an HUB (HELCOM Underwater Biotope and habitat classification) eine Differenzierung nach sogenannten Biotopstrukturen vor (Dominanz von Makrophytenbewuchs, Vorkommen epifaunistischer Organismen oder Endofauna). Mangels Daten wurde dieser Level in BILDSTEIN et al. (2014) nicht bearbeitet. Level 5 sieht in EUNIS+ eine Differenzierung nach Makrozoobenthos-Gemeinschaften vor (vgl. Kap. 4.2.3.6 und BILDSTEIN et al. 2014). Dieses Vorgehen wurde auch für die Rote Liste der Biotoptypen übernommen (s. unten). Die Level 4, 5 und der in BILDSTEIN et al. (2014) ebenfalls nicht mehr bearbeitete Level 6 werden daher nicht gesondert für EUNIS dargestellt.

Tab. 15: Übersicht EUNIS-Typen Level 3 im Untersuchungsgebiet.

EUNIS-Typ	EUNIS (DAVIES et al. 2004)	EUNIS+ (BILDSTEIN et al. 2014
A5.1 Sublittoral coarse sediment	Coarse sediments including coarse sand, gravel, pebbles, shingle and cobbles.	Grobsande und Mittel- bis Grobsande gemäß LAURER et al. (2014) mit einem Schlickan- teil von höchstens 20%
A5.2 Sublittoral sand	Clean medium to fine sands, <15% silt/clay.	Mittelsande und Feinsande gemäß LAURER et al. (2014) mit einem Schlickanteil von höchstens 20%
A5.4 Sublittoral mixed sediments	Sublittoral mixed (heterogeneous) sediments found from the extreme low water mark to deep offshore circalittoral habitats. These habitats incorporate a range of sediments including heterogeneous muddy gravelly sands and also mosaics of cobbles and pebbles embedded in or lying upon sand, gravel or mud.	Nicht vergeben

5.2.3 Rote Liste Biotoptypen

Die Zuordnung der Stationen zu den Biotoptypen der Roten Liste (FINCK et al. 2017) ist anhand der in Tab. 34 im Anhang zusammengestellten Daten zu Sediment und Gemeinschaft möglich. Für die Ebene 6 bzw. für die Ebene 5 (Verwendung, wenn eine Zuordnung zu einer der Gemeinschaften nach RACHOR & NEHMER (2003) bzw. BILDSTEIN et al. (2014) nicht möglich sein sollte), erfolgt die weitere Klassifikation anhand der biomassedominanten Taxa. Da sowohl Frischgewicht als auch aschefreies Trockengewicht bestimmt wurden, wird bei unterschiedlichen Dominanzen der verschiedenen Gewichte die jeweils eindeutigere Zuordnung verwendet. Bei einer Biomassedominanz von Echinodermata, die nach FINCK et al. (2017) ignoriert wird, wird keine Dominanz angegeben.

Für die Zuordnung, die immer so detailliert wie möglich erfolgt, muss auf alle eingesetzten Probenahmegeräte zurückgegriffen werden (s. Tab. 16). Die Lage der Biotope nach Stationen ist in Abb. 41 dargestellt, die Zuordnung in Tab. 14.

Tab. 16: Bezeichnung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Biotoptypen nach FINCK et al. (2017) inkl. Klassifikationskriterien und Probenahmegeräten.

Bezeichnung	Kriterien	Probenahmegerät
Ebene 3		
Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee	5-90 % Steine oder Schill	Video
Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee	>20 % Kies oder >50 % Kies + Grobsand	Video, Greifer
Sublitoraler, ebener Sandgrund der Nordsee	alle anderen Sedimente mit <20 % Ton/Schluff	Greifer, (Video)
Ebene 4		
[Ebene 3] mit Epibenthos	Deckung Epibenthos ≥5 %	Video, 2 m-Baumkurre, (Greifer)
[Ebene 3] mit Infauna	Deckung Epibenthos ≤1 %	Video, 2 m-Baumkurre, (Greifer)
[Ebene 3] mit vereinzeltem Epibenthos	Deckung Epibenthos >1 - <5 % (Endklasse)	Video, 2 m-Baumkurre, (Greifer)
Ebene 5/6		
[Ebene 3] dominiert von <i>Tellina</i> fabula	>50 % der Biomasse	Greifer
[Ebene 3] mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"	>5 % Deckung	Video
[Ebene 3] mit endobenthischen Muscheln (Bivalvia) bzw. dominiert von <i>Ensis</i> spp. (neuer Typ)	>50 % der Biomasse	Greifer
[Ebene 3 bei Mischsubstrat] mit Hydroidpolypen (Hydrozoa), z.B. "Seemoos"	vorherrschendes Taxon	Video
[Ebene 3] mit Goniadella- Spisula-Gemeinschaft	eindeutige Zuordnung anhand der Charakterarten	Greifer
[Ebene 3] mit Tellina-Fabula- Gemeinschaft (nach neuer Nomenklatur eigentlich Fabulina-Fabula-Gemeinschaft)	eindeutige Zuordnung anhand der Charakterarten	Greifer

5.2.4 Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Übergangsbereich zwischen den Untereinheiten "Tiefwasserzone des Küstenmeeres" (KMT) und "Flachwasserzone des Küstenmeeres" (KMF), die anhand der 20 m-Tiefenlinie, die auch zur Abgrenzung des FFH-LRT 1160 herangezogen wird, getrennt werden.

Entsprechend der Sedimente (s. Tab. 34 im Anhang) lassen sich die Stationen im Untersuchungsgebiet in die Untertypen mit Fein- bis Mittelsand (Zusatzcode s) und Grobsand/Kies/Schill (Zusatzcode k, hier in der artenreichen Ausprägung) einteilen. Bestände kolonienbildender Hydroidpolypen (Zusatzcode p) kommen zwar vor, jedoch in Anlehnung an das Layerkonzept des NLWKN nicht in einer ausreichenden Dichte, um als eigener Biotoptyp erfasst zu werden (s. Kap. 5.2.6).

Da die Steine im Untersuchungsgebiet als auf ebenem Meeresgrund verstreut vorkommende Steine nach DRACHENFELS (2014) explizit nicht als FFH-LRT "Riff" bzw. Biotoptyp "Steiniges Riff des Sublitorals" (KMR) eingestuft werden, kommt dieser Biotoptyp nach DRACHENFELS (2016) im Untersuchungsbiet nicht vor.

5.2.5 Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe gemäß Kartieranleitung BFN (2011)

Ein Fokus der Pilotstudie ist das Vorkommen von KGS-Gründen entsprechend der Kartieranleitung des BFN (2011) für die AWZ und die Einschätzung, ob die Anwendung im niedersächsischen Küstenmeer sinnvoll möglich ist. Da für die Identifizierung dieses Biotoptyps in jüngerer Zeit umfangreiche Untersuchungen in unterschiedlichen Regionen durchgeführt wurden, erfolgte als erster Schritt ein großräumiger Vergleich der benthischen Besiedlungsstrukturen. Hierdurch soll überprüft werden, wie sich die makrozoobenthische Besiedlung der KGS-Vorkommen im Küstenraum im Vergleich zu KGS-Vorkommen aus anderen Teilräumen der südlichen Nordsee einordnen lässt. Auf dieser Grundlage wird betrachtet, ob die Kriterien für die Ausweisung von KGS-Gründen, welche in der Kartieranleitung des BFN (2011) für die AWZ benannt sind, auf die Küstengewässer (Borkum Riffgrund) übertragbar sind.

5.2.5.1 Exkurs: Großräumiger Vergleich von KGS-Vorkommen

Für den Vergleich standen inkl. der im Rahmen der Pilotstudie gewonnenen Daten insgesamt Makrozoobenthosdaten von 520 Stationen zur Verfügung (s. Tab. 17), die mit einem van-Veen-Greifer (Standard 0,1 m², 1 mm Siebmaschenweite) beprobt wurden und deren Nutzung für diesen Bericht von den zuständigen Behörden bzw. Firmen gestattet wurde. Der Vergleich umfasst neben der Pilotstudie folgende Untersuchungen:

- vorhabenbezogene Untersuchungen aus dem Gebiet Borkum Riffgrund (BIOCONSULT 2011, 2015); Küstenmeer und AWZ
- aktuelle Untersuchung aus dem Küstenmeer südlich des Borkum Riffgrundes in Bereichen mit ebenfalls groben Sedimenten (vorliegende Studie)
- aktuelle Untersuchungen des BfN aus dem AWZ-Teil des Borkum Riffgrundes
- Untersuchungen zu KGS-Verdachtflächen aus dem Sublitoral des nordfriesischen Wattenmeeres (BIOCONSULT 2018).

Die Rahmendaten der zur Verfügung stehenden Datensätze sind in Tab. 17 dargestellt. Da der Vergleich auf eine Gegenüberstellung von groben Sedimenten (KGS) abzielte, wurden nur Stationen ausgewertet, deren vorherrschendes Sediment in Anlehnung an die Kartieranleitung des BFN (2011) als "KGS" (hier: mindestens 50 % des Greiferinhaltes bestehen aus Kies, Grobsand und/oder Schill) klassifiziert wurde. Für den Vergleich von KGS-Stationen standen nach dieser Auswahl von den insgesamt 520 Stationen noch 34 sublitorale Stationen aus dem niedersächsichen Küstenmeer, 84 Stationen aus der AWZ und 86 Stationen aus dem schleswig-holsteinischen Wattenmeer zur Verfügung (Tab. 17). Die Lage der KGS-Stationen ist in Abb. 34 dargestellt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Parallelen pro Station und der Probenahmezeitpunkt zwischen den Untersuchungen z.T. unterschiedlich waren.

Tab. 17: Rahmendaten der Vergleichsuntersuchungen (alle Daten BioConsult; Quellen s. Text).

^{** 14} Stationen wurden mit 3 Greifer-Parallelen beprobt

Datensatz	Daten- quelle	Lokation	Zeitraum Probenahme	n Statio- nen	n Paralle- len/ Station	n KGS- Statio- nen*
BfN Cluster 4	BfN / AWI	AWZ	Jul 2012	18	3	3
Borkum Riffgrund	BfN	AWZ	Dez 2012	10	3	1
Borkum Riffgrund	BfN	AWZ	Aug 2017	143	1 (3)**	53
COBRA-Cable	TenneT	AWZ	Okt 2014	40	3	15
Kabelbeprobung "Harfe"	TenneT	AWZ	Mai 2011	54	3	12
Kabelbeprobung "Harfe"	TenneT	Küstenmeer	Mai 2011	54	3	19
Pilotstudie	NLWKN	Küstenmeer	Nov 2017	21	2	15
KGS Schleswig-Holstein	LKN-SH	Wattenmeer	Nov 2016	180	1	86

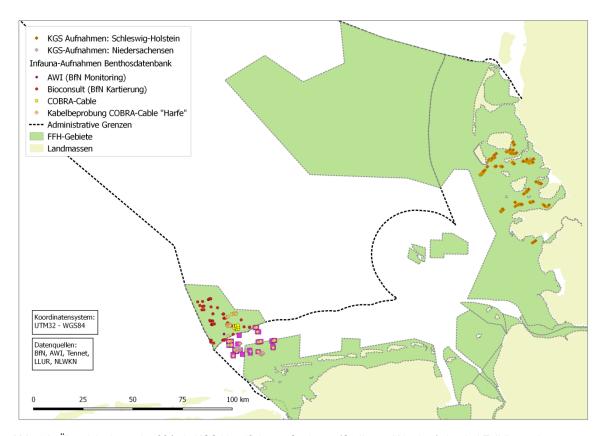


Abb. 34: Übersichtskarte der 204 als KGS klassifizierten Stationen (Sediment-Kriterium) der drei Teilräume der südlichen Nordsee: AWZ (Borkum Riffgrund), Küstenmeer (Borkum Riffgrund) und nordfriesisches Wattenmeer

^{*} Als KGS-Station wurden alle Stationen bezeichnet, deren Anteil an Kies, Grobsand oder Schill im Mittel pro Station >50 % betrug. Diese Klassifizierung erfolgte in Anlehnung an die Kartieranleitung des BfN unabhängig von der Anzahl der Greifer-Parallelen.

Um die Datensätze vergleichbar zu machen, erfolgte eine Anpassung der Rohdaten in Form einer Vereinheitlichung der taxonomischen Nomenklatur (Abgleich der Namengebung in worms). Um darüber hinaus ggf. vorhandene methodische Unterschiede der verschiedenen Datensätze weitestgehend zu eliminieren, wurden die Daten im Vorfeld der multivariaten Analyse angepasst: So hat sich z. B. bei einigen Gattungen die Anzahl potenzieller Arten durch neue Bestimmungsliteratur verändert: innerhalb der Gattungen *Malmgreniella-Malmgrenia-Harmothoe* kommen nach neuer Literatur deutlich mehr Arten vor als noch in dem Standardwerk für die Identifizierung von Polychaeten (HARTMANN-SCHRÖDER 1996) gelistet. In solchen Fällen wurde einheitlich die Bezeichnung *Malmgrenia* spp. verwendet. Ebenso wurden bei einigen Taxa solche Einträge gelöscht, bei denen eine Bestimmung nur auf sehr niedrigem Niveau taxonomischen Level (z.B. Decapoda indet., Brachyura) möglich gewesen war oder es wurden Arten und Gattungen zusammengefasst.

Großräumiger Vergleich: Multivariate Analysen

In Abb. 35 ist die Arten-Abundanzstruktur an den 204 KGS-Stationen aus den drei Betrachtungsräumen als MDS-Plot dargestellt. Hierbei wird die Abtrennung der Wattenmeer-Stationen von den Stationen des Küstenmeeres und der AWZ deutlich, während sich die KGS-Stationen der AWZ und der Küste enger zueinander gruppieren. Eine separate Darstellung der Arten-Abundanzstruktur im Küstenmeer und der AWZ ist als MDS-Plot in Abb. 36 dargestellt, wobei die obere "Wolke" der Küstenmeer-Stationen (blaue Symbole) 12 Stationen dieser Untersuchung umfasst. Die Analyse zeigt, dass grobe Sedimente der AWZ und des Küstenmeeres grundsätzlich eine ähnliche Besiedlungsstruktur aufweisen.

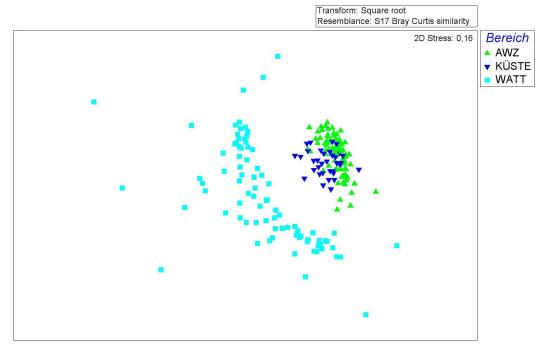


Abb. 35: MDS-Plots der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos (alle Arten/Taxa) an den 204 KGS-Stationen in den drei betrachteten Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer.

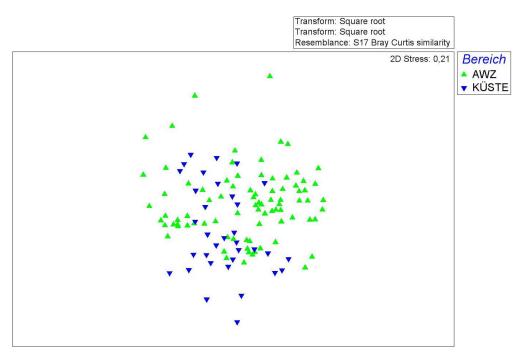


Abb. 36: MDS-Plots der Arten-Abundanzstruktur des Makrozoobenthos (alle Arten/Taxa) an den 119 KGS-Stationen in den zwei betrachteten Teilräumen AWZ und Küstenmeer.

Nach ANOSIM bestehen trennbare Besiedlungsstrukturen nur zwischen den KGS-Stationen der AWZ und des Wattenmeeres, wie der R-Wert von 0,594 anzeigt (Tab. 18). Dagegen sind die Unterschiede in den Besiedlungsstrukturen zwischen Küste und AWZ, aber auch zwischen Küste und Wattenmeer nur gering (R-Wert um 0,2).

Tab. 18: Ergebnisse der ANOSIM-Statistik zwischen den dominanten Sedimenttypen der Stationen. Deutlich voneinander trennbare Bereiche (R-Wert) sind fett hervorgehoben.

Gruppen	R-Wert	p-Wert
AWZ, KÜSTE	0,221	0,001
AWZ, WATT	0,594	0,001
KÜSTE, WATT	0,213	0,001

Aus Tab. 32 geht hervor, dass die KGS-Stationen der Teilräume AWZ und Küstenmeer mit rd. 39 % und 42 % eine deutlich höhere gruppeninterne Ähnlichkeit nach SIMPER aufweisen als die Stationen des Wattenmeeres, für die eine Ähnlichkeit von nur rd. 13 % berechnet wurde.

Tab. 19: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer gruppeninternen Ähnlichkeit der KGS-Stationen in den Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben. Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 70 % der gruppeninternen Ähnlichkeit beigetragen haben.

Gruppe AWZ, 38,99 % Ähnlichkeit						
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%	
Aonides paucibranchiata	16,67	10,19	1,93	26,14	26,14	
Branchiostoma lanceolatum	11,49	5,64	1,48	14,47	40,61	
Glycera lapidum	8,57	4,8	1,79	12,32	52,92	
Goodallia triangularis	4,06	1,91	0,64	4,89	57,81	
Spio symphyta	4,1	1,61	0,8	4,13	61,94	
Lanice conchilega	5,76	1,45	0,65	3,71	65,65	
Nephtys cirrosa	2,32	1,3	0,6	3,33	68,98	
Polycirrus medusa	3,86	1,07	0,64	2,74	71,72	
Gruppe Küstenmeer, 41,62 %	Ähnlichkeit					
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%	
Branchiostoma lanceolatum	6,25	4,56	1,71	10,95	33,46	
Lanice conchilega	6,5	3,64	1,1	8,74	42,2	
Goodallia triangularis	4,73	2,94	0,98	7,06	49,26	
Ophelia spp.	5,88	2,86	0,68	6,87	56,13	
Glycera lapidum	3,84	2,3	1,08	5,53	61,65	
Nephtys cirrosa	2,9	2,06	0,92	4,95	66,6	
Scoloplos armiger	4,09	1,54	0,81	3,69	70,29	
Gruppe Wattenmeer, 12,92 %	% Ähnlichkeit					
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%	
Nephtys cirrosa	2,14	3,64	0,39	28,19	28,19	
Anthozoa indet.	5,76	1,84	0,39	14,25	42,44	
Ophelia borealis	0,99	1,15	0,21	8,94	51,38	
Scoloplos armiger	3,11	1,11	0,31	8,61	59,99	
Conopeum reticulum	1,4	0,8	0,36	6,16	66,15	
Nephtys caeca	1,24	0,67	0,28	5,16	71,31	

Der Beitrag einer Art zur kumulativen Unähnlichkeit von 50 % zwischen zwei Gruppen ist in Tab. 33 gelistet. Die Unterschiede zwischen AWZ und Küstenmeer beruhen auf Abundanzunterschieden mehrerer Arten, deren artspezifischer Beitrag zur Gesamtunähnlichkeit jeweils unterhalb von 8 % lag. So war die Abundanz (4. Wurzel) charakteristischer Grobsand-Arten (*Aonides paucibranchiata, Branchiostoma lanceolatum, Glycera lapidum*) in der AWZ höher als im Küstenmeer. Dagegen waren *Ophelia* spp. und *Scoloplos armiger* im Küstenmeer häufiger. Das Wattenmeer unterschied sich von Küstenmeer und AWZ durch u.a. das Fehlen "typischer KGS-Arten" Arten (z.B. *Aonides paucibranchiata, Branchiostoma lanceolatum, Goodallia triangularis*).

Tab. 20: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen KGS-Stationen in den Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben.

Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 50 % der Unähnlichkeit zwischen den Gruppen beigetragen haben.

	AWZ	Küstenmeer				
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	16,67	13,39	4,67	1,3	7,11	7,11
Branchiostoma lanceolatum	11,49	6,25	3,59	1,33	5,47	12,58
Lanice conchilega	5,76	6,5	3,09	1,31	4,7	17,28
Ophelia spp.	1,04	5,88	2,81	1,04	4,27	21,56
Glycera lapidum	8,57	3,84	2,73	1,64	4,16	25,72
Goodallia triangularis	4,06	4,73	2,25	1,08	3,43	29,15
Scoloplos armiger	2,18	4,09	1,92	0,98	2,92	32,07
Spio symphyta	4,1	1,48	1,78	1,02	2,71	34,78
Asterias rubens	4,14	0,19	1,68	0,86	2,55	37,33
Polycirrus medusa	3,86	0,21	1,64	0,87	2,5	39,83
Protodorvillea kefersteini	3,37	2,28	1,63	1,06	2,48	42,3
Spisula elliptica	1,99	2,91	1,42	1,03	2,16	44,46
Nephtys cirrosa	2,32	2,9	1,24	1,2	1,89	46,35
Malmgrenia spp.	1,28	2,7	1,24	1,24	1,88	48,23
Echinocardium cordatum	2,75	0,41	1,22	0,54	1,86	50,09
Tronnarton	AWZ	Wattenmeer				
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	16,67	0	10,93	1,81	11,52	11,52
Branchiostoma lanceolatum	11,49	0	7,06	1,55	7,45	18,97
Glycera lapidum	8,57	0,04	5,26	2,03	5,55	24,51
Goodallia triangularis	4,06	0	3,33	0,75	3,51	28,02
Lanice conchilega	5,76	0,51	3,03	0,91	3,19	31,21
Anthozoa indet.	0,16	5,76	2,77	0,65	2,92	34,14
Spio symphyta	4,1	0,04	2,67	0,91	2,81	36,95
Polycirrus medusa	3,86	0,04	2,15	0,82	2,27	39,21
Asterias rubens	4,14	0,15	2,14	0,82	2,25	41,47
Scoloplos armiger	2,18	3,11	2,06	0,97	2,17	43,64
Nephtys cirrosa	2,32	2,14	2,05	0,95	2,16	45,8
Protodorvillea kefersteini	3,37	0	1,79	0,81	1,89	47,69
Bodotria scorpioides	0,31	4,51	1,75	0,5	1,85	49,54
Ensis ensis	2,55	0	1,5	0,86	1,59	51,12
Trennarten	Küstenmeer	Wattenmeer				
Tremlaten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	13,39	0	10,1	1,71	10,91	10,91
Branchiostoma lanceolatum	6,25	0	4,88	1,57	5,27	16,18
Lanice conchilega	6,5	0,51	4,76	1,27	5,13	21,31
Ophelia spp.	5,88	0	4,55	0,93	4,91	26,22
Goodallia triangularis	4,73	0	4,01	1,03	4,33	30,55
Anthozoa indet.	0,82	5,76	3,24	0,74	3,49	34,04
Scoloplos armiger	4,09	3,11	3,21	1,04	3,47	37,51
Glycera lapidum	3,84	0,04	2,91	1,31	3,14	40,66
Nephtys cirrosa	2,9	2,14	2,41	1,1	2,6	43,25
Spisula elliptica	2,91	0,07	2,15	0,86	2,33	45,58
Goniadella bobrezkii	2,52	0,81	2,06	1,04	2,22	47,8
Malmgrenia spp.	2,7	0,04	1,93	1,17	2,08	49,88
Bodotria scorpioides	0,12	4,51	1,86	0,49	2,01	51,89

Großräumiger Vergleich: Univariater Parameter

Innerhalb dieses Kapitels erfolgt für die KGS-Stationen eine Gegenüberstellung univariater Parameter der drei Teilräume (AWZ, Küstenmeer, Wattenmeer).

Für den großräumigen Vergleich wurde nicht wie in Kap. 2.3.2 beschrieben die "echte" Artenzahl ermittelt, sondern vor dem Hintergrund des damit verbundenen hohen zeitlichen Aufwandes lediglich die Taxazahl betrachtet. Von den insgesamt 269 Taxa aus 16 Großgruppen des Gesamtdatensatzes KGS-Stationen wurden in der AWZ mit 193 Taxa deutlich mehr Taxa bestimmt als im Küstenmeer mit 139 Taxa und im nordfriesischen Wattenmeer mit 125 Taxa (Tab. 21).

Die höhere Vielfalt der AWZ zeigt sich nicht in der mittleren Taxazahl pro Station (Tab. 21), da viele Arten nur mit geringer Stetigkeit vorkamen: Mit durchschnittlich 23,4 Taxa in der AWZ bzw. 24,5 Taxa im Küstenmeer wiesen beide Bereiche sehr ähnliche Werte auf während das Mittel im Wattenmeer mit 9,0 Taxa deutlich geringer war. Ein ähnliches Verhältnis ergab sich für die mittlere Gesamtabundanz (ohne Hydrozoa und Bryozoa), die in der AWZ mit 1.231 Ind./m² und im Küstenmeer mit 1.172 Ind./m² sehr ähnliche Werte aufwiesen, die höher als im Wattenmeer mit 610 Ind./m² sind. Die Diversität in AWZ und Küstenmeer war mit 2,8 identisch und entsprechend der Artenvielfalt und Abundanz höher als im Watt mit 1,63. Die Äquität war mit Werten zwischen 0,91 und 0,94 überall hoch.

Die numerisch dominanten Arten sind entsprechend ihrer Rangfolge in Tab. 21 gelistet. Insgesamt besteht trotz der z.T. unterschiedlichen Beprobungszeiträume eine hohe Übereinstimmung zwischen den dominanten Arten der AWZ und des Küstenmeeres Borkum Riffgrund, da insgesamt 6 der 10 gelisteten Arten identisch sind. Der Polychaet *Aonides paucibranchiata* stellte die numerisch dominante Art beider Gebiete. Im Wattenmeer dominierten dagegen andere Arten wie z.B. Cumacea (*Bodotria scorpioides*), Anthozoa indet. oder Seepocken (*Balanus crenatus*) die Abundanz.

Tab. 21: Vergleich der Besiedlungskennwerte für die KGS-Stationen aus den drei Teilräumen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer

Kenngröße	AWZ	Küstenmeer	Wattenmeer
n Stationen	84	34	86
n Greifer	174	87	86
Gesamttaxazahl	193	139	125
mittlere Taxazahl/Station	23,4	24,5	9,0
millere Gesamtabundanz (Ind./m²)	1.231	1.172	610
Diversität (H')	2,8	2,8	1,63
Äquität (J)	0,91	0,92	0,34
	Aonides paucibranchiata	Aonides paucibranchiata	Bodotria scorpioides
	Branchiostoma lanceolatum	Lanice conchilega	Anthozoa indet.
	Glycera lapidum	Ophelia spp.	Balanus crenatus
	Lanice conchilega	Branchiostoma lanceolatum	Monocorophium acherusicum
Rangfolge der 10 numerisch	Asterias rubens	Scoloplos armiger	Tubificoides benedii
dominanten Arten	Echinocardium cordatum	Goodallia triangularis	Scoloplos armiger
	Polycirrus medusa	Glycera lapidum	Cheirocratus sundevallii + spp.
	Spio symphyta	Spisula elliptica	Phyllodoce mucosa
	Goodallia triangularis	Nephtys cirrosa	Mytilus edulis
	Protodorvillea kefersteini	Protodorvillea kefersteini	Crepidula fornicata
gruppeninterne Ähnlichkeit nach SIMPER	39	42	13

5.2.5.2 Übertragbarkeit der Kartieranleitung des BfN auf die Küstengewässer des Borkum Riffgrundes

Eine Frage dieser Untersuchung war, ob die faunistischen Kriterien für die Ausweisung von KGS-Gründen, welche in der Kartieranleitung des BFN (2001) für die AWZ benannt sind, auf das Küstenmeer übertragbar sind. Die folgende Auswertung beschränkt sich daher auf die in der Kartieranleitung genannten Kriterien zum Sediment und zur Besiedlung. Da nicht immer drei Parallelen pro Station bzw. drei Sedimentproben pro Station vorlagen und eine entsprechend Kartieranleitung vorgesehene Zusammenfassung von Stationen zu Vorkommen nicht möglich war, werden abweichend zur Kartieranleitung als KGS-Station alle Stationen bezeichnet, deren Anteil an Kies, Grobsand oder Schill im Mittel pro Station unabhängig von der Anzahl der Greifer-Parallelen >50% betrug. Bezüglich der Besiedlung wird eine Station als "artenreich" eingestuft, wenn sie entsprechend Kartieranleitung mindestens 4 der charakteristischen Taxa pro Station aufwies. Da entsprechend Kartieranleitung bereits ein Vorkommen von mindestens 4 der charakteristischen Taxa an drei Stationen ausreichen würde, wird zum Vergleich wie auch in BIOCONSULT (2017) das Vorkommen von mindestens 2 der charakteristischen Taxa pro Station als ausreichend angesehen.

Auf Basis der hier betrachteten Daten kommen an den nach ihrer Sedimentzusammensetzung als potenzielle KGS-Stationen eingestuften Stationen alle für die AWZ als charakteristisch eingestuften Taxa auch im Küstenmeer (hier: südlicher Borkum Riffgrund) vor, während im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer nur eine dieser Arten mit zwei Exemplaren vertreten war. Das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer wird daher von diesem Teil der Analyse ausgeschlossen.

Ein Vergleich der mittleren Abundanz der 7 Taxa (Tab. 22) zeigt, dass einige Taxa in beiden Untersuchungsgebieten in vergleichbaren Dichten vorkommen. Lediglich der Zwergseeigel *Echinocyamus pusillus* kam im Küstenmeer nur an einer KGS-Station vor. Dies deutet darauf hin, dass die Erfassungswahrscheinlichkeit für *Echinocyamus pusillus* im Küstenmeer sehr gering ist. Im Rahmen der Pilotstudie wurde diese Art als einzige der 7 Taxa nicht nachgewiesen. Auch die Abundanzen des Lanzettfischchens *Branchiostoma lanceolatum*, von *Aonides paucibranchiata* und von *Protodorvillea kefersteini* waren im Küstenmeer im Mittel sehr viel geringer als in der AWZ und bei den in der Gruppe der Küstenmeerstationen enthaltenen Stationen der Pilotstudie noch einmal geringer.

Tab. 22: KGS-Kartieranleitung: Mittlere Abundanz (Ind./m²) der 7 Taxa, die nach Kartieranleitung des BFN (2011) KGS-Gründe charakterisieren (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand).

	Mittelwert Ind./m ²					
Taxon/Art	AWZ	KÜSTE (inkl. Pilotstudie)	Pilotstudie			
Spisula elliptica	8,7	18,7	2,3			
Branchiostoma lanceolatum	195,3	55,0	31,3			
Echinocyamus pusillus	3,4	0,3	0,0			
Aonides paucibranchiata	343,2	260,2	102,3			
Pisione remota	7,2	5,1	5,7			
Protodorvillea kefersteini	29,6	12,2	4,7			
Polygordius spp.	1,7	3,2	3,3			

Bezüglich der für die Einstufung nach Kartieranleitung ausschlaggebenden Stetigkeit der Arten zeigten sich außer für *Echinocyamus pusillus* keine Unterschiede zwischen AWZ und Küstenmeer (Abb. 37).

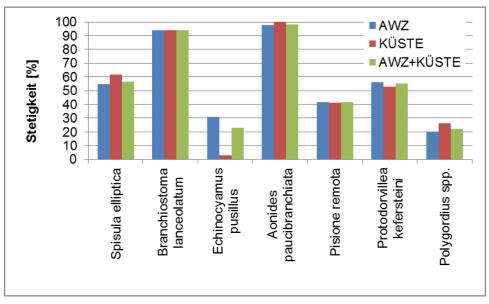


Abb. 37: KGS-Kartieranleitung: Stetigkeit der 7 Taxa, die nach Kartieranleitung des BFN (2011) KGS-Gründe charakterisieren (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand).

Die Pilotstudie zeigt gleichzeitig, dass auch im Küstenmeer ein Zusammenhang zwischen Sediment und Vorkommen der "KGS-Taxa" besteht. So kamen diese Taxa fast ausschließlich an Stationen mit einem Kies-/Grobsandanteil >50 % vor und dort in der Regel auch mit mindestens 2 Taxa/Station (Abb. 38).

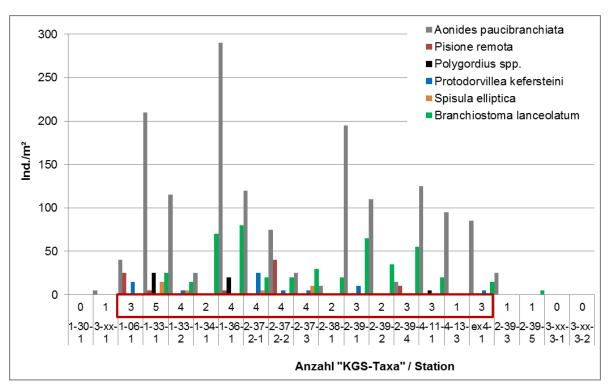


Abb. 38: KGS-Kartieranleitung: Abundanzen und Anzahlen der "KGS-Taxa" nach BFN (2011) pro Station. Roter Kasten: Grobsand-Kiesanteil >50 %.

Es lässt sich daher zusammenfassend feststellen, dass sich die Kriterien der Kartieranleitung des BfN, die ursprünglich für die AWZ entwickelt wurden, auch auf den hier untersuchten westlichen Teil des Küstenmeeres von Niedersachsen übertragen lassen. Eine Anpassung des Sediment-Kriteriums ist aus den o. g. Gründen nicht erforderlich.

Aufgrund der ähnlichen Stetigkeit von 6 der 7 Taxa ist trotz der z. T. geringeren Abundanzen der Taxa eine Erfüllung des Art-Kriteriums auch für Verdachtsflächen im Küstenmeer anzunehmen. Da mit *Echinocyamus pusillus* eines der sieben Taxa im Küstenmeer kaum vorkommt, wäre bei einer auf das niedersächsische Küstenmeer angepassten Kartieranleitung eine Streichung dieser Art zwar möglich, u.E. aber nicht erforderlich. Wie Abb. 39 zeigt, kam an allen ausgewerteten Stationen mit >50 % Kies/Grobsand mindestens ein "KGS-Taxon" vor. Die aus der Kartieranleitung ableitbare Anzahl von mindestens 2 "KGS-Taxa" wurde an 94 % (AWZ) bzw. 97 % (KÜSTE) der Stationen erreicht, mindestens 4 "KGS-Taxa" an 60 % (AWZ) bzw. 56 % (KÜSTE) der Stationen. Eine Anpassung der erforderlichen Mindestanzahl (4 aus 6 verbleibenden Taxa pro Vorkommen) erscheint daher nicht erforderlich, v. a. da *Echinocyamus pusillus* auch in der AWZ zu den eher seltenen "KGS-Taxa" gehört.

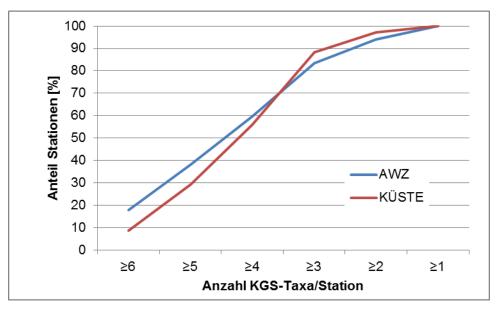


Abb. 39: KGS-Kartieranleitung: Anteil der beprobten Stationen und Anzahl der "KGS-Taxa" pro Station (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand).

Die vorherigen Abschnitte haben gezeigt, dass im Küstenmeer (Borkum Riffgrund) die bewertungsrelevanten Charakterarten für KGS-Gründe zwar größtenteils vorhanden sind, ihre Abundanz im Vergleich zur AWZ aber teilweise geringer ist. Um zu überprüfen, ob andere charakteristische Arten der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft in den Küstengewässern als potenzielle Charakterarten für KGS-Gründe zu werten sind, ist die Stetigkeit und mittlere Abundanz dieser in RACHOR & NEHMER (2003) gelisteten Arten in Tab. 23 für das Untersuchungsgebiet und die beiden Vergleichsdatensätze aus der AWZ und dem schleswig-holsteinischen Wattenmeer (s. o.) zusammengestellt. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass in der Pilotstudie insgesamt 5 Arten im Untersuchungsgebiet vertreten sind, die in RACHOR & NEHMER (2003) entweder als Charakterarten (*Goodallia triangularis*, *Spisula solida*) oder Begleitarten (*Glycera lapidum, Nephtys caeca, Goniadella bobrezkii*) der zwei Ausprägungen der *Goniadella-Spisula-*Gemeinschaft gelistet sind. Diese Arten kamen auch in den Vergleichsdatensätzen mit einer vergleichbaren Stetigkeit bzw. mittleren Abundanz vor (s. Tab. 23).

Der Polychaet *Glycera lapidum* kommt in allen betrachteten Gebieten mit hoher Stetigkeit und insbesondere im Küstenmeer auch mit vergleichsweise hoher Abundanz (23,9 Ind./m²) vor. Die Art ist eine charakteristische Art der *Goniadella-Spisula-*Gemeinschaft auf Grobsand-Kies (RACHOR & NEHMER 2003). ARMONIES (2010) listet sie als Leitart für Grobsand-Kies-Gemische, was entsprechend der genannten Leitartenermittlung durch diese Untersuchung bestätigt wird (s. Tab. 31). Zusätzlich wurde *Glycera lapidum* in dieser Untersuchung als Charakterart der Stationsgruppe gS-2 (Grobsand-Kies) ermittelt.

Die Muschel *Goodallia triangularis* ist ebenfalls stetig und mit höherer Abundanz vertreten. Nach RACHOR & NEHMER (2003) ist sie eine Charakterart der *Goniadella-Spisula-*Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand. In dieser Pilotstudie wurde sie als Charakterart der Stationsgruppen gS-1 und der Mischsedimente (fS-mS-gS) ermittelt. Der Leitartenansatz nach ARMONIES (2010) und diese Studie (s. Tab. 31) zeigt die höchste Abundanz in Grobsand.

Die Polychaeten Nephtys caeca und Goniadella bobrezkii sind charakteristische Arten der Goniadella-Spisula-Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand (RACHOR & NEHMER 2003) und in den Küstengewässern regelmäßig mit mittlerer Abundanz auf den KGS-Stationen vertreten. In dieser Pilotstudie wurde Nephtys caeca als Charakterart der Stationsgruppen gS-2 ermittelt. Der Leitartenansatz zeigte ein gleichmäßiges Vorkommen von Nephtys caeca in Mittelsand, Grobsand und Kies; in ARMONIES (2010) ist die Art nicht gelistet. Goniadella bobrezkii ist nach ARMONIES (2010) eine Leitart für Grobsand-Mittelsand; in der Pilotstudie wurde sie als Leitart für Kies ermittelt (s. Tab. 31).

Die Muschel *Spisula solida* ist nach RACHOR & NEHMER (2003) eine Charakterart der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft auf grobsandigem Mittelsand und wurde in der Pilotstudie auch als Charakterart der Stationsgruppe gS-2 ermittelt. Sie kommt im Gebiet jedoch nur mit mittlerer Stetigkeit vor (Tab. 24) und zeigte eine Häufung in Grobsand (s. Tab. 31).

Eine Aufnahme einiger oder aller genannten fünf Arten in eine niedersächische Kartieranleitung für das niedersächsische Küstenmeer wäre möglich, ist .E. aber nicht erforderlich.

Tab. 23: KGS-Kartieranleitung: Stetigkeit (%) und mittlere Abundanz (Ind./m²) von Arten, die von RACHOR & NEHMER (2003) als charakteristisch für die *Spisula-Goniadella-*Gemeinschaft gelistet sind und die nicht als Charakterarten entsprechend der Kartieranleitung des BfN (2011) für KGS eingestuft sind (nur Stationen mit >50 % Kies/Grobsand, Stetigkeit >10%).

Art	AWZ		Küster (inkl.		Pil	ot
	Stetigkeit	Ind./m ²	Stetigkeit	Ind./m ²	Stetigkeit	Ind./m ²
Glycera lapidum	93%	9,3	79%	23,9	80%	15,7
Goodallia triangularis	70%	32,1	82%	37,4	73%	23,7
Nephtys caeca	52%	5,1	65%	7,5	67%	8,7
Goniadella bobrezkii	51%	6,2	68%	10,6	53%	7
Spisula solida	14%	1,3	24%	8,7	33%	17

5.2.6 Von sessiler Epifauna geprägte Biotope

Vorkommen charakteristischer Arten der Riffgemeinschaften im Untersuchungsgebiet

Die Verortung von Riffstrukturen erfolgt in Kapitel 5.3.

Eine Zusammenstellung charakteristischer Arten der Riffgemeinschaften wurde von KRAUSE et al. (2008) und auf Basis von Experteneinschätzungen vorgenommen, da zu diesem Zeitpunkt nur wenig Daten aus Riffgebieten vorlagen. Diese Liste wurde auch von DRACHENFELS (2014) übernommen. Eine Ergänzung der Liste wurde auf Basis von Daten aus dem NSG "Borkum Riffgrund" in der AWZ im Rahmen der Managementplanung vorgenommen, die jedoch auch Sandflächen zwischen den Steinen integrierte (BFN 2017). Auf Basis der Pilotstudie kann die Liste

um weitere Arten ergänzt werden, die als typisch für Grobsand-Kiesbereiche mit Steinvorkommen gelten können (Tab. 24).

Basierend auf der inzwischen deutlich umfangreicheren Datenbasis für diesen Biotoptyp erscheinen einige frühere Einstufungen von Arten fraglich. So werden von KRAUSE et al. (2008) die Polychaeten Alitta succinea, Austrominius modestus, Capitella capitata, Hediste diversicolor, Heteromastus filiformis, Pygospio elegans und Macoma balthica benannt, die aber im Rahmen der Pilotstudie nur im nordfriesischen Wattenmeer Bedeutung hatten und keine engere Bindung an Hartsubstrate aufweisen. Entsprechend sind sie für das NSG Borkum Riffgrund auch von DARR et al. (2014) nicht gelistet.

Die faunistischen Erhebungen der Pilotstudie (van-Veen-Greifer und Baumkurre), welche auch auf die Erfassung von Aufwuchsarten fokussierte, zeigte für eine Reihe von Arten, dass sie aufgrund ihres vermehrten Vorkommens in Bereichen mit Steinfeldern als charakteristisch für Riffe angesehen werden können. Hierzu gehören als primäre Hartsubstartsiedler v. a. die z. T. in dichten Beständen nachgewiesenen *Obelia*-Arten und *Halecium halecinum*, an die wiederum eine Reihe von sekundären Hartsubstratsiedlern assoziiert sind (z. B. *Monocorophium acherusicum, Alcyonidium parasiticum, Clytia hemisphaerica, Pariambus typicus). Obelia bidentata* wurde darüber hinaus als Charakterart der Küstengewässer identifiziert und kam insbesondere in Bereichen mit Steinfeldern vermehrt vor. Die Samtkrabbe *Necora puber* stellte an einigen Stationen eine dominante Art der Epifauna dar und zeigt eine enge Bindung an Hartsubstrate.

Tab. 24: Charakteristische Makrozoobenthosarten der Riffgemeinschaften.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname (soweit vorhanden)	KRAUSE et al. 2008 / DRACHENFELS 2014	Im NSG "Borkum Riffgrund" nachge- wiesen (aus BFN 2017, nach DARR et al. 2014)	Nachweis Pilotstudie
Alcyonium digitatum	Tote Mannshand	Х	X	
Alcyonium glomeratum			X	
Alitta succinea		Х		
Aonides paucibranchiata			X	Х
Ascidiella scabra	Raue Seescheide		х	Ascidiacea indet.
Asterias rubens	Gemeiner Seestern	Х	Х	Х
Austrominius modestus		Х		
Balanus crenatus		х		Balanus balanus
Amphibalanus improvisus		Х		
Branchiostoma lanceolatum	Lanzettfischchen		X	Х
Cancer pagurus	Taschenkrebs	Х	Х	Х
Capitella capitata		Х		
Caprella linearis		Х		
Carcinus maenas		Х		Х
Ciona intestinalis	Schlauch-Seescheide	Х	X	

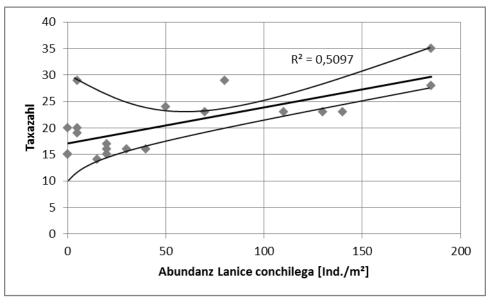
Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname (soweit vorhanden)	KRAUSE et al. 2008 / DRACHENFELS 2014	Im NSG "Borkum Riffgrund" nachge- wiesen (aus BFN 2017, nach DARR et al. 2014)	Nachweis Pilotstudie
Crepidula fornicata		Х		X
Echinocyamus pusillus	Zwergseeigel		X	
Echinus esculentus	Essbarer Seeigel	X	X	
Electra pilosa	Zottige Seerinde	Х	X	X
Flustra foliacea	Blätter-Moostierchen	Х	X	X
Galathea intermedia	Springkrebs	Х	Х	
Galathea strigosa		Х		
Galathea squamifera		Х		
Galathea nexa		Х		
Glycera lapidum	-		х	Х
Goniadella bobretzkii	-		X	X
Goodallia triangularis	Sanddorn-Astarte		х	Х
Hediste diversicolor		Х		
Heteromastus filiformis		Х		
Homarus gammarus		Х		
Jaera (Jaera) albifrons		Х		
Lanice conchilega	Bäumchenröhrenwurm	Х	Х	Х
Lepidochitona cinerea		Х		
Leucosolenia botryoides		X		
Lineus viridis		Х		
Littorina littorea		Х		
Limecola balthica		Х		
Macomangulus tenuis	Gerippte Tellmuschel		Х	Х
Membranipora membrancea	Seerinde	Х	X	- -
Metridium dianthus	Seenelke	X	X	Х
Mytilus edulis		Х		X
Ophiothrix fragilis	Zerbrechlicher Schlangenstern	X	х	χ
Orbinia sertulata	zersi cermener semangenscern		X	
Pisione remota			X	Х
Polydora ciliata		Х	7	
Polydora cornuta		X		
Polygordius appendiculatus			х	spp.
Protodorvillea kefersteini			X	<u>зрр.</u> Х
Pygospio elegans		Х	^	
Sabellaria spinulosa		X		
Scoloplos armiger		X		Х
Securiflustra securifrons		X		
Semibalanus balanoides		X		
Sertularia cupressina	Zypressenmoos	X	х	Х
Spirobranchus triqueter	Dreikantwurm	X	X	^
Tharyx killariensis	2.0000000000000000000000000000000000000		^	
Thracia aff. villosiuscula			Х	
Tubificoides benedii			^	
Abludomelita obtusata	+	-		X

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname (soweit vorhanden)	KRAUSE et al. 2008 / DRACHENFELS 2014	Im NSG "Borkum Riffgrund" nachge- wiesen (aus BFN 2017, nach DARR et al. 2014)	Nachweis Pilotstudie
Alcyonidium parasiticum				X
Aora gracilis				X
Clytia hemisphaerica				X
Conopeum reticulum				X
Dosinia lupinus	Glatte Artemis			X
Halecium halecinum	Fiederzweig-Polyp			Х
Halichondria (Halichondria) panicea	Brotkrumenschwamm			x
Hydractinia echinata	Stachelpolyp			Х
Monocorophium acherusicum				Х
Necora puber	Samtkrabbe			Х
Nephtys caeca				Х
Nephtys cirrosa				Х
Obelia bidentata	Zweizahn-Glockenpolyp			Х
Obelia dichotoma	Gegabelter Glockenpolyp			Х
Ophelia borealis				Х
Palaemon serratus	Gewöhnliche Felsengarnele			Х
Pariambus typicus				Х

Lanice-Rasen

Auf den Videotransekten konnte das Auftreten von Hügeln (sog. "Bulten") mit hoher Dichte des Bäumchenröhrenwurmes *Lanice conchilega* beobachtet werden (Koordinaten s. Tab. 36 im Anhang), auch flächenhaft konnten Lanice-Rasen (Dichte >200 Ind./m²) mittels Video identifiziert werden. Auch in den van Veen-Greifern trat *L. conchilega* regelmäßig auf (81 % der Stationen), die Dichten waren mit im Mittel 52,9 Ind./m² und maximal 185 Ind./m² aber geringer als anhand der Videoauswertungen vermutet.

Wie die Gegenüberstellung von Abundanzen von *L. conchilega* und Taxazahl bzw. Gesamtabundanz pro Station zeigt (Abb. 40), wiesen die Stationen mit höheren Lanice-Dichten tendenziell eine höhere Taxazahl auf. Bezüglich der Gesamtabundanz zeigte sich ein solcher Zusammenhang nicht.



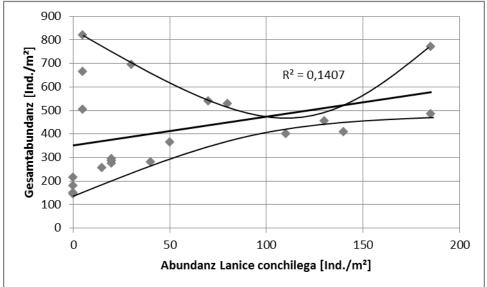


Abb. 40: Abundanz Lanice conchilega vs. Taxazahl (oben) bzw. Gesamtabundanz (unten) pro Station.

Seemooswiesen

In den Videos wurden regelmäßig hoch aufwachsende Hydrozoenstöcke gesichtet, welche abgeleitet aus den Informationen der Dredgehols überwiegend aus Seemoos (*Sertularia cupressina*) bestanden. Lokal kam aber auch die Hydrozoengattung *Obelia* spp. mit größeren, ebenfalls hoch aufwachsenden Beständen vor. Die Dichten, die für einen Biotoptyp "Seemooswiese" nach derzeitigem Diskussionsstand erreicht werden müssen (>300 Kolonien/m² bei einer Mindestgröße von 100 m²) wurden an den untersuchten Stationen aber nicht erreicht.

5.3 Verortung der Biotope

Zur flächenhaften Kartierung von sublitoralen Biotopen im Küstenmeer und in der AWZ der deutschen Nordsee liegt keine erprobte und abgestimmte Methodik vor. Bisher erprobte bzw. in der Entwicklung befindliche Ansätze gehen entweder von mittels SideScan abgegrenzten Bereichen einheitlicher Sedimente aus, die im Nachgang biologisch untersucht werden oder von Modellierungen ausschließlich anhand von Greiferdaten, ggf. ergänzt um abiotische Daten aus anderen Quellen.

Für die Pilotstudie lagen für zwei der drei beprobten Bereiche klassifizierte SideScan-Aufnahmen des Meeresbodens vor, so dass der erste Weg zur Gruppierung der Stationen und Biotopabgrenzung genutzt wird (für eine Modellierung wäre auch der Datensatz zu klein). Dieser Weg ist für kleinräumige Untersuchungen mit einem vergleichsweise geringen Beprobungsumfang nach bisherigen Erfahrungen alternativlos und wird daher z.B. auch in der Kartieranleitung des BFN (2011) für "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" vorgegeben.

Anhand der vorliegenden Daten wird beispielhaft gezeigt, wie eine Vorgehen zur klein- bis mittelräumigen Biotopabgrenzung und -klassifikation im niedersächsischen Küstenmeer aussehen könnte. Die Grundlage bilden die mittels SideScan abgegrenzten Vorkommen einheitlicher Sedimente in den Bereichen 1 und 4 (s. Abb. 2 und Abb. 4), die an 5 bzw. 2 Stationen beprobt wurden. Auch für den Bereich 2 liegen SideScan-Aufnahmen vor (s. Abb. 3), diese sind jedoch noch nicht ausgewertet worden, so dass hier noch keine abschließende Abgrenzung vorgenommen werden kann. Die in diesen Bereich vorkommenden Biotope werden aber anhand der dort liegenden neun Stationen bestimmt.

Die Biotope werden nach FINCK et al. (2017) klassifiziert und soweit möglich flächenhaft dargestellt, ergänzend wird der gesetzlich geschützte Biotoptyp "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" in Anlehnung¹⁷ an die Kartieranleitung des BFN (2011) dargestellt.

Bei den in der Karte als "Sublitorale Mischsubstrate der Nordsee" klassifizierten Bereichen ist davon auszugehen, dass sie auch Bereiche umfassen, die als "Riffe" entsprechend der neuen Kartieranleitung des BfN für die AWZ einzustufen wären. Die Kartieranleitung des BFN setzt jedoch eine Einzelaufnahme der Steine >30-50 cm voraus. Diese Daten liegen nicht vor, so dass eine flächenhafte Abgrenzung nicht möglich ist. Auch eine niedersächsische Kartieranleitung mit einem ggf. anderen Vorgehen, das auf die vorliegenden Daten anzuwenden wäre, liegt nicht vor (vgl. Kap. 5.1.5 "Riffgemeinschaften"). Hilfsweise wird entsprechend des mittleren Abstandes der mittels Video kartierten Blöcke (s. Tab. 35 im Anhang) ermittelt, ob eine Klassifikation der "Sublitorale Mischsubstrate der Nordsee" als "Riff" entsprechend der Kartieranleitung des BfN grundsätzlich möglich wäre.

Die resultierende Verortung der Biotope (die wir nicht Biotoptypenkarte bezeichnen wollen) ist Abb. 41 zu entnehmen.

BIOCONSULT Schuchardt & Scholle

¹⁷ Aufgrund der zu geringen Anzahl an Stationen und Sedimentproben pro Station ist eine Abgrenzung entsprechend der Kartieranleitung nicht möglich.

Bereich 1

Entsprechend der Biotopansprache nach FINCK et al. (2017) ergibt sich für die vier in Bereich 1 in dem mittels SideScan identifizierten Grobsandvorkommen beprobten Stationen (1-33-1/2, 1-34-1 und 1-36-1) eine Einstufung als "Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos"" (Code 02.02.08.01.02). Diese Einstufung ergibt sich bereits aus der Auswertung von SideScan und Video. Auch die Clusteranalysen Sediment, van Veen-Greifer und 2 m-Baumkurre ordneten die Stationen der jeweils gleichen Gruppe zu. Dies bestätigt den schon anhand SideScan- und Video-Aufnahmen bestehenden Eindruck einer relativ homogenen Fläche, die sich somit als ein Biotop ansprechen lässt (s. Abb. 41). Dieses Biotop wäre entsprechend der Kartieranleitung des BfN als "Artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgrund" einzustufen (Kies-Grobsandanteil an allen Stationen 70-81 %, pro Station 2-5 "KGS-Taxa", insgesamt 6 "KGS-Taxa"). Dies kann trotz der von der Kartieranleitung leicht abweichenden Probenahmemethodik gelten.

Die südwestlich gelegene Stationen 1-06-1 liegt entsprechend SideScan im Übergangsbereich zwischen gröberem und feinerem Sediment, in der Biotopansprache sowie der Clusteranalyse Sediment ordnet sie sich dem Grobsand zu, was die Einstufung der Fläche im SideScan bestätigt. Sie kann daher der gleichen Obergruppe zugeordnet werden wie die anderen vier Stationen, allerdings ohne "Seemoos"-Besiedlung und ggf. daher einer leicht abweichenden Gemeinschaft (vgl. Clusteranalyse van Veen). Auch diese Station erfüllt mit einem Kies-Grobsandanteil von 68 % und 3 "KGS-Taxa" unter Berücksichtigung der geringen Probenzahl die Bedingungen zur Einstufungen als "Artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgrund" entsprechend der Kartieranleitung des BfN.

Wie anhand der SideScan- und Video-Aufnahmen zu erwarten ordnet sich die südlich gelegene Station 1-30-1 den feinsandigen Biotopen zu, auch die Clusteranalysen Sediment und van Veen bestätigen dies.

Bereich 2

Die in Bereich 2 liegenden Stationen ordnen sich in der Biotopansprache verschiedenen Biotopen zu. Gleiches gilt auch für die Gruppierung entsprechend der Clusteranalysen. Dies entspricht dem schon in den SideScan-Aufnahmen heterogenen Gesamteindruck. Die zahlreichen auch mittels Video erfassten Blöcke und Steine verteilen sich auf einen großen Teil des Bereiches, der dementsprechend an zwei Transekten bzw. Stationen als "Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee" (Code 02.02.06) eingestuft wird. Die Video-Aufnahmen und Greiferproben zeigen, dass die erfassten Blöcke und Steine auf Feinsand liegen. Der mittlere Abstand der insgesamt >24 Blöcke auf dem Transekt 2-39-3 beträgt 7 m (Transektlänge 169 m). Entsprechend der Kartieranleitung des BfN wäre der gesamte Transekt als "Riff" entsprechend § 30 BNatSchG einzustufen, eine flächenhafte Abgrenzung ist auf Grundlage der vorliegenden Daten aber nicht möglich. Auf dem Transekt 3-xx-3 traten insgesamt 21 Blöcke auf (Transektlänge 246 m), der mittlere Abstand beträgt damit 11,7 m. Entsprechend der Kartieranleitung des BfN wäre der gesamte Transekt als "Riff" entsprechend § 30 BNatSchG einzustufen, auch wenn sich auf dem Video drei voneinander getrennte Steinansammlungen erkennen lassen (Abstand zueinander jeweils ca. 50 m).

Vier weitere Stationen werden ebenso wie die vier Stationen aus dem Bereich 1 dem Biotoptyp "Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Nesseltieren (Cnidaria), v. a. "Seemoos" (Code 02.02.08.01.02) und überwiegend dem gleichen van Veen-Cluster zugeordnet. Ob diese vier

im Bereich 2 liegenden Stationen auch demselben Biotop angehören, lässt sich aufgrund der fehlenden SideScan-Aufnahmen für den Zwischenbereich nicht sagen. Davon ausgehend, dass die beiden östlichen Stationen zu einem Biotop gehören, wäre dieses entsprechend der Kartieranleitung des BfN trotz der sehr geringen Abundanzen der "KGS-Taxa" als "Artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgrund" einzustufen. Dies gilt trotz der von der Kartieranleitung leicht abweichenden Probenahmemethodik. An den beiden westlicheren Stationen wurden trotz höherer Kies-/ Grobsandanteile und etwas höherer Abundanzen der "KGS-Taxa" die Bedingungen der Kartieranleitung nicht erfüllt, da nur drei "KGS-Taxa" nachgewiesen wurden. Bei einer Beprobung an 3 Stationen mit insgesamt 9 Greifern könnten jedoch evtl. die nach Kartieranleitung erforderlichen 4 "KGS-Taxa" nachgewiesen werden bzw. die in Kapitel 5.2.5 vorgeschlagene Anpassung der Kartieranleitung für das (westliche) niedersächsische Küstenmeer könnte zu einer entsprechenden Einstufung des Biotops führen.

Bereich 3

Bereich 3 wurde an drei Stationen beprobt. Zwei der Stationen sind anhand der Video-Aufnahmen als "Sublitorales Mischsubstrat der Nordsee" (Code 02.02.06) einzustufen. Die Video-Aufnahmen und Greiferproben zeigen, dass die erfassten Blöcke und Steine auf Fein- bis Mittelsand liegen. Der mittlere Abstand der insgesamt >23 Blöcke auf dem Transekt 3-xx-1 beträgt 5,6 m (Transektlänge 129 m). Entsprechend der Kartieranleitung des BfN wäre der gesamte Transekt als "Riff" entsprechend § 30 BNatSchG einzustufen, eine flächenhafte Abgrenzung ist auf Grundlage der vorliegenden Daten aber nicht möglich. Auf dem Transekt 3-xx-3 traten auf einer Länge von 62 m (Transektlänge 181 m) insgesamt 10 Blöcke auf, der mittlere Abstand beträgt damit 6,2 m. Bei einer flächenhaften Erfassung wäre wahrscheinlich auch dieses Vorkommen nach der Kartieranleitung des BfN als "Riff" entsprechend § 30 BNatSchG einzustufen. Aufgrund der nur linienhaften Erfassung wurde aber die erforderliche Mindestanzahl von 20 Blöcken nicht erreicht, so dass hier eine abschließende Einschätzung nicht möglich ist.

Zu beachten ist, dass sich alle drei Stationen den gleichen Sediment- bzw. van Veen-Clustern zuordnen, was einerseits deutlich die Grenzen der Probenahmemethodik bei der Beurteilung steiniger Biotope belegt, andererseits aber auch zeigt, dass sich die Flächen zwischen Steinen sedimentologisch und faunistisch nicht unbedingt von vergleichbaren Standorten ohne Steine unterscheiden müssen.

Bereich 4

Die beiden in Bereich 4 liegenden Stationen 4-11-1 und 4-13-3 ordnen sich in der Biotopansprache beide dem Biotoptyp "Sublitorales, ebenes Grobsediment der Nordsee mit Goniadella-Spisula-Gemeinschaft aber ohne Dominanz von spezifischen endobenthischen Taxa" (Code 02.02.08.02.01.03) zu, auch wenn sie, wahrscheinlich aufgrund der leicht abweichenden Sedimentzusammensetzung verschiedenen Sediment- und van Veen-Gruppen angehören. Beide Stationen liegen in einem mittels SideScan als "grob" klassifizierten Vorkommen, so dass sich das gesamte Vorkommen als ein Biotop einstufen lässt (s. Abb. 41). Dieses Biotop wäre entsprechend der Kartieranleitung des BfN nicht unbedingt als "Artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgrund" einzustufen. Der Kies-Grobsandanteil lag zwar an den beiden Stationen deutlich über 50 %, es wurden jedoch insgesamt nur 3 "KGS-Taxa" mit vergleichsweise geringen Abundanzen gefunden. Bei einer Beprobung an 3 Stationen mit insgesamt 9 Greifern könnten jedoch evtl. die nach

Kartieranleitung erforderlichen 4 "KGS-Taxa" nachgewiesen werden bzw. die in Kapitel 5.2.5 vorgeschlagene Anpassung der Kartieranleitung für das (westliche) niedersächsische Küstenmeer könnte zu einer entsprechenden Einstufung des Biotops führen.

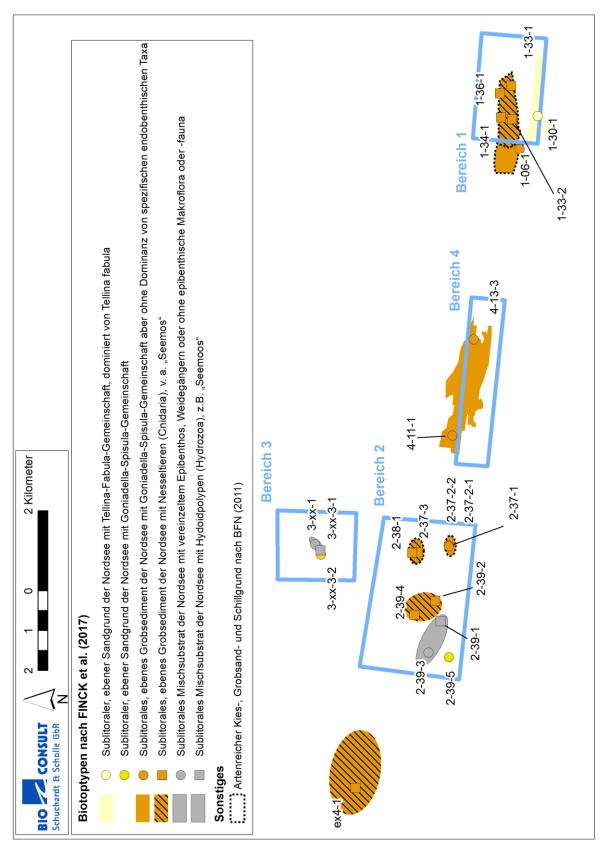


Abb. 41: Verortung der Biotope.

6. Fazit und Empfehlungen

6.1 Fazit Erfassungsmethoden

Die bestehenden Klassifizierungsansätze für marine benthische Biotope (z.B. EUNIS, Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen, §30-Biotope) definieren nur zum Teil die für eine flächenhafte Kartierung erforderlichen Kriterien; z. T. liegen deshalb für die AWZ (für §30-Biotope) spezifische Kartieranleitungen vor. Je nach Klassifizierungsansatz und zu betrachtender Ebene innerhalb eines Ansatzes sind unterschiedliche Erfassungsmethoden notwendig, die z. T. kombiniert angewendet werden müssen, um die für eine Biotopansprache erforderlichen Daten zu gewinnen. So bieten Untersuchungsmethoden wie Hydroakustik (SideScan) zwar theoretisch flächendeckende Informationen über Substrat und Morphologie, erlauben aber kaum eine Aussage hinsichtlich der faunistischen Besiedlung und auch die Aussagen zum Substrat sind für einige Fragestellungen nicht genau genug. Die spezifischen "Kompetenzen" und Grenzen der verschiedenen Erfassungsmethoden müssen deshalb bekannt sein, um eine sinnvolle Kombination unter Berücksichtigung von Aufwand und Praktikabilität zu ermöglichen. Im Folgenden sollen die in der Pilotstudie verwendeten Erfassungsmethoden hinsichtlich ihrer Repräsentativität und Grenzen diskutiert werden. In Tab. 25 sind die grundsätzlichen Vor- und Nachteile der vier in der Pilotstudie angewendeten Erfassungsmethoden gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Pilotstudie haben gezeigt, dass **SideScans** zumindest für heterogene Bereiche mit Hartsubstraten grundsätzlich eine geeignete Methode darstellen, um ein Biotop großräumig anhand der Struktur (Substrat) abzugrenzen. In den meisten Fällen entsprach das in den Video-aufnahmen vorgefundene Sediment/Substrat bei der Pilotstudie auch der Klassifizierung durch SideScan. SideScans stellen zudem die einzige Methode dar, mit der Hartsubstrate flächenhaft erfasst werden können. Gleichzeitig sind (in gewissen Grenzen) Aussage zur Struktur möglich. Zur Klassifikation und Abgrenzung von Weichböden sind SideScans ebenfalls geeignet, es können aber gerade bei geringen Unterschieden in der Sedimentzusammensetzung bzw. sehr kleinräumigen Sedimentwechseln Abweichungen zu Korngrößenanalysen aus Greifern auftreten. Die Korngrößenanalyse der Greiferinhalte bestätigte für die im Rahmen der Pilotstudie gewonnenen Proben großräumig i. d. R. die Ergebnisse der SideScans, dies muss aber wie beschrieben bei Untersuchungen in anderen Gebieten nicht zwangsläufig der Fall sein. Bei der Festlegung von bestimmten Sedimentanteilen für eine Biotopabgrenzung, wie sie sowohl die Rote Liste der Biotoptypen (FINCK et al. 2017) als auch die KGS-Kartieranleitung des BFN (2011) vorsieht, sind neben SideScans deshalb auch Korngrößenanalysen aus Greiferproben erforderlich.

Die **Video**analysen ermöglichten eine Erfassung der Dreidimensionalität des Meeresbodens und des Wechsels der Biotope ohne diese zu (zer)stören. Videoaufnahmen erlauben, kombinierte Daten über das Substrat und (eingeschränkt) die Besiedlung zu erhalten. Insbesondere Vorkommen von Steinen, die auf den vorliegenden SideScans aufgrund der Auflösung von ca. 1x1 m nicht (einzeln) erfasst werden konnten, oberflächlich anstehendem Schill sowie einigen Wohnbauten auf dem Meeresboden konnten durch diese Methode dokumentiert werden. Der Vorteil der Videotechnik liegt in der, verglichen mit dem Greifer, begrenzt flächenhaften und vergleichsweise schnellen Erfassung der Biotope. Zudem kann eine Auswertung beliebig oft - auch mit veränderten Ska-

len/Grenzwerten - wiederholt werden. Allerdings ist die Qualität der Videos und damit deren Aussagekraft stark an die Sicht- und Seegangsbedingungen gekoppelt, die in der Nordsee (insbesondere küstennah) häufig suboptimal sind. Je nach Menge des "marine snow" ist z. B. ein Erkennen von Lanice-Röhren am Meeresboden nicht möglich. Ein Video der Pilotstudie war aufgrund der sehr hohen Trübung sogar unbrauchbar. Die Methode liefert nur semi-quantitaive Informationen der Abundanz, da diese im fahrenden Betrieb zumeist nur Schätzungen erlaubt und nur durch Standbilder besser zu erfassen ist. Ebenso ist der Bedeckungsgrad von epibenthischen Arten in Aufnahmen einer fahrenden Kamera sehr schwer einzuschätzen; hierfür sind Bilder einer drop-down-Kamera besser geeignet.

Eine Ansprache des Epibenthos auf Artniveau ist in Videoanalysen nur bei größeren Tieren möglich und auch für diese kann eine taxonomische Ansprache z. T. nur auf Ebene der Gattung/Familie (z. B. bei Schwimmkrabben) erfolgen. Auch innerhalb der Actinaria konnten nur einige charakteristische Formen wie z. B. die Seenelke *Metridium dianthus* sicher bestimmt werden. Kleine Aufwuchsarten (Bryozoa, Hydrozoa) oder sekundäre Hartsubstratfauna (Polychaeta, Amphipoda, Pycnogonida, Nudibranchia), deren Vorkommen im Untersuchungsgebiet durch die Dredgeproben belegt ist, sind in den Videoaufnahmen nicht zu erkennen. Das Artenspektrum eines Gebietes kann durch diese Methode also nicht erfasst werden. Für Infauna-dominierte Biotope endet eine Zuordnung nach FINCK et al. 2017 auf der Grundlage von Videos auf Ebene 4, da eine feinere Klassifizierung die Bestimmung von Besiedlungsdichten oder Dominanzen für charakteristische Infaunaarten (Gemeinschaften) erfordern würde, zu denen Daten nur aus Greiferproben gewonnen werden können. Gleiches gilt für die Abgrenzung grobsandiger Bereiche als KGS-Gründe. Für die in dieser Untersuchung angetroffenen epibenthischen Biotope (Seemoos) waren Informationen aus den Videoaufnahmen ausreichend, um die Flächen einem Biotoptyp zuordnen zu können.

Die Positionsungenauigkeit des verwendeten Systems betrug durch den Versatz zwischen Schiff (mit GPS-Antenne) und Kamera ca. 30 m. Diese Ungenauigkeit konnte durch die Einrechnung des Versatzes reduziert werden, so dass eine Ungenauigkeit von ca. 10 m anzunehmen ist. Durch Einsatz zusätzlicher Technik kann die Genauigkeit erhöht werden.

Die Untersuchung von Biotopen mittels **Dredge oder Baumkurre** zielt aufgrund der Maschenweite auf die größere, vagile Epifauna ab, welche durch diese Methode großräumig und halbquantitativ auf Artebene erfasst werden kann. Es werden vorwiegend biotsche Parameter erfasst. Hinsichtlich der Erfassung der Biodiversität eines Gebietes kann die Dredge wertvolle Zusatzinformationen zu den Greiferproben liefern. So waren in der Pilotstudie 31 der insgesamt 53 durch die Baumkurre erfassten Taxa (inkl. kleinerer sekundärer Epifauna) nicht durch die Greiferproben repräsentiert (hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass v. a. durch Epifauna charakterisierte Biotope beprobt wurden). Die Ergebnisse der Pilotstudie verdeutlichen, dass Rückschlüsse von der vagilen Epifauna auf einen Biotoptyp stark limitiert sind. Dies ist zum einen in der Methode selbst begründet, da ein Hol theoretisch (bei kleinräumigem Vorkommen mehrerer Biotope) die Informationen aus mehreren Biotopen integriert. Zum anderen besteht die vagile Epifauna der Pilotstudie aus wenigen dominanten Arten wie Crangon crangon, Liocarcinus spp., Asterias rubens und Pagurus bernhardus. Diese Arten sind in der Nordsee ubiquitär und wenig Substrat-spezifisch. Auch in der Pilotstudie bestanden nur bei wenigen Arten der vagilen Epifauna räumliche Unterschiede in der Arten-Abundanz-Struktur. Das häufigere Vorkommen von Necora puber, Metridium dianthus sowie Palaemon serratus war gekoppelt an das Vorkommen von Grobsand-Kiesgemischen in der Umgebung von Steinfeldern (Erfassung durch die Videoanalysen). Insbesondere in Bereichen mit Steinvorkommen oder großen Blöcken, kann eine Dredge bzw. Baumkurre nur eingeschränkt genutzt werden, da die Steine das Fanggerät beschädigen können. Darüber hinaus sollte aus naturschutzfachlichen Gründen in "Riffbereichen" auch keine Dredge eingesetzt werden, da sie potenziell geschützte Biotope schädigt und Siedlungssubstrat entnimmt. Für eine Abgrenzung von Biotopen nach der Roten Liste der Biotoptypen nach FINCK et al. (2017), die auf Ebene 4 eine Differenzierung anhand des Bedeckungsgrades mit Epifauna vorsieht, sind Dredge-Daten aufgrund der nur halbquantitativen Erfassung v. a. von Auwuchsarten nur bedingt geeignet.

Die Positionsungenauigkeit betrug durch den Versatz zwischen Schiff (mit GPS-Antenne) und Dredge ca. 30 m. Diese Ungenauigkeit konnte durch die Einrechnung des Versatzes reduziert werden, so dass eine Ungenauigkeit von ca. 10 m anzunehmen ist. Durch Einsatz zusätzlicher Technik kann die Genauigkeit erhöht werden.

Die **Greifer**proben zielen auf die quantitative Erfassung der Infauna ab und ermöglichen eine kombinierte Betrachtung des Substrates und der Fauna auf Artniveau. Der größte Nachteil ist, dass die Informationen nur punktuell die Besiedlungsstruktur widerspiegeln und eine hohe Anzahl an Greifern gewonnen werden muss, um flächige, repräsentative Informationen zu bekommen und Biotope abzugrenzen. Besiedlungsstruktur und Sediment sowie dominante Arten und Gemeinschaft (*Fabulina* (*Tellina*) fabula und Goniadella-Spisula) zeigten in der Pilotstudie einen engen Zusammenhang. Basierend auf den hier gewonnen vor dem Hintergrund der großen Heterogenität der erfassten Biotope wenigen Greifern, repräsentierten die über die Greifer identifizierten Biotope lokal auch die großräumig über die SideScan-Analysen abgegrenzten Biotope der Ebene 3. KGS-Gründe konnten über das Vorkommen der Charakterarten und anhand der Sedimentzusammensetzung identifiziert werden. Für die Epifauna-dominierten Biotope (Hydrozoa, Bryozoa, Actinaria) sind die Informationen aus den Greiferbeorbungen dagegen unzureichend und erlauben keine Biotop-Zuordnung, da sie die Arten zwar mit ihrer Präsens-Absenz erfassen, aber keine Abschätzung der Bedeckung erlauben.

Die Positionsungenauigkeit des verwendeten Systems betrug durch den Versatz zwischen GPS-Antenne und Greifer-Standort ca. 10 m. Diese Ungenauigkeit konnte durch die Einrechnung des Versatzes reduziert werden, so dass eine Ungenauigkeit von ca. 2-5 m anzunehmen ist.

Insgesamt fürhrt der multimethodische Ansatz der Pilotstudie zu einem umfassenden Einblick in die Vielfalt und Struktur der Biotope des Untersuchungsgebiets, das einen hohen Anteil von Hartsubstraten aufweist. Jede Methodik als alleiniges Erfassungsinstrument hätte nur einen Auschnitt der Arten- und Strukturvielfalt des Gebietes vermittelt. Die auf die Erfassung größerer Flächen fokussierten Methoden SideScan und Video erlauben nur eingeschränkt Rückschlüsse auf die Besiedlung; dies ermöglicht für die Epifauna flächenhaft integrierend die Baumkurre oder Dredge. Die für die Erfassung der Infauna eingesetzten Greifer liefern nur punktuelle Daten, deren Extrapolation in die Fläche Methoden der prädiktiven Modellierung erfordert. Für heterogene Flächen mit Hartsubstraten hat es sich bestätigt, dass für eine gezielte Beprobung und v.a. auch eine räumliche Abgrenzung von Biotopen hochaufgelöste SideScan-Aufnahmen erforderlich sind.

Tab. 25: Vergleichende Darstellung der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Erfassungsmethoden benthischer Biotope.

Methode	Vorteil	Nachteil
	Zielt auf die flächendeckende Erfassung der	
_	Substrate ab	Substrat zuzuordnen
SideScan	keine Zerstörung des Biotops	keine kombinierte Erfassung von Abiotik und Biotik möglich
iS	Erfassung von Bedeckungsgraden (grobes Substrat) möglich	
	Eine Vielzahl möglicher Parameter kann erfasst werden	Erfassungsdetails stark von der Technik und den Sichtbedingungen abhängig
	großräumige (mehrere 100 m²) Erfassung bei gleichzeitig kleinräumiger Differenzie- rung (m²-Bereich) möglich	bei unebenen Meeresgrund nur einge- schränkte Abdeckung des Raumes gegeben
Video	erlaubt eine dreidimensionale Erfassung der Biotope	Artbestimmung nur eingeschränkt möglich
Ş	Semi-quantitative Erhebung der Fauna	keine Biomasse-Bestimmung möglich
	Erfassung von Bedeckungsgraden der Fauna möglich	
	keine Zerstörung des Biotops	
	kombinierte Erfassung von Abiotik und Biotik möglich	
	wiederholte Analysen möglich	
	Zielt auf die Erfassung der größeren mobile Epifauna ab, kann auch seltene oder weit verstreut vorkommende Arten erfassen	keine kombinierte Betrachtung von Abiotik und Biotik möglich
(ae)	großräumige (mehrere 100 m²) Erfassung möglich	kann für das Biotop zerstörend sein
(Dred	Halbquantitative, schnelle Erhebung der Fauna	Effektivität hängt stark vom Substrat und der Tiefe ab
kurre	Erlaubt eine Betrachtung der Biotope auf Artebene	in steinigen Biotopen nur eingeschränkt einzusetzen
2m-Baumkurre (Dredge)		erlaubt keine räumliche Separierung der Besiedlungsstruktur, da ein Hol viele Biotope integrieren kann
7		Erfassung von Bedeckungsgraden der Fauna nicht möglich
		sehr schnelle, bewegliche Arten können entkommen
	Zielt auf die Erfassung der Infauna und kleinerer sekundärer Epifauna ab	ist für das Biotop punktuell zerstörend
_	Quantitative Erhebung der Fauna	tief siedelnde sowie seltene Arten werden unzureichend erfasst
Greifer	kombinierte Erfassung von Abiotik und Biotik möglich	in Stein- oder Kiesbereichen nicht oder nicht optimal einsetzbar, da der Greifer nicht schliesst
	Erlaubt eine Betrachtung der Biotope auf Artebene	nur punktuelle Informationen über die Besiedlung
1		sehr zeitaufwendige Bearbeitung

6.2 Fazit Biotoptypen

Das Untersuchungsgebiet weist wie erwartet eine heterogene und vergleichsweise epifaunareiche Biotopausstattung auf. Unter den dokumentierten Biotopen sind (bei näherungsweiser Anwendung der entsprechenden Kartieranleitungen des BfN) auch die nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope "artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" und "Riffe". Die verorteten Untersuchungsergebnisse konnten verschiedenen Biotoptypen zugeordnet werden (Abb. 41), eine flächenhafte Abgrenzung der Biotope war nur z.T. möglich.

Charakterisierung und Vergleich mit anderen Räumen

Der Vergleich mit Daten anderer Untersuchungen aus der AWZ (Borkum Riffgrund) und Rinnen des schleswig-holsteinischen Wattenmeer zeigte, dass die Besiedlungsstruktur sowohl durch den Naturraum als auch durch die Sedimente bestimmt wird. Das Untersuchungsgebiet nimmt wie zu erwarten eine Übergangsstellung zwischen AWZ und Wattenmeer ein, zwischen dem Teil des Borkum Riffgrundes im Küstenmeer und dem in der AWZ bestehen keine grundsätzlich unterschiedlichen Besiedlungsstrukturen der benthischen Wirbellosenfauna. Arteninventar, numerische Dominanzverhältnisse, Besiedlungsdichten und Diversität zeigten eine hohe Übereinstimmung zwischen den zwei Betrachtungsräumen. Neben der eigentlichen Infauna kam in allen Naturräumen eine Vielzahl von epibenthisch lebenden Arten (insbesondere aus den Gruppen Anthozoa, Hydrozoa und Bryozoa) vor, welche als primäre Hartsubstratsiedler das vielfältige Angebot an Siedlungssubtrat in Form von Steinen, Kies und Schill nutzten. Eine weitere Übereinstimmung zwischen den drei Naturräumen war, dass das Gros der Arten nur mit sehr geringer Stetigkeit angetroffen wurde.

Wie auch für den Borkum Riffgrund der AWZ beschrieben, bedingt die Heterogenität der Sedimente und das Vorkommen von Kies, Steinen und Blöcken auch im Küstenmeer eine hohe biologische Strukturvielfalt. Die § 30-Biotope "KGS-Grund" und "Riffe" vereinen innerhalb der hierarchisch angelegten Klassifizierungsansätze nach FINCK et al. (2017) und EUNIS+ eine Reihe weiterer Biotope. Eingestreut in den großräumig vorherrschenden und von Infauna dominierten Biotoptyp der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft in Grobsand-Kies geprägten Substraten trat lokal die *Tellina-fabula*-Gemeinschaft in Feinsand-Mittelsand dominierten Bereichen auf. Dazwischen wurden auch in der Pilotstudie Übergangsformen (Mischsedimente) ermittelt, welche aber i.d.R. die faunistischen Charakteristika der Grob- bis Mittelsand-Biotope beinhalteten. Lokal kamen höhere Dichten an Lanice-Rasen vor, die auch mit einer höheren Artenvielfalt in den entsprechenden Greifern einhergingen. *Lanice conchilega* wurde in dieser Untersuchung als Charakter- und Leitart der Grobsandbereiche ermittelt. Steine und Blöcke waren mit *Metridium dianthrus* und/oder Seemoos (*Sertularia cypressina*) besiedelt. Größere Bereiche mit Seemoos kamen auch auf Sandflächen vor, innerhalb derer sie eingestreute Schillvorkommen als Siedlungssubstrat nutzten.

In der Pilotstudie wurden einige Arten aus den Gruppen Hydrozoa, Bryozoa, Porifera, Anthozoa nachgewiesen, die aufgrund ihrer Siedlungsweise obligat an Hartsubstrat gebunden sind. Ein Vergleich der vier Stationsgruppen der Infauna dieser Pilotstudie zeigt, dass Mittelsand-geprägte Stationen mit geringen Kiesanteilen eine geringere Artenvielfalt aufwiesen als Kies-dominierte Stationen, insbesondere in Steinfeldbereichen (Bereich 2 und 4). Gleichsinning zeigte auch die Epifauna in den Dredgehols eine erhöhte Vielfalt in der Nähe von Steinfeldern (Bereich 2), auch wenn diese durch die Dredge nicht beprobt wurden. Ein positiver Zusammenhang zwischen Kies-

Schill-Steinvorkommen und der Diversität wird für andere Naturräume beschrieben: Eine Untersuchung von KGS-Verdachtsflächen im nordfriesischen Wattenmeer verdeutlichte, dass insbesondere das Vorkommen von Steinen, Kies und Schill mit einer hohen Artenvielfalt und Individuendichte einherging während diese Parameter in reinem Grobsand-Mittelsand am geringsten waren (BIOCONSULT 2018). Gleichsinnige Ergebnisse wurden von ARMONIES (2010) nach Auswertung eines größeren Datensatzes für das Benthos der AWZ dokumentiert. Eine ältere Studie von DÖRJES (1977) im Borkum Riffgrund, welche nicht die Gruppen der Hydrozoa und Bryozoa sondern in erster Linie die Infauna berücksichtigte, verdeutlicht eine deutliche Abnahme der Arten- und Individuenzahl von den feineren zu den gröberen Sedimenten. Der Artenreichtum der KGS-Gründe scheint somit v.a. an das Vorhandensein einer dreidimensionalen Struktur in Form von Steinen, Kies oder Schill gebunden ist, während sich v.a. die durch reine Grobsandvorkommen geprägten Bereiche arten- und individuenärmer darstellen.

Kartieranleitung KGS

Die grundsätzliche Vorgehensweise der Kartieranleitung des BfN (Abgrenzung von Vorkommen anhand von SideScan-Aufnahmen, anschließende Greifer-Beprobung, Festlegung von Mindestwerten für den Anteil grober Sedimente und von Arten-Vorkommen) ist gut auf den untersuchten Teil des Küstenmeers zu übertragen. Auch die Kriterien der Kartieranleitung des BfN, die ursprünglich für die AWZ entwickelt wurden, lassen sich auf den hier untersuchten westlichen Teil des Küstenmeeres von Niedersachsen übertragen. Eine Anpassung des Sediment-Kriteriums erscheint nicht erforderlich. Für das Art-Kriterium ist das zu überlegen:

Aufgrund der ähnlichen Stetigkeit von 6 der 7 Taxa aus der Kartieranleitung des BfN ist trotz der z. T. geringeren Abundanzen der Taxa eine Erfüllung des Art-Kriteriums auch für Verdachtsflächen im Küstenmeer anzunehmen. Obwohl mit *Echinocyamus pusillus* eines der sieben Taxa im Küstenmeer kaum vorkommt, ist eine Anpassung der Kartieranleitung auf das niedersächsische Küstenmeer (untersuchter Bereich) durch eine Streichung dieser Art zwar möglich, u.a. jedoch nicht erforderlich.

Im Rahmen der Pilotstudie wurden 5 weitere Arten regelmäßig und in z. T. höheren Abundanzen erfasst, die nach RACHOR & NEHMER (2003) entweder als Charakterarten (*Goodallia triangularis*, *Spisula solida*) oder Begleitarten (*Glycera lapidum, Nephtys caeca, Goniadella bobrezkii*) der zwei Ausprägungen der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft gelistet sind. Eine Aufnahme einiger oder aller genannten fünf Arten in die zu erstellende Kartieranleitung für das niedersächsische Küstenmeer ist möglich aber zumindest für den westlichen Teil vor den Inseln nicht erforderlich.

Hinsichtlich der Identifizierung des § 30-Biotops "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" ist die für die AWZ entwickelte Kartieranleitung des BfN insgesamt auch für das westliche Küstenmeer seewärts der Inseln anwendbar und wahrscheinlich auch auf andere ähnliche Gebiete im niedersächsischen Küstenmeer übertragbar. Eine leichte Anpassung der Liste charakteristischer Taxa in KGS-Gründen und evtl. der Kriterien bezüglich der erforderlichen Taxazahl erscheint für die Küstengewässer möglich, jedoch nicht erforderlich.

Kartieranleitung Riffe

Die Erfassung von Riff-Strukturen und eines Teils der assoziierten Fauna mittels Video war insbesondere in den Bereichen für die SideScan-Aufnahmen vorlagen sehr effektiv. Der in der Kartieranleitung des BfN (2018) vorgesehene gestufte Einsatz von erst SideScan und dann gfls. Video ist auch die das Küstenmeer vor den Inseln sinnvoll. Die hilfsweise (und näherungsweise) Anwendung der Kriterien der Kartieranleitung des BfN für "Riffe" auf die Videoaufnahmen und die auf dieser Basis mögliche Identifikatinon von drei (gut ausgeprägten) Riffen zeigt, dass auch eine Anwendung der für die AWZ entwickelte Kartieranleitung des BfN für "Riffe" für das Untersuchungsgebiet möglich ist. Wir schlagen daher trotz der derzeit noch schmalen Datenbasis vorerst eine Anwendung der Kartieranleitung des BfN auch für das niedersächsische Küstenmeer vor. Wenn ausreichend Daten auch aus anderen Teilen des niedersächsischen Küstenmeeres vorliegen, die möglichst die ganze Spanne der vorkommenden Riff-Ausprägungen abdecken, sollte eine Überprüfung erfolgen.

Kartieranleitung Lanice und Seemoos

Lanice-Rasen konnten mittels Video gut erfasst werden, die Auswertung der Greifer hat aber gezeigt, dass die abgeschätzten Individuenzahlen wahrscheinlich deutlich zu hoch sind. Eine räumliche Abgrenzung von Lanice-Rasen anhand der Video-Aufnahmen ist aufgrund der im Untersuchungsgebiet häufig fließenden Übergänge in den Besiedlungsdichten nicht sicher möglich. Eine Absicherung der Abgenzungen anhand von Greiferproben ist aufgrund der geringen Probenzahl nicht möglich.

Seemoose konnten mittels Video ebenfalls gut erfasst werden, die Dichten der Seemoose ließen sich im Video aber noch schwerer abschätzen als die von Lanice, so dass hier nur Bedeckungsgrade ermittelt wurden. Auch diese sind wahrscheinlich eher überschätzt worden. Seemooswiesen (>300 Kolonien/m²) wurden nicht gefunden.

Vor dem Hintergrund der Uberschätzung der Dichten im Video bzw. der fehlenden Seemooswiesen ist eine Anpassung der Mindestdichten zu überlegen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die wenigen Aufnahmen nur einen kleinen Ausschnitt der Biotopausstattung des niedersächsischen Küstenmeeres zeigen und ein Vorhandensein von Lanice-Rasen und Seemooswiesen in anderen Teilen des des niedersächsischen Küstenmeeres auch bei Anwendung der Mindestdichten aus der Pilotstudie nicht auszuschließen ist. Zudem ist zu berücksichtigen, dass historische Aufnahmen deutlich höhere Dichten dokumentiert haben und nicht auszuschließen ist, dass die entsprechenden Biotope aus dem niedersächsischen Küstenmeer verschwunden sind. Deutlich geringere Mindesdichten als die im Rahmen der Pilotstudie für die Auswertung der Videos angewendeten 200 Ind./m² für Lanice und 50 % Bedeckung durch Seemoos erscheinen auch aufgrund der dann schlechter ausgeprägten dreidimensionalen Strukturen dieser "ecosystem engineers" nicht sinnvoll. Die Datenlage für die Festlegung einer Mindestdichte ist derzeit insgesamt noch nicht gegeben; vorläufig sollte deshalb mit den in dieser Pilotstudie angewendeten Dichten gearbeitet werden.

Auswertung weiterer Proben erforderlich?

Nach Fertigstellung des Berichtes, der eine Auswertung der Greiferproben für die 1. und 2. Parallelprobe der 21 Stationen enthält, stellte sich die Frage, ob durch die Auswertung der weiteren und bisher noch nicht ausgewerteten 3. und 4. Parallelprobe relevante zusätzliche Informationen

gewonnen werden könnten. Da die untersuchten Biotope ein unterschiedliches Maß an Heterogenität aufweisen, erfolgte die im Anhang enthaltene Betrachtung der Arten-Areal-Kurven differenziert nach Biotopen. Die Arten-Areal-Kurven im Anhang zeigen, dass das im Untersuchungsgebiet vorhandene Artenspektrum mit Auswertung der 1. und 2. Parallelprobe an den 21 Stationen noch nicht vollständig erfasst wird; die Auswertung der 3. und 4. Parallelproben würde zu einer Erweiterung des Artenspektrums z. B. für die von Grobsand dominierten Flächen um schätzungsweise 20-30 weitere (seltener auftretende) Arten führen.

In den insgesamt homogeneren von Grobsand dominierten Stationen zeigt sich eine leichte Abflachung der Arten-Areal-Kurve, so dass für diese Stationen ein etwas geringerer Informationszugewinn zu erwarten ist als bei den heterogeneren Stationen mit Feinsanden und in Gebieten mit Steinen. Gleichzeitig hat der Vergleich mit anderen Gebieten im Rahmen der Pilotstudie gezeigt, dass schon mit den vorhandenen Daten eine Identifizierung von "artenreichen Kies-, Grobsandund Schillgründen" nach der Kartieranleitung des BfN möglich ist und in diesem (und vergleichbaren) Gebiet des Küstenmeeres eine deutlich geringere Probenzahl zum Nachweis der charakteristischen Arten reichen würde.

Insgesamt ist zu berücksichtigen, dass strukturreiche, heterogene Gebiete wie der Borkum Riffgrund zwar eine hohe Artenvielfalt aufweisen, der überwiegende Anteil der Arten aber mit einer sehr geringen Stetigkeit im Gebiet auftritt und ihr Beitrag zur Charakterisierung von Biotoptypen daher gering ist. In der Pilotstudie wurden 69 von insgesamt 115 Taxa mit sehr geringer Stetigkeit (<10 %) angetroffen. Vergleichbares wird auch aus dem niederländischen Teil des Borkum Riffgrundes berichtet (COOLEN et al. 2015). Vor diesem Hintergrund halten wir die Auswertung der 3. und 4. Paralellprobe im vorliegenden Zusammenhang nicht für zwingend erforderlich.

6.3 Empfehlungen

Aus der Vielzahl der im Rahmen der Pilotstudie betrachteten Aspekte lassen sich vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung eine Reihe von Empfehlungen ableiten. Aufgrund der relativ geringen Probenanzahl und des relativ kleine Untersuchungsgebietes sind die Ergebnisse als erste Hinweise zu verstehen, weitere Beprobungen anderer Gebiete des niedersächsischen Küstenmeeres sind zur Absicherung und Vervollständigung des Gesamtbildes erforderlich.

- Der multimethodische Ansatz der Pilotstudie ist für die Kartierung heterogener Flächen mit hohem Anteil von Hartsubstraten erforderlich und geeignet. Bei Vorliegen von Kartieranleitungen auch für das niedersächsische Küstenmeer sind gfls. Vereinfachungen möglich.
- Die im Rahmen der Pilotstudie zur Auswertung der Video-Aufnahmen entwickelte Vorgehensweise ist grundsätzlich für die Kartierung der differenzierten Biotope geeignet, sollte aber weiterentwickelt (u.a. Positionsgenauigkeit) und standardisiert werden.
- Für zukünftige Erfassungen heterogener Bereiche ist ein zeitlich und inhaltlich gestuftes Vorgehen sinnvoll: Auswertung vorliegender Sedimentdaten, Durchführung und Auswertung flächendeckender Side Scan Sonar-Aufnahmen, Festlegung, Durchführung und Auswertung von Videotransekten, gfls. Festlegung und Durchführung von Baumkurren- und

Greiferprobenahmen. Der Zeitversatz zwischen den einzelnen Kampagnen sollte gering sein.

- Die Aufwuchsfauna von größeren Steinen ist mit der bisher angewendeten Methodik nur eingeschränkt möglich (mit Video ist eine Artansprache nur für wenige Arten möglich; mit der Baumkurre werden Steine nur eher zufällig erfasst, außerdem ist die Methode invasiv und führt zu einem hohen Geräteverschleiß). Die Riffkartieranleitung des BfN verzichtet deshalb weitgehend auf eine Arterfassung. Dies halten wir für die Kartierung des Biotoptyps "Riff" auch im Küstenmeer für sinnvoll.
- Die für die AWZ entwickelte Kartieranleitung für das §30 Biotop "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" ist auch im untersuchten Bereich des Küstenmeers sinnvoll anwendbar; die Übertragbarkeit auf andere Bereiche sollte überprüft werden; gfls. sind dann Anpassungen sinnvoll. Die Anwendbarkeit im Wattenmeer ist vermutlich nicht gegeben.
- Der Biotoptyp "Riffe" kommt entsprechend der Kartierhinweise in Drachenfels (2014. 2016) im untersuchten Gebiet nicht vor; die Anwendung der Kartieranleitung des BfN (2018) (soweit dies mit dem nicht darauf ausgerichteten Datensatz möglich war) ergibt dagegen Vorkommen des Biotoptyps. Wir halten es vor dem Hintergrund der Ausprägung der relevanten Bereiche im Untersuchungsgebiet für sinnvoll, diese als BT "Riffe" anzusprechen und empfehlen auch deshalb die Übernahme der BfN-Kartieranleitung für das niedersächische Küstenmeer nördlich der Inseln.
- Die anhand der Daten der Pilotstudie aufgestellte Liste charakteristischer Arten von Riffgemeinschaften im niedersächsischen Küstenmeer sollte im Rahmen weiterer Datenerhebungen überprüft und ergänzt werden.
- Lanice-Rasen und Seemooswiesen lassen sich mittels Video recht gut erfassen; der Vergleich mit den Greiferergebnissen hat allerdings gezeigt, dass die aus dem Bildmaterial abgeschätzen Dichten bzw. Bedeckungsgrade überschätzt wurden. Die Datenlage für die Festlegung einer Mindestdichte ist derzeit noch nicht gegeben; vorläufig sollte mit den in dieser Pilotstudie angewendeten Dichten gearbeitet werden.

Literatur

- ANDERSON, M. J. & D. C. I. WALSH, 2013: PERMANOVA, ANOSIM and the Mantel test in the face of heterogenous dispersions: what null hypothesis are you testing? Ecological Monograph 83: 557-574.
- ARMONIES, W., 2010: Analyse des Vorkommens und der Verbreitung des nach § 30 BNatSchG geschützten Biotoptyps "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe". (unveröff. Bericht im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz) o. S.
- BFN (Bundesamt für Naturschutz), 2011: Artenreiche Kies-, Grobsand-und Schillgründe im Meeresund Küstenbereich - Definition und Kartieranleitung Kies-, Grobsand-& Schillgründe. - 5 S. http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads-marine-biotope.php, 30.05.2012.
- BFN (Hrsg.), 2017: Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee Beschreibung und Zustandsbewertung. BfN-Skripten 477, 549 S.
- BFN, 2018: BfN-Kartieranleitung für "Riffe" in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG, FFH Anhang I Lebensraumtyp (Code 1170). 70 S.
- BILDSTEIN, T., D. FIORENTINO, C.-P. GÜNTHER, R. PESCH, P. RÜCKERT, W. SCHRÖDER & B. SCHUCHARDT, 2014: Cluster 6 Biotopkartierung: Endberichtsentwurf Teil Nordsee. (unveröff. Bericht i. A. des Bundesamtes für Naturschutz (BfN)) o. S.
- BIOCONSULT, 2011: Varianten eines Kabelkorridors ("Harfe") im Bereich Borkum Riffgrund. (unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von energinet.dk) 105 S.
- BIOCONSULT, 2015: Ergänzende Untersuchungen des Makrozoobenthos auf der geplanten Trasse des COBRA Cable in der deutschen AWZ. unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von energinet.dk, Fredericia (DK) und TenneT, Arnhem (NL), 126 S. mit Anhang.
- BIOCONSULT, 2017: Kleinmaßstäbige Abgrenzung des nach §30 BNatSchG geschützten Biotoptyps "Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe" in den FFH-Gebieten der AWZ der Nordsee. (Studie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz) 38 S. https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/2018-02-13 AWZ-P4 KGS-Studie Endversion.pdf, 18.04.2018.
- 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.
- BORSJE, B., T. J. BOUMA, M. RABAUT & S. J. M. H. HULSCHER, 2014: Formation and erosion of biogeomorphological structures: A model study on the tube-building polychaete *Lanice conchilega*. Limnol. Oceanogr 59: doi:10.4319/lo.2014.59.4.0000,
- BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie), 2013: Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). Hamburg: 86 S.
- BUHR, K.-J., 1979: Eine Massensiedlung von *Lanice conchilega* (Polychaeta: Terebellidae) im Weser-Ästuar. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 17: 101-149.
- 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.
- CONNOR, D. W., J. H. ALLEN, N. GOLDING, K. L. HOWELL, L. M. LIEBERKNECHT, K. O. NORTHEN & J. B. REKER, 2004: The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. (JNCC, Peterborough ISBN 1 861 07561 8 (internet version)) 49 S. www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification,

- COOLEN, J. W. P., O. G. BOS, S. GLORIUS, W. LENGKEEK, J. CUPERUS, B. VAN DER WEIDE & A. AGÜERA, 2015: Reefs, sand and reef-like sand: A comparison of the benthic biodiversity of habitats in the Dutch Borkum Reef Grounds. Journal of Sea Research Volume 103, 2015: 84-92.
- COOLEN, J. W. P. & R. G. JAK, 2017: RECON: Reef effect structures in the North Sea, islands or connections? Summary Report Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research report C074/17A. S. 33.
- D'UDEKEM D'ACOZ, C., 1999: Inventaire et distribution des Crustacés Décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25°N. Patrimoines naturels (M.N.H.N./S.P.N.) 40: 1-383.
- DARR, A., M. L. ZETTLER, B. EBBE & L. GUTOW, 2014: Monitoringbericht: Zustand benthischer Arten und Biotope in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee. Untersuchungsjahr 2013. (Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz) 86 S. https://www.io-warnemuende.de/tl files/bio/ag-benthische-organismen/pdf/2014-10-15 Cluster-4-Benthos-Monitoringbericht-2013-IOW-final.pdf, 18.04.2018.
- DAVIES, C. E., D. MOSS & M. O. HILL, 2004: EUNIS habitat classification revised 2004. (Report to: European Environment Agency European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity) 307 S.
- DITTMANN, S., 1999: Biotic interactions in a *Lanice conchilega*-dominated tidal flat. In: DITTMANN, S. (Hrsg.), The Wadden Sea Ecosystem. Stability properties and mechanisms. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 153-162.
- DÖRJES, J., 1977: Über die Bodenfauna des Borkumer Riffgrundes (Nordsee). Senckenbergiana maritima 9: 1-17. L:\Benthos\Dörjes_über die bodenfauna des borkum riffgrundes 1977.pdf,
- DRACHENFELS, O. V., 2014: Hinweise zur Definition und Kartierung der Lebensraumtypen von Anh. I der FFH-Richtlinie in Niedersachsen auf der Grundlage des Interpretation Manuals der Europäischen Kommission (Version EUR 27 vom April 2007) Stand: Februar 2014. (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz NLWKN) 80 S.
- DRACHENFELS, O. V., 2016: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Juli 2016. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4 (9. korrigierte und geänderte Auflage 2016): 1-326.
- EUROPEAN COMMISSION, 2013: Interpretation Manual of European Union Habitats. European Commission, DG Environment, Brussels: 144 S. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU2_8.ndf
- FINCK, P., S. HEINZE, U. RATHS, U. RIECKEN & A. SSYMANK, 2017: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands Dritte fortgeschriebene Fassung 2017. Naturschutz und Biologische Vielfalt 156, 637 S.
- HAGMEIER, A., 1925: Vorläufiger Bericht über die vorbereitenden Untersuchungen der Bodenfauna der Deutschen Bucht mit dem Petersen-Bodengreifer. Berichte der Deutsche wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung N.F. 1: 247-272.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G., 1996: Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. In: Dahl, F. (Hrsg.), Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, Teil 58. Gustav Fischer Verlag, Jena: 648.
- IBL UMWELTPLANUNG, 2002: Offshore Windpark Nordergründe Umweltverträglichkeitsstudie. (unveröff. Gutachten im Auftrag von EnergieKontor VB GmbH) Bremen: ohne S. mit Anhang.
- KRAUSE, J., O. DRACHENFELS, V., G. ELLWANGER, H. FARKE, D. M. FLEET, J. GEMPERLEIN, K. HEINICKE, C. HERRMANN, H. KLUGKIST, U. LENSCHOW, C. MICHALCZYK, I. NARBERHAUS, E. SCHRÖDER, M. STOCK & K. ZSCHEILE (Bund-Länder-Arbeitskreis "FFH-Berichtspflichten Meere und Küsten"), 2008: Bewertungsschemata für die Meeres- und

- Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie 11er Lebensraumtypen: Meeresgewässer und Gezeitenzonen. 23 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.
- 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.
- PETERSEN, C. G. J., 1914: Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for the marine zoogeography. In: (Hrsg.), Reports of the Danish Biological Station. 44.
- PETERSEN, C. G. J., 1915: On the animal communities of the sea bottom in the Skaggerak, the Christiania Fjord and Danish waters. Rep. Dan. Biol. Sta. 23: 3.28.
- PETERSEN, C. G. J., 1924: A brief survey of the animal communities in Danish waters. American Journal of Science 7: 343-354.
- RABAUT, M., 2009: *Lanice conchilega*, fisheries and marine conservation. Towards an ecosystem approach to marine management. (PhD thesis) Ghent University, 354 S.
- RACHOR, E., R. BÖNSCH, K. BOOS, F. GOSSELCK, M. GROTJAHN, 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. 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.
- RACHOR, E., H. REISS, S. DEGRAER, G. C. A. DUINEVELD, G. VAN HOEY, M. LAVALEYE, W. WILLEMS & H. L. REES, 2007: Structure, distribution, and characterizing species of North Sea macro-zoobenthos communities in 2000. In: REES, H.L., J.D. EGGLETON, E. RACHOR & E. VANDEN BERGHE (Hrsg.), ICES Cooperative Research Report Structure and dynamics of the North Sea benthos. 46-59.
- SALZWEDEL, H., E. RACHOR & D. GERDES, 1985: Benthic macrofauna communities in the German Bight. Veröffentlichungen des Institutes für Meeresforschung Bremerhaven 20: 199-267.
- SCHÖNROCK, S., 2016: Vergleichende Erprobung prädiktiv-statistischer Verfahren zur flächenhaften Kartierung benthischer Weichbodengemeinschaften in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der deutschen Nordsee. (Masterarbeit Beuth Hochschule für Technik Berlin) 124 S. + Anhänge.
- SCHRÖDER, A., 2005: Community dynamics and development of soft-bottom macrozoobenthos in the German Bight (North Sea) 1969 2000. Berichte zur Polar- und Meeresforschung 494, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven: 181 S. und Anhang.
- TÜRKAY, M., 2014: On the occurrence of *Diogenes pugilator* in the German Bight (Crustacea: Decapoda Diogenidae). Helgol. Mar. Res. 68: 281–287.
- TÜRKAY, M., 2015: Krebse erzählen eine Klimageschichte. Natur und Museums 145 (7/8) 202-211.
- VAN HOEY, G., 2007: The effect of the presence of *Lanice conchilega* on the soft-bottom benthic ecosystem in the North Sea. In: Reese, H.L., J.D. Eggleton, E. Rachor & E. Vanden Berghe (Hrsg.), ICES Cooperative Research Report. ICES, 188-199.
- WAGLER, H., R. BERGHAHN & R. VORBERG, 2009: The fishery for whiteweed, Sertularia cupressina (Cnidaria, Hydrozoa), in the Wadden Sea, Germany: history and anthropogenic effects. ICES Journal of Marine Science 66: 2116-2120.

Anhang

Van Veen-Greifer

Tab. 26: Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung typischer Arten in den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22).

Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 50 % der gruppeninternen Ähnlichkeit beigetragen haben

Gruppe fS-mS, Ähnlichkeit: 30,	28%				
Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Nephtys cirrosa	2,83	6,11	4	20,16	20,16
Echinocardium cordatum	2,22	4,77	4,43	15,75	35,91
Fabulina fabula	2,78	2,66	0,8	8,77	44,68
Gastrosaccus spinifer	1,42	2,48	0,9	8,18	52,86
Gruppe fS-mS-gS, Ähnlichkeit:	50,50%				
Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Nephtys cirrosa	2,92	9,15	64,09	18,12	18,12
Aonides paucibranchiata	2,83	7,45	7,5	14,75	32,87
Goodallia triangularis	2,79	6,86	47,25	13,59	46,47
Ophelia borealis/Ophelia spp.	2,34	6,38	6,2	12,63	59,09
Gruppe gS-1, Ähnlichkeit: 55,70	5%				
Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	4	8,93	4,45	16,02	16,02
Spisula solida	3,3	8,15	17,93	14,61	30,63
Nephtys cirrosa	2,72	7,04	9,1	12,63	43,26
Branchiostoma lanceolatum	3	6,95	6,65	12,47	55,73
Gruppe gS-2, Ähnlichkeit: 58,29	9%		•	•	•
Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Lanice conchilega	3,86	6,84	6,63	11,74	11,74
Aonides paucibranchiata	3,54	5,94	4,55	10,19	21,93
Branchiostoma lanceolatum	2,77	4,89	5,8	8,39	30,32
Nephtys cirrosa	2,5	4,34	5,8	7,45	37,77
Malmgrenia arenicolae	2,33	4,06	6,7	6,96	44,73
Nephtys caeca	2,28	4,03	6,9	6,91	51,64

Tab. 27: Van-Veen-Greifer: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22) beigetragen haben. Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu je 30 % der Unähnlichkeit beigetragen haben

fS-mS & gS-1, Unähnlichkeit: 82%	fS-mS	gS-1				
Art	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	0,44	4	4,63	2,48	5,68	5,68
Spisula solida	0	3,3	4,19	5,68	5,14	10,82
Branchiostoma lanceolatum	0	3	3,82	4,16	4,68	15,5
Fabulina fabula	2,78	0	3,15	1,41	3,87	19,36
Glycera lapidum	0	2,39	3,05	4,94	3,74	23,11
Echinocardium cordatum	2,22	0	2,81	5,58	3,44	26,55
Magelona johnstoni	1,96	0	2,31	1,31	2,83	29,38
Scoloplos armiger	2,09	0	2,29	0,96	2,81	32,19
fS-mS & gS-2, Unähnlichkeit: 76%	fS-mS	gS-2				
Art	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	0,44	3,54	3,4	2,42	4,46	4,46
Lanice conchilega	0,89	3,86	3,29	2,23	4,31	8,77
Branchiostoma lanceolatum	0	2,77	2,99	4,23	3,92	12,68
Fabulina fabula	2,78	0	2,7	1,42	3,54	16,22
Malmgrenia arenicolae	0	2,33	2,49	5,01	3,26	19,48
Glycera lapidum	0	2,24	2,4	2,29	3,14	22,63
Scoloplos armiger	2,09	1,86	2,18	1,68	2,86	25,49
Echinocardium cordatum	2,22	0,22	2,17	2,75	2,84	28,33
Ensis ensis+leei+spp	0,44	2,28	2,04	1,93	2,68	31,01
Magelona johnstoni	1,96	0	1,96	1,33	2,58	33,58
fS-mS & fS-mS-gS, Unähnlichkeit: 74%	fS-mS	fS-mS-gS				
Art	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Aonides paucibranchiata	0,44	2,83	3,5	1,91	4,74	4,74
Fabulina fabula	2,78	0	3,42	1,41	4,64	9,37
Echinocardium cordatum	2,22	0	3,08	5,57	4,17	13,54
Scoloplos armiger	2,09	0,84	2,64	1,18	3,58	17,12
Magelona johnstoni	1,96	0	2,51	1,3	3,4	20,52
Goodallia triangularis	1,59	2,79	2,49	1,95	3,37	23,89
Nephtys caeca	0,59	2	2,2	1,86	2,99	26,88
Nemertea indet.	0,44	1,89	2,06	1,62	2,79	29,67
Spio goniocephala	0	1,37	1,94	1,26	2,64	32,3

gS-1 & gS-2, Unähnlichkeit: 52%	gS-1	gS-2				
Art	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Spisula solida	3,3	0	3,66	8,72	6,97	6,97
Nephtys caeca	0	2,28	2,52	7,32	4,81	11,78
Scoloplos armiger	0	1,86	1,99	1,6	3,79	15,58
Ophelia borealis+Ophelia spp.	0,44	1,91	1,81	1,45	3,46	19,03
Lanice conchilega	2,52	3,86	1,47	2,26	2,81	21,84
Ensis ensis+Ensis spp.	1,06	2,28	1,47	1,22	2,81	24,65
Goodallia triangularis	1,95	1,66	1,46	1,28	2,78	27,43
Eumida sanguinea+Eumida spp.	0,59	1,42	1,44	1,48	2,74	30,17
gS-1 & fS-mS-gS, Unähnlichkeit: 61%	gS-1	fS-mS-gS				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Spisula solida	3,3	0,59	3,93	3,02	6,44	6,44
Branchiostoma lanceolatum	3	0,84	3,19	1,7	5,22	11,67
Nephtys caeca	0	2	2,93	8,97	4,81	16,47
Ophelia borealis+Ophelia spp.	0,44	2,34	2,7	2,07	4,43	20,91
Glycera lapidum	2,39	0,59	2,62	1,99	4,29	25,2
Spiophanes bombyx	0	1,54	2,26	1,32	3,7	28,9
Goodallia triangularis	1,95	2,79	2,17	1,13	3,57	32,47
gS-2 & fS-mS-gS, Unähnlichkeit: 56%	gS-2	fS-mS-gS				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Malmgrenia arenicolae	2,33	0	2,8	6,9	5,01	5,01
Lanice conchilega	3,86	1,62	2,68	1,81	4,8	9,81
Branchiostoma lanceolatum	2,77	0,84	2,36	1,52	4,23	14,04
Obelia bidentata	1,86	0	2,25	6,53	4,04	18,08
Glycera lapidum	2,24	0,59	2,15	1,77	3,86	21,93
Scoloplos armiger	1,86	0,84	1,88	1,4	3,36	25,3
Eumida sanguinea+Eumida spp.	1,42	0	1,68	1,68	3,01	28,3
Spiophanes bombyx	1,19	1,54	1,61	1,16	2,89	31,19

Tab. 28: Van-Veen-Greifer: Taxa- / Artliste des Makrozoobenthos unter Angabe der mittleren Abundanz (Ind./m²) und mittleren Biomasse (AFTG g/m²) für die vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 22).

N Gesamt = 19 Stationen je 2 Greifer, Gruppe fS-mS (4 Stationen), Gruppe fS-mS-gS (3 Stationen), Gruppe gS-1 (4 Stationen), Gruppe gS-2 (8 Stationen), Rote Liste (RL)-Kategorie nach RACHOR et al. (2013), X = vorhanden bei nicht zählbaren Taxa (Hydrozoa, Bryozoa), * im Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art gezählt, blau hinterlegtes Feld: innerhalb der Gruppe nicht als eigenständige Art gezählt, dominante Sedimentfraktion der Gruppe: fS: Feinsand, mS: Mittelsand, gS = Grobsand

			Ind.	/m²			AFTG	g/m²	
Taxon / Art	RL- Kat.	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2
Porifera									
Porifera indet.					0,6				0,0636
Hydrozoa									
Clytia hemisphaerica			х	х	х		n.b.	n.b.	n.b.
Halecium halecinum	R				Х				n.b.
Lovenella clausa		Х					n.b.		
Obelia bidentata		Х			х	0,0010		0,0002	0,0001
Obelia dichotoma					х				n.b.
Obelia spp.*		Х	х	х	х	0,0014		n.b.	0,0017
Sertularia cupressina	G		х				n.b.		
Anthozoa									
Anthozoa indet.		10,0	1,7	1,3	3,1	0,2901	0,4132	0,0506	0,3728
Cerianthus lloydii		1,3				0,0453			
Bryozoa									
Alcyonidium parasiticum	G			х	х			n.b.	n.b.
Arachnidium fibrosum									
Conopeum reticulum		Х			Х		n.b.		n.b.
Electra pilosa			х				n.b.		
Nemertea									
Nemertea indet.		1,3	6,7	3,8	5,0	0,0010	0,0021	0,0040	0,0047
Tubulanus polymorphus		6,3			3,1	0,0060			0,0045
Polychaeta									
Aonides paucibranchiata		1,3	43,3	160,0	93,8	0,0001	0,0102	0,0371	0,0285
Chaetozone chistiei agg.		1,3	1,3			0,0001			
Eteone longa					1,3				0,0006
Eteone spp.*				1,3				0,0010	
Eumida sanguinea					5,0				0,0035
Eumida spp.*		1,3		3,8		0,0001		0,0013	
Eunereis elittoralis			1,7		0,6		0,0142		0,0006
Eunereis longissima					0,6				0,0013
Glycera alba									
Glycera lapidum			1,7	17,5	20,0		0,0011	0,0251	0,0284
Glycera oxycephala		1,3				0,0028			

			Ind.	/m²			AFTG	g/m²	
Taxon / Art	RL- Kat.	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2
Glycera spp.*					0,6				0,0012
Goniadella bobrezkii				5,0	7,5			0,0017	0,0039
Lagis koreni					0,6				0,0120
Lanice conchilega		2,5	11,7	23,8	118,8	0,0013	0,1723	0,2365	1,0786
Magelona johnstoni		33,8				0,0381			
Malmgrenia andreapolis					1,3				0,0008
Malmgrenia arenicolae				5,0	16,3			0,0080	0,0219
Malmgrenia spp.*				1,3	1,3			0,0006	0,0006
Mediomastus fragilis					3,8				0,0010
Nephtys assimilis		1,3				0,0875			
Nephtys caeca		3,8	8,3		14,4	0,4883	1,9399		4,4157
Nephtys cirrosa		36,3	36,7	27,5	21,9	0,2051	0,5463	0,5388	0,3729
Nephtys hombergii		6,3				0,3215			
Nephtys spp.*		12,5	1,7	3,8		0,0145	0,0002	0,0107	
Nereididae indet.*				1,3	3,1			0,0016	0,0793
Notomastus latericeus					0,6				0,0101
Ophelia borealis		2,5	11,7	1,3	8,1	0,1378	0,5967	0,0001	0,0544
Ophelia spp.*			6,7		11,9		0,0045		0,0033
Owenia fusiformis		3,8			0,6	0,1203			0,0035
Pholoe baltica									
Pholoe spp.*			1,7				0,0002		
Pisione remota				2,5	6,3			0,0016	0,0019
Poecilochaetus serpens		2,5			0,6	0,0005			0,0006
Polycirrus medusa					1,3				0,0024
Polycirrus spp.*					0,6				0,0006
Polygordius lacteus				6,3				0,0003	
Polygordius spp.*				5,0	0,6			0,0003	0,0001
Protodorvillea kefersteini				1,3	6,3			0,0001	0,0021
Scalibregma inflatum				1,3				0,0020	
Scolelepis bonnieri		3,8	1,3			0,0021			
Scoloplos armiger		78,8	6,7		23,1	0,0836	0,0212		0,0506
Spio goniocephala			6,7		1,3		0,0039		0,0003
Spio spp.*					1,3				0,0022
Spio symphyta		3,8	1,7	5,0	2,5	0,0018	0,0027	0,0082	0,0021
Spiophanes bombyx		5,0		-	10,0	0,0034			0,0077
Terebellidae indet.*					0,6				0,0008
Bivalvia					,				-
Abra alba									
Chamelea striatula		2,5				1,5938			
Donax vittatus	G	1				0,2695			

	Б.		Ind.	/m²		AFTG g/m²			
Taxon / Art	RL- Kat.	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2
Dosinia lupinus				1,3	2,5			0,1984	0,2071
Ensis ensis	2		6,7	2,5	11,3		1,6542	1,1016	3,8030
Ensis leei					0,6				1,0357
Ensis spp.*		1,3	1,7	2,5	4,4	0,1167	0,0361	0,0034	1,4820
Fabulina fabula		123,8				0,9262			
Gari spp.		1,3				0,0734			
Goodallia triangularis	3	26,3	55,0	27,5	11,3	0,0060	0,0138	0,0079	0,0028
Kurtiella bidentata		5,0	1,7		4,4	0,0017	0,0010		0,0016
Lutraria spp.					0,6				0,0038
Macomangulus tenuis		1,3				0,0012			
Moerella donacina		1,3				0,0082			
Mytilus edulis				1,3				0,0000 1	
Phaxas pellucidus		1,3				0,0108			
Spisula elliptica	2			5,0	1,9			0,1208	0,0419
Spisula solida	G		1,7	62,5			0,7122	49,69	
Tellimya ferruginosa		7,5			1,9	0,0043			0,0006
Gastropoda									
Euspira nitida		1,3			0,6	0,0025			0,0017
Tritia reticulata	G			1,3				0,0065	
Phoronida									
Phoronis spp.		2,5		1,3	1,9	0,0006		0,0006	0,0008
Crustacea									
Abludomelita obtusata			1,7		8,1		0,0002		0,0009
Aora gracilis					1,3				0,0001
Bathyporeia guilliamsoniana		1,3				0,0013			
Bathyporeia pelagica		7,5				0,0023			
Bathyporeia spp.*					0,6				0,0001
Bodotria scorpioides					0,6				0,0001
Callianassa subterranea		3,8			0,6	0,0046			0,0001
Cheirocratus sundevallii					0,6				0,0001
Crangon crangon		1,3				0,0219			
Diastylis bradyi		2,5				0,0031			
Diogenes pugilator		12,5				0,0224			
Gastrosaccus spinifer		5,0	3,3	2,5	1,3	0,0095	0,0080	0,0079	0,0048
Leucothoe incisa		2,5			2,5	0,0005			0,0012
Liocarcinus holsatus					1,3				0,6527
Liocarcinus spp.*					1,3				0,0185
Pariambus typicus					0,6				0,0000
Pontocrates arenarius					0,6				0,0009

			Ind.	/m²		AFTG g/m²			
Taxon / Art	RL- Kat.	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2	fS-mS	fS-mS- gS	gS-1	gS-2
Processa modica					0,6				0,0104
Processa parva			1,7				0,0273		
Schistomysis spiritus				1,3				0,0004	
Synchelidium maculatum		1,3				0,0001			
Thia scutellata		2,5		1,3		0,0122		0,0034	
Urothoe poseidonis		8,8	1,7			0,0027	0,0013		
Echinodermata									
Amphiuridae indet.		1,3				0,0001			
Asterias rubens					1,3				0,1319
Echinocardium cordatum		13,8			0,6	6,0990			0,1286
Leptosynapta inhaerens				2,5				0,0084	
Ophiura albida					0,6				0,0002
Ophiura spp.*				1,3				0,0037	
Cephalochordata									
Branchiostoma lanceolatum	G		6,7	47,5	32,5		0,3103	2,4423	1,0108
Hydrozoa/Bryozoa Restbiomasse						0,0004	0,0037	0,0115	0,0658

2 m-Baumkurre

Tab. 29: 2 m-Baumkurre: Artabundanzdaten Fische pro Hol (Ind./ha).

Artname	Dt. Name	D_1-06-1	D_1- 30-1	D_1- 33-1	D_1- 33-2	D_1- 34-1	D_1- 36-1	D_2- 38-1
Agonus cataphractus	Steinpicker	30,3	160,6		29,1		28,5	
Arnoglossus laterna	Lammzunge	60,5	64,2					182,4
Buglossidium luteum	Zwergzunge		192,7					30,4
Callionymus lyra	Gestreifter Leierfisch	393,5	64,2	170,3	203,7	113,4	171,2	820,7
Callionymus reticulatus	Ornamentleier- fisch			28,4	174,6	85,1	114,1	30,4
Chelon spp.	Meeräsche	30,3						
Ciliata mustela	Fünfbärtelige Seequappe	60,5			29,1	28,4	28,5	
Clupea harengus	Atlantischer Hering						28,5	
Echiichthys vipera	Kleines Petermännchen							
Enchelyopus cimbrius	Vierbärtelige Seequappe							
Gadus morhua	Kabeljau							
Hyperoplus lanceolatus	Gefleckter Großer Sandaal						57,1	30,4
Limanda limanda	Kliesche	393,5	321,2	454,1	320,1	510,3	570,6	1124,7
Merlangius merlangus	Wittling	181,6	449,7	823,1	232,8	935,6	656,2	273,6
Microstomus kitt	Limande						28,5	
Pleuronectes platessa	Scholle		32,1	28,4			28,5	
Pomatoschistus spp.	Grundeln	151,3	32,1	141,9		226,8	542,1	364,8
Solea solea	Seezunge			56,8	29,1		28,5	
Sprattus sprattus	Sprotte		32,1		29,1			
Syngnathus rostellatus	Kleine Seenadel							
Taurulus bubalis	Seebull							
Gesamtergebnis		1301,6	1349,0	1703,0	1047,6	1899,5	2282,5	2857,2

Artname	Dt. Name	D_2- 39-1	D_2- 39-2	D_2- 39-3	D_2- 39-4	D_2- 39-5	D_4- 11-1	D_4- 13-3	D_ex4- 1
Agonus cataphractus	Steinpicker		35,8		33,8		61,0	51,7	303,4
Arnoglossus laterna	Lammzunge	62,1	71,6	202,7		524,1		129,3	37,9
Buglossidium luteum	Zwergzunge							25,9	37,9
Callionymus lyra	Gestreifter Leierfisch	1615,3	1896,9	729,7	1556,1	873,5	396,5	310,4	1175,6
Callionymus reticulatus	Ornamentleier- fisch	310,6	143,2	324,3	135,3	131,0	61,0	25,9	151,7
Chelon spp.	Meeräsche								
Ciliata mustela	Fünfbärtelige Seequappe		71,6					51,7	75,8
Clupea harengus	Atlantischer Hering								
Echiichthys vipera	Kleines Petermännchen	62,1							
Enchelyopus cimbrius	Vierbärtelige Seequappe				33,8				
Gadus morhua	Kabeljau		71,6						
Hyperoplus lanceolatus	Gefleckter Großer Sandaal								37,9
Limanda limanda	Kliesche	434,9	1216,9	486,5	676,6	742,5	427,0	776,0	720,5
Merlangius merlangus	Wittling	62,1	608,4		439,8	87,3	274,5	103,5	265,5
Microstomus kitt	Limande		35,8				30,5		113,8
Pleuronectes platessa	Scholle					43,7			
Pomatoschistus spp.	Grundeln	434,9	214,7	243,2	575,1	436,7	274,5	413,9	606,8
Solea solea	Seezunge								
Sprattus sprattus	Sprotte	62,1					61,0	51,7	
Syngnathus rostellatus	Kleine Seenadel						30,5	25,9	
Taurulus bubalis	Seebull		35,8						
Gesamtergebnis		3044,2	4402,1	1986,3	3450,6	2838,8	1616,4	1966,0	3526,7

Tab. 30: 2 m-Baumkurre: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen den vier Gruppen aus der Clusteranalyse (Abb. 28) beigetragen haben.

Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 50 % der Unähnlichkeit zwischen den Gruppen beigetragen haben.

Gensiel Sind and Arten, die Kumula	111V Zu 30 /0 ue	Ullallilliclikei	L ZWISCHEIT GET	i Gruppen beig	jeli agen nabel	l.
Trennarten	2-C	2-B				
Trefillarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Metridium dianthus	65,24	5,08	12,53	5,19	30,35	30,35
Liocarcinus holsatus	30,34	46,71	3,38	10,97	8,18	38,53
Liocarcinus depurator	5,03	20,05	3,17	1,62	7,69	46,22
Asterias rubens	33,1	25,03	2,75	1,31	6,67	52,88
Transartan	2-C	2-A				
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Metridium dianthus	65,24	0	17,88	17,39	31,93	31,93
Asterias rubens	33,1	15,42	4,81	1,55	8,58	40,51
Crangon crangon	53,65	36,41	4,73	13,14	8,45	48,96
Necora puber	16,92	0	4,64	6,22	8,29	57,25
Topographic	1-4	2-C				
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Metridium dianthus	0	65,24	14,22	16,09	28,42	28,42
Crangon crangon	29,16	53,65	5,38	2,94	10,74	39,17
Necora puber	0	16,92	3,69	6,81	7,38	46,55
Liocarcinus holsatus	33,56	30,34	2,42	3,63	4,83	51,38
	2-B	2-A	·	·	·	·
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Liocarcinus holsatus	46,71	22,55	8,4	2,84	19,97	19,97
Crangon crangon	59,19	36,41	7,55	2,65	17,95	37,92
Liocarcinus depurator	20,05	2,76	5,82	1,77	13,84	51,76
	1-4	2-B	,	·	,	,
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Crangon crangon	29,16	59,19	7,68	2,57	18,24	18,24
Liocarcinus depurator	4,22	20,05	4,03	1,73	9,56	27,81
Liocarcinus holsatus	33,56	46,71	3,44	1,17	8,17	35,98
Asterias rubens	31,41	25,03	3,1	1,47	7,36	43,34
Anthozoa indet.	2,19	6,42	1,9	0,94	4,52	47,87
Aora gracilis+ Melitidae indet.	6,56	0	1,68	1,3	4	51,87
	1-4	2-A	, = =	,-		, ,
Trennarten	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Asterias rubens	31,41	15,42	5,9	1,88	13,11	13,11
Liocarcinus holsatus	33,56	22,55	5,48	1,49	12,18	25,29
Crangon crangon	29,16	36,41	3,39	1,44	7,52	32,82
Pagurus bernhardus	13,24	5,66	2,82	2,24	6,26	39,07
Liocarcinus navigator	7,24	0	2,69	1,65	5,96	45,04
Aora gracilis+ Melitidae indet.	6,56	0	2,42	1,31	5,38	50,41
3			_, · _			,

Identifizierung von "Leitarten" nach ARMONIES (2010)

Orientiert an ARMONIES (2010) wurden "Leitarten" der untersuchten Stationen identifiziert. Dazu wurde für alle Arten/Taxa die mittlere Abundanz (Ind./m²) in Abhängigkeit des dominanten Sedimenttyps untersucht, welche auch der Gruppierung anhand der Arten-Abundanzstruktur des Benthos aus der Clusteranalyse entspricht. Zusätzlich wurde ein Wert für Stationen berechnet, die einen Kiesgehalt von >20 % aufwiesen, um den Faktor Verfügbarkeit von Hartsubstrat zu berücksichtigen. Insgesamt werden vier Artengruppen unterschieden: Grobsand, Mittelsand, Feinsand sowie Arten ohne klare Bevorzugung eines dieser Sedimenttypen. Zusätzlich wurde für jeden Sedimenttyp eine Unterkategorie eingeführt (z. B. Grobsand-Kies, Mittelsand-Kies, Feinsand-Kies), wenn Arten neben dem Sedimenttyp zusätzlich an Stationen mit einem Kiesgehalt >20 % eine überdurchschnittlich hohe Abundanz aufwiesen.

Die Ergebnisse sind in Tab. 31 unter Angabe der Stetigkeit und mittleren Abundanz für das Gesamtgebiet und der mittleren Abundanz in den Sedimenttypen gelistet. Die Farbgebung wurde in Relation der Abundanz an einem bestimmten Sedimenttyp zum Gesamtgebiet vergeben: Orange Felder verdeutlichen, dass die Art dort mit einer überdurchschnittlichen Abundanz vorkommt und ggf. in Relation zur Stetigkeit als Leitart eines Sedimenttyps fungiert.

Tab. 31: Übersicht der bevorzugten Sedimenttypen ("Leitarten" sensu ARMONIES 2010) von Arten/Taxa im Küstenmeer Borkum Riffgrund.

Angegeben sind die Stetigkeit (%) und mittlere Abundanz (Ind./m²), mit der Arten/Taxa im Gesamtgebiet vorkamen sowie die mittlere Abundanz bzw. Stetigkeit (bei Hydrozoa/Bryozoa) in den dominanten Sedimenttypen (fS = Feinsand, mS = Mittelsand, gS = Grobsand, K = Kies)

Orange Felder: hohe Abundanz (2 x Mittelwert aus gesamt), gelbe Felder: (0,1 bis >2 x Mittelwert aus gesamt), leere Zellen = kein Vorkommen der Art

Arten ohne Präferenz für einen Sedimenttyp und mit einem Vrokommen an 1 oder 2 Stationen (Stetigkeit max. 9,5 %) sind nicht gelistet

Sind flicht gelistet			Chatia	N = 21	N = 2	N = 4	N = 15, d	avon 5 K
Großgruppe	Leitart	RL-Kat.	Stetig- keit (%)	MW Ind./m²	MW Ind./m² fS	MW Ind./m² mS	MW Ind./m² gS	MW Ind./m² K>20%
	Arten Kies							
Hydrozoa	Obelia dichotoma		19,0	1,19			27	60
Polychaeta	Goniadella bobrezkii		42,9	5,24		1,25	7,00	12,00
Bivalvia	Dosinia lupinus		19,0	1,19			1,67	4,00
	Arten Grobsand-Kies							
Bryozoa	Alcyonidium parasiticum	G	14,3	0,71			20	20
	Arten Grobsand							
Hydrozoa	Clytia hemisphaerica		23,8	1,67		25	27	20
Hydrozoa	Obelia bidentata		57,1	3,57	50	25	67	60
	Arten Mittelsand							
Bryozoa	Conopeum reticulum		14,3	0,71		50		
Polychaeta	Scalibregma inflatum		9,5	0,71		2,5		
Crustacea	Bathyporeia guilliamsoniana		9,5	0,48		2,5		
Crustacea	Thia scutellata		9,5	0,71		2,5	0,33	
	Arten Feinsand-Mittelsand							
Polychaeta	Scolelepis bonnieri		14,3	0,71	2,50	2,5		
Bivalvia	Chamelea striatula		9,5	0,48	2,50	1,25		
Echinodermata	Echinocardium cordatum		23,8	2,86	15,00	6,25	0,33	

Fortsetzung von Tab. 31

			Stetig-	N = 21	N = 2	N = 4	N = 15, d	avon 5 K
Großgruppe	Leitart	RL-Kat.	keit (%)	MW Ind./m²	MW Ind./m² fS	MW Ind./m² mS	MW Ind./m² gS	MW Ind./m² K>20%
	Arten Feinsand							
Nemertea	Tubulanus polymorphus		14,3	2,38	12,50		1,67	
Polychaeta	Magelona johnstoni		14,3	6,43	65,00	1,25		
Polychaeta	Nephtys hombergii		9,5	1,19	12,50			
Polychaeta	Owenia fusiformis		9,5	0,95	7,50		0,33	1,00
Polychaeta	Poecilochaetus serpens		9,5	0,71	5,00		0,33	
Polychaeta	Scoloplos armiger		52,4	28,57	157,50	6,25	17,33	18,00
Polychaeta	Spio symphyta		28,6	2,86	7,50		3,00	1,00
Bivalvia	Fabulina fabula		14,3	23,57	245,00	1,25		
Crustacea	Bathyporeia pelagica		9,5	1,43	12,50	1,25		
Crustacea	Callianassa subterranea		9,5	0,95	7,50		0,33	1,00
Crustacea	Leucothoe incisa		9,5	1,43	5,00		1,33	
Crustacea	Urothoe poseidonis		9,5	1,90	17,50	1,25		
	Arten Feinsand-Kies							
Gastropoda	Euspira nitida		9,5	0,48	2,50		0,33	1,00
	Arten mit gehäuftem Vorkom	men in	groben S	ediment	en			
Cephalochordata	Branchiostoma lanceolatum	G	66,7	22,62		1,25	31,33	34,00
Polychaeta	Eumida sanguinea		28,6	1,90			2,67	2,00
Polychaeta	Aonides paucibranchiata		81,0	74,52	2,50	6,25	12,33	95,00
Polychaeta	Pisione remota		23,8	4,05			5,67	7,00
Polychaeta	Protodorvillea kefersteini		33,3	3,33			4,67	6,00
Polychaeta	Mediomastus fragilis		19,0	1,67			2,33	1,00
Polychaeta	Eunereis elittoralis		9,5	0,48			0,67	
Polychaeta	Spio goniocephala		14,3	1,43			2,00	
Crustacea	Liocarcinus holsatus		9,5	0,48			0,67	
Crustacea	Abludomelita obtusata		23,8	3,33			4,67	
Crustacea	Aora gracilis		9,5	0,48			0,67	
Bivalvia	Spisula elliptica	2	19,0	1,67			2,33	1,00
Bivalvia	Spisula solida	G	23,8	12,14			17,00	6,00
Polychaeta	Malmgrenia arenicolae		57,1	7,38		1,25	1,00	8,00
Polychaeta	Nephtys caeca		57,1	7,38		6,25	8,67	8,00
Polychaeta	Ophelia borealis		57,1	5,71		7,5	6,00	9,00
Bivalvia	Ensis ensis	2	28,6	5,71		5	6,67	8,00
Bivalvia	Goodallia triangularis	3	71,4	22,62		3	23,67	8,00
Polychaeta	Glycera lapidum		61,9	11,43		1,25	15,67	2,00

KGS-Biotope

Tab. 32: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer gruppeninternen Ähnlichkeit der KGS-Stationen in den Bereichen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben.
Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 70 % der gruppeninternen Ähnlichkeit beigetragen haben

Gruppe AWZ, 38,99 % Ähnlichkeit										
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%					
Aonides paucibranchiata	16,67	10,19	1,93	26,14	26,14					
Branchiostoma lanceolatum	11,49	5,64	1,48	14,47	40,61					
Glycera lapidum	8,57	4,8	1,79	12,32	52,92					
Goodallia triangularis	4,06	1,91	0,64	4,89	57,81					
Spio symphyta	4,1	1,61	0,8	4,13	61,94					
Lanice conchilega	5,76	1,45	0,65	3,71	65,65					
Nephtys cirrosa	2,32	1,3	0,6	3,33	68,98					
Polycirrus medusa	3,86	1,07	0,64	2,74	71,72					
Gruppe Küstenmeer, 41,62 %	Ähnlichkeit									
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%					
Branchiostoma lanceolatum	6,25	4,56	1,71	10,95	33,46					
Lanice conchilega	6,5	3,64	1,1	8,74	42,2					
Goodallia triangularis	4,73	2,94	0,98	7,06	49,26					
Ophelia spp.	5,88	2,86	0,68	6,87	56,13					
Glycera lapidum	3,84	2,3	1,08	5,53	61,65					
Nephtys cirrosa	2,9	2,06	0,92	4,95	66,6					
Scoloplos armiger	4,09	1,54	0,81	3,69	70,29					
Gruppe Wattenmeer, 12,92 %	<u> Ähnlichkeit</u>									
Taxon / Art	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%					
Nephtys cirrosa	2,14	3,64	0,39	28,19	28,19					
Anthozoa indet.	5,76	1,84	0,39	14,25	42,44					
Ophelia borealis	0,99	1,15	0,21	8,94	51,38					
Scoloplos armiger	3,11	1,11	0,31	8,61	59,99					
Conopeum reticulum	1,4	0,8	0,36	6,16	66,15					
Nephtys caeca	1,24	0,67	0,28	5,16	71,31					

Tab. 33: Ergebnisse der SIMPER-Analyse zur Ermittlung von Arten, die zu einer Unähnlichkeit zwischen KGS-Stationen in den Bereichen AWZ, Küstenmeer und Wattenmeer beigetragen haben.

Gelistet sind alle Arten, die kumulativ zu 50 % der Unähnlichkeit zwischen den Gruppen beigetragen haben

AWZ	Küstenmeer				
Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
16,67	13,39	4,67	1,3	7,11	7,11
11,49	6,25	3,59	1,33	5,47	12,58
5,76	6,5	3,09	1,31	4,7	17,28
1,04	5,88	2,81	1,04	4,27	21,56
8,57	3,84	2,73	1,64	4,16	25,72
4,06	4,73	2,25	1,08	3,43	29,15
2,18	4,09	1,92	0,98	2,92	32,07
4,1	1,48	1,78	1,02	2,71	34,78
	0,19		0,86	2,55	37,33
1			0,87		39,83
1			·		42,3
				 	44,46
1			1		46,35
				+	48,23
	·			+	50,09
		,	-,-	, = =	
		Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	0			11,52	11,52
	0			<u> </u>	18,97
	0,04			· ·	24,51
					28,02
					31,21
				· ·	34,14
					36,95
					39,21
1		•		†	41,47
	·				43,64
1					45,8
1					47,69
1			i		49,54
			-		51,12
		,=		,==	,
		Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
					10,91
· · · · · ·	0	,	· '	·	16,18
-		-	<u> </u>	†	21,31
		•			26,22
					30,55
			· ·	<u> </u>	34,04
· ·					37,51
					40,66
	,			1	43,25
			•		45,58
		•			47,8
					49,88
0,12	4,51	1,86	0,49	2,08	51,89
	16,67 11,49 5,76 1,04 8,57 4,06 2,18 4,1 4,14 3,86 3,37 1,99 2,32 1,28 2,75 AWZ Av.Abund 16,67 11,49 8,57 4,06 5,76 0,16 4,1 3,86 4,14 2,18 2,32 3,37 0,31 2,55 Küstenmeer Av.Abund 13,39 6,25 6,5 5,88 4,73 0,82 4,09 3,84 2,9 2,91 2,52 2,7	Av.Abund Av.Abund 16,67 13,39 11,49 6,25 5,76 6,5 1,04 5,88 8,57 3,84 4,06 4,73 2,18 4,09 4,1 1,48 4,14 0,19 3,86 0,21 3,37 2,28 1,99 2,91 2,32 2,9 1,28 2,7 2,75 0,41 AWZ Wattenmeer Av.Abund Av.Abund 16,67 0 11,49 0 8,57 0,04 4,06 0 5,76 0,51 0,16 5,76 4,1 0,04 3,86 0,04 4,14 0,15 2,18 3,11 2,32 2,14 3,37 0 0,31 4,51 2,55 0 6	Av.Abund Av.Abund Av.Diss 16,67 13,39 4,67 11,49 6,25 3,59 5,76 6,5 3,09 1,04 5,88 2,81 8,57 3,84 2,73 4,06 4,73 2,25 2,18 4,09 1,92 4,1 1,48 1,78 4,14 0,19 1,68 3,86 0,21 1,64 3,37 2,28 1,63 1,99 2,91 1,42 2,32 2,9 1,24 1,28 2,7 1,24 2,75 0,41 1,22 AWZ Wattenmeer Av.Abund Av.Diss 16,67 0 10,93 11,49 0 7,06 8,57 0,04 5,26 4,06 0 3,33 5,76 0,51 3,03 0,16 5,76 2,77 4,1	Av.Abund Av.Diss Diss/SD 16,67 13,39 4,67 1,3 11,49 6,25 3,59 1,33 5,76 6,5 3,09 1,31 1,04 5,88 2,81 1,04 8,57 3,84 2,73 1,64 4,06 4,73 2,25 1,08 2,18 4,09 1,92 0,98 4,1 1,48 1,78 1,02 4,14 0,19 1,68 0,86 3,86 0,21 1,64 0,87 3,37 2,28 1,63 1,06 1,99 2,91 1,42 1,03 2,32 2,9 1,24 1,2 2,75 0,41 1,22 0,54 AWZ Wattenmeer Av.Abund Av.Diss Diss/SD 16,67 0 10,93 1,81 11,49 0 7,06 1,55 8,57 0,04 5,26 2,03	Av.Abund Av.Diss Diss/SD Contrib% 16,67 13,39 4,67 1,3 7,11 11,49 6,25 3,59 1,33 5,47 5,76 6,5 3,09 1,31 4,7 1,04 5,88 2,81 1,04 4,27 8,57 3,84 2,73 1,64 4,16 4,06 4,73 2,25 1,08 3,43 2,18 4,09 1,92 0,98 2,92 4,1 1,48 1,78 1,02 2,71 4,14 0,19 1,68 0,86 2,55 3,86 0,21 1,64 0,87 2,5 3,37 2,28 1,63 1,06 2,48 1,29 2,91 1,24 1,03 2,16 2,32 2,9 1,24 1,24 1,28 2,75 0,41 1,22 0,54 1,86 AWZ Wattenmeer Av.Abund Av.Diss <td< td=""></td<>

NLWKN: Pilotstudie Borkum Riffgrund
Seite 134

Übersicht Stationsdaten

Tab. 34: Übersicht Stationsdaten.

Metho- de/Param eter	1-30-1	1-33-2	1-34-1	2-37-2- 1	2-37-2- 2	2-37-3	2-38-1	2-39-1	2-39-2	2-39-3	2-39-4	3-xx-1	1-06-1	4-11-1	1-33-1	2-39-5	3-xx-3- 1	4-13-3	ex4-1	1-36-1	3-xx-3-2
Wassertiefe [m]	21	19	18	18	22	22	21	20	20	23	23	24	20	22	16	21	22	21	26,5	20	22
Seiten- sichtsonar	Feinsand, fein struktu- riert	Grob- sand, grob struktu- riert	Mittels- and	Steinfeld vermutet	Steinfeld	Steinfeld vermutet	Steinfeld vermutet	Steinfeld	Grob- Mittels- and, unter- schiedlich struktu- riert	Steinfeld	Steinfeld	k.A.	Grobsand	Grob- sand, grob struktu- riert	Grob- sand, grob struktu- riert	Steinfeld vermutet, evtl. Übergang zu Feinsand	k.A.	Grob- sand, grob struktu- riert	k.A.	Grobsand	k.A.
Video Sediment	Video nicht auswert- bar wegen Trübung	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Fein- bis Mittels- and, Schill (>10%)	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Fein- bis Mittels- and, viel Schill (>50%) und Kies (>5%)	Grob- bis Mittels- and Lanice, viel Schill (>50%) und Kies (>20%)	z. T. Steinfeld mit Schill (>10%), Kies (>20%), Blöcke	Grob- bis Mittels- and Lanice	Steinfeld mit Schill (>10%), Blöcke	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Steinfeld	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Grob- bis Mittels- and (unter- schiedlich struktu- riert)	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Fein- bis Mittels- and (unter- schiedlich struktu- riert)	Steinfeld	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Fein- bis Mittels- and Lanice	Grob- bis Mittels- and Schill/Kie s	Fein- bis Mittels- and (unter- schiedlich struktu- riert), Blöcke
Video Bedeckung Steine	k.A.				vereinzelt			vereinzelt	vereinzelt	vereinzelt		regelmä- ßig	vereinzelt				regelmä- ßig		vereinzelt		vereinzelt
Video MZB, Lanice, Ind./m ²	k.A.	0	0	>200	<100	<100	>200	<100	>200	<100	<100	0	0	<100	0	<100	<100	<100	>200	0	<100
Video MZB, Sertularia, % Bedeckung	k.A.	≥10	≥10	<10	<10	≥10	≥10	vereinzelt	≥50	0	≥50	vereinzelt	<10	0	≥10	vereinzelt	≥10	<10	≥10	≥10	0
Video besondere Epifauna	k.A.	-	-	-	-		-	Blöcke bewach- sen (Anthozo a)	ein Block mit 10% Anthozoa /Hydrozo a und ein Block mit Hydro- zoa/Bryo zoabe- wuchs, eine Makroal- ge (Fucus spp.)	-	Blöcke mit ca. 30% Anthozoa bewach- sen	großer Block ca. 70% mit Anthozoa /Hydrozo a/Bryozo a bewach- sen				Block mit Aufwuchs (B5)	Steine wenig bis voll bewach- sen mit Anthozoa /Hydrozo a,		in regelmä- ßigen Abstän- den Blöcke, teils dicht bewach- sen mit Anthozoa /Hydroaz oa/Bryoz oa Blöcke in der 2 m- Baumkur- re		6 Steine ohne oder mit geringem Anthozo- abe- wuchs, Blöcke mit Bewuchs
dominante Korngröße im Greifer	Feinsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Grobsand	Fein- und Mittels- and	Grobsand	Fein- und Mittels- and bzw. Grobsand (Extra- Greifer)	Grobsand und Kies	Grobsand	Grobsand	Mittels- and	Mittels- and	Grob- und Mittels- and	Grobsand	Grobsand	Mittel- und Feinsand

NLWKN: Pilotstudie Borkum Riffgrund Seite 135

Metho- de/Param eter	1-30-1	1-33-2	1-34-1	2-37-2- 1	2-37-2- 2	2-37-3	2-38-1	2-39-1	2-39-2	2-39-3	2-39-4	3-xx-1	1-06-1	4-11-1	1-33-1	2-39-5	3-xx-3- 1	4-13-3	ex4-1	1-36-1	3-xx-3-2
Grobsan- danteil im Greifer (%)	4,9	60,0	65,0	49,7	61,1	45,0	40,6	49,6	47,2	17,6	40,4	1,9	34,7	43,4	63,0	17,2	14,0	48,6	52,7	58,7	4,0
Kiesanteil im Greifer (%)	4,1	20,9	15,0	1,3	10,4	8,8	16,5	28,4	28,5	0,3	26,9	0,3	32,5	17,4	11,9	1,3	0,1	4,3	18,8	11,4	0,0
Infauna Gre	eifer															-					
numerische dominante Arten / Taxa (Rang 1-3); z. T.	Fabulina fabula	Aonides pauci- branchia- ta	Bran- chiostom a lanceola- tum	Aonides pauci- branchia- ta	Aonides pauci- branchia- ta	Lanice conchi- lega	Goodallia triangula- ris	Aonides pauci- branchia- ta	Lanice conchi- lega	Nephtys cirrosa	Lanice conchi- lega	Fabulina fabula	Goodallia triangula- ris	Aonides pauci- branchia- ta	Aonides pauci- branchia- ta	Nephtys cirrosa	Goodallia triangula- ris	Aonides pauci- branchia- ta	Thia scutellata	Aonides pauci- branchia- ta	Goodallia triangula- ris
ranggleiche Taxa	Magelona johnstoni	Nephtys cirrosa	Spisula solida	Lanice conchi- lega	Lanice conchi- lega	Goodallia triangula- ris	Nephtys cirrosa	<i>Lanice</i> <i>conchi-</i> <i>lega</i>	Aonides pauci- branchia- ta	Aonides pauci- branchia- ta	Bran- chiostom a lanceola- tum	Scoloplos armiger	Nephtys cirrosa	Lanice conchi- lega	Spisula solida	Ophelia spp.	Nephtys cirrosa	Nephtys cirrosa	Chaeto- zone chistiei agg.	Goodallia triangula- ris	Nephtys cirrosa
	Scoloplos armiger	Spisula solida	Lanice conchi- lega	Nephtys cirrosa	Nephtys cirrosa	Bran- chiostom a lanceola- tum	Lanice conchi- lega	Bran- chiostom a lanceola- tum	Spiopha- nes bombyx	Scoloplos armiger	Nephtys cirrosa	Anthozoa indet.	Nephtys caeca	Bran- chiostom a lanceola- tum	Nephtys cirrosa	Scalibreg ma inflatum	Thia scutellata	Ophelia spp.	Asterias rubens	Bran- chiostom a lanceola- tum	Echino- cardium cordatum
				Ensis ensis	Pisione remota		Bran- chiostom a lanceola- tum			Ensis ensis		Urothoe poseido- nis	Goniadel- la bobrezkii	Malm- grenia are- nicolae			Echino- cardium cordatum	Spiopha- nes bombyx		Spisula solida	Nephtys caeca
				Scoloplos armiger									Pisione remota								
Biomasse- dominanz (AFTG) Großgruppe	Bivalvia (61%)	Bivalvia (96%)	Bivalvia (92%)	Bivalvia (70%)	Bivalvia (54%)	Poly- chaeta (53%)	Bivalvia (45%)	Poly- chaeta (49%)	Poly- chaeta (44%)	Bivalvia (56%)	keine Domi- nanz >35%	Bivalvia (61%)	Poly- chaeta (82%)	Bivalvia (51%)	Bivalvia (96%)	Poly- chaeta (55%)	Echino- dermata (82%)	Poly- chaeta (98%)	Bivalvia (47%)	Bivalvia (90%)	Echino- dermata (87%)
Biomasse- dominanz (FG) Großgruppe	Bivalvia (80%)	Bivalvia (96%)	Bivalvia (96%)	Bivalvia (80%)	Bivalvia (62%)	Poly- chaeta (57%)	Bivalvia (75%)	Bivalvia (53%)	Bivalvia (49%)	Bivalvia (67%)	Bivalvia (46%)	Echino- dermata (61%)	Poly- chaeta (70%)	Poly- chaeta (69%)	Bivalvia (98%)	Poly- chaeta (60%)	Echino- dermata (95%)	Poly- chaeta (93%)	Bivalvia (61%)	Bivalvia (94%)	Echino- dermata (94%)
Biomasse- dominanz (AFTG) Taxa/Arten	Fabulina fabula (42%)	Spisula solida (94%)	Spisula solida (86%)	Ensis ensis (70%)	Ensis ensis (54%)	keine Domi- nanz >32%	Spisula solida (44%)	Nephtys caeca (45%), Ensis ensis (40%)	keine Domi- nanz >34%	Ensis ensis (56%)	keine Domi- nanz >34%	Cha- melea striatula (41%)	Scoloplos armiger (26%)	Ensis spp. (51%), Nephtys caeca (37%)	Spisula solida (96%)	Nephtys cirrosa (37%)	Echino- cardium cordatum (82%)	Nephtys caeca (51%)	Ensis leei (47%)	Spisula solida (90%)	Echino- cardium cordatum (87%)
Biomasse- dominanz (FG) Taxa/Arten	Fabulina fabula (55%)	Spisula solida (92%)	Spisula solida (89%)	Ensis ensis (78%)	Ensis ensis (62%)	keine Domi- nanz >30%	Spisula solida (74%)	Ensis ensis (53%)	keine Domi- nanz >30%	Ensis ensis (67%)	keine Domi- nanz >25%	Echino- cardium cordatum (61%)	Abra alba (27%)	Nephtys caeca (51%)	Spisula solida (96%)	Nephtys cirrosa (50%)	Echino- cardium cordatum (95%)		Ensis leei (59%)	Spisula solida (94%)	Echino- cardium cordatum (94%)
Benthos- Gemein- schaft nach Rachor & Nehmer 2003 für	Fabulina (Tellina) fabula auf Feinsand	auf grobsan- digem Mittels-			Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf grobsan- digem Mittels-	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf grobsan- digem Mittels-	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Fabulina (Tellina) fabula auf Feinsand	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf grobsan- digem Mittels-		Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf Grob- sand- Kies*	Goniadel- la-Spisula auf grobsan- digem Mittels-
AWZ	0	and*	2	and*	4	1	and*	2	2	and	2	1	2	2	5	1	and	and	2	4	and
KGS-Arten	U	4	2	4	4	4	2	3	2	1	3	1	3	3	5	1	0	1	3	4	0

NLWKN: Pilotstudie Borkum Riffgrund Seite 136

Metho- de/Param eter	1-30-1	1-33-2	1-34-1	2-37-2- 1	2-37-2- 2	2-37-3	2-38-1	2-39-1	2-39-2	2-39-3	2-39-4	3-xx-1	1-06-1	4-11-1	1-33-1	2-39-5	3-xx-3- 1	4-13-3	ex4-1	1-36-1	3-xx-3-2
Epifauna 2	⊔ m-Baumkı	ırre				ı					ı	1				1		ı	ı	1	.1
numerische dominante Arten /	Asterias rubens	Aora gracilis	Asterias rubens	keine Daten	keine Daten	Crangon crangon	Crangon crangon	Metridi- um dianthus	Crangon crangon	Metridi- um dianthus	Crangon crangon	k.A.	Liocarci- nus holsatus	Liocarci- nus holsatus	Asterias rubens	Crangon crangon	k.A.	Liocarci- nus holsatus	Anthozoa indet.	Asterias rubens	k.A.
Taxa (Rang 1-3)	Liocarci- nus holsatus	Asterias rubens	Crangon crangon			Asterias rubens	Liocarci- nus holsatus	Crangon crangon	Liocarci- nus holsatus	Crangon crangon	Liocarci- nus holsatus		Crangon crangon	Crangon crangon	Crangon crangon	Liocarci- nus holsatus		Crangon crangon	Crangon crangon	Liocarci- nus holsatus	
	Crangon crangon	Abludo- melita obtusata	Liocarci- nus holsatus			Liocarci- nus holsatus	Asterias rubens	Asterias rubens	Asterias rubens	Liocarci- nus holsatus	Liocarci- nus depurator		Asterias rubens	Asterias rubens	Liocarci- nus holsatus	Anthozoa indet.		Asterias rubens	Liocarci- nus holsatus	Crangon crangon	
Biomasse- dominanz (AFTG) Großgruppe	Echino- dermata (55%)	Echino- dermata (71%)	Echino- dermata (91%)	keine Daten	keine Daten	Echino- dermata (61%)	Crustace a (93%)	Echino- dermata (70%)	Crustace a (69%)	Crustace a (86%)	Crustace a (78%)	k.A.	Crustace a (94%)	Echino- dermata (55%)	Echino- dermata (84%)	Crustace a (74%)	k.A.	Crustace a (69%)	Crustace a (72%)	Echino- dermata (51%)	k.A.
Biomasse- dominanz (FG) Großgruppe	Echino- dermata (56%)	Echino- dermata (64%)	Echino- dermata (84%)	keine Daten	keine Daten	Echino- dermata (64%)	Crustace a (70%)	Echino- dermata (47%)	Echino- dermata (57%)	Crustace a (49%)	Crustace a (72%)	k.A.	Echino- dermata (62%)	Echino- dermata (55%)	Echino- dermata (81%)	Crustace a (73%)	k.A.	Crustace a (69%)	Crustace a (79%)	Echino- dermata (89%)	k.A.
Biomasse- dominanz (AFTG) Taxa/Arten	Asterias rubens (53%)	Asterias rubens (71%)	Asterias rubens (91%)	keine Daten	keine Daten	Asterias rubens (61%)	Cancer pagurus (81%)	Asterias rubens (70%)	Cancer pagurus (53%)	Cancer pagurus (65%)	Liocarci- nus holsatus (31%), Cancer pagurus (27%), Asterias rubens (21%)	k.A.	Liocarci- nus holsatus (77%), Crangon crangon (11%), Obelia spp. (5%)	Asterias rubens (55%), Liocarci- nus holsatus (77%), Crangon crangon (11%)	Asterias rubens (83%), Liocarci- nus holsatus (9%), Crangon crangon (3%)	Liocarci- nus holsatus (35%), Asterias rubens (21%), Cancer pagurus (19%)	k.A.	Liocarci- nus holsatus (51%), Asterias rubens (30%), Cancer pagurus (13%)	Cancer pagurus (43%), Necora puber (21%), Anthozoa indet. (19%)	Asterias rubens (90%), Liocarci- nus holsatus (5%), Carcinus maenas (1,5%)	k.A.
Biomasse- dominanz (FG) Taxa/Arten **	Asterias rubens (52%)	Asterias rubens (64%)	Asterias rubens (84%)	keine Daten	keine Daten	Asterias rubens (64%)	Asterias rubens (30%), Cancer pagurus (23%)	Asterias rubens (47%), Metridi- um dianthus (33%)	Asterias rubens (57%)	Asterias rubens (22%), Necora puber (27%), Metridi- um dianthus (27%)	Liocarci- nus holsatus (41%), Asterias rubens (28%)	k.A.	Asterias rubens (52%), Liocarci- nus holsatus (38%), Crangon crangon (2%)	Asterias rubens (55%), Liocarci- nus holsatus (33%), Crangon crangon (4%)	Asterias rubens (81%), Liocarcinus holsatus (9%), Pagurus bernhardus (6%)	Liocarci- nus holsatus (40%), Asterias rubens (11%), Cancer pagurus (14%)	k.A.	Liocarci- nus holsatus (53%), Asterias rubens (31%), Cancer pagurus (9%)	Cancer pagurus (40%), Necora puber (29%), Asterias rubens (12%)	Asterias rubens (88%), Liocarci- nus holsatus (5%), Pagurus bern- hardus (3%)	k.A.

^{*} Artenspektrum stellt Übergangsform zwischen den zwei Goniadella-Spisula-Gemeinschaften dar

^{**} das Frischgewicht von *Pagurus bernhardus* wurde mit dem Wohnhaus bestimmt

Einzelkoordinaten

Tab. 35: Einzelkoordinaten Blöcke.

Transekt	Abschnitt	Beschreibung	N	E
2-39-1	1	kleiner Block	53° 43,921'	6° 30,951'
2-39-1	3	kleiner Block	53° 43,929'	6° 31,016'
2-39-1	5	Block (rechts des Tracks)	53° 43,930'	6° 31,029'
2-39-1	5	Block (links des Tracks)	53° 43,930'	6° 31,030'
2-39-1	5	2 Blöcke + 2 Steine (links des Tracks)	53° 43,930'	6° 31,031'
2-39-1	5	2 Blöcke (rechts des Tracks)	53° 43,930'	6° 31,031'
2-39-1	5	kleiner Block (links des Tracks)	53° 43,929'	6° 31,038'
2-39-1	5	2 Blöcke (links des Tracks), direkt davor eine Kante	53° 43,928'	6° 31,041'
2-39-1	5	Blöcke (rechts des Tracks)	53° 43,925'	6° 31,056'
2-39-1	5	2 Blöcke + 1 Stein	53° 43,924'	6° 31,058'
2-39-1	5	1 kleiner + 1 großer Block (links des Tracks)	53° 43,922'	6° 31,067'
2-39-1	7	Block (rechts des Tracks)	53° 43,920'	6° 31,118'
2-39-1	7	Block	53° 43,920'	6° 31,124'
2-39-1	7	Block	53° 43,920'	6° 31,138'
2-39-1	7	Stein	53° 43,921'	6° 31,141'
2-39-1	7	Stein	53° 43,921'	6° 31,146'
2-39-1	7	2 Blöcke	53° 43,921'	6° 31,156'
2-39-2	0	Block	53° 43,995'	6° 31,437'
2-39-2	0	Block	53° 43,995'	6° 31,440'
2-39-2	0	Fucus spp.	53° 43,994'	6° 31,431'
2-39-3	0	Block	53° 44,060'	6° 30,262'
2-39-3	0	Stein	53° 44,060'	6° 30,264'
2-39-3	0	Stein	53° 44,060'	6° 30,269'
2-39-3	0	Block	53° 44,060'	6° 30,274'
2-39-3	0	Steine	53° 44,060'	6° 30,275'
2-39-3	0	kleiner Block	53° 44,061'	6° 30,281'
2-39-3	0	Block	53° 44,061'	6° 30,285'
2-39-3	0	kleiner Block	53° 44,062'	6° 30,289'
2-39-3	0	Block	53° 44,062'	6° 30,292'
2-39-3	0	Block	53° 44,063'	6° 30,301'
2-39-3	0	4 kleine Blöcke	53° 44,064'	6° 30,303'
2-39-3	0	Block (rechts des Tracks)	53° 44,064'	6° 30,304'
2-39-3	0	mehrere Blöcke	53° 44,065'	6° 30,309'
2-39-3	0	Block, Steine	53° 44,066'	6° 30,311'
2-39-3	0	Block	53° 44,066'	6° 30,317'
2-39-3	0	Block (links des Tracks)	53° 44,067'	6° 30,322'
2-39-3	0	Block (links des Tracks)	53° 44,070'	6° 30,334'

Transekt	Abschnitt	Beschreibung	N	E
2-39-3	0	kleiner Block (links des Tracks)	53° 44,073'	6° 30,343'
2-39-3	0	Block, Steine	53° 44,076'	6° 30,350'
2-39-3	0	5 Steine	53° 44,078'	6° 30,369'
2-39-3	0	Block (rechts des Tracks)	53° 44,079'	6° 30,386'
2-39-3	0	Block (rechts des Tracks)	53° 44,079'	6° 30,388'
2-39-3	0	2 Blöcke	53° 44,080'	6° 30,396'
3-xx-1	0	Block	53° 45,656'	6° 32,726'
3-xx-1	1	2 Blöcke (links des Tracks)	53° 45,649'	6° 32,670'
3-xx-1	1	3 kleinere Blöcke	53° 45,649'	6° 32,675'
3-xx-1	1	kleiner Block	53° 45,650'	6° 32,681'
3-xx-1	1	Block	53° 45,650'	6° 32,682'
3-xx-1	1	2 Blöcke	53° 45,650'	6° 32,686'
3-xx-1	1	Block	53° 45,650'	6° 32,687'
3-xx-1	1	Block	53° 45,650'	6° 32,688'
3-xx-1	1	Block	53° 45,650'	6° 32,691'
3-xx-1	1	3 Blöcke	53° 45,651'	6° 32,699'
3-xx-1	1	Block (links des Tracks)	53° 45,652'	6° 32,704'
3-xx-1	2	Block	53° 45,655'	6° 32,724'
3-xx-1	2	2 Blöcke	53° 45,656'	6° 32,727'
3-xx-1	3	Blöcke (rechts des Tracks)	53° 45,657'	6° 32,732'
3-xx-1	3	Stein	53° 45,658'	6° 32,735'
3-xx-1	3	Stein	53° 45,658'	6° 32,738'
3-xx-1	3	Blöcke (rechts des Tracks)	53° 45,659'	6° 32,742'
3-xx-1	3	Blöcke (rechts des Tracks)	53° 45,660'	6° 32,745'
3-xx-1	3	Block + Stein	53° 45,662'	6° 32,750'
3-xx-1	3	Stein	53° 45,663'	6° 32,758'
3-xx-1	3	Stein	53° 45,665'	6° 32,766'
3-xx-3	2	Block	53° 45,570'	6° 32,532'
3-xx-3	2	Block	53° 45,571'	6° 32,536'
3-xx-3	2	Block	53° 45,573'	6° 32,552'
3-xx-3	2	Block	53° 45,573'	6° 32,557'
ex4-1	0	Block	53° 44,990'	6° 27,172'
ex4-1	0	Block	53° 44,990'	6° 27,174'
ex4-1	0	Block	53° 44,991'	6° 27,177'
ex4-1	0	Block	53° 44,991'	6° 27,186'
ex4-1	0	Block	53° 44,991'	6° 27,187'
ex4-1	0	Block	53° 44,992'	6° 27,193'
ex4-1	0	Block	53° 44,994'	6° 27,221'
ex4-1	0	Block	53° 44,995'	6° 27,224'
ex4-1	0	Block	53° 44,998'	6° 27,244'
2-37-2	2	Kies/Steinfeld	53° 43,845'	6° 32,775'

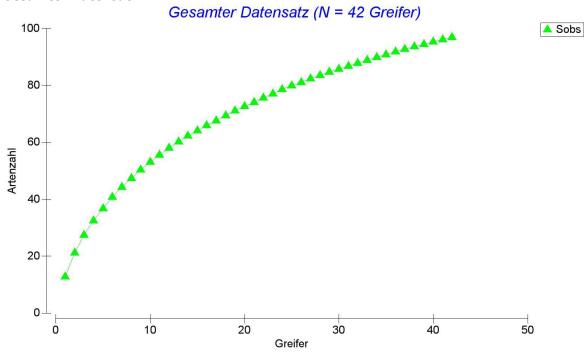
Transekt	Abschnitt	Beschreibung	N	E
3-xx-3	0	Block	53° 45,575'	6° 32,566'
3-xx-3	0	Block	53° 45,575'	6° 32,569'
3-xx-3	0	Block	53° 45,575'	6° 32,571'
3-xx-3	0	Block	53° 45,575'	6° 32,571'
3-xx-3	0	Block	53° 45,576'	6° 32,575'
3-xx-3	0	Block	53° 45,577'	6° 32,583'
2-39-5	0	Block	53° 43,818'	6° 30,286'

Tab. 36: Einzelkoordinaten Lanice-Bulten.

Transekt	Abschnitt	Beschreibung	N	E
2-39-2	0	Lanice Bulten Ende	53° 43,996'	6° 31,457'
2-39-2	0	Lanice Bulten Anfang	53° 44,000'	6° 31,481'
2-39-2	0	Lanice Bulten	53° 43,994'	6° 31,427'
2-39-2	0	Lanice Bulten Ende	53° 44,004'	6° 31,536'
2-39-2	0	Lanice Bulten Anfang	53° 43,996'	6° 31,452'
2-37-2	3	Lanice Bulten	53° 43,845'	6° 32,774'
4-11-1	2	Lanice Bulten	53° 43,852'	6° 35,296'
4-11-2	1	Lanice Bulten	53° 44,029'	6° 35,985'
ex-1-1	3	Lanice Bulten	53° 46,188'	6° 41,104'
ex-1-1	1	Lanice Bulten	53° 46,195'	6° 41,076'
ex-1-2	0	Lanice Bulten	53° 46,291'	6° 41,850'
ex-1-2	0	Lanice Bulten	53° 46,285'	6° 41,875'
ex-1-2	0	Lanice Bulten	53° 46,281'	6° 41,895'
ex-1-2	0	Lanice Bulten	53° 46,269'	6° 41,946'
ex-1-2	0	Lanice Bulten	53° 46,267'	6° 41,960'

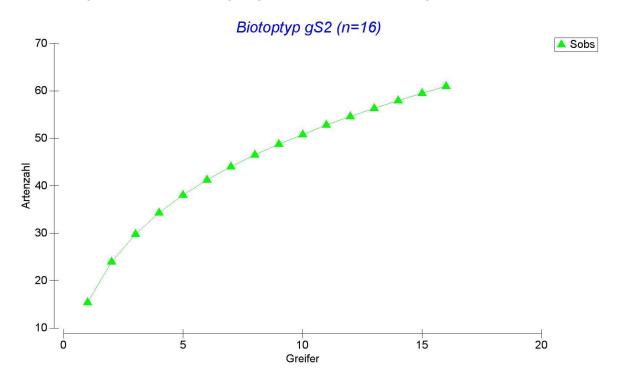
Analyse der Arten-Areal-Kurven

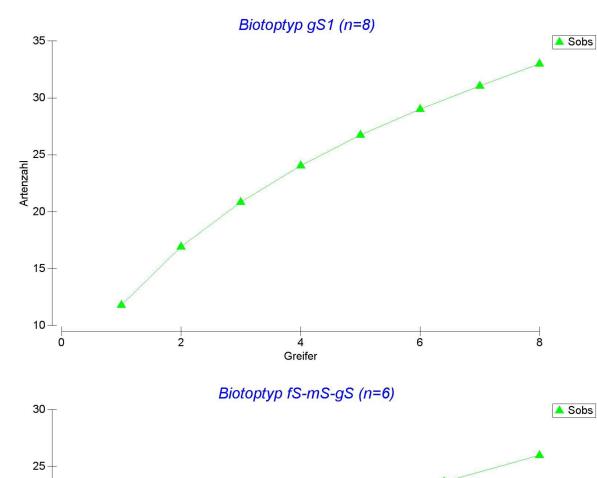


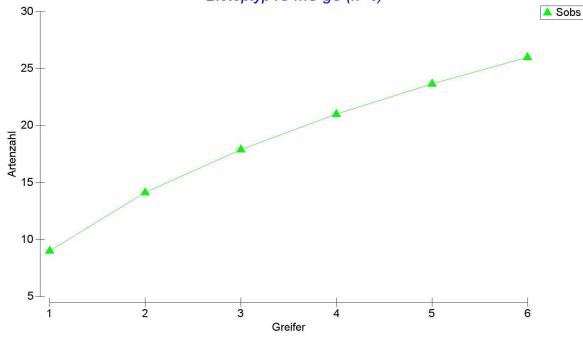


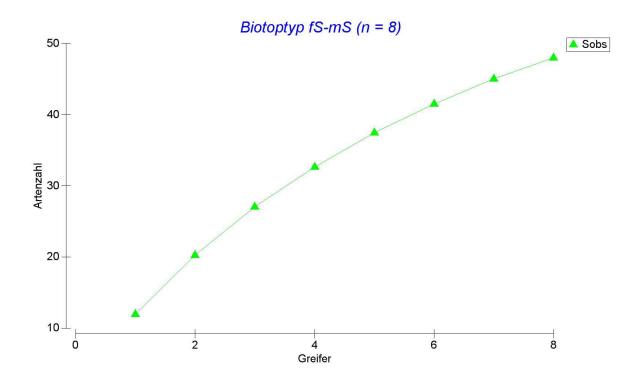
Biotoptypen

Im zugrundeliegenden Bericht wurden auf Basis von SIMPROF-getesteten Clusteranalysen 4 unterschiedliche Biotoptypen unterschieden, deren Arten-Areal-Kurven nachstehend abgebildet sind. Einige Einzelgreifer ließen sich nicht eindeutig einem Cluster zuordnen, so dass die Anzahl der berücksichtigten Proben hier etwas geringer ist als bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes.



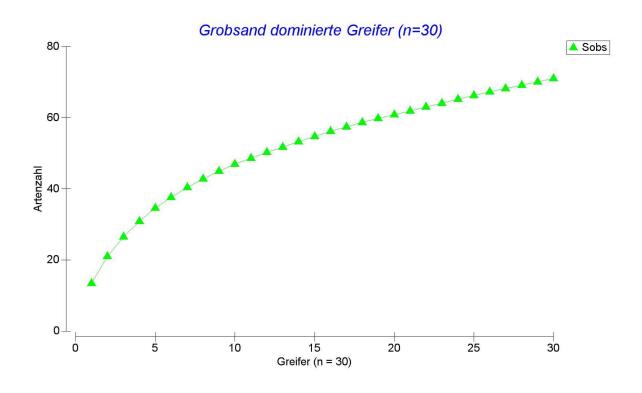






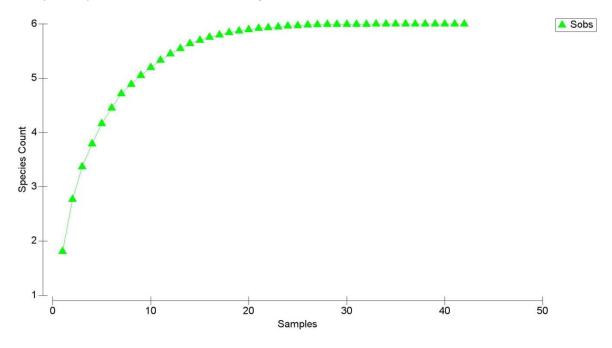
Dominanter Sedimenttyp

Zusätzlich ist die Arten-Areal-Kurve noch einmal für alle Stationen erstellt worden, deren dominanter Sedimenttyp Grobsand war. Die Grobsand-dominierten Stationen sind identisch mit denen auf Basis des Sedimentkriteriums nach Kartieranleitung BfN als "KGS" identifizierte Stationen. Im Vergleich zum Gesamtdatensatz verläuft die Kurve flacher, so dass bereits mit geringerer Greiferzahl ein größerer Anteil des zu erwartenden Artenspektrums erfasst wird. Dennoch nähert sich die Kurve noch nicht der Asymptote.



Charakteristische Taxa KGS

Die sechs im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Taxa, die entsprechend der Kartieranleitung des BfN charakteristisch für den § 30-Biotoptyp "artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründe" (KGS) sind (in der AWZ), sind bereits mit einer deutlich geringeren Probenzahl nachzuweisen. Zu beachten ist aber, dass dieser Nachweis allein noch nichts darüber aussagt, welche Flächen KGS-Biotope entsprechend BfN-Kartieranleitung sind.



Diskussion

Die Arten-Areal-Kurven zeigen, dass das im Untersuchungsgebiet vorhandene Artenspektrum mit Auswertung der 1. und 2. Parallelprobe an den 21 Stationen noch nicht vollständig erfasst wird; die Auswertung der 3. Und 4. Parallelproben würde zu einer deutlichen Erweiterung des Artenspektrums führen. In den insgesamt homogeneren von Grobsand dominierten Stationen zeigt sich eine leichte Abflachung der Arten-Areal-Kurve, so dass für diese Stationen durch eine Auswertung der 3. und 4. Parallelprobe ein etwas geringerer Informationszugewinn zu erwarten ist als bei den heterogeneren Stationen mit Feinsanden und in Gebieten mit Steinen. Für die von Grobsand dominierten Flächen sind schätzungsweise 20-30 weitere (seltener auftretende) Arten zu erwarten, wenn die 3. und 4. Probe ausgewertet wird.

Gleichzeitig hat der Vergleich mit anderen Gebieten im Rahmen der Pilotstudie gezeigt, dass schon mit den vorhandenen Daten eine Identifizierung von "artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründen" nach der Kartieranleitung des BfN möglich ist und in diesem (und vergleichbaren) Gebiet des Küstenmeeres eine deutlich geringere Probenzahl zum Nachweis der charakteristischen Arten reichen würde.

Die Auswertung der zurückgestellten Proben könnte einer Absicherung bezüglich der etwas selteneren Begleitarten dienen und für eine gezielte Auswertung hinsichtlich kleinräumiger Unterschiede (Parallelen einer Station) herangezogen werden. Insgesamt ist aber zu berücksichtigen, dass strukturreiche, heterogene Gebiete wie der Borkum Riffgrund zwar eine hohe Artenvielfalt aufweisen, der überwiegende Anteil der Arten aber mit einer sehr geringen Stetigkeit im Gebiet auftritt und ihr Beitrag zur Charakterisierung von Biotoptypen daher gering ist. In der Pilotstudie wurden 69 von insgesamt 115 Taxa mit sehr geringer Stetigkeit (<10 %) angetroffen. Vergleichbares wird auch aus dem niederländischen Teil des Borkum Riffgrundes berichtet (COOLEN et al. 2015).