



Forschungskooperation: „Sandbänke“, „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) und „Restsedimente“ als Lebensräume“

[Aktenzeichen 0608.452213]

- Zweiter Zwischenbericht -

von

Claas Hiebenthal

(GEOMAR)

IM AUFTRAG

DES LANDESAMTS FÜR UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (LFU)

NOVEMBER 2023

I Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	4
3	Methodische Vorgehensweise	6
3.1	Begriffsklärung, Abgrenzung der betrachteten Sedimenttypen und Festlegung von Beprobungsstandorten	6
3.1.1	Begriffsklärung	6
3.1.2	Abgrenzung der betrachteten Sedimente	7
3.1.3	Festlegung von Beprobungsstandorten	8
3.2	Beprobungsmethoden	9
3.2.1	Vorerkundung	9
3.2.2	Beprobungen durch Taucher	9
3.2.3	Greiferproben	10
3.2.4	Hydrographie-Messungen	10
3.3	Auswertung der genommenen Proben	11
3.3.1	Sedimentologische Analyse	11
3.3.2	Biologische Analyse	11
4	Bisherige Ergebnisse	12
4.1	Festlegung der Beprobungsstationen	12
4.2	Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse der Ausfahrten: Methodenvergleich	16
4.3	Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse der Ausfahrten: Sedimente, Hydrografie und biologische Besiedlung	17
	Die Ergebnisse der sedimentologischen Analyse (Tabelle 3) bestätigten zudem die spontanen Sedimentbestimmungen an Bord (Tabelle 2)	18
5	Bisheriges Fazit	22
6	Ausblick	22
7	Literatur	23
8	Anhang	24

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: KGS-Verdachtsflächen in der schleswig-holsteinischen Ostsee.....	14
Abbildung 4: Vorkommen <i>Ophelia ratkei</i> an den beprobten Standorten 2022.	19
Abbildung 2: Artenzahlen an den beprobten Standorten in 2022	21
Abbildung 3: Artenzahlen nach Sedimenttypen in 2022	21

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht KGS-Verdachtsstandorte.	15
Tabelle 2: Bisherige Ergebnisse der Probennahmen: Sedimente.	17
Tabelle 3: Detaillierte Ergebnisse der sedimentologischen Analyse: Proben aus 2022.	18
Tabelle 4: Bodennahe hydrografische Messwerte. Oktober 2022.	18
Tabelle 5: Charakterisierende Taxa nach Sediment sortiert. Oktober 2022.....	20
Tabelle 6: Anhang 1, Vollständige Taxalisten nach Sedimenten, Probennahmen 2022	24

1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie werden „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) und „Sandbänke als Lebensräume“ untersucht. Die Kooperationspartner untersuchen dabei gemeinsam die Sedimentzusammensetzung und Lebensgemeinschaften von Kies-, Grobsand- und Schillgründen sowie von Sandbänken in der schleswig-holsteinischen Ostsee. Diese Kooperation stellt für viele Aspekte eine Pilotstudie dar, bei der die genannten Habitate abgegrenzt und typisiert und für ihre spezifische Beprobung geeignete Methoden ermittelt wurden.

In 2022 wurden bereits wesentliche Informationen zu möglichen Vorkommen von KGS und Sandbänken in der schleswig-holsteinischen Ostsee gesammelt. Außerdem wurden die behandelten Substrattypen für dieses Projekt definiert und abgegrenzt. Auf einer ersten Ausfahrt wurden Probennahmetechniken für taucherisch genommene Sedimentproben getestet und an insgesamt vier Verdachtsflächen in der Kieler Bucht Proben genommen. Die Sediment- und Artenzusammensetzungen der Benthosgemeinschaften an den Stationen wurden anschließend durch Laboranalysen der Sedimentproben ermittelt. Die Diskussion der Ergebnisse ergab, erfolgreich Kies und Grobsand beprobt wurden. Es konnten teilweise auch erkennbare Unterschiede zwischen den besiedelnden Gemeinschaften gefunden werden, weitere Stichproben waren aber nötig. Daher wurden in 2023 auf weiteren Ausfahrten im September und Oktober zusätzliche Proben an insgesamt 8 Stationen gesammelt, die in 2024 analysiert werden.

Neben den bearbeiteten biologisch-wissenschaftlichen Fragestellungen, die hier bearbeitet werden, sollen die Ergebnisse dieser Studie Grundlagen für die Erstellung von Bewertungsverfahren nach der FFH-Richtlinie und nach der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) der EU liefern, an deren Umsetzung das LfU beteiligt ist.

2 Einleitung

Restsedimente sind eiszeitliche Ablagerung und können mit einer ganzen Fülle verschiedener Korngrößenzusammensetzungen auftreten. Wenn dort viele (z.T. noch nicht freigewaschene) Steine den Meeresboden bedecken, stellen Restsediment-Gründe oft einen Hartboden-Lebensraum dar, weil an diesen Standorten typische Hartsubstratbesiedler - in der photischen Zone oft Makroalgen - die Gemeinschaft dominieren. Im Kontext der behördlichen Definition von Riffen (die einen FFH-Lebensraumtyp darstellen) sind Restsedimentgründe, die durch Steine

von >63mm Durchmesser geprägt sind, als „Riffentwicklungsflächen“ den Riffen zugeschlagen worden. Biologisch-differenzierende Beprobungen der unterschiedlichen Restsediment-Flächen stehen in der schleswig-holsteinischen Ostsee noch aus. Diese sind jedoch erforderlich für die Erstellung „charakteristischer Artenlisten“ nach FFH und die Entwicklung entsprechender Bewertungsverfahren.

„Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ (KGS) sind durch §30 NatSchG geschützte Biotope - aber bisher ist nicht abschließend geklärt, ob damit sowohl Strandbereiche als auch Bereiche im tieferen Wasser gemeint sind. In letzteren können Korngrößensortierungen zu solchen Ansammlungen führen, die dann aber oft kleinräumig und fleckenhaft verteilt sind. Unter der Formulierung KGS wurden zudem Substratklassen zusammengeführt, die sich offensichtlich in der Genese unterscheiden (zumindest zwischen den Schillgründen einerseits und den geogenen Substraten Kies und Grobsand andererseits). Auch deren Besiedlung ist vermutlich unterschiedlich. „Kiesgründe mit Ophelia-Arten“ wurden 2012 von Hiebenthal et al. als Biotop beschrieben, in dem aufgrund der Mischung unterschiedlicher Korngrößen (>0,63mm) und guter Durchströmung mit sauerstoffreichem Seewasser eine spezialisierte Fauna lebt, und das auf der ‚Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands‘ (2006) und auf der ‚HELCOM red list‘ steht (1998). „Schillgründe“ sind Flächen des Meeresbodens, die mit Molluskenschalen oder deren Fragmenten bedeckt sind, wodurch ebenfalls ein Lebensraum mit einem komplexen Lückensystem und entsprechender Fauna entsteht (Hiebenthal et al. 2012). Sie sind ebenfalls auf den roten Listen gelistet.

Sandbänke sind Lebensraumtypen (LRT) im Sinne der FFH-Richtlinie und unterscheiden sich von anderen Sandflächen u.a. durch eine randliche Erhabenheit gegenüber der Umgebung (Hiebenthal et al. 2012). Ob sie dadurch anders durch Endofauna besiedelt werden, als andere Sandflächen, ist unwahrscheinlich, aber unbekannt, da bisher in der s.-h. Ostsee nicht gezielt vergleichend Sandbänke im Sinne der FFH-Richtlinie beprobt wurden.

In der hier vorgestellten Forschungskooperation werden die oben genannten Lebensraumtypen/Habitate (insb. Grobsand-, Kies und wenn möglich Schillgründe) gezielt beprobt und auf ihre Besiedlung hin untersucht. Die Proben werden ebenfalls geologisch ausgewertet, um verschiedene Sedimenttypen voneinander abzugrenzen und die Gemeinschaften auf diese Typen beziehen zu können. Diese Kooperation wurde als Pilotstudie angelegt, in der zunächst Methoden erprobt und erste Typisierungen von Sedimenten und Gemeinschaften erfolgen. Für jeden Sedimenttyp finden zunächst Beprobungen statt, um ein erstes Bild von den Gemeinschaften und ob sie denn wirklich „artenreich“ sind, zu bekommen. Da das Substrat teilweise

zu grob und damit widerstandsfähig gegenüber dem Eindringen des Greifers ist, hat eine Beprobung auf diese Weise nicht immer Erfolg hat, weshalb auch andere Methoden (Sedimententnahme von Tauchern) vergleichend erprobt wurden und zum Einsatz kommen.

Das Projekt soll so die Grundlage dafür schaffen, dass nachfolgend die einzelnen Habitate und Typen gezielt(er) beprobt, die Typisierungen getestet und perspektivisch für die FFH- und MSRL-Richtlinien dauerhaft gemonitort werden.

3 Methodische Vorgehensweise

Zunächst analysierten die Projektpartner bereits vorhandene Informationen dahingehend, wo es Verdachtsflächen zu artenreichen KGS gibt und wo z.B. Sandbänke abgegrenzt wurden. Auf diese Weise wurden mehrere Beprobungsstationen festgelegt, die auf insgesamt drei Ausfahrten (Im Herbst 2022 und im Spätsommer/Herbst 2023) mit FK Littorina beprobt wurden. Mit den im Projekt beteiligten Geologen (LfU sowie Dr. Daniel Unverricht) wurde dabei jeweils festgelegt, welche Verfahren für welches Substrat zur Probennahme infrage kommen. Die 2022 gewonnenen Proben wurden Anfang 2023 sedimentologisch und biologisch ausgewertet, für die 2023 gewonnenen Proben soll dies Anfang 2024 folgen.

Nach ihrer geologischen Analyse werden die Proben typisiert und gruppiert und hiermit ermittelt, ob sie eine spezifische Besiedlung aufweisen. Statistische Verfahren dienen der Analyse, ob sich die Besiedlung der eher „harten“ Habitate (Kies und Grobsand) untereinander ähnelt oder ob sich ggf. spezifische Gemeinschaften abgrenzen lassen. Für Sandbänke soll ermittelt werden, ob sich ihre Gemeinschaften von denen anderer („normaler“) Sandflächen unterscheiden.

Die Arbeitsschritte im Einzelnen:

3.1 Begriffsklärung, Abgrenzung der betrachteten Sedimenttypen und Festlegung von Beprobungsstandorten

3.1.1 Begriffsklärung

Für diesen Bericht werden die wesentlichen Substratbegriffe wie folgt festgelegt:

- **Restsedimente.** Der Begriff ‚Restsedimente‘ beschreibt ein Konglomerat verschiedener Sedimenttypen aufgrund ihrer Genese. Restsedimente finden sich in der

westlichen Ostsee im Bereich der Abtragungszonen. Dort spülen starke Strömungen den diluvialen (eiszeitlichen) Untergrund aus *Geschiebemergel* aus. Nach der Abtragung von feinerem Sediment bleiben Findlinge, Steine, Kies und grober Sand, also die sogenannten Restsedimente, liegen (Pratje 1948).

- **Kies.** ‚Kies‘ bezeichnet geogene Sedimente mit einer Korngröße von 2mm bis 63mm.
- **Grobsand.** ‚Grobsand‘ bezeichnet geogene Sedimente mit einer Korngröße von 0.63mm bis 2mm.
- **Schill.** Der Begriff ‚Schill‘ bezeichnet Molluskenschalen und deren Fragmente. In Schillgründen ist der Meeresboden (zu großen Teilen) mit Schill bedeckt.
- **Sandbank.** Der Begriff Sandbank im Sinne dieses Projekts beschreibt eine (gegenüber umliegenden Flächen) erkennbare sandige Erhebungen des Meeresgrundes im Sublitoral. Sandbänke können auch (teilweise) von Kies oder Steinen bedeckt sein, das charakterisierende vorherrschende Sediment ist aber sandig.

3.1.2 Abgrenzung der betrachteten Sedimente

Kies und Grobsand sind in der westlichen Ostsee immer Restsedimente. Hier liegt also eine inhaltliche Redundanz vor, weshalb die Nennung von Restsedimenten als *weiterer/zusätzlicher* Sedimenttyp (wie im Projekttitle) hier nicht weiter vorgenommen wird. Des Weiteren wird in der BfN-Handreichung zur Kartierung von KGS (Kies-, Grobsand- und Schillgründe) vorgegeben, dass solche Restsediment-Flächen, die bereits als „Riffentwicklungsflächen“ definiert wurden und demnach dem FFH-LRT 1170 „Riffe“ zugeordnet wurden, da sie stark von Steinen mit einem Durchmesser >63mm geprägt sind, nicht als KGS zu betrachten (und zu kartieren) sind (BfN 2011). Dieser Vorgabe folgend ergibt sich, dass hier im Folgenden nur solche Restsediment-Flächen, die vorwiegend von Sedimenttypen <63mm geprägt sind, betrachtet werden, was exakt den o.g. Definitionen von **Kies** und **Grobsand** entspricht. [Die als KGS zu betrachtende / zu kartierende Flächen können sich in Zukunft noch verändern, wenn die neue BfN-Kartieranleitung für den LRT 1170 „Riffe“ für die schleswig-holsteinische meeresgebiete angewendet wird – und hierdurch bisher als Riffe kartierte Meeresgründe in Zukunft aus dieser Kategorie herausfallen (oder neue hinzukommen).]

An Schillgründen muss der Meeresgrund so stark von Molluskenschalen (und/oder deren Fragmenten) bedeckt sein, dass der Schill die Korngröße definiert und so zu prägenden Elements des Biotops wird. An Standorten, in denen viele Muschelschalen vorkommen, diese aber ausschließlich *in* feinem Sediment liegen, definiert das Sediment zwischen den Muschelschalen die tatsächliche Korngröße und damit das Lückensystem im Sediment und - daraus folgend - die Besiedlung durch Meiofauna. Solche Meeresgründe werden hier *nicht* als Schillgründe betrachtet.

Unter dem FFH-LRT 1110 „Sandbänke“ können Sandbänke, aber auch andere sandige Meeresgründe kartiert werden (Hiebenthal et al 2012). Hier, in diesem Projekt, sollen aber *echte* Sandbänke (im engeren Sinne entsprechend der o.g. Definition) anderen sandigen Meeresgründen gegenübergestellt werden – sie werden also nicht als gleich betrachtet.

3.1.3 Festlegung von Beprobungsstandorten

Ziel war es, im Rahmen dieses Projekts von mindestens 5 sublitoralen KGS-Verdachtsflächen Proben zu erhalten. Angestrebt wurde, mindestens eine Kies-, eine Grobsand- und eine Schillfläche zu identifizieren. Um entsprechende Verdachtsflächen zu identifizieren wurden folgende Quellen genutzt:

- 1) Sedimentologische Flächenkartierung des Meeresgrunds der schleswig-holsteinischen Ostsee (LfU, Reimers & Heinrich)
- 2) Beschreibungen von Probennahmestationen älterer Monitoring-Standorte: Suche nach den Stichworten ‚Kies‘, ‚Grobsand‘ und ‚Schill‘ (GEOMAR, Schütt)
- 3) Ergebnisse rezenter Kartierungen im Bereich nördlich und östlich von Fehmarn (CAU, Schwarzer & Unverricht 2020)
- 4) Evaluierung von Videotransekten, die durch das LfU mit der Haithabu Anfang Oktober 2022 vor Falshöft, im Bereich Außenschlei, am Platengrund und am Stollergrund aufgenommen wurden (LfU, Heinrich).
- 5) Suche in Datenbanken nach Vorkommen der charakterisierenden Polychaeten-Gattungen *Ophelia* und *Travesia* (Hiebenthal et al 2012, BfN 2011)
- 6) Eigene Taucherfahrten im Rahmen des LfU-Projekts „Erforschung und Bewertung der Lebensgemeinschaften auf Riffen“

Die gefundenen Daten wurden in einer GIS-Karte zusammengefasst und unter anderem mit den Sedimentologen des LfU (C. Heinrich) sowie der CAU-Küstengeologie (D. Unverricht) diskutiert, um geeignete Verdachtsflächen zu identifizieren. Bei jeder Verdachtsfläche sollte eine Replikation von mindestens 3 Proben für die biologische Analyse angestrebt werden, bei der die Replikate offensichtlich untereinander derselben Substratklasse angehören.

Für Sandbänke gibt es bereits analysierte Greiferproben aus dem LfU, die „zufällig“ auf dem FFH- LRT Sandbank lagen (aber für die WRRL genommen wurden). Diese sollen in der weiteren Analyse einbezogen werden. Insgesamt ist anzustreben, mindestens von 3 Sandbank-Flächen je 5-fach repliziert Proben zu erhalten und sie 3 Sandflächen, die nicht von Sandbänken im Sinne der FFH-RL stammen, gegenüberzustellen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass z.B. Tiefe, Salzgehalt, Jahr & Saison mindestens paarweise ähnlich sein müssen, um einen aussagekräftigen Vergleich ziehen zu können. Beim Vergleich älterer Proben müssten entsprechend auch solche von Sandbänken und solche von anderen Sandflächen vorliegen.

3.2 Beprobungsmethoden

3.2.1 Vorerkundung

Auf der Ausfahrt im Oktober 2022 wurden an den Verdachtsflächen zunächst vom Schlauchboot durch die Taucher mit einem kleinen 5-Kg-Backen(Van Veen)-Greifer Sedimentproben genommen. Sahen diese vielversprechend aus, wurde ein Tauchteam zur Erkundung und fotografischen Dokumentation eingesetzt. Anschließend hat ein zweites Tauchteam Sedimentproben genommen.

Auf der Ausfahrt im November 2023 wurde an den tieferen Verdachtsflächen zunächst eine Schleppkamera von Bord von FK Littorina eingesetzt, um den Untergrund zu erkunden. Sah der Untergrund vielversprechend aus, wurden Greiferproben mit dem 50-Kg-Backen(Van Veen)-Greifer genommen. An den flacheren in 2023 angetauchten Stationen war der Untergrund bereits aus vorherigen Tauchgängen bekannt und es fand daher keine zusätzliche Vorerkundung statt.

3.2.2 Beprobungen durch Taucher

In 2022 wurde an der ersten Verdachtsfläche noch verschiedene Methoden ausprobiert: Taucherstechkasten, UW-Druckluftsauger und einsammeln des Sediments mit einer Handschau-

fel. Dabei sollten jeweils die obersten 2-5cm (je nach Beschaffenheit) Sediment erfasst werden, die an dem jeweiligen Standort für die KGS-Gemeinschaft als Besiedlungsort relevant ist. An den folgenden Verdachtsflächen wurden in 2022 und 2023 nur noch Proben mit der Handschaufel genommen.

Für die sedimentologische Korngrößenanalyse wurde je eine Probe pro Standort in eine 500ml-Kautexflaschen gefüllt. Für die biologische Gemeinschaftsanalyse wurden je drei Proben in 3L-Zip-Lock-Beutel gefüllt. Diese wurden an Bord von FK Littorina über ein 1mm-Sieb gesiebt und die >1mm-Fraktion anschließend in 2-L-Kautexflaschen überführt und fixiert.

In 2023 wurde an einer Station (Kellenhusen) zudem für eine alternative Sedimentanalyse mittels *Structure from Motion* (SfM) – Methode mit einer UW-Kamera Fotos der Sedimentoberfläche gemacht.

3.2.3 Greiferproben

Greiferproben wurden von Bord von FK Littorina mit einem eines 50-Kg-Backen(Van Veen)-Greifer genommen. Zunächst wurde eine Greiferprobe für die sedimentologische Analyse genommen. Sobald diese an Deck war, wurde zunächst - nach Abfließen des Wassers - durch die Greifer-Klappe ein Foto von der Sedimentoberfläche gemacht, der Füllstand des Greifers mit einem Zollstock ermittelt und das Sediment anhand des Probenprotokolls beschrieben. Anschließend wurde ebenfalls durch die Greifer-Klappe eine Probe des Oberflächensediments genommen und in eine 500ml Kautexflasche überführt.

Für die Erfassung der biologischen Gemeinschaft wurden 3 weitere Greiferproben an derselben Position genommen. Bei diesen Proben wurde jeweils der gesamte Greiferinhalt über ein 1mm-Sieb gesiebt und die >1mm-Fraktion anschließend in 2-L-Kautexflaschen überführt und fixiert.

3.2.4 Hydrographie-Messungen

Da für eine artenreiche Benthosgemeinschaft (ggf. mit *Ophelia*-Arten) die Durchspülung des Sediments mit sauerstoffreichem Seewasser Voraussetzung ist (BfN 2011, Hiebenthal et al 2012), wurde an allen angefahrenen KGS-Verdachtsflächen mit einer Hydrographie-Sonde auch Wassertemperatur, Salinität, pH und Sauerstoffgehalt gemessen.

3.3 Auswertung der genommenen Proben

3.3.1 Sedimentologische Analyse

Die Korngrößenverteilungen der genommenen Sedimentproben werden an der CAU, Arbeitsgruppe ‚Küstengeologie und Sedimentologie‘ durch Siebung mit einer Siebmaschine erhoben. Die sedimentologische Beurteilung der Daten wird daraufhin von Dr. D. Unverricht durchgeführt.

3.3.2 Biologische Analyse

Die biologische Analyse der genommenen Sedimentproben erfolgt im GEOMAR (evtl. teilweise auch am LfU). Die Proben werden vorher an Bord über ein 1mm-Sieb gesiebt, mit Formaldehyd fixiert und dann im Labor vorsortiert (Trennung des biologischen Inhalts vom Sediment). Die Bestimmung der Taxa erfolgt mittels Binokular - wo immer möglich – bis auf Art-niveau. Wenn dies in einzelnen Fällen nicht möglich sein sollte, wird bis auf Gattungsniveau bestimmt.

Um die Proben auf Unterschiede zwischen verschiedenen Stationen und Beprobungstechniken zu untersuchen, werden die gewonnenen Gemeinschaftsdaten anschließend statistisch analysiert. Hierzu werden multifaktorielle Gemeinschaftsanalysen auf der Grundlage des Bray-Curtis Ähnlichkeitsindex durchgeführt (ANOSIM, PRIMER6-Softwarepaket, siehe z.B. Pfaff et al. (2010)). Als Replikationseinheit wird jeweils ein Greifer dienen. Im PRIMER6 Manual werden die als Ergebnisse der Analysen ermittelten R-Werte folgendermaßen interpretiert:

$R > 0,75$: gut getrennt

$R > 0,5$: überlappend aber klar getrennt

$R < 0,25$: kaum unterscheidbar

Um Informationen über den prozentualen Anteil der verschiedenen Taxa an den Unterschieden in den Gemeinschaften zu erhalten, sollen anschließend die bestimmten Gemeinschaften mittels SIMPER-Analyse (ANOSIM, PRIMER6-Softwarepaket) analysiert werden.

Anhand der gesammelten Gemeinschaftsdaten können zudem die Anzahl der Taxa S sowie die Pilon's Evenness E berechnet und deren Muster in den Gemeinschaften der beprobten

Standorte sowie mit in unterschiedlichen Methoden erfassten Gemeinschaften desselben Standorts verglichen werden.

4 Bisherige Ergebnisse

4.1 Festlegung der Beprobungsstationen

Viele Flächen der schleswig-holsteinischen Ostsee, die laut sedimentologischer Flächenkartierung des LfU von passendem Sediment (Sand bis Kies <64mm) bedeckt sind, befinden sich innerhalb als FFH-LRT 1170 („Riffe“) gekennzeichneten Gebieten. Außerhalb von LRT 1170-Flächen konnten aber im Bereich Stollergrund, nördlich Schönberg, nord-westlich Fehmarn und auf der Sagasbank vielversprechende KGS-Verdachtsstellen identifiziert werden (Abbildung 1). Außerdem ergab die Auswertung eines Video-Transektivs, das Anfang Oktober 2022 ausgenommen wurden, dass vor Falshöft eine weitere Fläche mit Grobsand zu erwarten war. Bis auf die Sagasbank wurden diese Stationen auf einer ersten Ausfahrt mit FK Littorina im Oktober 2022 angefahren, um dort Methoden zu erproben und Sedimentproben zu nehmen (Tabelle 1).

Die Erfahrungen der ersten Ausfahrt in 2022 und die Auswertung der Proben ergaben, dass nahe der Station nord-westlich Fehmarn eine Position mit größerem Sediment zu finden sein könnte. Nördlich Fehmarn waren die Greiferproben in 2022 leicht versetzt zu den Taucherproben genommen worden (und bestanden aus deutlich feinerem Sediment). Hier sollte die Greifer-Probennahme an der exakten Station noch einmal wiederholt werden. Beide Stationen wurden daher im November 2023 (erneut) mit Backengreifern beprobt. Zusätzlich wurde die Station Sagasbank im November 2023 beprobt.

Die Auswertung von Sedimentprobendatenbanken ergab zudem, dass Polychaeten der Gattung *Ophelia* in passenden Sedimenten überall in der Kieler Bucht und (zumindest) in der westlichen Lübecker Bucht vorkommt (Abbildung 1). Es konnte demnach damit gerechnet werden, dass diese charakterisierenden Arten (BfN 2011) in KGS-Sedimenten mit artenreicher Makrozoobenthosgemeinschaft in der schleswig-holsteinischen Ostsee gefunden werden.

Von vergangenen Tauchgängen für andere Projekte sind Stationen mit Kies bekannt, die sich innerhalb von als LRT 1170 „Riffe“ kartierten Meeresbodenflächen befinden. Im Zuge der

Auswertung der Daten der 2022 genommenen Proben wurde entschieden, diese exemplarisch ebenfalls zu beproben. Auf der Ausfahrt im September 2023 wurden daher an den Stationen Booknis Eck, Westermakelsdorf und Mittelgrund zusätzliche Kies-Proben für biologische Analysen von Tauchern genommen.

Größere Schillflächen, deren Benthosgemeinschaft nicht vorwiegend durch dominierendes feines Sediment geprägt wird, scheinen in der schleswig-holsteinischen rar zu sein. An der Station Kellenhusen wurden im September 2023 zwischen mit Miesmuscheln bewachsenen Steinen Flächen mit starker Schillbedeckung von Tauchern entdeckt – konnten aus Witterungsgründen aber nicht beprobt werden. Die Beprobung wurde im November 2023 nachgeholt.

Als FFH-LRT 1110 ‚Sandbänke‘ wurden einige größere Flächen in der schleswig-holsteinischen Ostsee kartiert (Abbildung 1). In 2023 soll geklärt werden, welche Flächen hiervon Sandbänke im engeren Sinne sind (siehe 3.1.3) und welche andere Sandflächen. Bereits vorhandene Sedimentprobendaten aus GEOMAR- und LfU-Monitorings sollen herangezogen werden, um zu analysieren, ob es Unterschiede in der Besiedlung gibt. Ergänzend sollen weitere Standorte im folgenden Projektverlauf beprobt werden.

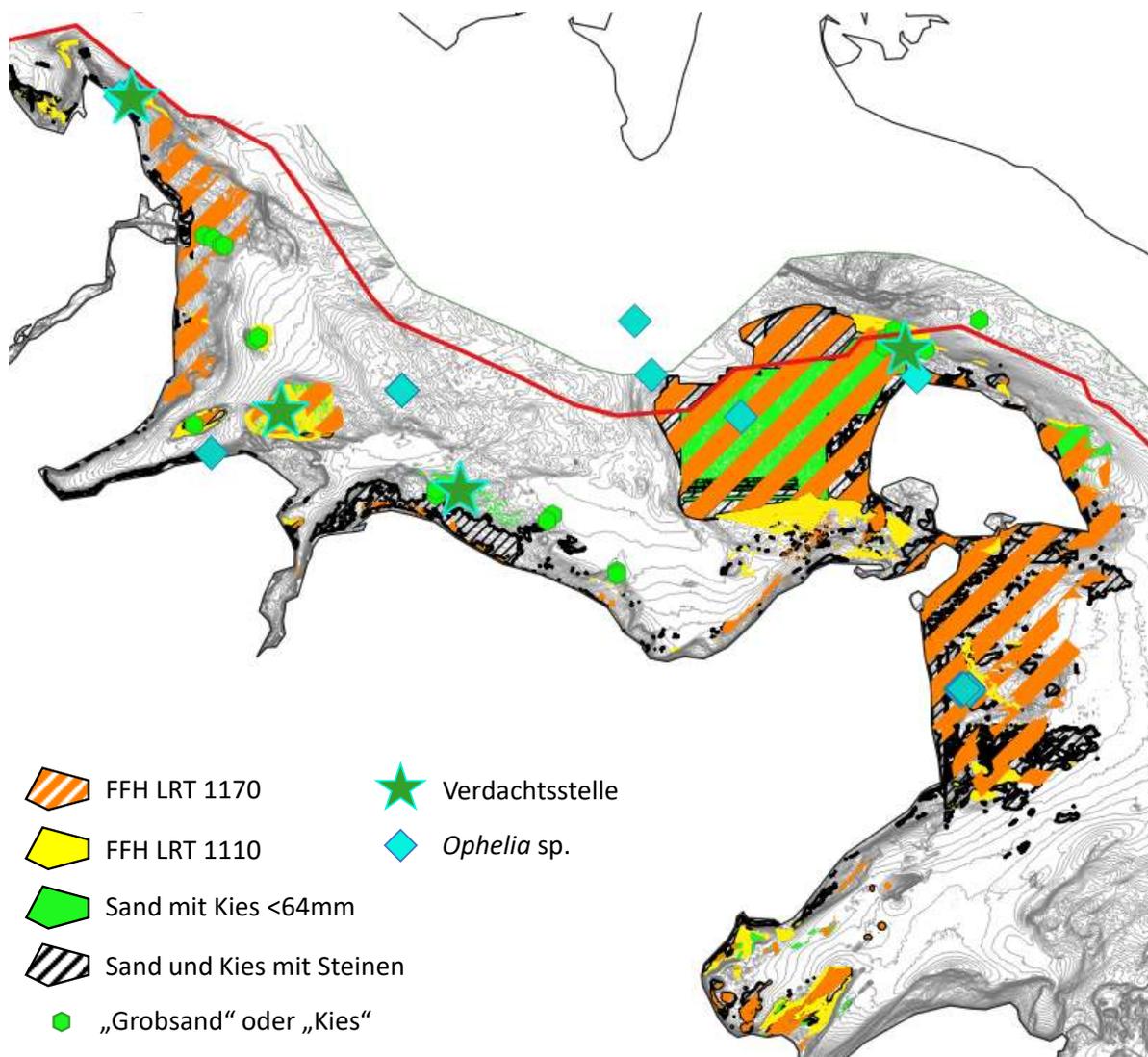


Abbildung 1: KGS-Verdachtsflächen in der schleswig-holsteinischen Ostsee.

Tabelle 1: Übersicht KGS-Verdachtsstandorte.

<u>Name Station</u>	<u>Koordinaten</u>	<u>Tiefe</u>	<u>Erwartetes Sediment</u>	<u>Quells</u>
Falshöft	54°46,806' N, 09°58,296' E	7,5 m	Grobsand	LfU Videotransekt Okt. 2022
Bookns Eck	54°32,918' N, 10°01,762' E	3m	Kies	Eigene Tauchgänge
Stollergrund	54°31,121' N, 10°10,635' E	7,5 m	Sand bis Grobsedi- mente (S+ gS, sG, G)	Mosch (2008)
Mittelgrund	54°30.548' N, 10°03.043' E	7m	Kies	Eigene Tauchgänge
Westermakels- dorf	54°31.447' N, 11°02.610' E	4m	Kies	Eigene Tauchgänge
Fehmarn NW_1	54°33,473' N, 11°03,671' E	12 m	Sand bis Grobsedi- mente (S+ gS, sG, G)	Schwarzer, Heinrich und Fel- dens (2014)
Nördlich Wester- makelsdorf, Greiferprobe_72	54°33.314' N, 11°04.055' E	10 m	Sand bis Grobsedi- mente (S+ gS, sG, G)	D. Unverricht
Schönberg	54°27,020' N, 10°25,638' E	12 m	Sand bis Grobsedi- mente (S+ gS, sG, G)	Pansegrau (2008)
Sagasbank W	54°16.510' N, 11°08.220' E	11 m	Grobsand	Geomar (Schütt & Rumohr)
Kellenhusen	54°11,805' N, 11°05,857' E	3m	Grubsand mit Schill	Eigene Tauchgänge

4.2 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse der Ausfahrten: Methodenvergleich.

Auf der Ausfahrt mit FK Littorina im Oktober 2022 konnten 4 Stationen angefahren werden. Bei der ersten Station vor Falshöft wurden taucherisch Sedimentproben mit Schaufeln, mit einem Taucher-Überdrucksauger und einem Taucherstechkasten genommen. Sowohl die Nutzung des Saugers als auch des Stechkastens ergab bei der Probennahme von Grobsand aber keine guten Ergebnisse: Der Sauger nahm bei vergleichbarer Zeit nur sehr wenig Sediment auf und der Stechkasten war nur schwer in das Sediment zu pressen. Die Probennahme mit einer Schaufel war demnach die erfolgreichste (und flexibelste) Methode, die zudem auch bei noch deutlich größerem Sediment (Kies auf dem Stollergrund) gut funktioniert.

An Stationen mit flächig verbreitetem Grobsand (wie z.B. Falshöft) kann anstelle von Tauchereinsätzen in Zukunft die Probennahme ausschließlich mit dem Backengreifer vom Forschungsschiff aus erfolgen. An Stationen mit erheblichem Kiesanteil (wie Stollergrund) ist die Probennahme von Tauchern aber dem Backengreifer deutlich überlegen, da letzterer nur schlecht ins Sediment eindringen kann und häufig leer bleibt. Die offensichtlich unterschiedlichen Sedimente, die in 2022 bei Schönberg vom Greifer und den Tauchern eingesammelt wurden sprechen für eine kleinräumig sehr fleckenhafte Verteilung der Oberflächensedimente an dieser Station. Hier muss der Greifer sehr präzise eingesetzt werden, was in 2023 erfolgreich durchgeführt wurde.

Bei der Station ‚Fehmarn NW‘ mussten die Taucher mit relativ starker Strömung umgehen. Zudem war das Sediment zwar Grobsand, aber ursprünglich gröberes Sediment mit Kies erwartet worden. In 2023 konnte an nahe gelegenen der Station ‚Greiferprobe_72‘ deutlich gröberes Sediment beprobt werden, weshalb diese Station der 2022 aufgesuchten Station in Zukunft vorzuziehen ist. Die Vorerkundung mit einer Schleppkamera hat sich bewährt.

4.3 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse der Ausfahrten: Sedimente, Hydrografie und biologische Besiedlung.

Die an den 2022 und 2023 beprobten Stationen vorgefundenen (und beprobten) Sedimente (Tabelle 2) entsprachen weitgehend den erwarteten Sedimentverteilungen (Tabelle 1). Ausnahmen waren Fehmarn_NW, wo feineres Sediment vorgefunden wurde als erwartet und Schönberg, wo mit dem Greifer feinerer Sand beprobt wurde als durch die Taucher (weil die Greiferproben leicht versetzt zu der eigentlichen Station genommen wurden).

Tabelle 2: Bisherige Ergebnisse der Probenahmen: Sedimente.

<u>Name Station</u>	<u>Koordinaten</u>	<u>Tiefe</u>	<u>Datum</u>	<u>gefundenes Sediment</u>	<u>Probennahmeempfehlung</u>
Falshöft	54°46,806' N, 09°58,296' E	7,5 m	18.10.2022	Grobsand	Greifer
Bookns Eck	54°32,918' N, 10°01,762' E	3m	September 2023	Kies	Taucher mit Schaufel
Stollergrund	54°31,121' N, 10°10,635' E	7,5 m	18.10.2022	Sand mit Kies	Taucher mit Schaufel
Mittelgrund	54°30.548' N, 10°03.043' E	7m	September 2023	Kies	Taucher mit Schaufel
Westermakelsdorf	54°31.447' N, 11°02.610' E	4m	September 2023	Kies	Taucher mit Schaufel
Fehmarn NW	54°33,473' N, 11°03,671' E	11 m	19.10.2022	Grobsand	Greifer
Nördlich Westermakelsdorf, Greiferprobe_72	54°33.314' N, 11°04.055' E	10 m	02.11.2023	Grobsand mit Kies	Greifer
Schönberg	54°27,020' N, 10°25,638' E	12 m	19.10.2022, 02.11.2023	Grobsand und Steine	Greifer. Aber sehr fleckenhaftes Sediment, Exakte Position notwendig!
Sagasbank W	54° 16.510' N, 11° 08.220' E	11 m	1.11.2023	Sand	Greifer
Kellenhusen	54°11,805' N, 11°05,857' E	3m	1.11.2023	Grobsand mit Schill	Taucher mit Schaufel

Die Ergebnisse der sedimentologischen Analyse (Tabelle 3) bestätigten zudem die spontanen Sedimentbestimmungen an Bord (Tabelle 2).

Die Sauerstoffsättigung lag nur bei Schönberg unter 50%. Bei Fehmarn_NW war sie mit 87% am höchsten (Tabelle 4).

Tabelle 3: Detaillierte Ergebnisse der sedimentologischen Analyse: Proben aus 2022.

Station	Taucher				Van-Veen-Greifer			
	MW:	arithm.	geom.	Φ	MW:	arithm.	geom.	Φ
Vor Falshöft	MW:	768.7	657.0	0.61	MW:	873.7	584.8	0.77
	Ergebnis:	Grobsand			Ergebnis:	Grobsand		
Stollergrund	MW:	7561.9	2273.9	-1.19	MW:	622.1	399.38	1.32
	Ergebnis:	Sehr feiner Kies			Ergebnis:	Mittelsand		
Schönberg	MW:	5971.3	1819.7	-0.88	MW:	310.2	284.1	1.82
	Ergebnis:	Sehr grober Sand			Ergebnis:	Mittelsand		
Fehmarn NW	MW:	790.2	596.9	-0.74	MW:	656.4	552.2	0.86
	Ergebnis:	Grobsand			Ergebnis:	Grobsand		

Tabelle 4: Bodennahe hydrografische Messwerte. Oktober 2022.

Station	Tiefe [m]	T [°C]	SAL	pH	O ₂ (Sättigung)
Vor Falshöft:	7.5	14.3	19.8	7.58	65%
Stollergrund:	7.5	14.1	17.5	7.76	76%
Schönberg:	11	14.2	20.5	7.64	41%
Fehmarn NW:	12	13.4	19.5	7.97	87%

Für die Betrachtung der biologischen Gemeinschaften wurden die Proben entsprechend der Sedimenttypen sortiert:

- Die Greiferproben von Stollergrund und Schönberg wurden der Kategorie ‚**Sand**‘ zugeteilt.
- Die Greifer- und Taucherproben von Vor Falshöft und Fehmarn_NW wurden der Kategorie ‚**Grobsand**‘ zugeteilt.
- Die Taucherproben von Stollergrund und Schönberg wurden der Kategorie ‚**Kies**‘ zugeteilt.

Im Ergebnis zeigte sich, dass durchaus eine größere Zahl Taxa Grobsand- oder Kiesstandorte explizit zu bevorzugen scheinen (Tabelle 5). Im Grobsand sei zudem *Bradabyssa villosa* und im Kies *Monophorus perversus* als besondere Beobachtung erwähnt. Dagegen waren im Sand nur *Pygospio elegans* und *Retusa truncatula* als Taxa erkennbar, die den Sedimenttyp bevorzugen.

Ophelia ratkei kam im Sand und noch mehr im Grobsand vor, aber nicht im Kies (Abbildung 2).

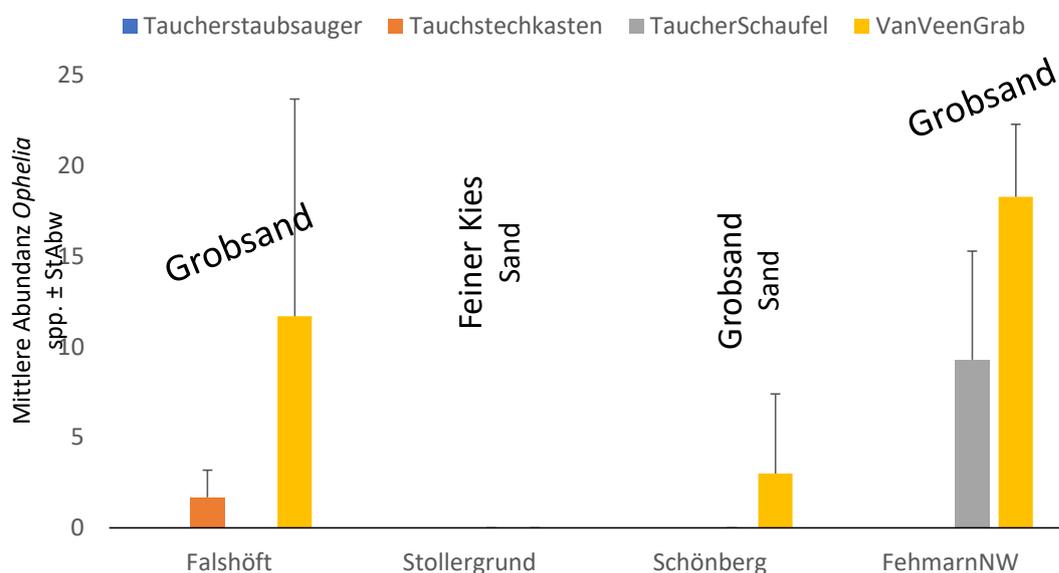


Abbildung 2: Vorkommen *Ophelia ratkei* an den beprobten Standorten 2022.

Tabelle 5: Charakterisierende Taxa nach Sediment sortiert. Oktober 2022.

Sedimenttyp		Taxa
Sand	Vorwiegend im Sedimenttyp gefunden:	<i>Pygospio elegans</i> <i>Retusa truncatula</i> (<i>Ophelia ratkei</i>)
	Ausschließlich im Sedimenttyp gefunden:	-
Grobsand	Vorwiegend im Sedimenttyp gefunden:	Nemertea Oligochaeta <i>Parvicardium pinnulatum</i> <i>Syllides longocirratu</i> <i>Tanaissus lilljeborgi</i> <i>Ophelia ratkei</i>
	Ausschließlich im Sedimenttyp gefunden:	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i> <i>Bradabyssa villosa</i> <i>Eteone longa</i> <i>Macoma calcarea</i> <i>Marenzellaria sp.</i> <i>Sinelobus sp.</i>
Sehr grober Sand und Kies	Vorwiegend im Sedimenttyp gefunden:	<i>Bittium sp.</i> <i>Haminella solitaria</i> <i>Microdeutopus sp</i>
	Ausschließlich im Sedimenttyp gefunden:	<i>Dexamine sinulosa</i> <i>Harmothoe imbricata</i> <i>Monoporus perversus</i>

Die mittlere Artenzahl war tatsächlich in den 2002 genommenen Kiesproben größer als in den Sand- und Grobsand-Proben (Abbildung 3, Abbildung 4). Allerdings sind die Replikate (Anzahl beprobter Stationen mit dem entsprechenden Sediment) der Probennahmen in 2022 zu gering, um daraus eine belastbare Aussage über den ökologischen Wert der Kies- und Grobsand-Standorte zu treffen. Daher wurden in 2023 weitere Proben genommen, deren Daten im weiteren Projektverlauf vergleichend in die Analyse eingehen werden.

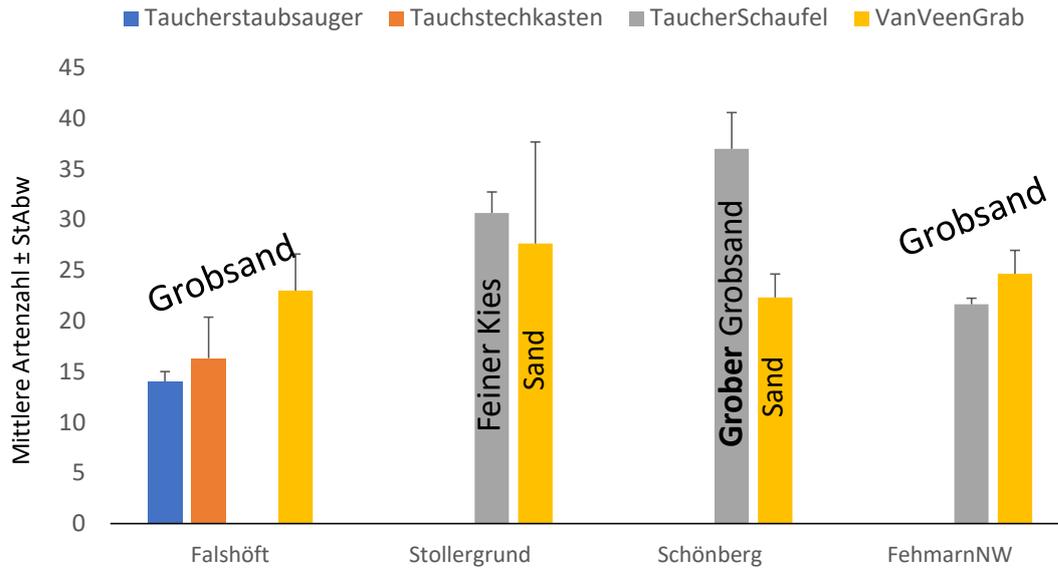


Abbildung 3: Artenzahlen an den beprobten Standorten in 2022

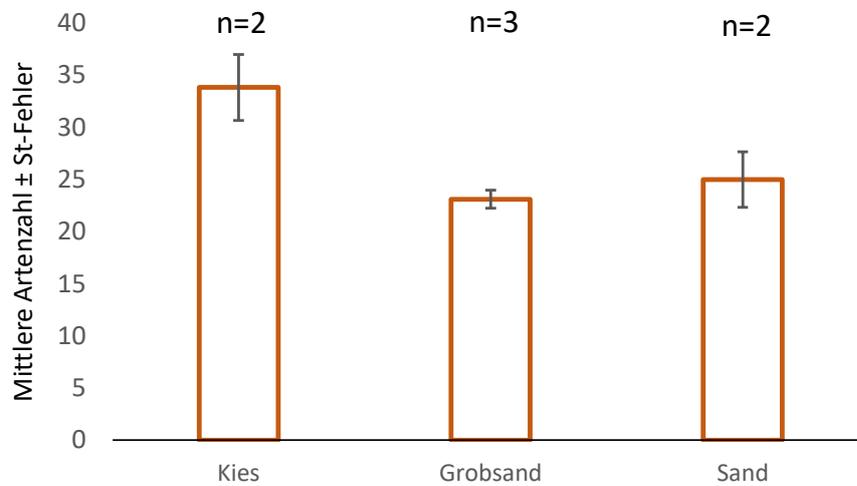


Abbildung 4: Artenzahlen nach Sedimenttypen in 2022

5 Bisheriges Fazit

In 2022 und 2023 konnten in diesem Projekt bereits wesentliche Informationen zu möglichen Vorkommen von KGS und Sandbänken in der schleswig-holsteinischen Ostsee gesammelt werden. Außerdem haben die Projektpartner das Projektziel präzisiert, indem die behandelten Substrattypen für dieses Projekt definiert und eingegrenzt wurden. Auf drei Ausfahrten konnte als beste Probennahmetechnik für taucherisch genommene Sedimentproben die Probennahme mittels Schaufel erkannt werden. An reinen Grobsandstandorten ohne (größeren) Kies kann in Zukunft auch nur mit dem Van-Veen-Greifen vom Forschungsschiff aus beprobt werden. Die Besiedlung der 2022 genommenen Proben ergab, dass vermutlich einzelne Taxa in der Tat gröbere Sedimente bevorzugen und dort auch die Artenzahl höher ist. Die Laboranalysen der 2023 genommenen Sedimentproben sollten zeigen, ob sich der Verdacht bestätigt.

6 Ausblick

Folgende Aspekte sollen im weiteren Verlauf des Projekts bearbeitet werden:

- Sortierung und sedimentologische Auswertung der 2023 genommenen Sedimentproben (an der CAU)
- Biologische Auswertung der 2023 genommenen Sedimentproben (GEOMAR und evtl. LfU)
- Vergleich und Bewertung der Benthos-Gemeinschaften in Hinblick auf den für KGS-Standorte erwarteten Artenreichtum
- Vergleich der Besiedlung von Sandbänken mit anderen sandiger Meeresbodenflächen auf Basis langjähriger Monitorings

7 Literatur

BfN (2011) Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich Definition und Kartieranleitung Kies-, Grobsand- & Schillgründe. BfN-Kartieranleitung für die deutsche AWZ.

C. Hiebenthal, N. Blöcher, J. Krause und H. Rumohr (2012). Steckbriefe der Lebensraumtypen / Biotope ("Ästuarien", "Küstenlagunen", "Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen)", "Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt", "Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung", "Riffe", "Seegraswiesen", "Makrophytenbestände", "Miesmuschelbänke", "Seefedern und Grabende Megafauna", "Sabellaria-Riffe", "Schillgründe", "Kiesgründe mit Ophelia-Arten" und "Küstenfernes Tiefenwasser unterhalb der Halokline"). In: Ingo Narberhaus, Jochen Krause und Ulrike Bernitt (Bearb.), Bedrohte Biodiversität in der deutschen Nord- und Ostsee - Empfindlichkeiten gegenüber anthropogenen Nutzungen und den Effekten des Klimawandels. Naturschutz und Biologische Vielfalt 116, Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.

T. Mosch, (2008): Veränderungen der Sedimentverteilungen auf dem Stoller Grund seit den siebziger Jahren. - Diplomarbeit an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität; Kiel

O. Pratz (1948). Die Bodenbedeckung der südlichen und mittleren Ostsee und ihre Bedeutung für die Ausdeutung fossiler Sedimente. Deutsche Hydrografische Zeitschrift 1:45–61.

K. Ricklefs & A. Trampe (2021). Beschreibung der Vorgehensweise bei der sonarbasierten Detektion und Kartierung sublitoraler Muschelhabitate, Sedimente und „Riff-Strukturen“ im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Technical Report.

H.C. **Reimers** (2021). modif. EOMAP, 2019: Satellitengest. Seegrundklassifizierung Ostsee SH;

K. Schwarzer, Heinrich und Feldens (2014). FFH-Kartierung Fehmarn West

K. Schwarzer & D. Unverricht (2020). FFH – LRT-Kartierung Fehmarn Ost. Abschlussbericht

8 Anhang

Tabelle 6: Anhang 1, Vollständige Taxalisten nach Sedimenten, Probenahmen 2022

	Ø Abundanz		
	Sand	Grobsand	Kies
<i>Ampharete finmarchica</i>	0.0	1.0	0.0
<i>Ampithoe rubricata</i>	10.0	0.0	4.3
<i>Amphitrite cirrata</i>	1.0	2.0	4.0
<i>Arenicona marenii</i> juv.	1.0	0.0	1.5
<i>Aricidea jeffreysii</i> (accepted as <i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>)	0.0	8.8	0.0
<i>Astarte borealis</i>	0.0	0.0	1.5
<i>Asterias rubens</i>	1.5	0.0	3.8
<i>Bathyporeia</i> sp.	30.5	4.2	8.0
<i>Bittium</i> sp.	365.3	55.4	604.2
<i>Bradabyssa villosa</i>	0.0	3.0	0.0
<i>Capitella capitata</i>	2.0	1.0	1.0
<i>Carcinus menas</i> juv.	0.0	0.0	1.0
<i>Cerastoderma</i> juv.	13.2	18.3	24.0
<i>Corophium</i> sp.	13.2	1.0	39.0
<i>Crangon Crangon</i>	0.0	1.0	0.0
<i>Dendrodoa grossularia</i>	0.0	0.0	1.0
<i>Dexamine spinolosa</i>	0.0	0.0	3.2
<i>Diadumene lineata</i>	0.0	0.0	1.0
<i>Diaphana minuta</i>	1.0	0.0	0.0
<i>Dipterenlarven</i>	33.0	0.0	13.7
<i>Edwardsia</i> sp.	0.0	1.0	0.0
<i>Ensis</i> sp.	0.0	0.0	0.0
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	0.0	1.0	0.0
<i>Eteone longa</i>	0.0	2.2	0.0
<i>Eubranchus</i> sp.	0.0	0.0	1.0
<i>Eulalia</i> sp.	1.0	1.0	1.0
<i>Fabricia stellaris</i>	20.6	0.0	17.2
Fischeier = <i>Pisces ova</i>	0.0	29.0	0.0
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0.0	1.0	0.0
<i>Haminella solitaria</i>	0.0	1.3	4.0
<i>Harmothoe imbricata</i>	0.0	0.0	3.7
<i>Harmothoe impar</i>	0.0	0.0	1.0
<i>Hiatella arctica</i>	1.0	0.0	1.0
<i>Hydrobia</i> sp.	182.0	166.1	16.8
<i>Jaera albifrons</i>	2.0	0.0	3.5
<i>Lagis koreni</i>	1.0	0.0	0.0
<i>Lepidochitona cinerea</i>	1.0	2.0	1.5

<i>Levinsenia gracilis</i>	2.0	0.0	1.0
<i>Littorina littorea</i>	4.0	2.5	6.3
<i>Littorina obtusata</i>	1.0	0.0	8.0
<i>Macoma baltica</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Macoma calcarea</i>	0.0	4.5	0.0
<i>Macoma</i> juv.	3.0	7.3	1.5
<i>Marenzelleria</i> sp.	0.0	7.0	0.0
<i>Microdeutopus</i>	19.0	2.6	135.5
<i>Monophorus perversus</i>	0.0	0.0	3.0
<i>Musculus marmoratus</i> = <i>subpictus</i>	2.0	0.0	1.5
<i>Mya</i> sp. / juv	6.8	7.6	3.2
<i>Mysella</i> = <i>Kurtiella bidentata</i>	112.7	84.7	149.0
<i>Mytilus</i> juv.	1691.0	41.2	4382.5
<i>Nassarius reticulatus</i>	1.3	1.2	1.6
<i>Nemertea</i>	1.0	20.3	1.7
<i>Nephtys caeca</i>	3.0	2.6	0.0
<i>Nereimyra punctata</i>	0.0	0.0	1.7
<i>Nereis</i> juv.	9.3	1.0	5.5
<i>Nicolea zostericola</i>	2.0	0.0	1.3
<i>Odostomia</i> sp.	6.3	2.2	4.3
<i>Oligochaeta</i>	1.5	18.0	2.3
<i>Onchidoris</i> sp.	0.0	0.0	1.0
<i>Ophelia rathkei</i>	4.5	14.8	0.0
<i>Parvicardium pinnulatum</i>	25.8	59.9	26.7
<i>Pholoe</i> sp.	1.0	0.0	1.0
<i>Phoxocephalus holbolli</i>	0.0	0.0	1.0
<i>Phylodoce mucosa</i>	1.0	1.0	0.0
<i>Plathelminth</i>	3.5	0.0	4.5
<i>Polydora cornuta</i>	18.8	2.8	60.5
<i>Psammechinus miliaris</i>	1.5	2.0	4.7
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	1.0	2.7	0.0
<i>Pygospio elegans</i>	49.3	20.9	21.2
<i>Retusa truncatula</i>	11.6	7.7	5.7
<i>Rissoa</i> / <i>Pusillina</i> (<i>Turboella</i>) <i>inconspicua</i>	8.7	0.0	12.5
<i>Rissoa</i> sp. (95% membranacea)	0.0	0.0	1.0
<i>Scoloplos armiger</i>	3.7	8.2	2.5
<i>Sinelobus</i> sp.	0.0	12.0	0.0
<i>Sphaerodoropsis balticum</i>	1.0	0.0	0.0
<i>Spio gonioccephala</i>	17.6	35.4	1.3
<i>Streblospio benedicti</i>	5.0	0.0	3.0
<i>Syllides longocirratu</i>	1.0	14.8	1.0
<i>Tanaissus lilljeborgi</i>	4.0	16.0	2.0
<i>Varicorbula gibba</i>	3.0	4.7	1.0

