

# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Part I - Kurztext



Konzepte zur Reduzierung der Auswirkungen  
anthropogener Drücke und Nutzungen  
auf marine Ökosysteme und die Artenvielfalt

**Zuwendungsempfänger:** Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie

**Förderkennzeichen:** 03F0910K

**Laufzeit des Vorhabens:** 01.12.2021 bis 30.11.2024

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rudolf Amann

**Projektmitarbeiter\_innen:** Dr. Anneke Heins (Wissenschaftlerin)

Andreas Ellrott (Ingenieur)

Heike Wojack (Administration)

Heike Bruns (Administration)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Das Team des Max-Planck-Instituts für marine Mikrobiologie (MPI-MM), Arbeitsgruppe Rudolf Amann (AG Amann), war an der Umsetzung des zweiten übergreifenden konkreten Gesamtzieles des CREATE I Projekts involviert, insbesondere der Schließung von Wissenslücken in bestehendem und entstehendem (Langzeit-) Monitoring (Arbeitspaket 2). An der Umsetzung zweier Produkte wurde gearbeitet:

- 1) dem „Erstellen eines Bioarchivs (eDNA) von Mikrobiomen, Benthos- und Makrofauna-Proben zur Bewertung von Umweltveränderungen und Ökosystemzuständen (Datenbank)“ (Leitantrag CREATE 1, Produkt 2.1.1), sowie
- 2) dem „Erstellen einer optimierten Monitoringstrategie durch Identifikation bestehender Lücken im derzeitigen Beobachtungssystem (Handlungsempfehlung)“ (Leitantrag CREATE 1, Produkt 2.1.3).

Die Umsetzung dieser Produkte beinhaltete die Evaluierung bestehender Observatorien und regelmäßig stattfindender Messfahrten, die Adaption und Implementierung der in der Grundlagenforschung entwickelten Beprobungsverfahren des planktonischen und benthischen Mikrobioms für ein systematisches Monitoring, sowie die Evaluierung von Probenahmegeräten an Observatorien und auf Messfahrten, sowie kontinuierliche Bioarchivierung von Wasser- und Sedimentproben. Das Team des MPI-MM fokussierte sich während Phase I des CREATE Projekts auf das Erstellen und die Integration eines planktonischen Mikrobiom Bioarchivs.

Der erste Schritt für das Erstellen des planktonischen Mikrobiom Bioarchivs bestand darin, die Parameter der Probenahme festzulegen. Verschiedene Optionen wurden im Vorfeld mit dem Stand der Wissenschaft abgeglichen und mit internen und externen Expert\_innen diskutiert. Entscheidungen wurden getroffen für: die Wahl des Filtrationsgeräts, der Probetiefe, der Stationen, der Zeit zwischen Probenahme und Filtration, dem Filterdruck, der Filterporengröße, dem Filterdiameter, dem Seewasservolumen, dem Label, sowie der Aufbewahrungsart und Aufbewahrungstemperatur. Das Ergebnis dieser Strategiefindung wurde mit internen und externen Missionspartner\_innen, Stakeholdern und bei Symposien als Handlungsempfehlung geteilt und als Standard für die Probenahme festgelegt. Ein Poster wurde erstellt, was diese Empfehlung wiedergibt und online abrufbar ist ([www.sustainmare.de/112640/index.php.de](http://www.sustainmare.de/112640/index.php.de)).

Der zweite Schritt für das Erstellen des planktonischen Mikrobiom Bioarchivs bestand darin, die Probenahme von der Expertise der/ des Probenehmers/ -nehmerin unabhängig zu machen und die Probenahme zu standardisieren. Durch das Entwickeln einer semi-automatisierten Filtrationseinheit am Institut konnten Missions-interne und -externe Partner\_innen für die Probenahme miteinbezogen werden (Produktdarstellung online abrufbar über: [www.sustainmare.de/112281/index.php.de](http://www.sustainmare.de/112281/index.php.de)). Dies führte zu einer besseren Nutzung von Ressourcen, zum Beispiel in Bezug auf die Schiffszeit, und einer größeren räumlichen und zeitlichen Abdeckung der Probenahme.

Insgesamt wurden bei 5 Ausfahrten in der Nord- und bei 14 Ausfahrten in der Ostsee Biomasse mariner Mikroorganismen gesammelt (Tabelle 1). In Kooperation mit dem Team von Dr. Inga Kirstein (AWI) wurden zudem regelmäßig an zwei Tagen der Woche Proben im Triplikat an den LTER (long term ecological research) Stationen Helgoland und Sylt genommen. Insgesamt haben 22 Personen von 8 Institutionen (MPI-MM, AWI, IOW, HIFMB, Thünen Institut, CAU, Geomar, Universität Greifswald) mit unterschiedlichen Vorkenntnissen zur Probenahme während der ersten Projektphase beigetragen. Dies resultierte in über 3000 Proben, die sich aktuell archiviert am IOW, Geomar und der Universität Greifswald befinden (Ostseeproben), sowie am AWI Sylt, AWI Helgoland und am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie (Nordseeproben).

**Tabelle 1:** Ausfahrten bei denen Proben für das Mikrobiom Bioarchiv genommen wurden (CREATE Phase I).

<b>Ausfahrt</b>	<b>Datum</b>	<b>Meer</b>	<b>Probentyp</b>
<b>SEN22_12</b>	03.05.2022	Nordsee	Seewasser, Sediment
<b>SEN22_14</b>	05.05.2022	Nordsee	Seewasser, Sediment
<b>EMB293</b>	03.05.-23.05.2022	Ostsee	Seewasser
<b>AL574</b>	07.06.-13.06.2022	Ostsee	Seewasser
<b>EMB298</b>	04.08.-05.08.2022	Ostsee	Seewasser
<b>EMB305</b>	14.11.-18.11.2022	Ostsee	Seewasser, Sediment
<b>EMB311</b>	03.02.-16.02.2023	Ostsee	Seewasser
<b>HE614</b>	01.03.-22.03.2023	Nordsee	Seewasser
<b>EMB314</b>	15.03.-28.03.2023	Ostsee	Seewasser
<b>AL590</b>	17.03.-31.03.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB317</b>	03.05.-16.05.2023	Ostsee	Seewasser
<b>HE625</b>	29.06.-18.07.2023	Nordsee	Seewasser
<b>EMB323</b>	04.08.-16.08.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB328</b>	02.11.-14.11.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB337</b>	18.03.-03.04.2024	Ostsee	Seewasser
<b>EMB340</b>	25.04.-15.05.2024	Ostsee	Seewasser
<b>HE643</b>	18.06.-06.07.2024	Nordsee	Seewasser
<b>EMB346</b>	06.08.-21.08.2024	Ostsee	Seewasser
<b>EMB353</b>	07.11.-22.11.2024	Ostsee	Seewasser

Die Validität der Probenahmestrategie wurde mittels einer repräsentativen Auswertung von 54 Nordsee- und 30 Ostseeproben Proben getestet. Obwohl die Filter vor der DNS Extraktion halbiert wurden und somit nur die Hälfte der zur Verfügung stehenden Biomasse verwendet wurde, konnten wir einen repräsentativen Einblick in die Bakteriengemeinschaft gewinnen.

Neben der aktiven Probenahme stellt das Zurverfügungstellen der Daten die letzte entscheidende Säule eines Bioarchivs dar. Ziel ist es, die Daten für Wissenschaft und Bevölkerung so zugänglich wie möglich zu machen. Um dieses Ziel zu erreichen wurde eng mit den anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Datenmanagement der DAM Forschungsmissionen“ zusammengearbeitet. Die Nutzung des marine.data Portals wurde als die präferierte Adresse zur Übersicht des Mikrobiom Bioarchivs ausgewählt. Die finale Festlegung und Integration ist für das Ende von CREATE II angesetzt.

# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Part II – Eingehende Darstellung



Konzepte zur Reduzierung der Auswirkungen  
anthropogener Drücke und Nutzungen  
auf marine Ökosysteme und die Artenvielfalt

**Zuwendungsempfänger:** Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie

**Förderkennzeichen:** 03F0910K

**Laufzeit des Vorhabens:** 01.12.2021 bis 30.11.2024

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rudolf Amann

**Projektmitarbeiter\_innen:** Dr. Anneke Heins (Wissenschaftlerin)

Andreas Ellrott (Ingenieur)

Heike Wojack (Administration)

Heike Bruns (Administration)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Inhaltsverzeichnis

<b>EINGEHENDE DARSTELLUNG DER ZIELE UND DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>5</b>
<b>1 BEITRAG ZU DEN VIER PRINZIPIEN DES CREATE I PROJEKTS</b> .....	<b>5</b>
1.1 ARBEIT ENTLANG PRINZIPS 1 .....	6
1.2 ARBEIT ENTLANG PRINZIPS 2 .....	10
1.3 ARBEIT ENTLANG PRINZIPS 3 .....	10
1.4 ARBEIT ENTLANG PRINZIPS 4 .....	13
<b>2 PRODUKTE</b> .....	<b>13</b>
2.1 „BIOARCHIV“ (PRODUKT 2.1.1, LEITANTRAG CREATE 1) .....	13
2.2 „OPTIMIERTE MONITORINGSTRATEGIE“ (PRODUKT 2.1.3, LEITANTRAG CREATE 1) .....	20
<b>3 MEILENSTEINE</b> .....	<b>21</b>
<b>4 WICHTIGSTEN POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES</b> .....	<b>21</b>
<b>5 NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN PROJEKTARBEITEN</b> .....	<b>22</b>
<b>6 ZUKÜNFTIGE VERWERTUNG DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>22</b>
<b>7 RELEVANTE ERGEBNISSE ODER FORTSCHRITTE BEI ANDEREN STELLEN</b> .....	<b>22</b>
<b>8 ERFOLGTE ODER GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> .....	<b>23</b>
8.1 ERFOLGTE VERÖFFENTLICHUNGEN.....	23
8.2 GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNGEN.....	23
<b>9 QUELLEN</b> .....	<b>23</b>

## Eingehende Darstellung der Ziele und der Ergebnisse

Die steigende Nutzung der Meere (z.B. durch Schifffahrt, Tourismus, Fischfang, Energiegewinnung, etc.) führt zunehmend zu Nutzungskonflikten und der Schwierigkeit, diese Nutzungsformen mit Schutzrichtlinien (u.a. Europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Natura 2000, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Nationale Biodiversitätsstrategie) zu vereinbaren. Im Rahmen von Phase I war es das Ziel des CREATE Konsortiums, zur Reduzierung dieser Nutzungskonflikte beizutragen. Das Team des Max-Planck-Instituts für marine Mikrobiologie (MPI-MM), Arbeitsgruppe Rudolf Amann (AG Amann), war dabei an der Umsetzung des zweiten übergreifenden konkreten Gesamtzieles des CREATE 1 Projekts involviert, insbesondere der Schließung von Wissenslücken in bestehendem und entstehendem (Langzeit-) Monitoring (Arbeitspaket 2). Auf die vier definierten Prinzipien des CREATE Projekts (siehe Abschnitt 1 „Beitrag zu den vier Prinzipien des CREATE I Projekts“) wurde eingegangen. Zwei Produkte, die Erstellung eines Bioarchivs (eDNA) von Mikrobiomen (2.1.1) und das Erstellen einer Handlungsempfehlung für eine optimierte Monitoringstrategie (2.1.3), wurden bearbeitet und umgesetzt.

## 1 Beitrag zu den vier Prinzipien des CREATE I Projekts

Das CREATE I Konsortium vereinte 32 Expert\_innen aus 15 Institutionen, um lösungsorientiertes Wissen für politische Entscheidungsträger\_innen, Unternehmen und die Zivilgesellschaft bereitzustellen. Dieses Wissen sollte als wissenschaftliche Grundlage für politische und gesellschaftliche Entscheidungsprozesse dienen, die den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Küsten- und Meeresgebieten fördern. Um wissenschaftsbasiertes Handlungswissen im Dialog mit Nutzer\_innen, politischen Entscheidungsträger\_innen und anderen Interessengruppen effektiv zu gestalten, wurden vier Prinzipien definiert, anhand derer sich das Konsortium orientierte, um das komplexe Ziel zu erreichen, ökologische, soziale und wirtschaftliche Herausforderungen im Kontext

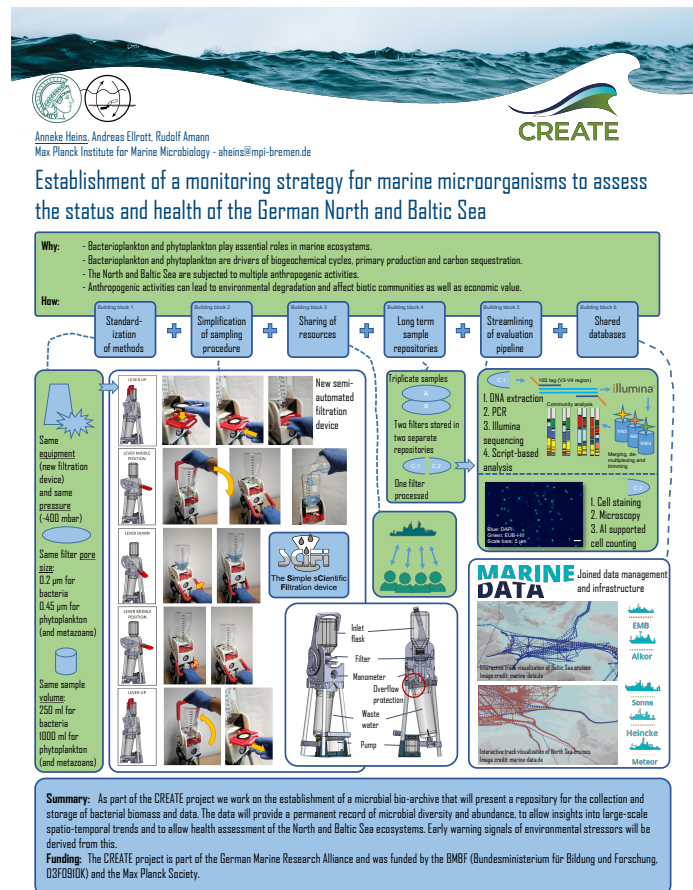
des Klimawandels und des Nutzungswandels zu bewältigen und marine Management- und Governance-Strategien weiterzuentwickeln. Diese Prinzipien waren 1) Co-Design, Co-Entwicklung, Wissensaustausch und Transformation; 2) regionaler Schwerpunkt auf Reallabore (RLe); 3) strategische Bündelung von Stärken; und 4) Kapazitätsbildung und Training.

## 1.1 Arbeit entlang Prinzips 1

Co-Design, Co-Entwicklung, Wissensaustausch und Transformation. Während der drei Jahre der ersten Förderphase fand ein regelmäßiger Austausch mit anderen Wissenschaftsvertreter\_innen innerhalb des Projekts, innerhalb der sustainMare Mission, sowie über die Mission hinausgehend statt. Zusätzlich fand ein regelmäßiger Austausch mit Vertreter\_innen von Bund und Ländern statt (Tabelle 1).

In Co-Entwicklung und mit dem Ziel des Wissenstransfers wurde in der ersten Phase mit Teilnehmenden der Klausur der KDM-Strategiegruppe „Meeresschutzgebiete“ eine Handlungsempfehlung eingereicht, welche sich gerade in Revision befindet (siehe Abschnitt 8.2 „Geplante Veröffentlichungen“).

Zusätzlich entstand in Kooperation mit den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Datenmanagement der DAM Forschungs-missionen“ eine gemeinschaftliche Handlungsempfehlung zum Forschungsdatenmanagement für DAM-Forschungsmissionen und Verbünde (siehe Abschnitt 8.1 „Erfolgte Veröffentlichungen“). Ein Poster mit einer Handlungsempfehlung zum Monitoring mariner Mikroorganismen wurde erstellt und im Rahmen der ASLO Konferenz, sowie auf dem Workshop „Monitoring in Nord- und Ostsee“, dem sustainMare Midterm Meeting und auf der sustainMare Homepage gezeigt und diskutiert (Abbildung 1, sowie Abschnitt 8.1 „Erfolgte Veröffentlichungen“).



**Abbildung 1:** Poster mit Handlungsempfehlung für das Etablieren einer Monitoring Strategie für marine Mikroorganismen, um den Status und die Gesundheit der Nord- und Ostsee zu überwachen.

**Tabelle 1:** Übersicht der wichtigsten Besprechungen, Dienstreisen und Ausfahrten an denen das MPI-MM während CREATE I teilnahm.

Beschreibung	Datum	Ort	Kommunikation mit Vertreter_innen von..			
			...CREATE	...sustainMare	...missionsun-abhängigen Wissenschafts- institutionen	...politischen Stakeholdern
Workshop: Datenvisualisierung mit GIS; Ausfahrt SEN_12/ _14	2.5.-5.5.2022	Wilhelmshaven		Jens Greinert u. A. (CONMAR)		
Besprechung: Probenahme Mikrobiom Bio-Archiv; Ausfahrt AL574	6.6.- 7.6.2022	Kiel	Christian Winter (CAU)			
Besprechung: Kriterien und Probenahme für das Mikrobiom Bio-Archiv	26.7.2022	Greifswald	Thomas Schweder, Alexander Dürwald (U Greifswald)			
Besprechung und Vorbereitung für Ausfahrt EMB305	3.11.- 4.11.2022		Matthias Labrenz (IOW)			
Ausfahrt EMB305	13.11.- 18.11.2022	Ostsee- Transekt	AG Matthias Labrenz (IOW) im Rahmen des BSH Monitorings			
Klausur der KDM- Strategieguppe Meeresschutzgebiete	28.11.- 29.11.22	Delmenhorst				
Probenahme an der LTER Station Helgoland	02.01. – 21.01.2023	Helgoland			AWI Helgoland	
Besprechung Langzeitmonitoring Helgoland/ Sylt	13.1.2023	Helgoland			Inga Kirstein (AWI)	
BfN Tagung	23.-25.1.2023	Vilm	Weitere CREATE Teilnehmende	Weitere sustainMare Teilnehmende		Jochen Krause, BfN
Besprechung Langzeitmonitoring Vertreter_innen BSH	31.1.23	Online	Matthias Labrenz (IOW)			BSH
Besprechung Langzeitmonitoring	2.2.2023	Online	Karen Wiltshire (AWI)			
Besprechung Langzeitmonitoring	3.2.2023	Online	Vera Fofonova (AWI)			
Besprechung Langzeitmonitoring	20.2.23	Online	Silke Laakmann (AWI), Helmke Hepach (Geomar)	Kai Hoppe		

Besprechung Sediment Monitoring	24.2.23	Bremen		Guido Bonthond (U Oldenburg, MGF North Sea)	
CREATE Projektmeeting	01.03. – 02.03.2023	Oldenburg	Teilnehmende CREATE		
CREATE Workshop AP2	08.03. – 10.03.2023	Sylt	Teilnehmende CREATE AP2		
Ausfahrt EMB314	12.-18.3.23	Ostsee- Transekt	AG Matthias Labrenz (IOW) im Rahmen des BSH Monitorings		
Besprechung/ Umsetzung der Integration von Mikroorganismen ins Langzeitmonitoring Helgoland/ Sylt	30.3.2023	Helgoland			Inga Kirstein (AWI)
Tagung beim Nationalen Monitoringzentrum zur Biodiversität	22.-24.5.2023	Leipzig		Pedro Martinez (Senckenberg, iSEAL)	
Besprechung für gemeinsame Probenahme während Ausfahrten	31.5.2023	Bremen	Kerstin Klemm, AG Laakmann (AWI)		
Besprechung CREATE AP 2	1.6.2023	Online	Teilnehmende CREATE AP 2		
Internationale Konferenz „ASLO“, Posterbeitrag (Abbildung 1)	4.-9.6.23	Mallorca	Weitere CREATE Teilnehmende	Weitere sustainMare Teilnehmende	Weitere Wissenschaftler/- innen
Konferenz und Workshop „S4GES“	20.-23.6.2023	Malta	Silke Laakmann (AWI)		Mitglieder von JPI Oceans und assoziierte Partner_innen anderer Nationen
Besprechung zur Aufnahme ins S4GES Knowledge Hub als Vertreterinnen Deutschlands	10.7.2023	Bremen	Silke Laakmann (AWI)		Yekaterina Astafyeva (JPI Oceans)
Besprechung Probenahme und Datenmanagement	18.7.2023	Online		Jens Greinert und Marcus Krüger (CONMAR)	
Besprechung CREATE Monitoring Group	31.7.2023	Online	Weitere CREATE Teilnehmende		
Ausfahrt EMB323	3.8.-7.8.2023	Ostsee- Transekt	AG Matthias Labrenz (IOW) im Rahmen des BSH Monitorings		

Vorbereitung des Workshops „Monitoring in Nord- und Ostsee“	11.8.23	Online	Vera Fofonova (AWI), Silke Laakmann (AWI)			
Besprechung aktueller Stand und weiterer Plan BSH Ostsee Monitoring	21.8.23	Online	Thomas Schweder (U Greifswald), Matthias Labrenz (IOW)			
Besprechung weiterer Arbeitsplan und Zusammenarbeit innerhalb AP 3	14.9.23	Online	Teilnehmende AP 3 und weitere CREATE Teilnehmende			
Workshop „Monitoring in Nord- und Ostsee“	19.9.- 20.9.2023	Bremen	Weitere CREATE Teilnehmende		Cathleen Schlundt (Geomar)	
Besprechung Langzeit-Probenahme Station Sylt	21.9.-22.9.23	Sylt			Marthe Claussen (AWI)	
Besprechung Probenahme Ostsee-Transect	25.9.23	Warnemünde	AG Matthias Labrenz (IOW)			
Besprechung „S4GES“	26.9.2023	Online	Silke Laakmann (AWI)		Teilnehmende des Knowledge Hubs S4GES	
Besprechung am DSMZ: Langzeitlagerung von Proben und Organismen	18.10.23	Braunschweig			Richard Hahnke (DSMZ)	
Besprechung: Probenahme und Kooperation	6.11.23	Bremen	Kerstin Klemm (AWI)			
Besprechung: KI als Werkzeug für Monitoringsysteme	21.11.23	Bremen			Janina Schneider (DFKI), Daniel Lukats (DFKI)	
Besprechung: S4GES, Schwerpunkt „EU Marine Strategy Framework Directive“	31.1.-3.2.2024	Online			Teilnehmende des Knowledge Hubs S4GES	
Arbeitsgruppen Treffen: sustainMare WG Monitoring and Assessment	27.2.+28.2.24	Wilhelmshaven	Weitere CREATE Teilnehmende	Weitere sustainMare Teilnehmende	Cathleen Schlundt (GEOMAR)	Annika Grage (BSH), Stefan Krause (LfU.SH), Carsten Pauls (LKN.SH)

Zusätzlich regelmäßige Teilnahme am CREATE Jour Fixe (online, einmal pro Monat), den Datenmanagement Besprechungen der DAM Forschungsmissionen (online, einmal pro Monat) und den CREATE PI Besprechungen (online, bedarfsorientiert).

## 1.2 Arbeit entlang Prinzips 2

Regionaler Schwerpunkt auf Reallabore (RLe). Entsprechend des zweiten Prinzips des CREATE I Projekts wurde bei der Festlegung der Probenahmeorte ein regionaler Schwerpunkt auf die RLe Borkum Riffgrund und Sylter Außenriff gelegt. In Borkum Riffgrund wurden während der Ausfahrt HE643 Proben für das Bioarchiv genommen, im Sylter Außenriff geschah dies während der Ausfahrten HE614, HE643 und HE625 (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Ausfahrten bei denen Proben für das Mikrobiom Bioarchiv genommen wurden (CREATE Phase I).

<b>Ausfahrt</b>	<b>Datum</b>	<b>Meer</b>	<b>Probentyp</b>
<b>SEN22_12</b>	03.05.2022	Nordsee	Seewasser, Sediment
<b>SEN22_14</b>	05.05.2022	Nordsee	Seewasser, Sediment
<b>EMB293</b>	03.05.-23.05.2022	Ostsee	Seewasser
<b>AL574</b>	07.06.-13.06.2022	Ostsee	Seewasser
<b>EMB298</b>	04.08.-05.08.2022	Ostsee	Seewasser
<b>EMB305</b>	14.11.-18.11.2022	Ostsee	Seewasser, Sediment
<b>EMB311</b>	03.02.-16.02.2023	Ostsee	Seewasser
<b>HE614</b>	01.03.-22.03.2023	Nordsee	Seewasser
<b>EMB314</b>	15.03.-28.03.2023	Ostsee	Seewasser
<b>AL590</b>	17.03.-31.03.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB317</b>	03.05.-16.05.2023	Ostsee	Seewasser
<b>HE625</b>	29.06.-18.07.2023	Nordsee	Seewasser
<b>EMB323</b>	04.08.-16.08.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB328</b>	02.11.-14.11.2023	Ostsee	Seewasser
<b>EMB337</b>	18.03.-03.04.2024	Ostsee	Seewasser
<b>EMB340</b>	25.04.-15.05.2024	Ostsee	Seewasser
<b>HE643</b>	18.06.-06.07.2024	Nordsee	Seewasser
<b>EMB346</b>	06.08.-21.08.2024	Ostsee	Seewasser
<b>EMB353</b>	07.11.-22.11.2024	Ostsee	Seewasser

## 1.3 Arbeit entlang Prinzips 3

Strategische Bündelung von Stärken. Stärken und Ressourcen wurden während der ersten Phase von CREATE nicht nur zwischen den Projekt- und Missionspartner\_innen ausgetauscht und gebündelt, es wurde auch mit von sustainMare unabhängigen Wissenschaftler\_innen kooperiert, um Schiffszeiten, Infrastruktur und Expertisen optimal zu nutzen. Ein Kernaspekt der Erstellung des Bioarchivs für Mikroorganismen war es, dies holistisch zu gestalten und das Monitoring in Langzeit-Bioarchive zu **integrieren**, statt für Mikroorganismen ein gänzlich unabhängiges System aufzubauen. Der Aufbau des Archivs entstand stets im Abgleich mit anderen Archiven und Monitoring-Kampagnen, insbesondere den Langzeitserien Helgoland und

Sylt in Kooperation mit dem Team von Inga Kirstein (AWI) und dem BSH-Monitoring in Kooperation mit Matthias Labrenz (IOW). Ein reger Austausch von Erfahrung und Expertise in der Probenahme und Identifizierung von Mikroorganismen wurde während der drei Jahre aufrechterhalten und beinhaltete Expert\_innengespräche innerhalb des MPIs, sowie von anderen Instituten wie dem Geomar, AWI und vielen weiteren. So wurde sichergestellt, dass die Probenahme mit anderen Probenahme-Methoden abgeglichen und mit anderen Probenahme-Orten harmonisiert verlief.

Filtration ist die Standardmethode, um Biomasse des planktonischen Mikrobioms zu gewinnen (z.B.: Teeling et al., 2016; Mestre et al., 2017; Chafee et al., 2018). Gleichzeitig wurde Filtration von der AG Laakmann genutzt, um die nicht-invasive Bestimmung von Metazoen durchzuführen und von der AG Schweder, um Proben für die Proteomik zu gewinnen (siehe Abschlussbericht AG Laakmann (AWI) und AG Schweder (Universität Greifswald)). Da diesen unterschiedlichen Forschungszielen dieselbe Methode zugrunde lag, konnte die Probenahme während Ausfahrten mit wenig Mehraufwand durch dieselbe Person durchgeführt werden. Durch die Vereinfachung und semi-Automatisierung der Probenahme durch die am MPI-MM entwickelte und während der ersten Phase weiterentwickelte Filtrationseinheit „SciFi“ (**S**implifyied **s**cientific **F**iltration), konnte die Probenahme selbst durch fachfremde und/ oder unerfahrene Probenehmer\_innen erfolgen. Für weitere Information zum Gerät siehe Abschnitt 2.1.2 „Semi-automatische Filtrationseinheit“.

Die Harmonisierung von Probenahme-Orten sorgte für ein breiteres Spektrum an Daten und dadurch langfristig für aussagekräftigere Ergebnisse. Dies ist essentiell für die (holistische) Erfassung und Bewertung eines Ökosystems. Am Ende von CREATE Phase I ergibt sich so ein breites Probenarchiv, das nicht nur Information über die Zusammensetzung des Mikrobioms beinhaltet, sondern zusätzlich - abhängig vom Ort und dem Zeitpunkt der Probenahme – verknüpft ist mit physikalische Metadaten (Chlorophyll *a* Gehalt, Temperatur, Salinität, pH, O<sub>2</sub>, etc.), Metazoen Präsenz, Proteomik, Algenkomposition und vielen weiteren Aspekten des Ökosystems, die von anderen Forschungsgruppen innerhalb und außerhalb der Mission analysiert wurden.

Insgesamt haben 22 Personen von 8 Institutionen (MPI-MM, AWI, IOW, HIFMB, Thünen Institut, CAU, Geomar, Universität Greifswald) zum Aufbau des Bioarchivs für Mikroorganismen während der ersten Projektphase von CREATE beigetragen.

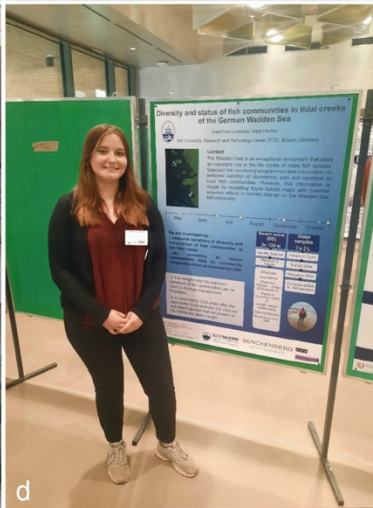
Das Team des MPI-MM profitierte somit intensiv von der Kooperation und den Stärken innerhalb des Projekts, der Mission und von sustainMare unabhängigen Partnerorganisationen. Im Gegenzug stand unser Team beratend zur Verfügung, nahm Proben für die AG Laakmann, AG Schweder und AG Gross (TiHo) und stellte kostenfrei das im Institut entwickelte Filtrationsgerät „SciFi“ zur Verfügung.

Jeder Person, die Proben für das mikrobielle Bioarchiv nahm, wurde ein „SciFi“ Filtrationsgerät zur Verfügung gestellt. In Dauerleihgabe befinden sich weiterführend für Phase II des CREATE Projekts Geräte am HIFMB (Laakmann), IOW (Labrenz) und den LTER (long term ecological research) Stationen Helgoland und Sylt (Kirstein und Team). Innerhalb der sustainMare Mission wurde das Gerät von Jens Greinert und Marcus Krüger (CONMAR Projekt) während der AL590 Ausfahrt genutzt (Tabelle 2). Unabhängig des mikrobiellen Bioarchivs wurde das Gerät zuletzt

von Katja Heubel und Josephine Lorenzen (iSEAL) genutzt. Hierzu ein Auszug aus dem Abschlussbericht von Katja Heubel:

### 1.3.1 Kooperation iSEAL-CREATE (Auszug aus dem Abschlussbericht von Katja Heubel)

„Im Jahr 2024 wurden zwei Priele in Büsum und Amrum zwischen Mai und November im Rahmen von *iSeal* WP 1, Aufgabe 1.2 mit einer Strandwade befishet (Abbildung 2a). Flankierend zu dem nur ein- bis zweimal pro Jahr stattfindenden regulären Fischmonitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (Abbildung 2b) sollte damit die zeitliche Dynamik und Phänologie der Fisch- und Benthoslebensgemeinschaft besser verstanden werden. Im Zusammenhang mit dieser methodischen Überprüfung alternativer Methoden und Zeitfenster für das Fischmonitoring wurde von August bis November in Büsum zusätzlich ein methodischer Vergleich von Netzproben und Umwelt-DNA (eDNA) durchgeführt, da eDNA als nicht-invasive Methode zum Nachweis mariner Arten immer beliebter wird. Insgesamt wurden 24 Wasserproben aus dem Priel bei Büsum entnommen und mit dem wissenschaftlichen Filtrationsgerät SciFi gefiltert, das vom Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie im Rahmen des *CREATE*-Projekts bereitgestellt wurde (Abbildung 2c). Die eDNA wurde dann aus den Filtern extrahiert (QIAGEN DNeasy PowerSoil Kit) und unter Verwendung von Riaz12S-Primerpaaren und Illumina MiSeq am Senckenberg-Institut in Wilhelmshaven sequenziert. Die Daten wurden dann im Hinblick auf den Vergleich der



Speziesdetektion aus den Netzproben und den Wasserproben sowie auf einen Vergleich der Reads pro Spezies im Vergleich zur jeweiligen Abundanz in den Netzproben ausgewertet.

Die Methodik wurde von Josephine Lorenzen im Rahmen ihrer Masterarbeit an der Universität Kiel angewandt und auf einem Poster bei der ICYMARE Konferenz im Herbst 2024 vorgestellt (Abbildung 2d).“

**Abbildung 2:** Kooperation iSEAL-CREATE. a) Priel. b) Beprobung mit Netz. c) Filtrationsgerät "SciFi" im Labor. Josephine Lorenz bei der ICYMARE Konferenz. © Bilder: FTZ Westküste, Universität Kiel.

## 1.4 Arbeit entlang Prinzips 4

Kapazitätsbildung und Training. Während Phase I des CREATE Projekts wurde ein besonderer Fokus auf die Kapazitätsbildung und das Training von Jungwissenschaftler\_innen gelegt. In diesem Rahmen wurde Anneke Heins darauf vorbereitet die Rolle als Co-PI zu übernehmen, was ihr erlaubte in Phase II als Co-Arbeitspaket-Leiterin zu fungieren. Dr. Heins wurde in regelmäßigen Besprechungen an Aspekte der Projektleitung herangeführt, bekam die Möglichkeit eigenverantwortlich Ausfahrten zu planen und durchzuführen und in diesem Kontext weitere Jungwissenschaftler\_innen anzuleiten. Diese konnten daraufhin eigene Ausfahrten planen, an ihnen teilnehmen und währenddessen Proben für Projektpartner\_innen und das Bioarchiv sammeln.

## 2 Produkte

Das Team des MPI-MM war an der Bereitstellung zweier Produkte beteiligt: dem „Erstellen eines Bioarchivs (eDNA) von Mikrobiomen, Benthos- und Makrofauna-Proben zur Bewertung von Umweltveränderungen und Ökosystemzuständen (Datenbank)“ (Leitantrag CREATE 1, Produkt 2.1.1), sowie dem „Erstellen einer optimierten Monitoringstrategie durch Identifikation bestehender Lücken im derzeitigen Beobachtungssystem (Handlungsempfehlung)“ (Leitantrag CREATE 1, Produkt 2.1.3).

Die Umsetzung dieser Produkte beinhaltete die Evaluierung bestehender Observatorien und regelmäßig stattfindender Messfahrten, die Adaption und Implementierung der in der Grundlagenforschung entwickelten Beprobungsverfahren des planktonischen und benthischen Mikrobioms für ein systematisches Monitoring, sowie die Evaluierung von Probenahmegeräten an Observatorien und auf Messfahrten sowie kontinuierliche Bioarchivierung von Wasser- und Sedimentproben.

### 2.1 „Bioarchiv“ (Produkt 2.1.1, Leitantrag CREATE 1)

Mikroorganismen stellen einen essentiellen Bestandteil des marinen Ökosystems dar. Sie beeinflussen das Klima, indem sie biogeochemischen Zyklen wie die des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Schwefels und andere Elemente regulieren; sie bauen organisches Material (zum Beispiel tote Organismen) ab und sorgen so für eine Rückführung von Nährstoffen; sie tragen zur Primärproduktion bei (Beispiel *Cyanobakterien*); sie interagieren mit anderen Organismen, für die sie lebenswichtig (mutualistisch-symbiotische Beziehung) oder lebensbedrohlich (Krankheitserreger) sind und sie dienen als Nahrungsquelle (z.B.: Field et al., 1998; del Giorgio and Duarte, 2002; Buchan et al., 2014; Piontek et al., 2014; Letscher et al., 2015; Moran et al., 2016). Auch für den Schadstoffabbau sind Bakterien unverzichtbar, da manche Gruppen das Potential haben Ölverschmutzungen und andere auftretende Verunreinigungen abzubauen und somit Schadstoffe im Meer reduzieren (Hassanshahian et al., 2012). Dies sind nur einige der Faktoren, die Bakterien unverzichtbar für die Funktion eines gesunden marinen Ökosystems und den Erhalt dessen Biodiversität machen. Um die Zusammensetzung und Veränderung der Bakteriengemeinschaften zeitlich und räumlich zu verfolgen, haben wir mit missionsinternen und -externen Kooperationspartner\_innen drei Jahre lang Proben gesammelt, um die Lücke „Mikroorganismen“ in bestehenden (Langzeit-) Monitoring-Serien zu füllen.

### 2.1.1 Parameter der Probenahme für planktonisches Mikrobiom

Der erste Schritt für das Erstellen des Mikrobiom Bioarchivs bestand darin, die Parameter der Probenahme festzulegen. Verschiedene Optionen wurden im Vorfeld mit dem Stand der Wissenschaft abgeglichen und mit internen und externen Expert\_innen diskutiert. Die folgenden Parameter für die Probenahme eines planktonischen Mikrobioms wurden schließlich festgelegt:

Filtrationsgerät: „SciFi“ (vereinfachte, semi-automatisierte Filtrationseinheit, siehe Part 2.1.2 „Semi-automatisierte Filtrationseinheit“), um die Probenahme von der Expertise der/ des Probenehmers/ -nehmerin unabhängig zu machen und die Probenahme zu standardisieren.

Auswahl Probetiefe: Der Vergleichbarkeit von Proben und ihrer hohen räumlichen, wie zeitlichen Auflösung wurde eine höhere Priorisierung zugeschrieben, als einen detaillierten, jedoch selektiven Querschnitt durch die Wassersäule abzubilden. Oberflächenwasser wurde daher als Standard festgelegt, da dieses selbst mit einfachen Mitteln (zum Beispiel einem Eimer) beprobt werden kann. Insbesondere in Nord- und Ostsee, wo Durchmischung hoch und die Wassertiefe gering ist, ist dieser Ansatz meist gut geeignet. Wann immer ein CTD-Rosetten-Sampler und freie Kapazität der/ des Probenehmers/ -nehmerin zur Verfügung stand, wurde zusätzlich Wasser aus den Zwischentiefen und über dem Meeresgrund genommen.

Auswahl Stationen: Ausgewählte Stationen wiesen einen oder mehrere der folgenden Faktoren auf: 1) Sie wurden parallel von anderen Gruppen beprobt, um Erkenntnis über andere Organismengemeinschaften oder Metadaten (O<sub>2</sub>, Chlorophyll *a* Gehalt, Temperatur, etc.) zu gewinnen. 2) Sie befanden sich in den RLe oder dem Transekt dazwischen. 3) Sie spannten einen breiten räumlichen Rahmen innerhalb der deutschen AWZ in Nord- oder Ostsee. 4) Sie waren infrastrukturell erreichbar und erlaubten eine regelmäßige Probenahme.

Zeit zwischen Probenahme und Filtration: Um den „Bottle effect“ zu vermeiden - die nachweisliche Veränderung des Mikrobioms nach einer gewissen Zeit von Überführung aus dem natürlichen Lebensraum in ein artifizielles, kleineres Gefäß - wurde Seewasser stets direkt nach der Probenahme filtriert. Die Zeit zwischen Probenahme und Filtration war nie länger als eine Stunde.

Filterdruck: Zu geringer Druck während der Filtration führt zu einer längeren Filtrationszeit. Zu hoher Druck kann dafür sorgen, dass Zellen zerreißen und die DNS verloren geht. Ein Filterdruck von maximal -400 mbar wurde festgelegt, um das Wasser schnell zu filtrieren und gleichzeitig die Integrität der Zellen zu wahren.

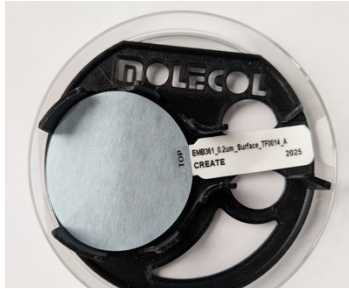
Filterporengröße: Ein Filterporendurchmesser von 0.2 µm ist ein weltweit akzeptierter Standard, um das Mikrobiom aus der Wassersäule herauszufiltern (z.B.: Teeling et al., 2016; Mestre et al., 2017; Chafee et al., 2018; Heins et al., 2021), weshalb wir diese Größe für unser planktonisches Mikrobiom Bioarchiv ausgewählt haben. Gleichzeitig haben wir an diversen Stationen Proben der Filterporengröße 0.45 µm genommen, um einhergehend mit dem Mikrobiom Informationen über Algenkomposition oder Metazoen Präsenz zu erhalten.

Durchmesser der Filter: Dieser wurde auf 47 mm festgelegt – eine kommerziell verfügbare Filtergröße, auf die unser Filtrationsgerät ausgerichtet ist und die genug Biomasse fasst, um das Mikrobiom zu bestimmen.

Seewasservolumen: Das Seewasservolumen sollte bei jeder Probenahme einheitlich sein, um die Notwendigkeit einer situationsgemäßen Entscheidung von Seiten der/ des Probenehmers/ -nehmerin zu vermeiden. Daher wurden diverse Vortests durchgeführt, um einerseits möglichst viel Wasser zu filtrieren und andererseits das Risiko der Filterverstopfung zu vermeiden. Ein

Volumen von 250 ml für eine Porengröße von 0.2  $\mu\text{m}$  und 1 L für eine Porengröße von 0.45  $\mu\text{m}$  erwiesen sich als optimal für Nord- und Ostsee und wurde als Standard festgelegt.

Label: Für jede Probe wurde im Vorfeld ein Label vorbereitet, auf dem das Projekt-Akronym zu sehen ist, die Jahreszahl der Probenahme, das Kürzel der Ausfahrt, die Filterporengröße, die Wassertiefe, die Station (oder, falls im Vorfeld unbekannt, eine Nummer) und um welches Replikat es sich handelt (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Filter und Label.

Aufbewahrungsart: Die Filter wurden in einer Petrischale mit angepasstem Filterhalter (Abbildung 3) gelagert, um die Biomasseverteilung auf der Oberfläche nicht zu beeinflussen. Dadurch können die Filter nicht nur für die DNS-Extraktion, sondern zusätzlich für mikroskopische Auswertungen genutzt werden.

Aufbewahrungstemperatur: Auch die Aufbewahrungstemperatur wurde vereinheitlicht. Da nicht auf jedem Forschungsschiff flüssiger Stickstoff oder ein  $-80^{\circ}\text{C}$  Gefrierschrank verfügbar ist, wurde die Aufbewahrungstemperatur auf  $-20^{\circ}\text{C}$  festgesetzt.

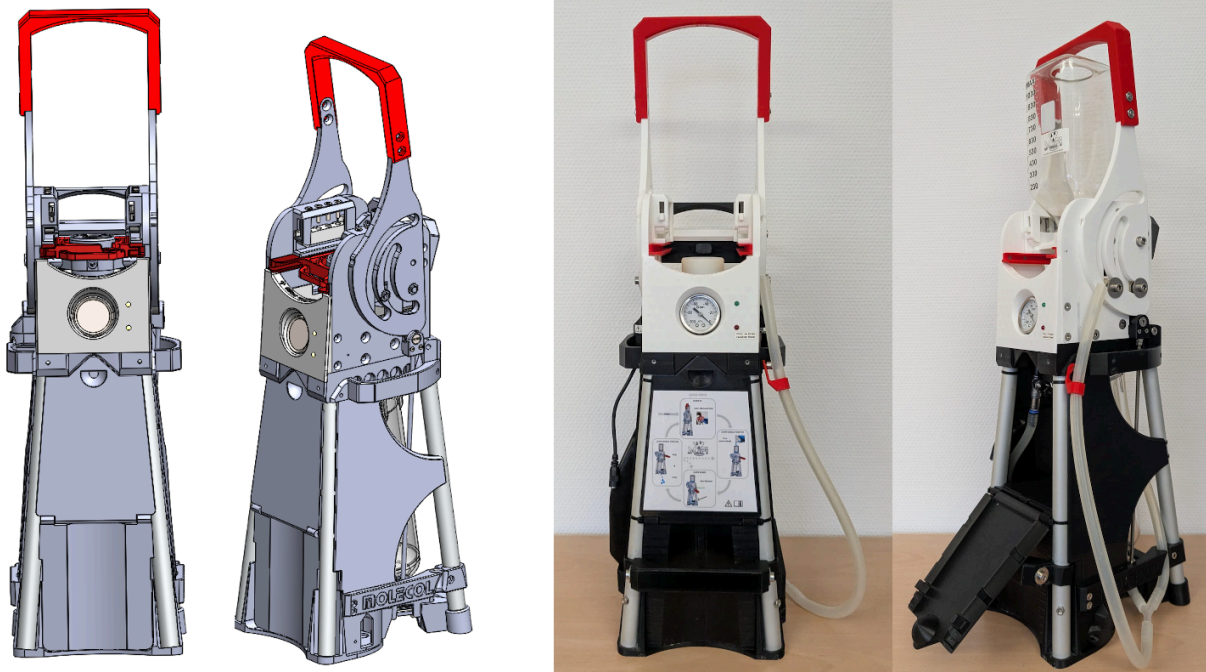
Fixative: Auf die Verwendung von Fixativen wird verzichtet. Stattdessen wurde eine rasche Filtration und Überführung der Probe in den Gefrierschrank gewählt.

Fraktionierung: Fraktionierung des Mikrobioms erlaubt die Anreicherung und dadurch die fokussierte Analyse von partikel-assoziierten Bakterien – eine Gruppe, die zwar prozentual einen sehr kleinen Anteil des marinen Mikrobioms ausmacht, aber funktional äußerst relevant ist (Heins et al., 2021). Da die Fraktionierung jedoch zeitaufwendig ist und ein gewisses Maß an Vorerfahrung erfordert, haben wir uns gegen eine Fraktionierung entschieden.

Anzahl der Replikate: Die Anzahl der Replikate wurde auf drei festgelegt. Zwei für die Bioarchivierung an zwei verschiedenen Orten und ein drittes für eine zeitnahe Auswertung.

### 2.1.2 Semi-automatische Filtrationseinheit

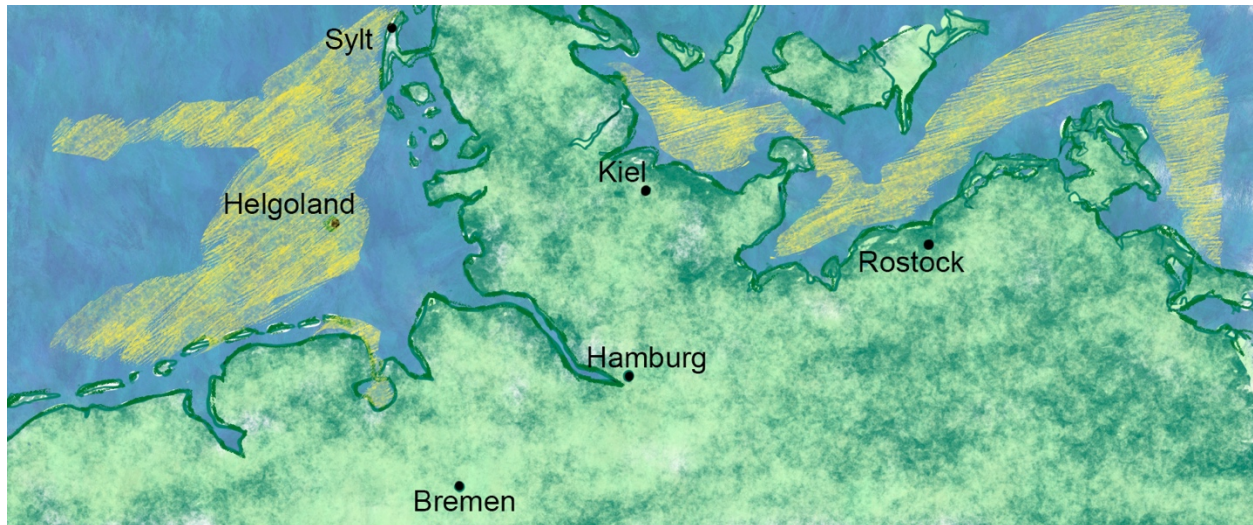
Um eine Probenahme durch fachfremde und/ oder unerfahrene Probenehmer\_innen zu ermöglichen, wird eine semi-automatisierte Filtrationseinheit („SciFi“) eingesetzt, die am MPI-MM entwickelt und durch Institutsgelder finanziert wurde. Diese Filtrationsanlage wurde während Phase I des CREATE Projekts kostenfrei assoziierten Partner\_innen zur Verfügung gestellt. Der regelmäßige Austausch mit den Probenehmer\_innen und regelmäßige Feldtests führten zu einem verbesserten Produkt und beispielsweise der Integration eines Spritzschutzes (Abbildung 4). „SciFi“ wird in Phase II des CREATE Projekts weiterhin kostenfrei zur Verfügung gestellt und wird entsprechend der eingehenden Rückmeldungen kontinuierlich weiterentwickelt, um auf die Bedürfnisse und Wünsche der Nutzer\_innen einzugehen. Um eine langfristige, über die Projektphase hinausgehende Nutzung des Geräts zu ermöglichen, wurde mit einer Ausgründung begonnen. Diese wird ein Gerät miteinschließen, welches auf dem ursprünglichen Gerätprototypen „SciFi“ basieren wird, jedoch noch stärker auf Automatisierung, Standardisierung und Digitalisierung der Probenahme abzielt. Aktuell wird die Weiter- und Neuentwicklung des Geräts, sowie die Vorbereitung auf die Ausgründung von Max-Planck-Innovation, im Rahmen des MAXImize Incubator Programms gefördert.



**Abbildung 4:** Semi-automatisierte Filtrationsanlage in 3D-Visualisierung (links) und als fertiges Gerät.  
© 3D-Visualisierung: Andreas Ellrott.

### 2.1.3 Probenahmen in Phase I

Insgesamt wurden bei 5 Ausfahrten in der Nord- und bei 14 Ausfahrten in der Ostsee Biomasse mariner Mikroorganismen gesammelt (Tabelle 2). In Kooperation mit dem Team von Dr. Inga Kirstein (AWI) wurden zudem regelmäßig an zwei Tagen der Woche Proben im Triplikate an den LTER Stationen Helgoland und Sylt genommen. Insgesamt haben 22 Personen von 8 Institutionen (MPI-MM, AWI, IOW, HIFMB, Thünen Institut, CAU, Geomar, Universität Greifswald) mit unterschiedlichen Vorkenntnissen zur Probenahme während der ersten Projektphase beigetragen. Dies resultierte in über 3000 Proben, die sich aktuell archiviert am IOW, Geomar und der Universität Greifswald befinden (Ostseeproben), sowie am AWI Sylt, AWI Helgoland und am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie (Nordseeproben).



**Abbildung 5:** Skizzierung der räumlichen Abdeckung der Probenahme des Mikrobiom Bioarchivs (gelb).

#### 2.1.4 Auswertung der Bakteriengemeinschaft des planktonischen Mikrobioms

Die Validität der Probenahmestrategie wurde mittels einer repräsentativen Auswertung einiger Proben getestet. Insgesamt wurden 54 Nordsee- und 30 Ostseeproben untersucht. Die Nordseeproben stammten von der LTER Station Sylt. Sie wurden zwei Mal die Woche von März bis August 2023 genommen. Die Ostseeproben wurden im Rahmen des BSH-Monitorings (in Kooperation mit der AG Labrenz, IOW) während der Ausfahrten EMB293, EMB298, EMB305, EMB311, EMB314, EMB317 und EMB323 an den Stationen TF0012, TF0030 und TF0112 genommen. Diese Stationen wurden gewählt, da für sie zusätzlich Filter für die Metazoen-Analyse (AG Laakmann) und Proteomik (AG Schweder) vorliegen. Für die Ostseeproben wurde sowohl Oberflächen-, als auch bodennahe Seewasser untersucht.

##### 2.1.4.1 DNS Extraktion und Sequenzierung

Die DNS aller Proben wurde mit dem Power Water Kit gemäß dem Protokoll des Herstellers (Qiagen, Hilden, Deutschland) von einer Hälfte eines Filters extrahiert. Die DNS-Konzentrationen und Fragmentlängen wurden mittels Kapillarelektrophorese (Fragment Analyzer, Advanced Analytical, Santa Clara, USA) unter Verwendung des DNF-488 High Sensitivity Genomic DNA Analysis Kit (Advanced Analytical) analysiert. Ein Nanogramm DNA diente als Vorlage für eine 25 µl PCR mit 2,5 U Taq-DNA-Polymerase (Merck, Darmstadt, Deutschland), 20 mM Tris pH 8,4, 50 mM KCl, 0,6 mM MgCl<sub>2</sub>, 90 µM Rinderserumalbumin, 0,0625 mM jedes dNTP, 0,4 µM des markierten Vorwärtsprimers Bakt\_341F (5'-TATACGCCTACGGGNGGCWGCAG-3') und 0,4 µM des Rückwärtsprimers Bakt\_805R (5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3'). Das Primerpaar zielt auf die hypervariablen Regionen V3 und V4 des bakteriellen 16S-rRNA-Gens ab (Herlemann et al., 2011). Das Amplifikationsprogramm umfasste eine initiale Denaturierung für 3 Minuten bei 94°C, 30 Zyklen von Denaturierung für 45 Sekunden bei 94°C, Annealing für 1 Minute bei 50°C, Elongation für 1,5 Minuten bei 72°C und eine abschließende Elongation für 10 Minuten bei 72°C. Die Amplikons wurden mit AMPure XP Beads (Beckman Coulter, Krefeld) gereinigt und mit dem DNF-473 Standard Sensitivity NGS Fragment Analysis Kit (1–6.000 bp, Advanced Analytical) auf dem Fragment Analyzer quantifiziert. Äquimolare Amplikon-Pools wurden auf einem Illumina NextSeq 2000, 2 x 300 bp Paired-End-Lauf sequenziert, der vom Max-Planck-Genomzentrum

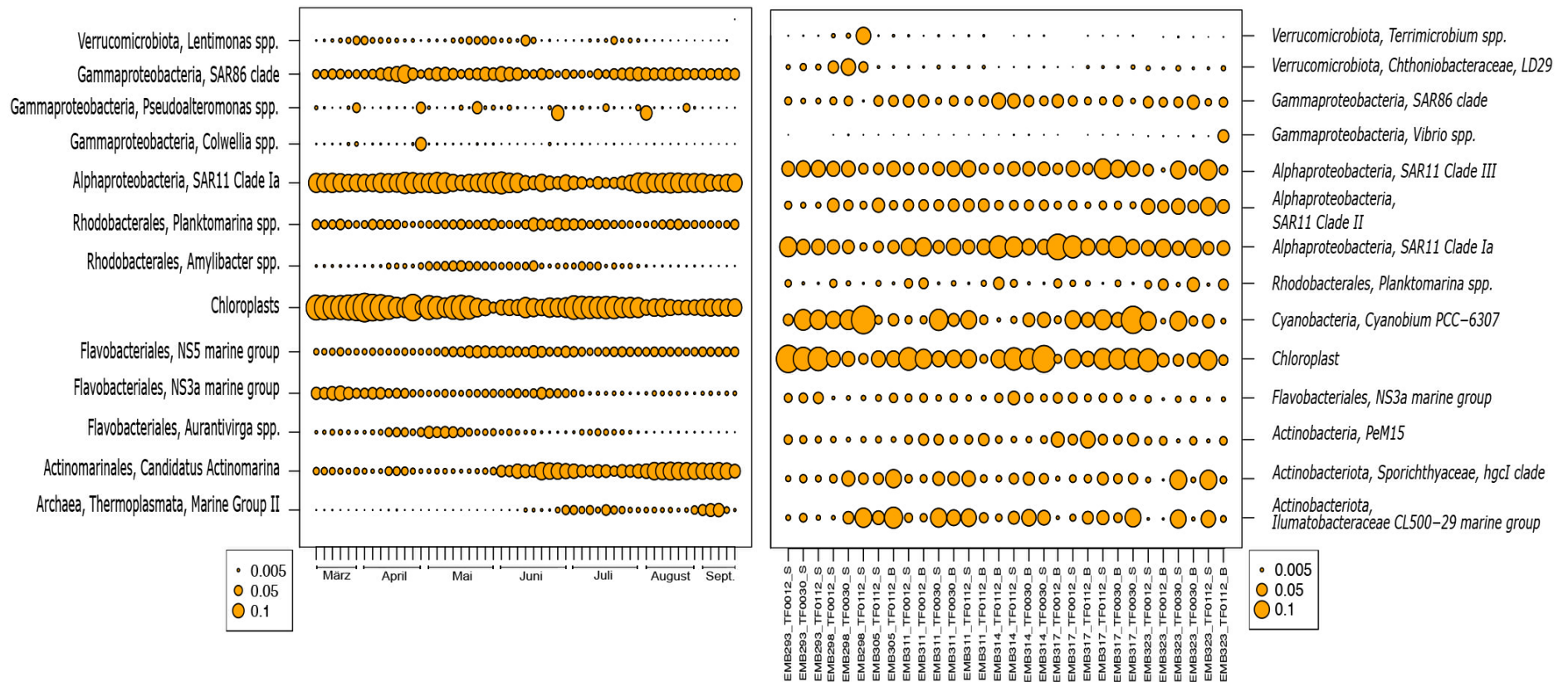
Köln, Deutschland, durchgeführt wurde (<https://mpgc.mpipz.mpg.de/home/>). Jede Probe umfasste eine Bibliotheksgröße von 100.000 reads.

#### 2.1.4.2 Ergebnis

Obwohl die Filter vor der DNS Extraktion halbiert wurden und somit nur die Hälfte der zur Verfügung stehenden Biomasse verwendet wurde, konnten wir einen repräsentativen Einblick in die Bakteriengemeinschaft gewinnen. Dies zeigt, dass das gewählte Seewasservolumen ausreichend ist. Die Verteilung der Phyla und die häufigsten Genera entsprachen den zu erwartenden Ergebnissen für die Nord- und Ostsee. Anhand der Syltproben zeigt sich die Zu- und Abnahme einiger häufiger Taxa, wie *Lentimonas* spp., NS3a marine group (*Flavobacteriaceae*), *Aurantivirga* spp. und *Ca. Actinomarina* über den beprobten Zeitraum. Taxa wie der SAR86 (*Gammaproteobacteria*), SAR11 Clade Ia (*Alphaproteobacteria*), *Planktomarina* spp. und NS5 marine group (*Flavobacteriaceae*) wiesen hingegen eine durchgehend hohe Abundanz auf (Abbildung 6). Die Auswertung der EMB-Proben erlaubt einen ersten Einblick in die Präsenz häufiger Taxa (Abbildung 6). Da es sich um unterschiedliche Stationen, Tiefen und Jahreszeiten handelt, bedarf es jedoch weiterer Proben, um Dynamiken bewerten zu können.

#### 2.1.5 Benthos Proben

Bei drei Ausfahrten wurden während Phase I des CREATE Projekts Sedimentproben vom MPI-MM gesammelt (Tabelle 2). Gleichzeitig wurde die Option diskutiert, auf die von anderen Projekt- und Missions-Partner\_innen genommenen Sedimentproben zuzugreifen und diese in einem Bioarchiv zu vereinen. Gespräche wurden hierzu insbesondere mit Peter Schupp und Guido Bonthond geführt (Tabelle 1), welche im Rahmen des MGF Nordsee Projekts das Mikrobiom von über 339 Proben aus der Nordsee untersuchten und die Ergebnisse 2023 veröffentlichten (Bonthond et al. 2023). Um die zur Verfügung stehenden Ressourcen bestmöglich zu nutzen, wurde entschieden, dass sich das Team des MPI-MM im Rahmen von CREATE Phase I auf die Integration eines planktonischen Mikrobiom Bioarchivs fokussieren wird. Gleichzeitig wird bei allen Entscheidungen die spätere Anknüpfung von Sedimentproben mitberücksichtigt. Viele Aspekte der Handlungsempfehlung für das planktonische Mikrobiom Bioarchiv sind ebenfalls auf das benthische Mikrobiom Bioarchiv übertragbar.



**Abbildung 6:** Häufige bakterielle Taxa, die mindestens in einer Probe einen Anteil von 5% der semi-relativen Abundanz innerhalb der Gesamtgemeinschaft erreicht haben. Die Proben wurden von März bis September 2023 an der LTER Station Sylt genommen (links) und während einiger Ausfahrten des IOW-Ostseetransekts (BSH-Monitoring, rechts). Chloroplasten und Archaea wurden nicht aus dem Datensatz herausgerechnet. Das S und B der Ostseeprobenlabel steht für „surface water“ (= Oberflächenwasser) und „bottom water“ (= Wasser, nahe des Meeresgrunds).

### *2.1.6 Makrofauna-Proben*

Das Teilziel der Makrofauna Beprobung wurde erfolgreich und im angesetzten zeitlichen Rahmen von der AG Laakmann (AWI) koordiniert und umgesetzt (siehe Abschlussbericht AG Laakmann, AWI). In manchen Beprobungsabschnitten (zum Beispiel in der Ostsee) erfolgte die Probenahme in Kooperation mit dem MPI-MM (AG Amann), dem IOW (AG Labrenz) und der Universität Greifswald (AG Schweder). Die neu entwickelte Filtrationseinheit „SciFi“ wurde für einen Teil dieser Makrofauna-Probenahme erfolgreich angewandt.

Die Auswertung der Makrofauna-Proben ist erfolgt (für Details siehe Abschlussbericht AG Laakmann, AWI).

### *2.1.7 Datenhinterlegung*

Neben der aktiven Probenahme stellt das Zurverfügungstellen der Daten die zweite entscheidende Säule eines Bioarchivs dar. Ziel ist es, die Daten für Wissenschaft und Bevölkerung so zugänglich wie möglich zu machen. Dies soll Wissenschaftler\_innen die Projektergebnisse offenlegen und zusätzlich der Allgemeinbevölkerung und den Stakeholdern die Chance geben, untersuchte Probenahmegebiete auf einer Karte zu erkennen und den gemessenen Zustand der Nord- und Ostsee anhand einfacher Darstellung nachzuvollziehen.

Um dieses Ziel zu erreichen wurde eng mit dem Datenmanager des CONMAR Projekts, Marcus Krüger, und den anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Datenmanagement der DAM Forschungsmissionen“ zusammengearbeitet. Diskutiert wurde einmal pro Monat die allgemeine Darstellung von Daten, sowie die Eignung bestehender Infrastrukturen für spezifische Datensätze. Die Nutzung des marine.data Portals wurde als die präferierte Adresse zur Übersicht des Mikrobiom Bioarchivs ausgewählt. Die finale Festlegung und Integration ist für das Ende von CREATE II angesetzt.

## **2.2 „Optimierte Monitoringstrategie“ (Produkt 2.1.3, Leitantrag CREATE 1)**

### *2.2.1 Handlungsempfehlung*

Zu Beginn der Projektphase I des CREATE Projekts fand keine regelmäßige Probenahme von Mikroorganismen in etablierten Langzeitserien, wie zum Beispiel den Helgoland und Sylt Zeitserien (Nordsee) oder der regelmäßigen Beprobung des Ostseetransekts (deutsche AWZ) statt. „Mikroorganismen“ wurden als Lücke in bestehenden Monitoring-Systemen identifiziert. Diese Lücke wurde und wird in Phase I und II des CREATE Projekts gefüllt. Der Plan ist, dass durch Vereinfachung der Probenahme, das Etablieren einer soliden Infrastruktur und das Kombinieren von Ressourcen sie Archivierung und das Monitoring von Mikroorganismen nach der zweiten Projektphase weitergeführt werden kann.

Die Notwendigkeit der Implementierung von Mikroorganismen in bestehende Monitoringsysteme wurde und wird mit Stakeholdern diskutiert. „Biodiversität“ stellt einen essentiellen Baustein in der Überwachung und dem Schutz des Meeres dar (siehe beispielsweise Deskriptor 1, MSFD). Bakterien haben eine Kernfunktion im Ökosystem und nehmen direkten Einfluss auf die Biodiversität. Die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft und deren Dynamik zu kennen

ist langfristig nötig um Rahmenrichtlinien vollumfänglich erfüllen zu können. Das Poster mit der aktuellen Handlungsempfehlung für ein integriertes planktonisches Mikrobiom Bioarchiv wurde während Phase I des CREATE Projekts erstellt, diskutiert und ist online zur Einsicht verfügbar (<https://www.sustainmare.de/112640/index.php.de>; Abbildung 1).

### 3 Meilensteine

Vier Meilensteine wurden festgelegt, anhand derer sich die zeitgemäße Umsetzung der Produkte orientierte. Alle vier Meilensteine wurden in Phase I erreicht.

**M\_MPI-MM1:** Konsultationsprozess, Einbindung von Interessengruppen zur Festlegung von Prioritäten (06/2022).

Erfolgt durch Stakeholder Dialog während Konferenzen, Symposien, Workshops und in direkter Kommunikation.

**M\_MPI-MM2:** Bericht über Ausfahrten und die Einrichtung des Bioarchivs in Nord- und Ostsee (06/2023).

Für alle Ausfahrten, an denen Personal des MPI-MM beteiligt war, wurde zum Fahrtbericht beigetragen. Zusätzlich wurden Proben für das Mikrobiom Bioarchiv von externen und internen Projektpartner\_innen gesammelt, was final zu über 3000 Proben führte.

**M\_MPI-MM3:** Fortführung der Bioarchivierung und exemplarische Bearbeitung des bioarchivierten Materials (06/2024).

Ein repräsentativer Probensatz von insgesamt 85 Proben aus Nordsee- und Ostsee wurde ausgewertet.

**M\_MPI-MM4:** Optimierte Überwachungsstrategie für Nord- und Ostsee mit Bioarchivierung von planktonischen und benthischen Mikrobiomen sowie eDNA (11/2024).

Eine optimierte Überwachungsstrategie für Nord- und Ostsee mit Bioarchivierung von planktonischen und benthischen Mikrobiomen sowie eDNA wurde erstellt und bei Workshops und Symposien geteilt. Für die aktive Beprobung wurde sich auf das planktonischen Mikrobiomen und planktonische eDNA (=eDNS) fokussiert.

### 4 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Ausgaben während Phase I des CREATE Projekts betrafen für das Team des MPI-MM die Personalkosten der im Projekt angestellten Mitarbeiterin Dr. Anneke Heins. Vom 01.01.2022 – 31.12.2023 wurde sie mit 140.900,00 Euro projekt- und zusätzlich mit 22.900,00

Euro aus HH-Mitteln finanziert. Daraus gab sich der 10% Overhead von 14.090,00 Euro. Dienstreisen wurden mit 1.300,00 Euro projekt- und 300 Euro aus HH-Mitteln finanziert. Personalkosten für weitere Mitarbeitende (Prof. Amann, Andreas Ellrott und Heike Wojack, sowie angestellte HiWis) wurden von HH-Mitteln des MPI-MM und über die Förderung von Max-Planck-Innovation bezahlt. Verbrauchsmittel wie Filter wurden über die CREATE-Gelder der AG Laakmann und AG Schweder bezogen, sowie über Haushaltsgelder des MPI-MM. Ausgaben für die Entwicklung und den Bau der semi-automatisierten Filtrationseinheit „SciFi“, sowie die Auswertung der Proben lagen vollständig beim MPI-MM.

## 5 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Alle hier dargestellten Arbeiten waren zur Erreichung der Meilensteine, Produkte und insgesamt der Projektziele notwendig und entsprachen dem zu Beginn festgelegten Zeitplan. Lediglich die aktive, vollumfängliche Beprobung von Sediment musste im Vorhabenumfang eingeschränkt werden.

## 6 Zukünftige Verwertung der Ergebnisse

Die in Phase I festgelegten Parameter für die Archivierung von Mikrobiomen der Nord- und Ostsee, sowie deren Integration in bestehende (Langzeit-) Monitoring-Zeitserien dient als Grundlage für die zweite Phase des CREATE Projekts (CREATE II). Gleiches gilt für die bisher gesammelten Filter, das etablierte Netzwerk mit internen und externen Missionspartner\_innen, sowie für die Interaktion mit Stakeholdern und die Arbeit in den Missionsarbeitsgruppen (Mission Working Groups).

## 7 Relevante Ergebnisse oder Fortschritte bei anderen Stellen

Die in diesem Bericht beschriebenen Arbeiten entstanden in enger Kooperation diverser missionsinterner und -externer Partner\_innen. Fortschritte und relevante Ergebnisse sind daher gegebenenfalls zusätzlich bei ihnen zu verorten.

## 8 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

### 8.1 Erfolgte Veröffentlichungen

Wiemer et al. 2023 (Wiemer, G., Boxhammer, T., Feistel, S., Felden, J., **Heins, A.**, Hoppe, K., Höring, F., Krüger, M., Mehrrens, H., & Placke, M. (2023). *Empfehlungen zum Forschungsdatenmanagement für DAM-Forschungsmissionen und Verbünde (Version 2)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10374350>).

Poster mit Handlungsempfehlung (Abbildung 1, [www.sustainmare.de/112640/index.php.de](http://www.sustainmare.de/112640/index.php.de)).

Podcast am 9.11.2023: Correctiv, Salon5 - Mission Klima, "Nord- und Ostsee: Wie geht es den Meeren?".

<https://wirundheute.de/media/podcasts/2023/11/a21d1017d74d477984cfa530b9a8bd7e.mp3>

### 8.2 Geplante Veröffentlichungen

Horn et al. (in revision) (Buck, **Amann**, Boteler, Gee, Goseberg, Halbach, **Heins**, Heubel, Kannen, Kraft, Lemmen, Peters, Schendel, Schlurmann, Schrum, Schupp, Stelzenmüller, Sidorenko, Wilhelmsen, Wiltshire. Towards a strategy for offshore installations to enhance the environmental status of coastal seas: Multi-use concepts for ecosystem restoration. *Marine Policy*.

Publikation über eine umfassende Analyse der breiten räumlichen und zeitlichen Darstellung der mikrobiellen Gemeinschaft in Nord- und Ostsee (geplant für Ende von CREATE Phase II mit Daten aus CREATE I und II).

## 9 Quellen

Bonthond, G, Beermann, J., Gutow, L., Neumann, A., Barboza, F.R., Desiderato, A., Fofonova, V., Helber, S.B., Khodami, S., Kraan, C., Neumann, H., Rohde, S. and Schupp, P.J. (2023). Benthic microbial biogeographic trends in the North Sea are shaped by an interplay of environmental drivers and bottom trawling effort, *ISME Communications*. 3(1). doi: 10.1038/s43705-023-00336-3.

Buchan, A., LeCleur, G.R., Gulvik, C.A., and González, J.M. (2014). Master recyclers: features and functions of bacteria associated with phytoplankton blooms. *Nature Reviews Microbiology* 12(10), 686-698. doi: 10.1038/nrmicro3326.

Chafee, M., Fernández-Guerra, A., Buttigieg, P.L., Gerds, G., Eren, A.M., Teeling, H., et al. (2018). Recurrent patterns of microdiversity in a temperate coastal marine environment. *The ISME Journal* 12(1), 237-252. doi: 10.1038/ismej.2017.165.

del Giorgio, P.A., and Duarte, C.M. (2002). Respiration in the open ocean. *Nature* 420(6914), 379-384. doi: 10.1038/nature01165.

Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., and Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281(5374), 237-240. doi: 10.1126/science.281.5374.237.

Hassanshahian, M., Emtiazi, G., & Cappello, S. (2012). Isolation and characterization of crude-oil-degrading bacteria from the Persian Gulf and the Caspian Sea. *Marine pollution bulletin*, 64(1), 7-12.

Heins A, Reintjes G, Amann RI and Harder J (2021) Particle Collection in Imhoff Sedimentation Cones Enriches Both Motile Chemotactic and Particle-Attached Bacteria. *Front. Microbiol.* 12:643730. doi: 10.3389/fmicb.2021.643730

Herlemann, D.P.R., Labrenz, M., Jurgens, K., Bertilsson, S., Waniek, J.J., and Andersson, A.F. (2011). Transitions in bacterial communities along the 2000 km salinity gradient of the Baltic Sea. *The ISME Journal* 5(10), 1571-1579. doi: 10.1038/ismej.2011.41.

Letscher, R.T., Knapp, A.N., James, A.K., Carlson, C.A., Santoro, A.E., and Hansell, D.A. (2015). Microbial community composition and nitrogen availability influence DOC remineralization in the South Pacific Gyre. *Marine Chemistry* 177, 325-334. doi: 10.1016/j.marchem.2015.06.024.

Mestre, M., Ferrera, I., Borrull, E., Ortega-Retuerta, E., Mbedi, S., Grossart, H.-P., et al. (2017). Spatial variability of marine bacterial and archaeal communities along the particulate matter continuum. *Molecular Ecology* 26(24), 6827-6840. doi: 10.1111/mec.14421.

Moran, M.A., Kujawinski, E.B., Stubbins, A., Fatland, R., Aluwihare, L.I., Buchan, A., et al. (2016). Deciphering ocean carbon in a changing world. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(12), 3143-3151. doi: 10.1073/pnas.1514645113.

Piontek, J., Sperling, M., Nöthig, E.-M., and Engel, A. (2014). Regulation of bacterioplankton activity in Fram Strait (Arctic Ocean) during early summer: The role of organic matter supply and temperature. *Journal of Marine Systems* 132, 83-94. doi: 10.1016/j.jmarsys.2014.01.003.

Teeling, H., Fuchs, B.M., Bennke, C.M., Krüger, K., Chafee, M., Kappelmann, L., et al. (2016). Recurring patterns in bacterioplankton dynamics during coastal spring algae blooms. *eLife* 5, e11888. doi: 10.7554/eLife.11888.