



Algen und Unterwasserpflanzen der Ostsee

Handbuch mit Materialien und Methoden für die Umweltbildung

Inhalt

I.	Einleitung	3
II.	Thematische Einführung	4
III.	Im Klassenraum – Meeresalgen erforschen (Grundschule)	6
IV.	Im Seminarraum – Algenprodukte und Start-Up Ideen (ab 16 Jahren).....	9
V.	Am Strand: Auf Algen-Exkursion (jedes Alter)	15
VI.	Auf dem Wasser – Schiffsausflug (ab 14 Jahren).....	21
VII.	Abschluss und Evaluation (jedes Alter)	43
VIII.	Anhang	45
IX.	Sonstige Quellen	66

I. Einleitung

Um Kinder und junge Heranwachsende für die Bedeutung natürlicher Ressourcen und die Notwendigkeit des Schutzes dieser Ressourcen zu **sensibilisieren** und zu begeistern, spielen außercurriculare **Umweltbildungsangebote** eine entscheidende Rolle. Vor Allem die Bedrohung unserer fragilen Meeresökosysteme ist ein Thema, das auf Grund verschiedener Limitationen für Schüler:innen nur schwer greifbar gemacht werden kann.

In diesem Handbuch möchten wir Euch als **Multiplikator:innen praxisorientierte Methoden und Ansätze** näherbringen, die speziell auf die **Ostsee** ausgerichtet sind und die Diversität und Zusammenhänge erfahrbar machen. Dabei liegt der Fokus auf einer oft unterschätzten Gruppe von Organismen im Meer: **Algen**, als Teil eines komplexen marinen Ökosystems, bieten nicht nur einen faszinierenden Einblick in die Biodiversität der Ostsee, sondern auch innovative Lösungen für Umweltfragen wie Klimawandel und Meeresverschmutzung.

Das diesem Handbuch zugrunde liegende Vorhaben „AlgenGrün“ (Laufzeit: 04/2024 – 06/2026) wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) unter dem Förderkennzeichen 03WIR2228 im Rahmen der Fördermaßnahme "WIR! – Wandel durch Innovation in der Region" gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Projektpartnern bestehend aus Alles Alge e.V. aus Rostock (Koordination), der Universität Greifswald und der DLE GmbH aus Penzlin.

Dieses Handbuch richtet sich an pädagogische Fachkräfte, Anbieter:innen von Umweltbildungsangeboten, Lehrkräfte und weitere Multiplikator:innen, die sich mit der nachhaltigen Nutzung sowie dem Schutz von Algen in der Ostsee beschäftigen und dieses Wissen weitervermitteln möchten.

Dabei werden verschiedene Altersgruppen berücksichtigt: Zum einen, Methoden für **jüngere Kinder** (Grundschule): Diese sind spielerisch und explorativ gestaltet. Sie ermöglichen Kindern, Algen durch Sinneserfahrungen, Geschichten oder einfache Experimente kennenzulernen und ein erstes Bewusstsein für die Bedeutung des Ökosystems Ostsee zu entwickeln.

Zum anderen, Methoden für **Jugendliche und Erwachsene**: Hier liegt der Fokus auf einer vertieften Auseinandersetzung mit ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekten der Algenutzung. Wissenschaftliche Methoden, praktische Anwendungen und Diskussionsformate fördern ein reflektiertes Verständnis und regen zur aktiven Mitgestaltung an.

Mit diesen **zielgruppenspezifischen** Ansätzen soll das Thema Algen auf vielfältige Weise erfahrbar gemacht und das Bewusstsein für ihre nachhaltige Nutzung gestärkt werden.

II. Thematische Einführung

Das Ökosystem Ostsee: Einzigartig und gefährdet

Die Ostsee ist eines der größten Brackwassermeere der Welt und ökologisch einzigartig: Durch den begrenzten Wasseraustausch mit der Nordsee und dem starken Süßwasserzufluss aus über 200 Flüssen ist ihr Salzgehalt deutlich geringer als in anderen Meeren (5–15 ‰ im Vergleich zu ca. 35 ‰ z.B. im Atlantik oder Mittelmeer). Diese Besonderheit hat zur Entwicklung einer spezialisierten Lebensgemeinschaft geführt, die sich an diese Bedingungen angepasst hat.

Gleichzeitig steht die Ostsee vor massiven ökologischen Herausforderungen. Der jahrzehntelange Eintrag großer Mengen Stickstoff und Phosphor aus der Landwirtschaft und Siedlungsabwässern führt zu einer Eutrophierung der Ostsee, sprich einem Überangebot von Nährstoffen im System. Dies führt zu starken Blaualgenblüten (Cyanobakteria) im Sommer, Trübung der Wassersäule, Sauerstoffmangel am Meeresboden und dem Verlust artenreicher Lebensräume.

Hinzu kommen die Effekte des Klimawandels: Steigende Wassertemperaturen, veränderte Strömungsmuster, versenkte Munition und Altlasten, sowie die Versauerung des Wassers setzen die Artengemeinschaften zusätzlich unter Druck. Die Ostsee gilt heute als eines der am stärksten belasteten Meere weltweit.

Algen: vielfältig, unverzichtbar, faszinierend

Algen sind die stillen Kraftwerke unserer Erde: Sie produzieren schätzungsweise die Hälfte des gesamten Sauerstoffs in der Atmosphäre, mehr als alle Wälder der Welt zusammen. Dabei sind sie unglaublich vielfältig, von mikroskopisch kleinen Einzellern, die das Wasser grün oder blau färben, bis hin zu meterhohen, pflanzenartigen Organismen, die ganze Unterwasserwälder bilden. Letztere, die sogenannten Makroalgen, sind es, um die es in diesem Handbuch geht.

Diese großen Algen übernehmen im Ökosystem zentrale Funktionen: Sie produzieren Sauerstoff, binden Kohlenstoff, bieten Lebensraum und Nahrungsgrundlage für viele Organismen und können überschüssige Nährstoffe aus dem Wasser aufnehmen. Anhand ihres Aussehens unterteilt man sie in drei verschiedene Gruppen: Grün-, Rot- und Braunalgen. Trotz ihrer ökologischen Bedeutung sind die Algenbestände der Ostsee in den letzten Jahrzehnten durch Nährstoffüberschuss und Lichtmangel stark zurückgegangen.

Algenkultivierung im Meer

Der Anbau von Makroalgen hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Mit einer weltweiten Produktion von über 35 Millionen Tonnen pro Jahr (FAO, 2022) sind Algen bereits heute ein bedeutender Wirtschaftszweig, vor allem in Asien (z.B. China, Indonesien). In Europa und speziell im Ostseeraum steckt die kommerzielle Algenkultivierung hingegen noch in den Anfängen. Ein erfolgreiches Beispiel in Deutschland ist die Kieler Meeresfarm.

Die Kultivierung funktioniert dabei nach einem einfachen Prinzip: Im Labor werden Algen unter kontrollierten Bedingungen angezogen und vermehrt, bis sie robust genug für den Einsatz im offenen Wasser sind. Anschließend werden diese Setzlinge an Leinen oder Netzen befestigt, die an Bojen im Meer aufgehängt werden. So können die Algen in natürlichen Umgebung wachsen, geerntet und immer wieder neu besetzt werden, ganz ohne den Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden oder Bewässerung.

Das Interesse wächst: Algen gelten als vielversprechende Rohstoffquelle für Lebensmittel, Tierfutter, Düngemittel, Kosmetik und Bioplastik. Für die südliche Ostsee werden verschiedene heimische Arten wie der Meersalat (*Ulva* sp.) auf ihr Kultivierungspotenzial hin untersucht, da sie schnell wachsen, robust sind und sich gleichzeitig zur Nährstoffreduktion einsetzen lassen. Initiativen wie das AlgenGrün-Projekt erproben und entwickeln genau solche regionalen Wertschöpfungsketten, von der Kultivierung über die Ernte bis hin zur Verarbeitung.

III. Im Klassenraum – Meeresalgen erforschen (Grundschule)

Algen sind bunt, vielfältig und wichtig für das Ökosystem. Bei dieser Methode untersuchen die Kinder echte Meeresalgen aus der Ostsee mit allen Sinnen (sehen, fühlen, riechen, optional schmecken) und lernen die verschiedenen Arten genauer kennen.

Ziel: Die Kinder...	- unterscheiden Grün-, Braun- und Rotalgen durch anschauen, anfassen und probieren. - lernen typische Ostseealgenarten kennen (z. B. Blasentang und Meersalat). - erkennen Algen als Teil des Ökosystems und als mögliche nachhaltige Ressource.
Zielgruppe	Grundschule (Klassenstufe 1–4, Differenzierung je nach Alter)
Zeit	60 – 90 Min.
Material	➤ Lupengläser oder saubere Marmeladengläser ➤ ggf. Binokular oder größere Lupe ➤ Arbeitsblätter zum Zeichnen (Anhang I) ➤ Buntstifte ➤ ggf. Algensnacks oder andere essbare Algenprodukte ➤ Fotoschalen oder flache Wannen
Vorbereitung	Frische Algen vom Strand sammeln, möglichst verschieden (Grün-, Rot- und Braunalgen) (für 1–2 Tage in Meerwasser im Kühlschrank haltbar).
Möglicher Ort	Seminarraum oder Klassenraum mit Tischen

Schritt 1: Einstieg ins Thema (ca. 5-10 Min.)

Wir beginnen mit offenen Fragen, je nach Räumlichkeit im Sitzkreis oder stehend:

- Wer hat schon einmal Algen gesehen? Wo?
- Was sind Algen eigentlich – Pflanzen, Tiere oder etwas anderes?
- Welche Farben können Algen haben?
- Wie fühlen sie sich wohl an?

Hier geht es nicht um richtige oder falsche Antworten, sondern um das Sammeln von Ideen. Es können Stichworte sichtbar an die Tafel geschrieben werden. Fachlichen Hintergrund dazu findet ihr in der Wissensbox auf S. 7 („Sind Algen Pflanzen“) und S. 19 („Algen der Ostsee“).

Zusätzlich könnt ihr noch eine Karte der Ostsee (Anhang IV) und den eigenen Standort zeigen. Ihr könnt auch ein Stück Blasentang und/oder Herbare herumgeben.

Wissensbox: Sind Algen Pflanzen?

Algen sind Lebewesen, die meist im Wasser leben, zum Beispiel im Meer oder auch in Seen. Sie können mit Hilfe von Sonnenlicht ihre eigene Nahrung herstellen (**Photosynthese**). Dabei nehmen sie Kohlendioxid aus dem Wasser oder der Luft auf und produzieren Sauerstoff. Deshalb sind Algen wichtige Sauerstoffproduzenten und bilden die Grundlage vieler Nahrungsketten im Wasser.

Oft werden Algen mit Pflanzen verwechselt. Sie können zwar ähnlich aussehen, gehören aber biologisch nicht zu den Landpflanzen. Algen haben zum Beispiel keine echten Wurzeln, Stängel oder Blätter. Man unterscheidet zwei große Gruppen:

- **Mikroalgen:** Diese Algen sind so klein, dass man sie nur unter dem Mikroskop sehen kann. Viele von ihnen treiben frei im Wasser und bilden zusammen das sogenannte Phytoplankton. Sie sind eine wichtige Nahrungsquelle für viele kleine Wassertiere.
- **Makroalgen:** Sie sind groß genug, dass wir sie mit bloßem Auge sehen können. Dazu gehören viele Algen, die man am Strand findet. Sie wachsen oft auf Steinen oder anderen festen Untergründen im Meer.

Sowohl Mikro- als auch Makroalgen sind sehr wichtig für das Leben im Wasser. Sie liefern Nahrung, Lebensraum und produzieren einen großen Teil des Sauerstoffs auf der Erde.

Schritt 2: Algen anfassen und aussuchen (ca. 30 Min.)

Bereite die frisch gesammelten Algen in Fotoschalen oder kleinen Wannen vor (wie in Abb. 1). Am besten sortierst du die Algen bereits nach Farben (Grün-, Rot- und Braunalgen), mit denen du dann die drei verschiedenen Arten von Algen direkt vorstellen und erklären kannst (siehe Wissensbox S. 19).

Die Kinder nehmen sich nun jeweils ein Lupenglas (oder ein sauberes Marmeladenglas), füllen etwas Wasser hinein und wählen dann ein bis drei Algenstückchen aus. Die Kinder sollen nun beschreiben, wie die Algen in ihrem Lupenglas aussehen.

Beispielfragen sind:

- Welche Farbe hat deine Alge?
- Ist deine Alge weich oder fest?
- Hat die Alge Luftblasen oder etwas anderes Besonderes?
- Erinnerst dich deine Alge an etwas?
- Wie bewegt sich deine Alge im Wasser?



Abbildung 1 Herbare und Fotoschalen mit frischen Algen

Wenn vorhanden, können vorbereitete Algenpräparate unter das Mikroskop gelegt und gezeigt werden. So kann man zeigen und vergleichen, wie Algen mit dem bloßen Auge aussehen, wie im Lupenbecher (meist 2- oder 4-fach vergrößert) und wie unter dem Mikroskop/Binokular.

Schritt 3: Algen bestimmen und zeichnen (ca. 30 Min.)

Die Kinder nutzen nun die Lupengläser mit ihren Algen, um nun mit vereinfachten Sammelkarten (Anhang V) die Algenarten zu bestimmen. Die Karten werden vorher ausgedruckt und bestenfalls laminiert, sodass sie mehrfach genutzt werden können.

Parallel kann nun das Arbeitsblatt ausgeteilt werden (siehe rechts & Anhang I), auf dem die Kinder nun das bisher Gesehene und Gelernte aufzeichnen können. Verteile dafür ausreichend bunte Stifte.

Die Kinder malen nun die Algen einmal so wie man sie im Lupenglas sieht (oben) und wie sie unter dem Mikroskop aussehen (unten): Welche Farbe hat deine Alge? Welche Formen hat die Alge? Erkennt man Punkte, Fäden, Zellen wie kleine Kästchen, Netz, Luftblasen oder Flecken? Der Kreativität sind keine Grenzen gesetzt.

Meeresalgen erforschen – Welche Algen haben wir in der Ostsee und wie sehen sie aus?

1. Nimm dir ein Lupenbecher und fülle ihn mit etwas Wasser auf
2. Suche dir ein oder zwei Algen aus, die du dir nun genauer anschaust
3. Findest du deine Alge bei den Sammelkarten oder den Herbarien?

Zeichne: Wie sieht deine Alge im Lupenbecher aus?

Zeichne: Wie sieht deine Alge unter dem Mikroskop aus?

Was fällt dir noch auf? Beschreibe Farbe und Form.

Abb. 2 Arbeitsblatt "Meeresalgen erforschen" (s. Anhang I)

Schritt 4: Abschluss und Kostprobe



Abbildung 3 Rezeptflyer "Meeresalgen der in Küche" (s. Link im Quellenverzeichnis)

Algensnacks verteilen und probieren lassen (freiwillig). Eventuell andere Algenprodukte zum Zeigen vorstellen und herumgeben. Hierfür können vorher Algensnacks gekauft werden, oder ein Rezept aus der Projektbroschüre (s. Bild rechts) nachgekocht bzw. gebacken werden.

Abschlussfragen:

- Wie hat es geschmeckt?
- Warum essen Menschen Algen?
- Warum sind Algen wichtig für die Ostsee?

IV. Im Seminarraum – Algenprodukte und Start-Up Ideen (ab 16 Jahren)

Algen sind längst mehr als „störender“ Strandanwurf. Sie sind Rohstoff, Lebensmittel, Klimaschützer und Innovationsmotor zugleich. In dieser Methode setzen sich die Teilnehmenden aktiv mit der Frage auseinander, wie Makroalgen insbesondere aus der Ostsee nachhaltig genutzt werden können.

Ausgehend von alltäglichen Produkten (z. B. Verdickungsmittel wie Carrageen oder Alginat) erkennen die Teilnehmenden, wie häufig Algen bereits Teil unseres Lebens sind. Anschließend entwickeln sie eigene Produkt- oder Geschäftsideen und schlüpfen in die Rolle von Gründer:innen oder Investor:innen.

Die Methode verbindet Umweltbildung mit wirtschaftlichem Denken und fördert Kreativität, Problemlösekompetenz sowie die kritische Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeit. Sie eignet sich besonders für Jugendliche ab 16 Jahren, da sie ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Perspektiven miteinander verknüpft und eigenständiges Arbeiten in den Mittelpunkt stellt.

Ziel: Die Teilnehmenden...	- kennen wichtige Inhaltsstoffe von Algen (z. B. Carrageen, Alginat). - verstehen, wie Algen industriell genutzt werden. - entwickeln eine Produktidee und bewerten Ideen kritisch.
Zielgruppe	Ab 16 Jahren, Jugendliche und Erwachsene
Zeit	45 - 90 Min. (je nach Methode)
Material	➤ Arbeitsblätter Algen-Start Up (Anhang II) ➤ Stifte ➤ Handys mit Internetzugang (optional)
Vorbereitung	- Algensnacks und -produkte vorher kaufen oder selber backen/kochen - Vortrag/ Kleinen Input für den Start vorbereiten (basierend auf Wissensbox S. 10)
Möglicher Ort	Seminar- oder Klassenraum

Schritt 1: Einstieg ins Thema

Zunächst offen Fragen in die Runde. Hier werden Teilnehmende am Anfang ihre Berührungspunkte mit Algenprodukten oft unterschätzen.

- Wer hat schon Algen gegessen?
- Wer kennt andere Verwertungsmöglichkeiten?
- Wie oft nutzen die Teilnehmenden Algenprodukte?

Alle Informationen werden zusammentragen. Kursleitung hat hier jetzt die Möglichkeit, die Teilnehmenden auf die Vielfalt von Algenprodukten aufmerksam zu machen. Wenn z.B. alle Teilnehmenden am Anfang sagen, sie kommen nur einmal

im Monat mit Algenprodukten in Berührung, darauf hinweisen, dass in den meisten ihrer Zahnpasta Algen in Form von Carrageen oder Alginat enthalten sind (siehe Wissensbox).

Algensnacks verteilen und probieren lassen. Eventuell andere Algenprodukte zum Zeigen, Vorstellung einer oder zwei innovativer Ideen von Algenstartups (siehe Wissensbox).

Je nach Verfügbarkeit von Handys und Internet einer der folgenden Methoden zum Fortfahren auswählen. Achtung: Für Methode 2 ist ein gewisses Maß von Verständnis über das Thema erforderlich, erreichbar durch z.B. vorherige kurze Präsentation o.ä.

Wissensbox: Algen als Grundlage einer nachhaltigen Wirtschaft

Algen bieten ein enormes Potential für eine nachhaltige Wertschöpfung, da für ihre Produktion im Meer weder Düngemittel, frisches Wasser, Pestizide oder fruchtbare Böden notwendig sind. Da sie z.B. durch Nährstoff- und Kohlenstoffaufnahme einen positiven Einfluss auf das Ökosystem haben, kann der insgesamt ökologische Fußabdruck der Algenproduktion positiv sein! Das schafft bisher keine andere vom Menschen genutzte Art der Biomasseproduktion. Die Einsatzmöglichkeiten für die produzierte Biomasse sind dabei sehr vielfältig!

Algen werden für weit mehr genutzt als Sushi zu rollen! Hier findet ihr eine Auswahl verschiedener Anwendungsfälle mit Beispielen, die Teilnehmende bei ihrer eigenen Idee inspirieren können:

- **Lebensmittel:** Warum kompliziert, wenn es auch einfach geht? Insbesondere bei Tierersatzprodukten wird der Anteil von Produkten, die mit Algen gefertigt werden, immer größer. **Beispiele:** bettafish, Deutschland; The Seaweed Company, Irland.
- **Nahrungsergänzungsmittel:** Algen haben ein gutes Nährstoffprofil und einen hohen Anteil an Mikronährstoffen und Spurenstoffen, die der heutigen Bevölkerung oft fehlen. **Beispiele:** Uncracked, USA; algomed, Deutschland.
- **Futtermittel:** Warum holzen wir den Regenwald für Sojaplantagen ab, wenn in heimischen Gewässern produzierte Proteine ähnlich gut funktionieren? Außerdem haben bestimmte Makroalgen verdauungsfördernde oder methanreduzierende Inhaltsstoffe, die für weniger Abgase bei Wiederkäuern führen. **Beispiele:** Seastock, Australien; Volta Greentech, Schweden.
- **Biostimulanzien:** Biostimulanzien sind Düngemittel die auch langfristig bodenverbessernde Eigenschaften haben, was für unsere intensive Landwirtschaft immer wichtiger wird. Oft werden sie aus Algen produziert. **Beispiele:** Kelpinor, Norwegen; alganize, Deutschland.
- **Bioplastik und alternative Materialien:** Heute gibt es viele Arten von Bioplastik. Aber nur Bioplastik aus Algen ist heutzutage auch außerhalb von Kompostierungen biologisch abbaubar ohne Rückstände. Von Einweg- über Mehrwegplastik oder Beschichtungen gibt es Start-ups für jede Nische. **Beispiele:** notpla, England; Kelpi, England.

- **Kosmetik:** In fast jeder Zahnpasta und in vielen Cremes sind Algen als Geliermittel enthalten. Aber Algen und ihre Inhaltsstoffe haben auch positive Auswirkungen auf Haut & Haare. **Beispiele:** oceanBasis, Deutschland; seaMagik, England.
- **Textilien und Kleidung:** Baumwollproduktion benötigt unglaubliche Mengen an Wasser und ist eine der unökologischsten Agrarsparten weltweit. Warum nicht Kleidung aus Algen? Das erste Startup gibt's bereits. **Beispiel:** Keel Labs, USA.
- **Pharmazie:** Algeninhaltsstoffe haben viele antivirale und antibakterielle Eigenschaften. Auch neuartige Verwendungsmöglichkeiten werden untersucht, wie die Nutzung von Blasentang zur Behandlung bestimmter Hautkrankheiten. **Beispiele:** Algovir, Deutschland; Origin by Ocean, Finnland.
- **Gastronomie:** Algen sind für Spitzenköche wie die Entdeckung einer ganz neuen Palette von Gemüse aus dem Meer! Viele der besten Restaurants der Welt haben sich der Herausforderung angenommen, Algen ins Menü zu bringen. **Beispiele:** noma, Dänemark; Slow Food, weltweit.
- **Biomasseproduktion:** Irgendwo müssen die Algen ja herkommen. Bei der Kultivierung gibt es noch viel Innovationspotential, von der Nutzung neuer Arten bis hin zur Integration in der Fischeaquakultur zur Verringerung der Nährstoffe oder der Nutzung von Abwärme oder Reststoffströmen aus der Industrie. **Beispiele:** algaPlus, Portugal; Lava Seaweed, Island, Seaweedland, Niederlande.

Methode 1: Algen-Start Up gründen (45 – 60 Min.)

Schritt 1.1. Einführung und Gruppenbildung (5 - 10 Min.)

Zunächst werden die Teilnehmenden in Gruppen von jeweils 3 bis 5 Personen eingeteilt. Verteile die Arbeitsblätter und stelle die Arbeitsschritte sowie das Szenario vor.

Das Szenario:

Die Gruppen gründen ein Start-Up, dass mit Algen arbeiten will (genaue Aufgabenstellung auf dem Arbeitsblatt; siehe Anhang III). Ihre Idee soll dann vor den anderen Gruppen in einem kurzen Pitch vorgestellt werden (2 – 5 Minuten). Die anderen Gruppen sind in der Zeit Investoren, die eine bestimmte Menge Geld (5 Mio. Euro) zur Verfügung haben. Nachdem alle Gruppen ihre Idee gepitcht haben, müssen die einzelnen Gruppen ihre 5 Mio. Euro in die anderen Gruppen investieren. Dabei kann das Geld entweder auf Gruppen verteilt werden oder der einen Gruppe mit der besten Idee gegeben werden. Die Gruppe mit der höchsten Investitionsgruppe gewinnt eine kleine Überraschung (z.B., in Form eines Algensnacks).

Euer Makroalgen-Startup Informationen und Inspiration 	
Aufgabenstellung In dieser Aufgabe entwickelt ihr ein eigenes Start-Up, das auf Makroalgen basiert. Nutzt dabei die Informationen aus dem Vortrag und recherchiert im Internet. Alles, was ihr für die Ausarbeitung eurer Idee braucht, findet ihr auf dieser Seite. Am Ende der Zeit hat jede Gruppe kurz Zeit, ihr Start-Up vorzustellen! Die Präsentationen werden im Anschluss von den anderen Gruppen bewertet.	Was macht ein Start-Up aus? Ein Start-up ist ein junges Unternehmen mit einer neuen, kreativen oder besonders nachhaltigen Idee. Typische Merkmale: - Innovative Idee / Ein neues Konzept - Ein Problem, das gelöst wird - Eine klar definierte Zielgruppe - Umsetzungsstrategie - Wirtschaftlichkeit - Ein einprägsamer Name und ein einfaches Logo
Leitfragen für eure Idee 1. Welche Alge wollt ihr nutzen? 2. Welches Produkt oder welche Dienstleistung wollt ihr entwickeln? 3. Welches Problem löst eure Idee? 4. Wer ist eure Zielgruppe? 5. Wie setzt ihr eure Idee konkret um? 6. Was benötigt ihr dafür? 7. Wie könnte sich eure Idee lohnen? 8. Welche Herausforderungen könnten auftreten? Das hier sind Beispielfragen als Hilfestellung. Ihr könnt in der Kürze der Zeit nicht alle genau beantworten.	Kleine Inspiration Euer Start-Up könnte in einem der folgenden Bereiche aktiv sein: - Bioplastik - Algen als Lebensmittel - Kosmetik & Pflegeprodukte - Pharma & Biotechnologie - Landwirtschaft & Gartenbau - Bildung & Tourismus - Umwelt- und Küstenschutz - Regionale Wertschöpfung

Abbildung 4 Arbeitsblatt 2: Algen-Start Up gründen

Die Gruppen brauchen für ihren Pitch mindestens: Einen Namen und Logo, und die Sparte, in der sie arbeiten wollen (siehe Arbeitsblatt). Das kann ein Produkt oder eine Dienstleistung sein, aber auch gemeinwohlorientierte Projekte sind möglich. Je durchdachter die Idee, desto besser. Pluspunkte für wie die Investments der anderen Gruppen genutzt werden sollen. Tipp: Auch Werbeslogans begeistern potentielle Investoren!

Schritt 1.2. Ideenentwicklung und Recherche (ca. 30 Min.)

Phase für eigenständige Gruppenarbeit. Die Nutzung des Internets für Recherche ist ausdrücklich erwünscht. Die Kursleitung "besucht" die Gruppen während der Recherchephase, gibt Hilfestellung und stellt Nachfragen. Wichtig: Ideen müssen nicht unbedingt direkt umsetzbar sein, positive Bestärkung neuer Ideen ist erwünscht (Bsp.: "Da müsst ihr aber einen ordentlichen Teil eures bekommenen Investments für Forschung und Entwicklung nutzen!").

Bei Anlaufschwierigkeiten einzelner Gruppen Beispiele vom Infoblatt nennen, die Teilnehmenden zu Recherche über diese Start-Ups und Initiativen ermutigen. Ideen müssen auch nicht komplett neu sein, gerne können bestehende Ideen neu erfunden und mit persönlichen Interessen verschmolzen werden (Bsp.: Firma, die Bioplastik aus Algen gewinnt um Trendgegenstände herzustellen).

Schritt 1.3. Pitch und Investorenrunde (je nach Gruppenanzahl 10 - 20 Min.)

Nacheinander hat jede Gruppe ca. 2 Minuten Zeit, ihr Start-Up zu pitchten. Kursleitung weist im Vorhinein nochmal auf das Ziel des Pitches hin: Die Investoren begeistern! Keine Feedbackrunden direkt nach dem Pitch, es wird geklatscht, dann ist die nächste Gruppe dran.

Nachdem alle Gruppen ihre Idee gepitcht haben, Gruppen an ihre zur Verfügung stehendes Kapital erinnern. Kurz Zeit für eine interne Diskussion über die Verteilung des Kapitals geben (30s – 1 Min.). Danach darf jede Gruppe ihr Kapital auf die anderen Gruppen verteilen. Wichtig: Kurze Begründung und Feedback der einzelnen Gruppen einfordern: Warum kriegt welche Gruppe wieviel? Was hat euch besonders gefallen? Kursleitung darf hier auch gerne eigenes Feedback ergänzen und loben.

Gruppe mit der höchsten investierten Summe bekommt einen Algensnack, der am Anfang probiert wurde.

Methode 2: Produktideen sammeln mit der 635 Methode (ca. 45 Min.)

Die 635-Methode ist eine kreative Brainstorming-Technik, bei der **6 Personen jeweils 3 Ideen in 5 Minuten** entwickeln und diese dann interaktiv von anderen TN ergänzt oder weiterentwickelt werden. Dies kann beliebig angepasst werden.

Ziel: Die 635-Methode soll kreative und praktikable Ideen zur nachhaltigen Nutzung von Makroalgen aus der Ostsee entwickeln.

Schritt 2.1. Einführung und Gruppenbildung (5 Min.)

Zu Beginn wird die Methode kurz vorgestellt und ihre Regeln erklärt. Anschließend erfolgt die Themenstellung:

➔ „Wie können Makroalgen aus der Ostsee nachhaltig genutzt werden?“

Falls erforderlich, werden Impulse oder Beispiele gegeben, z. B. als Lebensmittel, Düngemittel, Biokunststoff, Bildungskonzept oder Maßnahme zum Artenschutz. Danach werden Gruppen mit jeweils sechs Personen gebildet (siehe Wissensbox S. 10).

Schritt 2.2. Ideenentwicklung und Iteration (5 x 5 Min.)

Jede Person schreibt drei Ideen zur nachhaltigen Nutzung von Makroalgen auf ein vorbereitetes Blatt (Anhang III). Anschließend wird das Blatt alle fünf Minuten an die nächste Person weitergereicht.

Die nächste Person liest die bereits notierten Ideen und ergänzt neue Aspekte, Verbesserungen oder Variationen. Dieser Prozess wird insgesamt fünfmal wiederholt, sodass jede Idee mehrfach weiterentwickelt wird.

1. Für welche konkreten PRODUKTE im Lebensmittelbereich wäre ein Einsatz von Makroalgen aus der Ostsee denkbar?						
2. Welche Eigenschaften sollten diese Produkte haben?						
Name	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6
1. Vorschlag	Algenpulver Zerhacken	- Mineral tablette - Protein - Supplement - Algenpulver	- kleine Kapseln in wasser - Algen - Algenpulver - Algenpulver	gibt es in Kapseln Kapseln	Helena Potable (Pulver) Algenpulver (Farrellona)	
2. Vorschlag	Algenburger	- Bio-Alge + Protein + Algen + Algen + Algen + Algen	- kleine in Wasser - Protein - Algen - Algen - Algen	Algen Algen Algen Algen Algen Algen	Coat Verpackung mit Algen Burger Algen	
3. Vorschlag	Algenpulver	Paste mit Algen Algenpulver (bunt)	Algen als Zusatz zu Nahrung Algenpulver Algenpulver Algenpulver	Algenpulver Algenpulver Algenpulver Algenpulver Algenpulver Algenpulver	mit Algen Algenpulver Algenpulver Algenpulver Algenpulver Algenpulver	

Abbildung 5 Beispiel für angewandte Methode

Schritt 2.3. Präsentation und Diskussion (15 Min.)

Sobald das Blatt wieder bei der ursprünglichen Person angekommen ist, wählt jede Gruppe die vielversprechendsten oder innovativsten Ideen aus. Diese werden anschließend im Plenum präsentiert.

In einer gemeinsamen Diskussion wird über folgende Fragen reflektiert:

- Welche Ideen sind besonders innovativ?
- Welche könnten realistisch umgesetzt werden?
- Gibt es Kombinationen oder Synergien zwischen den Ideen?

Durch diese Methode entsteht eine breite Palette kreativer Ansätze zur nachhaltigen Nutzung von Makroalgen, die weiterentwickelt und in konkrete Projekte überführt werden können.

V. Am Strand: Auf Algen-Exkursion (jedes Alter)

Ziel: Die Teilnehmenden...	- kennen die Entstehungsgeschichte der Ostsee und ihre Besonderheiten. - erkennen verschiedene Algenarten und ihre Wachstumsbedingungen. - sind sensibilisiert für die Funktionen von Algen im Ökosystem Ostsee.
Zielgruppe	Jedes Alter
Zeit	60 - 120 Min.
Material	➤ Eimer oder große Joghurteimer ➤ Salzfläschchen (Vergleich Salzgehalt) ➤ Bestimmungskarten (Anhang V) ➤ Anschauungsmaterial: Karten der Ostsee (Anhang IV) ➤ Algensnacks zum Probieren
Vorbereitung	- Bereite Salzfläschchen vor, die den unterschiedlichen Salzgehalt für den Ozean (35g), die Ostsee (10g) und dem Toten Meer (300g) darstellen - Kaufe kleinere Algensnacks zum Probieren oder backe eigene Algencracker (s. Rezeptflyer, Link im Anhang)
Möglicher Ort	Strand

Schritt 1: Begrüßung & Organisatorisches

Gib den Teilnehmenden ein paar Minuten Zeit anzukommen: Das Meer betrachten, den Sand unter den Füßen spüren, die salzige Luft riechen...

Erinnere die Teilnehmenden an ausreichend Wasser, Kopfbedeckung und Sonnenschutz (schon im Vorfeld). Zeige wo die nächste Toilette ist und weise darauf hin, dass ihr unterwegs keine weiteren Gelegenheiten dafür haben werdet. Wähle eine Einstiegsmethode um die Teilnehmenden ins Thema zu holen. Hier ist eine Übersicht verschiedener Methoden.

Fragen zum persönlichen Bezug	- Ist jemand zum ersten Mal an der Ostsee? - Was habt ihr hier schon alles am Strand gefunden? - Fällt euch hier etwas auf im Gegensatz zu anderen Meeren? - Wer war schon einmal am Mittelmeer oder am Atlantik? Hat jemand dort schon mal Wasser geschluckt? Was ist dir dabei aufgefallen?
Schätzfragen	- Wer weiß wie tief/groß/alt die Ostsee ist?

	- Wer weiß wie viele Algenarten es in der Ostsee gibt?
Meinungsstrahl/ Positionierung	Es wird eine Linie in den Sand gezogen, oder die Dünen und das Meer als Begrenzung genommen. Nun werden nacheinander Aussagen vorgelesen. Die TN sollen sich entsprechend entlang der Linie bzw. Richtung Meer/Düne einordnen zwischen "stimmt voll und ganz" und "stimmt gar nicht". Weil jeder irgendwo stehen muss, kann sich niemand der Methode entziehen und die TN müssen tatsächlich darüber nachdenken. Die Aussagen können Meinungs- oder Wissensabfragen sein, z.B.: - „Ich esse regelmäßig Algenprodukte.“ - „Algen sind lecker.“ - „Am Strand haben Algen keinen Nutzen.“

Schritt 2: Bezug herstellen - Salzfläschchen

Schätzfrage Salzgehalt:

„Wie schätzt ihr den Salzgehalt anderer Gewässer im Vergleich zur Ostsee ein? Was denkt ihr, wie viel Salz ist im Wasser von Flüssen, Seen oder im Ozean?“ Die richtige Antwort:

- Ozean/Meer: etwa 35 PSU (Practical Salinity Units) bzw. ‰ (Promille)
- Flüsse/Seen: oft unter 0,5 ‰ , was nahezu Süßwasser entspricht.
- Ostsee: etwa 5-10 ‰.

Veranschaulichung:

- Zeige drei kleine Fläschchen mit Salz – eins für das Weltmeer, eins für die Ostsee und eins für das Tote Meer.
- Gib die Fläschchen an die Teilnehmenden weiter und lass sie raten, welches Fläschchen zu welchem Meer gehört.
- Optional: Wenn du es interaktiver machen möchtest, kannst du auch drei Flaschen mit entsprechend gesalzenem Wasser vorbereiten und ein paar Pappbecher mitbringen. Die Mutigen können dann probieren und versuchen, zu erraten, welches Wasser zu welchem Meer gehört.

Übergang: Warum sind die Meere so verschieden salzig und warum die Ostsee am wenigsten? Dafür müssen wir zunächst einmal auf die Entstehungsgeschichte eingehen.

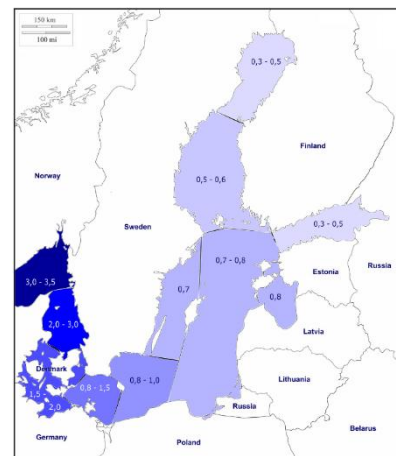


Abbildung 6 Karte der Ostsee mit Salinitätsgradienten (HELCOM)

Schritt 3: Fachlicher Vortrag

Wissensbox: Entstehungsgeschichte - Vom Ostsee zur Ostsee

- **Vor 13.000 Jahren:** Am Ende der letzten Eiszeit war das Gebiet der heutigen Ostsee von mächtigen Gletschern bedeckt.
- **Schmelzende Gletscher:** Diese Gletscher hinterließen eine stark gegliederte Landschaft mit vielen Senken und Vertiefungen – dies ist die sogenannte Grundmoränenlandschaft.
- **Entstehung der Ostsee:** Diese Senken und Vertiefungen bildete die Grundlage für das spätere Entstehen der Ostsee.
- **Temperaturanstieg:** Als die Temperatur stieg, füllten sich die Senken allmählich mit Wasser.
- Von der Ostsee zur Ostsee: zunächst war die Ostsee ein Süßwassersee aus Schmelzwasser.
- **Vor ca. 8.000 Jahren:** Aufgrund tektonischer Verschiebungen entstand eine Verbindung zwischen Ostsee und der Nordsee. Dies führte dazu, dass sich die Ostsee zu einem Brackwassermeer entwickelte – das jüngste Meer der Welt.

Boddengewässer: (Weitere Details finden sich im Abschnitt 6: Exkursion Bodden)

- Parallel zur Entstehung der Ostsee bildeten sich auch die Boddengewässer.
- Geologisch gesehen sind die Gewässer noch sehr jung.
- **Küstendynamik:** Durch Wellen, Strömungen, Gezeiten und Wind wurden Sand und andere Sedimente entlang der Küste bewegt. Diese sammelten sich an bestimmten Stellen und bildeten Nehrungen und Landzungen, die flache Küstengewässer von der offenen Ostsee abtrennten.
- So entstanden diese abgeschlossenen flachen Bereiche, die die heutigen Boddengewässer sind.

Weitere Einflussfaktoren:

- **Süßwassereintrag:** Ein hoher Süßwassereintrag aus den Zuflüssen und Niederschlägen sorgt für eine geringe Salinität. Gleichzeitig ist durch das milde Klima wenig Verdunstung zu verzeichnen.
- **Topografie:** Die Form der Ostsee beeinflusst ihren Salzgehalt stark.

Warum ist die Topografie so wichtig?

Zeige Karten der Ostsee (Anhang IV) und lass die Teilnehmenden beschreiben wie die Ostsee geformt ist:

- langgezogen
- verwinkelt
- schmale Verbindung zu Weltmeeren
- Binnenmeer („eingeschlossen“ von Ländern)

Diese Form führt zu einem eingeschränkten Wasseraustausch mit den Weltmeeren, was die salzigen Wassermengen daran hindert, sich gleichmäßig zu verteilen.

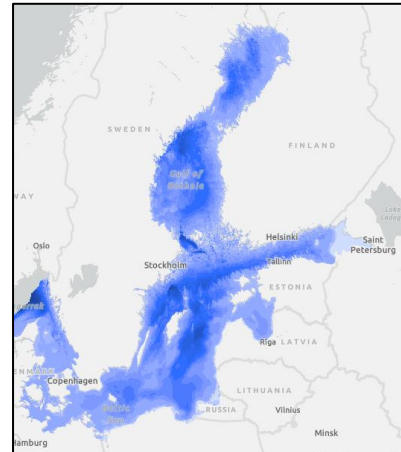


Abbildung 7 Karte der Ostsee mit Tiefenangaben (HELCOM)

Wissensbox: Schichtung der Ostsee und das Problem der „Todeszonen“:

Bodenrelief als weiterer Faktor:

- Die Ostsee ist von Schwellen und Senken geprägt. Das schwerere Salzwasser sinkt ab, und nur wenn genug Wasser vorhanden ist, kann es die Schwellen überwinden und sich im gesamten Becken ausbreiten.
- Salzgehalt in der Ostsee: Der Salzgehalt nimmt nach Osten hin ab. In Finnland ist der Salzgehalt so gering, dass das Wasser fast wie Süßwasser wirkt.

Die Ostsee hat aufgrund ihrer Schichtung ein weiteres Problem: Die unteren Wasserschichten sind von den sauerstoffreichen oberen Schichten abgeschnitten. Das bedeutet, dass der verbrauchte Sauerstoff in diesen tieferen Schichten nicht mehr ersetzt wird. Wenn der Sauerstoff so stark sinkt, dass dort kein Leben mehr möglich ist, sprechen wir von „**Todeszonen**“.

Eutrophierung: Ein weiteres Problem ist die Eutrophierung, also der übermäßige Eintrag von Nährstoffen – insbesondere aus der Landwirtschaft. Dies fördert das Wachstum von Algenblüten (hauptsächlich Cyanobakteria).

Wenn diese Algenblüten absterben, sinken sie auf den Meeresboden und werden dort zersetzt. Dabei wird Sauerstoff verbraucht und giftiger Schwefelwasserstoff entsteht. Unter diesen Bedingungen überleben nur noch anaerobe Bakterien.

Nur starke Stürme können ausreichend Durchmischung bringen, um diese Todeszonen wieder mit neuem Sauerstoff „zu beleben“.

Schritt 4: Sammeln und Bestimmen von Algen am Strand

Zu Beginn des Strandspaziergangs wird angekündigt, dass die Teilnehmenden selbst zu Forschenden werden. Ziel ist es, verschiedene Algen und Pflanzen des Lebensraums Strand zu entdecken und anschließend gemeinsam zu bestimmen.

Sammelphase

Die Teilnehmenden erhalten kleine Eimer oder leere Joghurteimer (z. B. ein Behälter pro Zweier- oder Dreiergruppe). Während des Strandspaziergangs sammeln sie möglichst viele unterschiedliche Funde, zum Beispiel Algen, oder Muscheln aber auch Meeresmüll.

Wichtige Regeln sollten vorher besprochen werden:

- Es werden nur kleine Mengen gesammelt.
- Lebende Tiere werden vorsichtig behandelt und nur beobachtet.
- Am Ende der Aktivität wird alles wieder zurückgesetzt und der Müll ordnungsgemäß entsorgt.

Für die Sammelphase kann über einen kurzen Zeitraum von 10–15 Minuten eingeplant werden oder über eine länger Strecke hinweg.

Bestimmung der Funde

Nach der Sammelphase sucht die Gruppe gemeinsam einen geeigneten Platz am Strand, an dem sich alle setzen können. Nun werden die gesammelten Funde bestimmt. Dafür gibt es zwei mögliche Varianten:

Erstens, die Teilnehmenden arbeiten selbstständig in ihren Kleingruppen weiter. Jede Gruppe erhält Steckbriefe oder Bestimmungskarten (Anhang V) und versucht, ihre Funde selbst zu identifizieren (ca. 5–10 Minuten). Anschließend stellt jede Gruppe einen ihrer Funde kurz vor:

- Was haben sie gefunden?
- Woran haben sie die Art erkannt?
- Wo wurde der Fund entdeckt?

Zweitens, alle Teilnehmenden zeigen ihre Funde in der Runde. Mithilfe der Steckbriefe bestimmt die Gruppe gemeinsam die verschiedenen Organismen (ca. 10–15 Minuten). Die Kursleitung ergänzt bei Bedarf Informationen zu den Arten.

Wenn unter den Strandfunden Algen entdeckt wurden, kann die Kursleitung diese nutzen, um einen kurzen Einblick in die Vielfalt der Meeresalgen zu geben. Nutze dafür folgende die Wissensbox.

Wissensbox: Algenarten der Ostsee

Erkläre zunächst, dass Meeresalgen grob in drei große Gruppen eingeteilt werden. Diese unterscheiden sich vor allem in ihrer Farbe und ihren Farbstoffen, mit denen sie Licht für die Photosynthese nutzen. Dadurch können sie auch in unterschiedlichen Wassertiefen wachsen.

Mit zunehmender Tiefe verändert sich das Licht im Wasser: Rotes Licht wird schnell absorbiert, während blaues Licht tiefer ins Wasser eindringen kann. Verschiedene Algen sind an diese Lichtverhältnisse angepasst. Zusätzlich zu der Kurzbeschreibung hier, findet ihr im Anhang die zugehörigen Bestimmungskarten der am häufigsten vorkommenden Algenarten in der Ostsee (Anhang V).

Grünalgen wachsen meist in sehr flachen Bereichen nahe der Wasseroberfläche, wo viel Licht vorhanden ist. Ein häufiges Beispiel aus der Ostsee ist der Meersalat (*Ulva* sp.). Diese Alge hat dünne, leuchtend grüne, blattartige Strukturen und fühlt sich oft weich und leicht durchsichtig an. Sie wächst häufig auf Steinen oder im flachen Wasserbereich und kann bei starkem Nährstoffangebot große Teppiche bilden.

Braunalgen kommen häufig etwas tiefer vor als Grünalgen. Sie enthalten zusätzliche braune Farbstoffe, mit denen sie auch schwächeres Licht gut nutzen können. Eine typische Braunalge der Ostsee ist der Blasentang (*Fucus vesiculosus*). Er ist leicht an seinen kleinen Luftblasen zu erkennen, die der Alge Auftrieb geben. Dadurch werden die Blätter näher an die Wasseroberfläche gehalten, wo mehr Licht verfügbar ist. Blasentang bildet wichtige Lebensräume für viele kleine Tiere wie Schnecken, Krebstiere und Fischlarven.

Rotalgen können oft noch tiefer wachsen als Grün- und Braunalgen, da ihre Farbstoffe auch das blau-grüne Licht in größeren Tiefen gut nutzen können. Ein Beispiel ist der Gabeltang (*Furcellaria lumbricalis*). Sie bildet verzweigte, dunkelrote bis bräunliche Büschel und wächst meist auf Steinen oder festem Untergrund. Diese Art ist auch wirtschaftlich interessant, da aus ihr der Gelbildner Furcellaran gewonnen werden kann, der in der Lebensmittelindustrie verwendet wird.

VI. Auf dem Wasser – Schiffsausflug (ab 14 Jahren)

Im Folgenden werden die Inhalte und der mögliche Ablauf eines eintägigen Schiffsausfluges auf den Boddengewässern beschrieben, welche von der Universität Greifswald (AG Experimentelle Pflanzenökologie) gemeinsam mit dem Verein Hanne Marie Segeln e.V. durchgeführt wurden. Je nach verfügbarem Schiffstyp und Wetterlage können sich die Ausfahrten und Durchführung von Methoden an Bord stark unterscheiden und angepasst werden.



Abbildung 8 Die Hanne Marie (links) auf einer Schönwetterausfahrt im Greifswalder Bodden (Foto: Johannes Sarau)

Die hier aufgeführten Methoden sind für ein etwa **20 m großes Segel-Traditionsschiff** mit **12-16 Gästen** konzipiert und wurden auf der Hanne Marie aus Greifswald erprobt. Das Schiff verfügt über einen Salonunterdeck, welcher Kleingruppen auf der Ausfahrt einen wettergeschützten Bereich zur Verfügung stellt, sowie die Möglichkeit der Nutzung eines Mikroskops und genug Stauraum zum Mitführen von Messinstrumenten oder Bildungsmaterialien. Zusätzlich bietet das Schiff einen Sanitärbereich mit Toilette und eine Bordküche, um ein warmes Mittagessen zuzubereiten. Im Mittelpunkt der Ausfahrt stehen nicht nur die Umweltworkshops, sondern auch das Natur- und Segelerlebnis auf einem Traditionsschiff.

Ziel	- TN kennen ökologische Parameter in Boddengewässern - TN kennen verschiedene Lebensräume unter Wasser sowie typische Tier- und Pflanzenarten - TN kennen wichtige Unterwasserpflanzen (z. B. Seegras, Kamm-Laichkraut, Blasentang, Gabeltang) und können sie Lebensräumen zuordnen - TN kennen Messgeräte zur Erfassung ökologischer Parameter und deren Anwendung sowie Bewertungsverfahren zum ökologischen Zustand - TN erkennen Zusammenhänge im Nahrungsnetz und die Bedeutung für das ökologische Gleichgewicht - TN erkennen die Auswirkungen der Eutrophierung (z. B. Regime Shift) - TN sind bzw. werden sensibilisiert für die Komplexität und Gefährdung aquatischer Ökosysteme TN sind bzw. werden sensibilisiert für Schutz-, Wiederherstellungsmaßnahmen und Lösungen zur Verringerung der Eutrophierung
Zeit	4 – 7 Stunden.

Material	➤ Siehe einzelne Blockbeschreibungen
Vorbereitung	Für Schüler:innen: Mystery Game oder andere Vorbereitung im Schulunterricht (siehe Kapitel IX: Sonstige Quellen)
Möglicher Ort	Schiff

Der Ausflug kann für zwei Zielgruppen differenziert werden, und zwar für Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe (Zielgruppe 1) und für Studierende (Zielgruppe 2). Für beide Zielgruppen ist der Ablauf der Fahrt ähnlich strukturiert und alle später vorgestellten Blöcke können verwendet oder kombiniert werden. Die Komplexität des Bildungsinhalts kann je nach Vorwissen der Gruppe etwas angepasst werden.

Im Folgenden werden daher die Themenblöcke für Studierende vorgestellt, welche für SchülerInnen der Mittelstufe etwas weniger komplex vorgetragen werden sollten.

Vor der Ausfahrt:

Zielgruppe 1: Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe

Um Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe auf die Ausfahrten thematisch vorzubereiten, wurde speziell für diese Zielgruppe für die Ausfahrten vom Institut der Geographie und Geologie der Universität Greifswald (Arbeitsgruppe Humangeographie) als Unterrichtsmaterial ein Algen-Mystery erstellt, welches vor der Ausfahrt von Lehrkräften im Unterricht mit der Klasse durchgeführt werden kann um der Klasse den Einstieg in das Thema zu erleichtern.

Was ist ein Mystery? Eine Lernmethode, in der Schülerinnen und Schüler ein rätselhaftes Problem oder eine Fragestellung lösen. Sie bekommen dazu verschiedene Informationen, die sie ordnen, miteinander verknüpfen und diskutieren. Am Ende entwickeln sie gemeinsam eine begründete Erklärung. Ziel ist es, Zusammenhänge zu erkennen und eigenständig zu denken.

Das Algen-Mystery kann unter folgendem Link herunter geladen werden:

<https://biooekonomie.uni-greifswald.de/mysterys/>

Es besteht aus dem Mystery (einer Geschichte mit Fragestellung), den Mystery-Kärtchen und einer Sachanalyse.

Die Lehrkräfte sollten außerdem vorab den Ablauf des Ausfluges mit den Schülerinnen und Schülern und ggf. den Eltern besprechen, damit alle TN auf die Ausfahrt vorbereitet sind und genügend wetterfeste Kleidung und Proviant

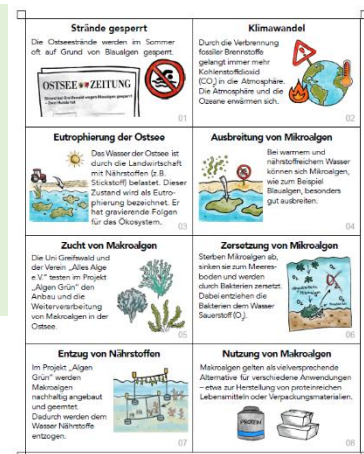


Abbildung 9 Algen-Mystery Karten von Felix Klimm & Leonie Arndt (siehe Abschnitt IX)

mitbringen. Auch die Lehrkräfte sollten darauf vorbereitet werden, dass es auf dem Wasser meist deutlich kälter ist als an Land.

Zielgruppe 2: Studierende

Die Studierenden sollten vor der Ausfahrt über die Dauer und den ungefähren Ablauf informiert werden, damit Sie sich auf die Ausfahrt vorbereiten können. Es sollte klar formuliert werden, dass keine Segelkenntnisse notwendig sind, um an der Ausfahrt teilzunehmen. Die Teilnehmenden sollten vorab informiert werden wetterfeste Kleidung und Schuhe mitzubringen sowie Proviant und ggf. Sonnenschutzmittel. Manche Studierende haben spezielle Anliegen und es sollte die Möglichkeit gegeben werden vorher über spezielle Anliegen sprechen zu können.

Beispielhafter Ablaufplan des Schiffsausflugs:

Um eine Vorstellung von dem Ablauf und der Dauer des Ausfluges und der Blöcke zu bekommen, ist im Folgenden ein möglicher Ablauf mit Uhrzeiten dargestellt. Je nach Schiffstyp, Seegang und Windverhältnissen kann der Ablauf angepasst werden. Bei zu viel Wind oder Nieselregen ist es schwierig Block 1 und 2 während des Segelns durchzuführen. Dann muss ein windgeschützter Ankerplatz angefahren werden. Je nach Wetter und Platz auf dem Schiff kann es sinnvoll sein, einzelne Blöcke im Salon des Schiffes durchzuführen. Mikroskopie-Arbeiten sollten falls möglich unter Deck stattfinden.



Abbildung 10: Ausfahrt auf der Hanne Marie entlang des Rycks in Greifswald (Foto: Johannes Sarau)

09:00	Treffen der Gruppe an Bord, Verstauen von Gepäck
09:15	Sicherheitseinweisung der Schiffscrew und Verhalten an Bord inkl. Einweisung in das Schiff (z.B. Nutzung der Bordtoilette etc.)
09:30	Ablegen
09:40	Begrüßungsrunde und Einstieg ins Thema
11:00	Segeln auf dem Greifswalder Bodden
12:00	Block 1: Ökologie der Ostsee und der Boddengewässer
12:30	Block 2: Vorkommen von Makrophyten im Greifswalder Bodden
13:00	Liegen vor Anker und Mittagspause
13:30	Block 3: Monitoring
14:30	Block 4: Marine Wiederherstellungsmaßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes
15:00	Zurücksegeln zum Hafen
15:30	Abschlussrunde und Ausfüllen der Evaluationsbögen
16:30	Anlegen am Hafen und Verabschiedung

Schritt 1: Begrüßungsrunde (30 Min)

Die Begrüßungsrunde kann je nach Wind und Wetter an Deck oder unter Deck in einem Steh- oder Sitzkreis durchgeführt werden. Diese sollte auch eine kurze Vorstellung des Ablaufplans des Ausflugs/ des Tages beinhalten.

Fragen zum persönlichen Bezug

Am besten in Form eines Ice-Breakers oder einer interaktiven Tätigkeit. Zum Beispiel zum besseren Kennenlernen: Die Teilnehmer finden sich zu 2er Gruppen zusammen und führen ein Interview bzw. Erstellen einen Steckbrief von der jeweils anderen Person, welche auf einem Blatt Papier festgehalten wird. Die Antworten sollten kurz auffallen, entweder in einzelnen Wörtern oder in einem einzigen Satz. Die Crew des Schiffes und die Workshopleiter sollen ebenfalls am Ice-Breaker teilnehmen:

- Name
- (Bei Studis: Welcher Studiengang)
- Welches Meerestier (auch Vögel) wärst du gerne?
- Bist du schonmal auf einem Segelschiff gesegelt?
- Was ist dein Bezug zur Ostsee?
- Was ist euer Bezug zum Greifswalder Bodden?
- Welches ökologische Thema interessiert euch am Bodden/Ostsee am meisten?
- Welche offenen Fragen habt ihr?

Schritt 2: Blick auf die Seekarte (10 min)

Um den Teilnehmenden einen Überblick über den Greifswalder Bodden (bzw. dem jeweiligen Gewässer auf dem ihr euch befindet) zu geben werden Seekarten verteilt (z.B. Die WWF-Broschüre inkl. Seekarte „Angeln und Naturschutz im Greifswalder Bodden und Strelasund“, welche auf der WWF Homepage im Internet gefunden werden können). Verteile jeweils eine Seekarte für jeweils zwei bis drei Personen. Folgende Fragen können in der Gesamtgruppe besprochen werden:

- Wo befindet sich unsere momentane Position?
- In welche Himmelsrichtung fahren wir?
- Aus welcher Richtung kommt heute der Wind und wie stark ist er?
- Wie weit ist es vom Wiek Hafen zur Insel Rügen (Umrechnung von Seemeilen in Kilometer)
- Was bedeuten die gelb und rot schraffierten Bereiche auf der Seekarte?
- Was bedeuten die gelben, roten und grünen Markierungen auf der Seekarte?

Themenblock 1: Ökologie der Ostsee und der Boddengewässer

Ziel: Die Teilnehmenden...	- kennen die spezifischen ökologischen Parameter in Boddengewässern, wie Salinität, Wassertiefe und Nährstoffkonzentrationen, und deren Einfluss auf das Ökosystem - kennen die Entstehungsgeschichte der Ostsee und Boddengewässer sowie den Wasseraustausch zwischen ihnen - kennen verschiedene Messgeräten zur Erfassung ökologischer Parameter und deren Anwendung
Zeit	30 Min.
Methoden	Vortrag, Schätzspiele, eigene Messungen
Material	- Beidseitig laminierte Karte zur durchschnittlichen Salinität der Boddengewässer und Salinitätsschwankungen (s. Anhang IV) - Laminierte Karte zur Verteilung der Sichttiefe in den Boddengewässern (s. Anhang VI) - Laminierte Karten mit Namen der Boddengewässer (s. Anhang VI) - Eimer oder andere Vorrichtungen um Wasser aus dem Bodden an Bord zu befördern - Salinitäts-Messgerät - Lot zur Bestimmung der Wassertiefe - Zollstock zur Bestimmung der Länge des Lots

Schritt 1: Inhaltlicher Vortrag

Beginne mit der Entstehung der Ostsee und der Boddengewässer mit Hilfe der Wissensbox auf S. 17.

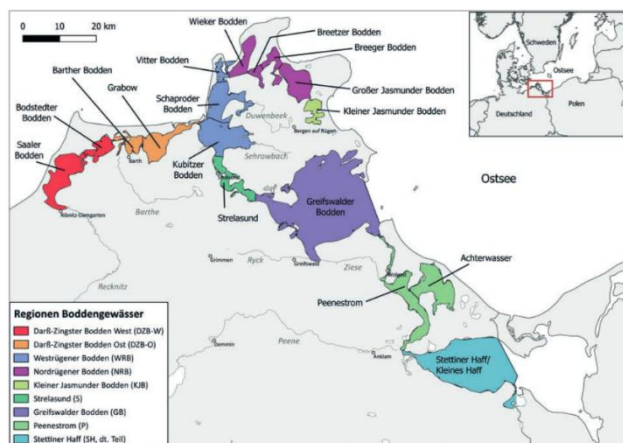


Abbildung 11 Karte/Überblick der Boddengewässer (siehe Anhang VI; Quelle: Arlinghaus et al., 2023)

Was ist ein Bodden?

- Keine wissenschaftlich eindeutige Definition
- Ästuar (Flussmündungen) und Lagunen (Meeresbuchten)
- Bodden: durch Inseln oder Landzungen vom Meer abgetrennte flache Küstengewässer

Wasseraustausch mit der Ostsee

- Ökologische Eigenschaften durch Wasseraustausch mit Ostsee erklärbar
- Boddengewässer durch schmale Verbindungen mit Ostsee verbunden, die Wasseraustausch begrenzen. Breite und Tiefe relevant → weitgehend von Ostsee isolierte Wasserkörper
- Einfluss von Gezeiten in Ostsee gering → Wasseraustausch hauptsächlich durch windgetriebene Strömungen
- Dichteunterschiede: das schwerere, salzhaltige Wasser der Ostsee sinkt unter das leichtere Süßwasser in den Bodden → Schichtung des Wassers → Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser behindert → Wasseraustausch verlangsamt
- Austauschrate zwischen Bodden und Ostsee niedriger als in offenen Küstenbereichen → längere Aufenthaltszeiten des Wassers im Bodden

Greifswalder Boddenrandschwelle:

- untermeerische Rest eines Endmoränenrückens, zwischen Rügen und Usedom
- durchschnittliche Wassertiefe 1,5 - 2,5 m
- Schlüsselposition für den Wasseraustausch zwischen Greifswalder Bodden und Ostsee
- macht Bodden zu einem überwiegend von der Ostsee abgeschlossenen Teilwasserkörper
- ungehinderter Einstrom von Ostseewasser in Bodden nur bei Hochwasser, das im Wesentlichen durch Windverhältnisse hervorgerufen wird
- gekennzeichnet durch ausgedehnte ständig schwach von der Ostsee überspülte Sandbänke mit eingelagerten Riffstrukturen

Charakteristika der Boddengewässer

Was unterscheidet Bodden von Ostsee?

- flacher, geringerer Salzgehalt
- fehlender Seegang
- nährstoffreicher
- andere Artenzusammensetzung

Wassertiefe

- Bodden kommt aus dem Niederdeutschen und bedeutet "Boden" oder "Grund" → flach
- Mittlere Tiefe 2-6 m
- Maximale Tiefe durchschnittlich 10m
- Beispiele aus Tabelle nennen (Max und Min-Werte)

Kennzahl	DZB-W	DZB-O	WRB	NRB	KJB	S	GB	P
mittlere Tiefe (m)	2,0	2,0	1,8	3,5	2,8	3,9	5,8	2,6
max. Tiefe (m)	10,1	16,5	7,6	10,3	5,2	16,0	13,5	16,0

Inwiefern beeinflusst Tiefe die Ökologie?

- Lichtdurchlässigkeit: geringe Tiefe → gute Lichtdurchlässigkeit → Pflanzenwachstum gefördert
- Temperaturschwankungen: Flache Gewässer anfälliger für Temperaturschwankungen → saisonale Veränderungen der Wasserbedingungen
- Nährstoffverteilung: leichtere Verteilung von Nährstoffen im gesamten Gewässer durch Durchmischung
- Sauerstoffgehalt: Durchmischung der Wasserschichten durch Wind und Strömung bei geringer Tiefe effizient → Sauerstoffgehalt des Wassers positiv beeinflusst

Salzgehalt

- Brackwassercharakter: Mischung aus Süß- und Salzwasser

Durch welche Faktoren wird der Salzgehalt in Bodden beeinflusst?

- Beeinflussung des Salzgehaltes
- Süßwassereinflüsse: Flüssen und Bächen, Regenwasser und Grundwasser
- Salzwassereintrag: Periodische Wasserzuströmung aus der Ostsee
- schmale Verbindungen zur Ostsee begrenzen den ständigen Zufluss von Salzwasser
- Verdunstung und Niederschlag: Hohe Verdunstung erhöht Salzgehalt, Niederschlag verringert
- Jahreszeitliche Schwankungen
 - Frühjahr und Herbst führen Flüsse mehr Wasser → Salzgehalt sinkt
 - Im Sommer höhere Verdunstung und geringeren Süßwasserzufuhr → Salzgehalt steigt

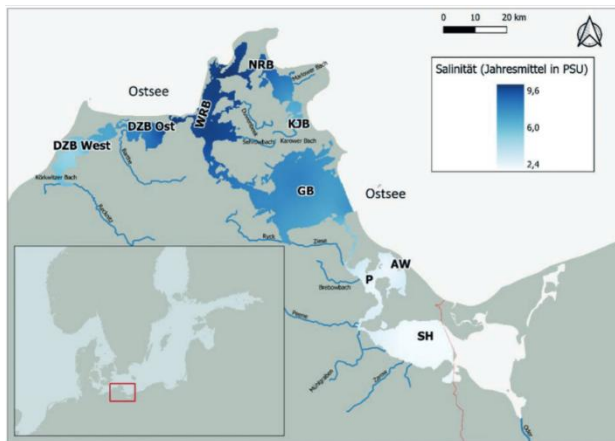


Abbildung 12 Salzgehalt der Boddengewässer (Quelle: Arlinghaus et al. (2023), siehe Anhang und Quellenverzeichnis)

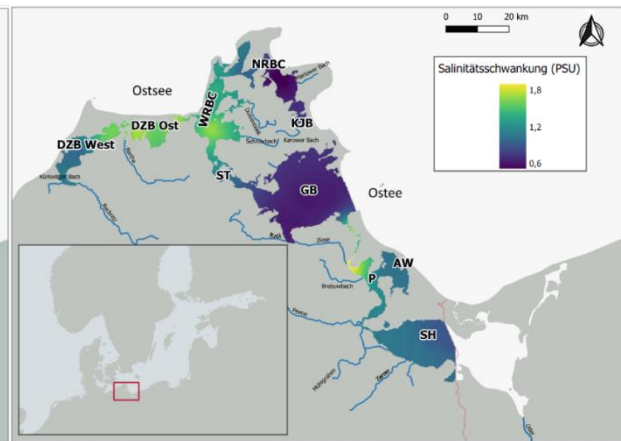


Abbildung 13 Schwankungen im Salzgehalt der Boddengewässer (Quelle: Arlinghaus et al. (2023), siehe Anhang und Quellenverzeichnis)

Erklärung/ Beschreibung der Karte (links):

- Salzgehalte von 2 bis 10 PSU (Practical Salinity Units) bzw. ‰ (Promille)
- 1 PSU ungefähr 1 g/l
- abhängig von Verbindung zur Ostsee und Zuflussmenge an Süßwasser

Erklärung/ Beschreibung der Karte (rechts):

- abhängig von Verbindung zur Ostsee und Zuflussmenge an Süßwasser
- dynamische Schwankungen vor allem in Gebieten mit weit offener Verbindung zur vorgelagerten Ostsee (Westrügen)
- auch innere Küstengewässer mit eingeschränkter Anbindung an Ostsee und begrenztem Süßwasserzufluss (z. B. Ostteil Darß-Zingster Bodden) können wegen sehr geringer Tiefe auf Änderungen der Wetterbedingungen mit extremen Salzgehaltsschwankungen reagieren
- Greifswalder Bodden: dominanter Einfluss der Oder, Boddenrandschwelle

Schätzfrage: Wie ist der Salzgehalt anderer Gewässer im Vergleich (Fluss/See, Ozean, Ostsee)?

- Ozean/Meer: etwa 35 PSU (Practical Salinity Units) bzw. ‰ (Promille)
- Flüsse/Seen: oft unter 0,5 ‰, was nahezu Süßwasser entspricht
- Ostsee: etwa 5-12 ‰

Erklärung/ Beschreibung der Karte

- Salzgradienten in der Ostsee von Südwesten nach Nordosten in Finnland (25 - 2 PSU)
- bei langandauernden Nordwestwinden können große Salzwassermengenaus Nordsee in die Ostsee einströmen
- Entlang des Salzgradienten von Süden nach Norden werden marine Arten nach und nach durch Süßwasserarten ersetzt

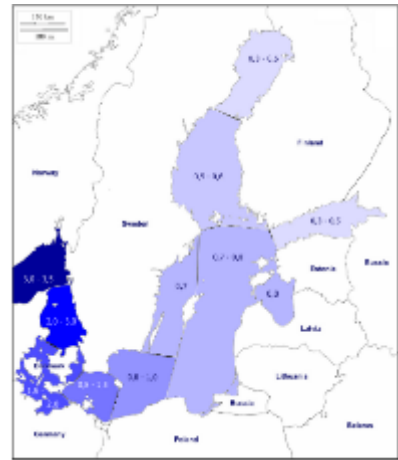


Abbildung 14 Der Salzgradient in der Ostsee

Ökologische Bedeutung:

- Artenvielfalt: spezifische Salzgehalt schafft Lebensräume für einzigartige Mischung aus Süßwasser- und Meerwasserorganismen
- Anpassungsfähigkeit: Bewohner der Boddengewässer müssen flexibel und an die schwankenden Salzgehalte angepasst sein
- Laichgebiete: Wichtige Laichgebiete für Fische wie Hering, die sich an diese speziellen Salzgehaltsbedingungen angepasst haben

Wissensbox: Nährstoffe und Nährstoffeinträge in den Bodden

- Hauptquelle: Zuflüsse von Flüssen und Bächen, die Nährstoffe aus landwirtschaftlichen Flächen, städtischen Abwässern und Industrieabwässern eintragen
- Grundwasser kann Nährstoffe wie Nitrat und Phosphat in die Bodden einbringen, besonders in landwirtschaftlich genutzten Gebieten
- Niederschläge können Stickstoffverbindungen wie Nitrat in die Bodden transportieren
- Aufgrund geringer Tiefe und begrenzten Wasseraustauschs können Nährstoffe in den Bodden stärker angereichert werden
- Typischerweise höhere Konzentrationen an Nährstoffen wie Stickstoff (einschließlich Nitrat) und Phosphor
- saisonale Schwankungen der Nährstoffkonzentrationen: Im Frühjahr und Herbst, wenn Flüsse mehr Wasser führen, steigen Nährstoffgehalte häufig an. Im Sommer kann Verdunstung die Nährstoffkonzentrationen erhöhen, während sie im Winter abnehmen können
- Für Algen und andere Wasserpflanzen sind Stickstoff und Phosphor die wesentlichen Nährstoffe
- Zu hohe Konzentrationen führen zur Eutrophierung → **Algenblüten**: d.h. zu übermäßigem Wachstum von Algen (Phytoplankton)
- Toxische Effekte: Einige Algenarten produzieren Toxine
- Sauerstoffmangel durch vermehrten Abbau organischen Materials durch Mikroorganismen
- Trübung des Wassers: Reduzierte Lichtdurchdringung beeinträchtigt Wachstum von Unterwasserpflanzen

Schätzfrage: Wie tief schätzt ihr heute die Sichttiefe?

Warum unterscheidet sich die Sichttiefe in den einzelnen Boddengewässern?

Erklärung/ Beschreibung der Karte

- charakteristische Unterschiede in Nährstoffgehalt und Trübung: Je isolierter ein Bodden, desto geringer der Wasseraustausch mit der Ostsee und desto stärker akkumulieren Nährstoffe
- Besonders trübe und eutrophierte Bodden: westliche Darß-Zingster Bodden, Kleiner Jasmunder Bodden, Peenestrom, Achterwasser
- Gewässerqualität in den vergangenen Jahrzehnten durch Reduzierung der Stoffeinträge verbessert
- Aufgrund von Nährstoffeinträgen im 20. Jahrhundert (überwiegend durch die Landwirtschaft) jedoch nach wie vor sehr nährstoffreich

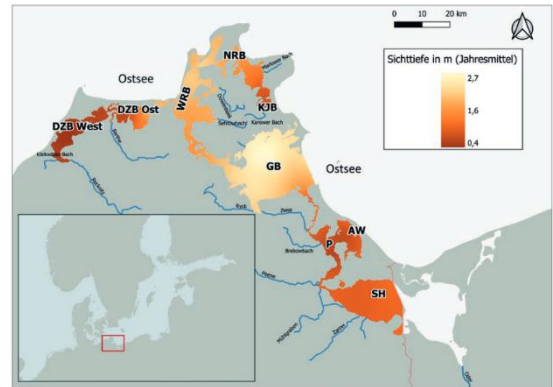


Abbildung 15 Jahresmittel der Sichttiefe in den unterschiedlichen Boddengewässern (Quelle: Arlinghaus et al. (2023), siehe Anhang und Quellenverzeichnis)

Schutz der Boddengewässer

- Boddengewässer sind aufgrund spezieller/einzigartiger Lebensbedingungen bedeutende ökologische Lebensräume mit hoher Biodiversität
- Schutz dieser Gewässer ist essenziell für den Erhalt zahlreicher Tier- und Pflanzenarten sowie der natürlichen Lebensräume

Erklärung/ Beschreibung der Karte **Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft:**

- drittgrößte Nationalpark Deutschlands mit 786 km²
- Ostsee und Boddengewässer machen über 80 % des Nationalparks aus
- zwei große Boddenbereiche: Darß-Zingster Boddenkette & Westrügenschens Bodden

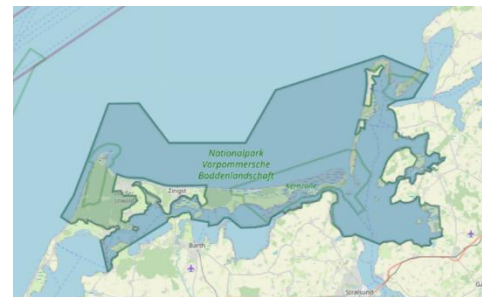


Abbildung 16 Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (Quelle: <https://www.zingst.de/nationalpark-vorpommersche-boddenlandschaft>)

FFH Gebiet "Greifswalder Bodden, Teile des Strelasundes und Nordspitze Usedom":

- FFH-Richtlinie schützt natürliche Lebensräume und wildlebende Arten in Europa durch die Schaffung eines Netzwerks von Schutzgebieten, bekannt als

Natura 2000, das ausgewählte Gebiete umfasst, um die biologische Vielfalt zu erhalten.

- „Greifswalder Bodden, Teile des Strelasundes und Nordspitze Usedom“ ist FFH-Gebiet mit, Fläche von 600 .000 km²

Schritt 2: Messungen (praktischer Teil): (25-20 min)

Aufteilung der Teilnehmenden in zwei Gruppen: Eine Gruppe auf der Backbordseite, eine auf der Steuerbordseite. Die Gruppen sollen auf einem Protokoll die gemessenen Werte notieren. Zunächst wird erklärt wie das Multimessgerät und die Secchi-Scheibe funktionieren und wie gemessen wird.

Beide Gruppen messen alle Parameter. Gruppe 1 startet mit der Secchi-Scheibe, während Gruppe 2 mit dem Multimessgerät die Temperatur und Salinität misst. Die Messungen mit der Secchi-Scheibe wird von mehreren Personen aus der Gruppe gemessen, um die Werte später miteinander zu vergleichen. Es kann auch ein Mittelwert pro Gruppe gebildet werden um dann den Secchi-Wert der beiden Gruppen miteinander zu vergleichen.

1. Messung Wassertiefe mit Lot
2. Messung Salzgehalt und Vergleich mit Karte zum durchschnittlichen Salzgehalt der Boddengewässer (Abb. 13)
3. Messung Sichttiefe mit Secchi-Scheibe



Abbildung 17 Einsatz der Secchischeibe zur Messung der Sichttiefe auf der Hanne Marie, (Foto: Ole Kracht)

Schritt 3: Auswertung und Diskussion

- Vergleichen der Messergebnisse der einzelnen Gruppen und Diskussion von Unterschieden.
- Reflexion: Was bedeuten die Werte für das Ökosystem?
- Verbindung zur nachhaltigen Nutzung von Makroalgen: Wie beeinflussen Umweltbedingungen das Wachstum und die Nutzungsmöglichkeiten?
- Analyse und Vergleich mit Karte

Themenblock 2: Historische und aktuelle Vorkommen von Makrophyten im Greifswalder Bodden

Ziel: Die Teilnehmenden...	- lernen verschiedene Lebensräume unter Wasser kennen - lernen die wichtigsten Unterwasserpflanzen kennen (Seegras, Kamm-Laichkraut, Blasentang, Gabeltang) - verstehen die Auswirkungen der Eutrophierung auf die Boddengewässer (regime shift)
Zeit	30 Min.
Methoden	Vortrag, Schätzfragen, Anschauungsmaterial
Material	- A3 Schau-Karten mit Unterwasser-Lebensräumen - Algenbestimmungskarten (Anhang V) - A3 Schaukarten (1. Historische und aktuelle Verbreitung von Makrophyten im Greifswalder Bodden; 2. Eutrophierung im Greifswalder Bodden und regime shift) (Anhang IV) - Frisches Pflanzenmaterial in Wasser-Plastik-Boxen (z.B. <i>Zostera marina</i>, <i>Fucus vesiculosus</i> (attached), <i>Furcellaria lumbricalis</i> (free-floating), <i>Ulva</i> spp., <i>Stuckenia pectinata</i>)
Möglicher Ort	Schiff

Zusammenfassung:

Während im 1. Block allgemeine Informationen zu wichtigen ökologischen Parametern vermittelt wurde, geht es in diesem Workshop nun um die Verbreitung von Unterwasserpflanzen und welche Rolle Unterwasserpflanzen im Ökosystem spielen. Der Workshop startet mit einer Fragerunde, welche Inhalte die TN bereits zu Unterwasserpflanzen kennen. Danach können sich die TN durch Schaukarten die Lebensräume in den Boddengewässern anschauen. Es folgt ein Vortrag zum historischen und aktuellen Vorkommen von Unterwasserpflanzen in den Boddengewässern. Anhand einer Schau-Karte wird die historische und aktuelle Verbreitung der Makrophyten dargestellt. Es folgt eine Erklärung über die Rolle von Nährstoffen und der Eutrophierung (Regime-Shift im Greifswalder Bodden).

Schritt 1: Einführungsfragen an die TN (ca. 6-8 min)

Der Block startet mit einer Fragerunde an die Teilnehmenden. Die Fragen sollen entweder von den Teilnehmenden beantwortet oder vom Vortragenden ergänzt werden. Falls eine Ergänzung vom Vortragenden stattfindet, sollte die Antwort pro Frage nicht länger als 2 min ausfallen.

- Was sind Makrophyten?
- Welche Rolle erfüllen Makrophyten in den Boddengewässern/Ostsee und warum sind Sie für die Biodiversität wichtig?
- Welche Makrophyten gibt es im Greifswalder Bodden/Ostsee vor Rügen?

Schritt 2: Rundweg mit Stationen der Unterwasserlebensräume im Greifswalder Bodden (ca. 10 min)

Um den TN eine Übersicht über die Unterwasserlebensräume zu geben, werden die laminierten Schaukarten benutzt (siehe Anhang VI). Diese werden am Süll des Schiffes festgeklebt. Nun sollen die TN im Kreis gehen und sich jeweils die verschiedenen Schaukarten und Bilder anschauen (ca. 5 min). Im Nachgang erfolgt eine kurze Besprechung der Schaukarten. Dazu wird von jedem Lebensraum ein Beispieltier genannt und dem jeweiligen Lebensraum zugeordnet.

Für die Besprechung der Schaukarten können folgende Stichpunkte verwendet werden:

Wissensbox: Lebensräume in der Ostsee: Pelagial und Benthos

In der Ostsee lassen sich zwei wichtige Lebensräume unterscheiden: das Freiwasser und den Meeresboden. Beide Bereiche sind eng miteinander verbunden und viele Organismen nutzen im Laufe ihres Lebens beide Lebensräume.

Das Pelagial – das Freiwasser

Das Pelagial bezeichnet den Bereich des freien Wassers über dem Meeresboden. Hier leben Organismen, die im Wasser treiben, schweben oder aktiv schwimmen.

Wichtige Gruppen im Pelagial:

- **Plankton:** Sehr kleine Organismen, die im Wasser schweben oder treiben. Sie können sich zwar etwas bewegen, sind aber hauptsächlich von Strömungen abhängig. Zum Plankton gehören zum Beispiel Algen, Bakterien und viele Tierlarven.
- **Nekton:** Tiere, die aktiv schwimmen können und sich weitgehend unabhängig von Strömungen bewegen. Dazu gehören zum Beispiel viele Fische.

Das Benthos – der Lebensraum am Meeresboden

Das Benthos umfasst den Meeresboden und den Lebensraum direkt darüber und darin. Hier leben Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, die am Boden wachsen, kriechen oder im Sediment eingegraben sind.

Typische Bewohner sind zum Beispiel:

- Muscheln
- Würmer
- Schnecken
- Seegras und andere Unterwasserpflanzen

Verbindung zwischen Freiwasser und Meeresboden

Das Pelagial und das Benthos sind eng miteinander verbunden.

- Viele Bodenbewohner ernähren sich von Plankton, das aus dem Freiwasser absinkt.

- Manche Arten wechseln im Laufe ihres Lebens zwischen beiden Lebensräumen.

Beispiele:

- Die Larven von Muscheln, Seepocken und Vielborstern leben zunächst frei im Wasser. Erst später setzen sie sich am Meeresboden fest.
- Bodenpflanzen wie Seegras geben ihre Samen oder Sporen ins Wasser ab, damit sie sich verbreiten können.
- Der Hering lebt im Freiwasser, legt seine Eier aber an Pflanzen am Meeresboden ab.

Lebensraumbeschreibungen (Anhang VII)

Lebensraum Sand

- Sandlückenfauna: sehr kleine Organismen, die den Raum zwischen den Sandkörnern besiedeln
- Auf der Sandoberfläche: Nordseegarnele (*Crangon crangon*), Grundeln (*Gobiidae*) und Flunder (*Platichys flesus*), Muschelkrebse (*Ostracoda*) und Meeresmilben (*Halacaridae*)
- Benthosarten: Vielborster, Herzmuschel (*Cerastoderma spec.*) und Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*) (Muscheln können bis zu 95 % der Gesamtbiomasse ausmachen)
- Muscheln bilden die Nahrungsgrundlage für Fische und Vögel wie Tauchenten (die aufgrund des geringen Salzgehaltes kleinen Muscheln eignen sich besonders gut als Nahrung)
- Röhrenbauende Organismen: z.B. Borstenwurm *Pygospio elegans*
- An exponierten Standorten im Flachwasser frei von Makrophyten



Abbildung 18 Lebensraum Sand,
Bildquellen: siehe Anhang

Lebensraum Schlick

- Sehr feines anorganisches (Feinsande, Tone, Schluffe, Kalk) und organisches (Detritus = abgestorbene Organismen und die zersetzenden Mikroorganismen) Sediment
- Ca. ab 3-5 Meter Tiefe, weil sich feine Sinkstoffe darüber aufgrund der Wellenbewegung nicht absetzen können



Abbildung 19 Lebensraum Schlick,
Bildquellen siehe Anhang

- In ruhigen Buchten (z.B. Dänische Wiek) beginnen schlickige Sande schon am 1 Meter Tiefe
- Partikelgröße so klein, dass Lückenfauna nicht möglich ist
- Im Greifswalder Bodden gibt es sehr wenige Tiere, die auf reinem Schlick (nur auf schlickigem Sand) überleben können, da sie sich nicht über den Boden bewegen könnten ohne zu versinken
- Im Schlick: Baltische Plattmuschel (*Macoma balthica*), Röhrenbauer, Schlickkrebse (*Corophium volutator*) und die Assel *Cyathura carinata*, sowie Wenigborster (*Oligochaeta*)
- Die invasive Brackwasser-Trogmuschel (*Rangia cuneata*) ist seit 2020 die einigen Jahren Muschelart im schlickreichen Sediment

Lebensraum Kamm-Laichkrautwiese

- Süßwasserpflanze, welche auch im Brackwasser leben kann
- Auf Sand oder schlickigem Sand
- Überwintert im Boden, wächst im Frühjahr bis zu Wasseroberfläche, blüht und fruchtet dort und stirbt im Herbst über dem Boden wieder ab
- Wird begleitet durch Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*), Strand-Salbe (*Ruppia maritima*) anderen Brackwasser-Makrophytenarten
- Bilden Schutz für viele zahlreiche Tierarten
- Wichtige Pflanze für Fischlaich (z.B. Hering, Hecht, Hornhecht)



Abbildung 20 Lebensraum Kamm-Laichkrautwiese, Bildquellen siehe Anhang

Lebensraum Seegraswiese

- wächst auf Sand oder schlickigem Sand
- Im Bodden oft Mischbestände mit anderen Makrophyten
- Bilden Schutz für viele zahlreiche Tierarten
- Wichtiges Laichsubstrat für Fischarten



Abbildung 21 Lebensraum Seegraswiese, Bildquellen siehe Anhang

Lebensraum Riffstrukturen

- Einige Bereiche mit größeren Steinen und Mergelbänken vor Kliffküsten
- Die Grünalgenarten *Enteromorpha* und *Cladophora* haben keine wurzelähnlichen Organe und benötigen Steine als Substrat
- In submersen Bereichen mit mehrjährigen Makroalgen bewachsen (siehe Blasentang und Rotalgen-Lebensraum)
- Wichtige Versteckmöglichkeiten für viele Fischarten und Kleinstlebewesen (z.B. Flohkrebse, Garnelen)



Abbildung 22 Lebensraum Riffstrukturen, Bildquellen siehe Anhang

Lebensraum Blasentang-Bestände

- Eine bis zu 30 cm lange, mehrjährige Braunalge, die in bis zu 10 m Wassertiefe vorkommt
- Die Gasblasen des Blasentangs halten die Pflanze aufrecht und möglichst nah an der Wasseroberfläche. In der südlichen Ostsee gibt es aber auch Bestände ohne Blasen
- Vergleichsweise tolerant gegenüber unterschiedlichen Salzgehalten
- Die festsitzende Art benötigt Steine als Substrat und hat infolge der Steinfischerei große Teile seines Lebensraums verloren. Die Steine wurden beispielsweise für Molen und Buhnen verwendet.
- In Bodden kommen die höchsten Abundanzen zwischen 0-1,5 m, in Ostsee Außenküste oft zwischen 0,5-3m Tiefe vor. In Ostsee vor Rügen nicht tiefer als 4m, wegen zu geringer Lichtdurchlässigkeit
- Mehrjährig und deswegen wichtiges Laichsubstrat für viele Fischarten (z.B. Hering)
- Im Bodden gibt es eine freitreibende Spezialform von *Fucus vesiculosus*, die sich vegetativ vermehrt und in geschützten Buchten und Wieken zu finden ist. Diese Form kommt deswegen auch auf Sandsedimenten vor



Abbildung 23 Lebensraum Blasentang-Bestände, Bildquellen siehe Anhang

Lebensraum Rotalgenzone

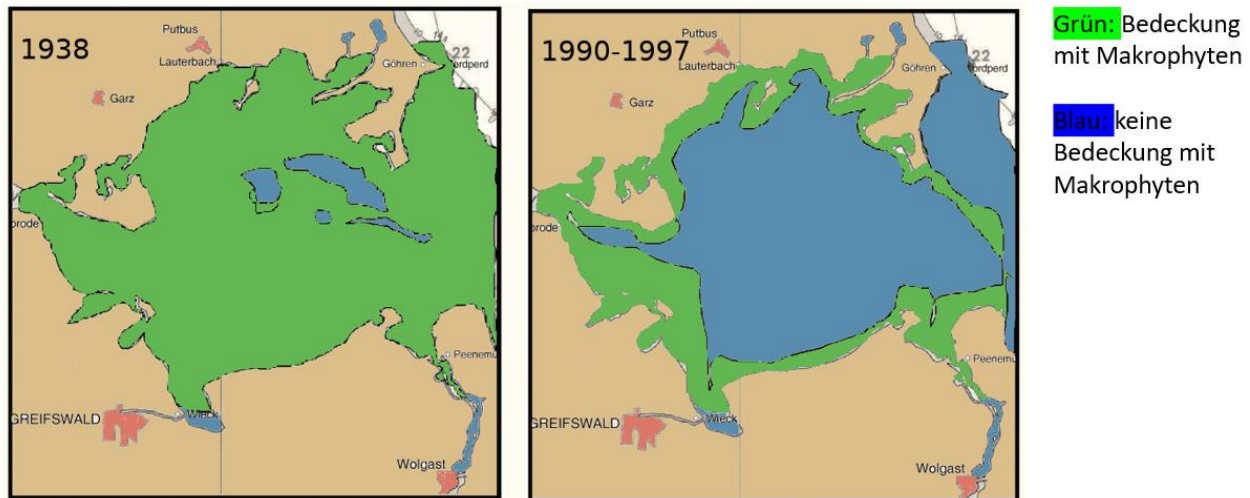
- Kommt in Tiefen vor, in denen die Lichtverhältnisse schon etwas abgenommen haben
- Die Rotalgen ändern die Anteile ihrer photosynthetisch aktiven Pigmente je nach Lichtverhältnissen. Näher der Wasseroberfläche haben sie mehr Chlorophyll (grün) und in tieferen Wassertiefen mehr Phycobiline (rot)
- An der Außenküste an steinigem Untergrund gebunden (einzige bestandsbildende mehrjährige Rotalge ist *Furcellaria lumbricalis*)
- Im Boddengewässer gibt es eine Spezialform von *Furcellaria lumbricalis* die als freitreibender Algenball vorkommt. Diese Makroalge hatte historisch vor 1938 den höchsten Bedeckungsgrad im Greifswalder Bodden.
- Als Begleitarten in der Rotalgenzone kommen neben anderen Arten die einjährige filamentösen Algen *Vertebrata fucoides* und *Ceramium diaphanum* gehäuft vor



Abbildung 24 Lebensraum Rotalgenzone, Bildquellen siehe Anhang

Schritt 3: Vergleich historischer und aktueller Makrophytenvorkommen im Greifswalder Bodden und Erklärung des Regimeshifts (ca. 10 min)

In einem Kurzvortrag und anhand folgender Übersichtskarte wird der historische Makrophytenbewuchs im Greifswalder Bodden erklärt.



Makrophytenbedeckung im Greifswalder Bodden (adaptiert nach Munkes 2005)

Abbildung 25 Makrophytenbedeckung im Greifswalder Bodden

Fragen in die Runde:

- Warum haben die Makrophyten von 1938-1990 so stark abgenommen? (siehe Abbildung 19)

Erklärung der Abbildung:

- Hauptursache für den Rückgang der Unterwasserpflanzen ist die Eutrophierung, also der Eintrag von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor)
- Licht welches für Photosynthese verwendet wird (PAR), gelangt durch die Trübung (mehr Phyto- und Zooplankton durch Nährstoffe) nicht mehr in Wassertiefen tiefer als 4 Meter
- Die Wasserpflanzen in tieferen Regionen gehen zurück
- Höchster Eintrag der Nährstoffe durch Landwirtschaft „Grüne Revolution“, zwischen 1950 und 1990er Jahre
- Nährstoffe verbleiben im Boddensystem und Ostsee und werden z.T. bei Umlagerungen (Stürme) vom Sediment wieder ins Freiwasser re-mobilisiert
- Rückkopplungseffekte stabilisieren dieses eutrophierte System
 - ➔ Für eine tiefergehende Betrachtung dieses Sachverhaltes wird Munkes et al. (2005) empfohlen

Block 3: Monitoring von Unterwasserlebewesen

Ziel: Die Teilnehmenden...	- lernen verschiedene Tier- und Pflanzenarten unter Wasser kennen - können diese Tier- und Pflanzenarten den jeweiligen Lebensräumen zuordnen - lernen Bewertungsverfahren zur Bestimmung des ökologischen Zustandes anhand von Unterwasserpflanzen - verstehen Zusammenhänge im Nahrungsnetz
Zeit	50 Min.
Schritte/Methoden	Vortrag, Schätzfragen, Anschauungsmaterial, eigene Bestimmung von Unterwasserpflanzen und -tieren
Material	• A3 Schau-Karten mit Unterwasser-Lebensräumen • Algenkarten • Bestimmungsliteratur für Unterwasserpflanzen (Empfehlungen siehe Literaturliste) • Frisches Pflanzenmaterial in Wasser-Plastik-Boxen (z.B. <i>Zostera marina</i>, <i>Fucus vesiculosus</i> (attached), <i>Furcellaria lumbricalis</i> (free-floating), <i>Ulva</i> spp., <i>Stuckenia pectinata</i>) • Diverse Weißschalen zum Bestimmen und Auslegen des Pflanzenmaterial • Kleine Glasbecher zum Sortieren diverser Kleinlebewesen • Petrischalen • Lichtmikroskop und Zubehör • Binokular • Lupenbehälter • Diverse Bestimmungsliteratur • Makrophytenrechen • Planktonnetze • Feiner Unterwasserkescher • Van-Ween-Bodengreifer
Möglicher Ort	Strand, Schiff

Gruppenaufteilung

Hier kommen wir zum praktischen und beliebtesten Teil der Ausfahrt unter den TN: nämlich der Probenahme! Die TN teilen sich in drei Gruppen ein (Gruppe 1: Planktonproben, Gruppe 2: Kescher- und Bodengreiferproben, Gruppe 3: Makrophytenproben). Da alle TN zum Teil unterschiedliche Interessengebiete haben, empfiehlt es sich, dass sie sich selbst einer Gruppe zuordnen können. Im Idealfall wird jede Gruppe von einem Teammitglied begleitet.

Damit alle Teilnehmenden verstehen, was sie erwartet, wird empfohlen, zu Beginn der gesamten Gruppe alle Probegeräte vorzustellen. Dabei sollte auch darauf hingewiesen werden, dass alle Probegeräte an der Reling gesichert werden, oder die

Leinen auch immer als Back-Up von einer anderen Person gehalten werden, um die Probegräte nicht zu verlieren. Zudem sollte darauf hingewiesen werden, dass jede Gruppe ein Protokoll darüber anfertigt, welche Arten sie entdeckt hat. Am Ende der Gruppenarbeit stellen die Gruppen einander vor, was sie gefunden haben.

Da TN gerne das Mikroskop nutzen, sollte es etwa 10 Minuten vor Schluss die Möglichkeit geben, frei zwischen den Gruppen zu wechseln. So haben sie auch die Gelegenheit, weitere Arten zu sehen und kennenzulernen. Dieser Block schließt mit einer abschließenden Runde aller Teilnehmenden, in der die jeweiligen Gruppen ihre Ergebnisse den anderen vorstellen.

Gruppe 1: Planktonproben

Mit dem Planktonnetz wird parallel zur Bordwand des Schiffes eine Planktonprobe im Oberflächenwasser genommen. In der Regel reicht im Sommer ein Hol von etwa 10m Länge aus. Gegebenenfalls können auch zwei Hole genommen werden.

Die Planktonproben werden mithilfe eines Lichtmikroskops Unterdeck im Salon des Schiffes mithilfe von Bestimmungsliteratur (siehe Abschnitt IX Sonstige Quellen) bestimmt.

Gruppe 2: Kescher- und Bodengreifer-Proben

Mit einem Van-Ween Bodengreifer werden Makrozoobenthosproben (MZB) im Sediment genommen. Die Proben werden auf eine Weißschale ausgeleert und können somit besser nach MZB durchsucht werden. Weitere Gefäße dienen der Separierung von verschiedenen Artengruppen.

Mit einem feinen Kescher kann außerdem versucht werden, größere Zoobenthosarten (z.B. Quallen, Fischlarven, Garnelen) aus der Wassersäule zu fischen. Dazu muss der Kescherzug recht zügig und schnell erfolgen, um aktiv schwimmende Arten zu keschern. Da dies oft nicht gelingt, gibt es keine gesonderte Keschergruppe, sondern der Kescher ist Bestandteil der Bodengreifer-Gruppe.

Gruppe 3: Makrophytenproben

Mit der Rechenmethode (einer Makrophytenhake) können Proben am Ankerplatz genommen werden. Die meisten Makrophyten befinden sich im Greifswalder Bodden zwischen 1,5-3 m. Falls ein Beiboot bereitsteht werden die Proben deswegen besser im flacheren Tiefen genommen. Falls am Ankerplatz keine Makrophyten mit der Rechenmethode geholt werden können, sollen die TN die Makrophyten bestimmen, welche bereits als Backup-Probe mitgerbacht wurde.

Die Rechenmethode wird auch in der Praxis beim WRRL (Wasserrahmenrichtlinie) Monitoring in den Boddengewässern bei schlechter Sicht durchgeführt.

Vorgehen:

1. Das Gewässer wird in Tiefenstufen unterteilt.
2. In jeder Tiefenstufe werden mindestens drei Rechenfänge durchgeführt.

3. Jeder Fang erfolgt entlang einer 10-m-Strecke.
4. Die Menge der Vegetation wird nicht in Prozent Bedeckung, sondern mit einer semi-quantitativen Schätzskala nach Kohler (1978) bewertet (siehe Abb. 20)

Bewertet werden:

- Gesamtmenge der Vegetation
- Menge der Spermatophyten (Samenpflanzen)
- Menge der Characeen (Armleuchteralgen)
- einzelne bestimmbare Arten bzw. Taxa von Makroalgen

Pflanzenmenge	Beschreibung
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	massenhaft

Abbildung 26: Pflanzenskala nach Köhler (1978)

Die Makrophyten können mithilfe der erstellten Algenkarten oder des Makrophytenatlas Greifswald der Bodden bestimmt werden (siehe Anhang IV Algenkarte bzw. Makrophytenkarten).

- *Für ein optionales Vertiefungsmodul der Makrophytenbestimmung kann die ökologische Wertigkeit anhand des Arteninventars nach der Handlungsanweisung PHYBIBCO durchgeführt werden. Lese dazu die ebengenannte Handlungsanweisung. Die Bewertung ist einfacher als sie zunächst klingt!*

Block 4: Wiederherstellungsmaßnahmen und Reduzierung von Nährstoffen

Ziel: Die Teilnehmenden...	- lernen Wiederherstellungsmaßnahmen unter Wasser kennen - reflektieren Ursachen und Folgen von Nährstoffüberschuss - lernen mögliche Lösungsansätze für die ökologischen Probleme der Ostsee
Zeit	30-40 Min.
Schritte/Methoden	Gruppenarbeit, Präsentation, Plenumsdiskussion
Material	• Stifte, • Papier (A3, oder Flipcharts) • Arbeitsblätter/Flipcharts mit Problemstellungen
Möglicher Ort	Strand, Schiff

Schritt 1: Einführung (ca. 10 Minuten)

Kurze Wiederholung zentraler Probleme der Ostsee, z. B.:

- Zu hohe Nährstoffeinträge aus Landwirtschaft und Abwässern
- Rückgang von Seegraswiesen

Schritt 2: Gruppenarbeit (ca. 20 Minuten)

Die Teilnehmenden werden in Kleingruppen eingeteilt.

Jede Gruppe erhält ein konkretes Problem, zum Beispiel:

- „Es gibt zu viele Nährstoffe in der Ostsee.“
- „Seegraswiesen haben stark abgenommen.“
- „Es kommt häufig zu Algenblüten.“

Aufgabe der Gruppen:

- Ursachen des Problems kurz beschreiben
- Mögliche Folgen für das Ökosystem benennen
- Konkrete Lösungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen entwickeln
- Überlegen, wer an der Umsetzung beteiligt ist (z. B. Politik, Landwirtschaft, Gesellschaft)

Schritt 3: Präsentation im Plenum (ca. 15 Minuten)

Jede Gruppe stellt ihre Ergebnisse kurz vor (ca. 3–5 Minuten pro Gruppe).

Anschließend können Rückfragen gestellt und Gemeinsamkeiten oder Unterschiede diskutiert werden.

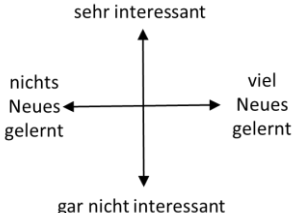
Schritt 4: Gemeinsame Reflexion (ca. 10 Minuten)

- Welche Maßnahmen erscheinen besonders realistisch?
- Welche Herausforderungen gibt es bei der Umsetzung?
- Was kann jede*r Einzelne beitragen?

VII. Abschluss und Evaluation (jedes Alter)

Setzt euch abschließend kurz zusammen. Wähle eine Methode um deine Teilnehmenden nochmal Revue passieren zu lassen.

Methode	Ablauf
Blitzlichtrunde	Abschlussfrage in die Runde, z.B.: - Was hat euch überrascht? - Was fandet ihr besonders interessant? Alle TN werden eingeladen, nacheinander ihre Gedanken zu teilen. Jede:r TN hat für die Antwort eine festgelegte kurze Zeit (z.B. 1-2 Minuten).
5 Finger Feedback 15 min ab 12 Jahren <u>Materialien</u> ▪ 1 Blatt Papier pro TN ▪ Stifte	Die TN legen ihre Hand auf ein Blatt Papier und zeichnen deren Umrisse nach. Anschließend füllen sie jeden Finger wie folgt aus: - Daumen: Das war super! - Zeigefinger: Das werde ich mir bestimmt merken. - Mittelfinger: Das kann noch besser laufen. - Ringfinger: Die Atmosphäre war... - Kleiner Finger: Das hat gefehlt. Anschließend können die Bögen zur anonymen Auswertung eingesammelt werden oder die TN stellen sie in der Runde vor. Alternativ können diese Fragen auch mündlich in der Runde besprochen werden.
Stimmungsbarometer 15 min ab Grundschule <u>Materialien</u> ▪ Draußen: Schnur ▪ Drinnen: Tafel mit Tafelstiften oder Plakat mit Klebepunkten	Du stellst nacheinander Fragen zu denen sich die TN entlang einer in den Boden gezogenen Linie (oder einer ausgelegten Schnur oder Kreppband) positionieren. Mögliche Fragen: - War die Veranstaltung gut und verständlich strukturiert? - Hast du dich in der Gruppe/ der Atmosphäre wohl gefühlt? - Willst du ab jetzt öfter Algen essen? Um die Evaluierung später auszuwerten, sollten hier für jede Frage ein Foto gemacht werden (Zustimmung der TN erfragen!). Alternativ kann derselbe Prozess auf einem Plakat oder Tafel durchgeführt werden. Für jüngere Kinder hilft es an den Enden des Stimmungsstrahls Symbole zu platzieren, zum Beispiel eine strahlende Sonne für Ja/Zustimmung und eine Regenwolke für Nein/Keine Zustimmung.
Positionierungsfeedback 5 - 10 min ab 10 Jahren	Du teilst einen Bereich in ein Koordinatensystem ein (siehe Vorlage). Eine Achse fragt ab wie interessant bzw. langweilig es war, die andere wie viel Neues

<u>Materialien</u> ▪ Draußen: Schnur ▪ Drinnen: Kreppband oder 2 Schnüre, alternativ: Plakat mit Klebepunkten	gelernt wurde. Die TN positionieren sich entsprechend ihrer Meinung zur Veranstaltung. Um die Evaluierung später auszuwerten, sollten hier für jede Frage ein Foto gemacht werden (Zustimmung der TN erfragen!) oder ihr besprecht direkt warum jeder sich einen bestimmten Platz ausgesucht hat. Alternativ kann derselbe Prozess auf einem Plakat oder Tafel durchgeführt werden. 
Feedback-Zielscheibe 10 min ab 10 Jahren <u>Materialien</u> ▪ Flipchartbogen oder Blatt Papier A3 ▪ Stifte oder Klebepunkte	Male auf das Papier eine Zielscheibe. Erkläre, dass jedes Viertel der Zielscheibe für einen Aspekt der Veranstaltung steht: - Inhalt - Methodik - Referent:in - Gruppe Die TN machen in jedem Viertel ein Kreuz (oder alternativ Punkt) um zu markieren, wie gut ihnen die einzelnen Aspekte gefallen haben. Je näher zur Mitte, desto positiver fällt die Rückmeldung aus. Wenn es anonym sein soll, kann der Flipchart-Bogen von den TN abgewandt positioniert werden und jede Person kommt einzeln nach vorne, um ihre Bewertung abzugeben. Wahlweise wird das Ergebnis als Ganzes gemeinsam angeschaut und besprochen oder du nimmst das Blatt zur späteren Auswertung mit. Diese Methode ist eher für drin geeignet.
Kofferreflexion 15 min ab 10 Jahren <u>Materialien</u> ▪ Koffer, Papierkorb, Büroablagefach (oder als Symbole an 3 Körben) ▪ Zettel und Stifte	Die drei Gegenstände werden in die Runde gestellt. Diese symbolisieren folgenden: - Koffer - Das nehme ich mit. Positives. - Papierkorb - Das lasse ich hier. Negatives. - Büroablage - Damit kann ich gerade nichts anfangen. Die TN notieren zu den Kategorien auf Zetteln ihre Beiträge. Entweder lässt du sie in der Runde vorlesen und dann in das entsprechende Behältnis legen oder sie legen sie anonym ab. Alternativ kann auch die Büroablage weggelassen werden. Nimm die Zettel zur späteren Auswertung mit.
Feedbackbogen 10 min ab 12 Jahren <u>Materialien</u> ▪ Feedbackbogen mit Fragen ▪ Stifte	Teile am Ende der Veranstaltung Feedbackbögen aus. Die vorbereiteten Fragen sollten die verschiedenen Aspekte der Veranstaltung abfragen zu denen du Feedback möchtest. Die Methode eignet sich gut um detailliert Aspekte abzufragen und bietet eine gute Grundlage für eine fundierte Auswertung.

VIII. Anhang

Anhang I: Arbeitsblatt „Meeresalgen erforschen“ (Grundschule).....	46
Anhang II: Arbeitsblatt „Gründe dein Algen-Start-Up“ (ab 16 Jahren).....	47
Anhang III: Arbeitsblatt 3: Produktideen sammeln – 635 Methode	48
Anhang IV (1): Karten der Ostsee: Tiefengrade und Salzgehalt.....	49
Anhang IV (2): Karten der Ostsee: Tiefengrade und Salzgehalt.....	50
Anhang V: Sammelkarten zum Ausdrucken – Algen der Ostsee.....	51
Anhang VI (1): Abiotische Faktoren der Boddengewässer	54
Anhang VI (2): Abiotische Faktoren der Boddengewässer	55
Anhang VI (3): Abiotische Faktoren der Boddengewässer	56
Anhang VI (4): Abiotische Faktoren der Boddengewässer	57
Anhang VII: Lebensräume.....	58



Meeresalgen erforschen – Welche Algen haben wir in der Ostsee und wie sehen sie aus?

1. Nimm dir ein Lupenbecher und fülle ihn mit etwas Wasser auf
2. Suche dir ein oder zwei Algen aus, die du dir nun genauer anschaust
3. Findest du deine Alge bei den Sammelkarten oder den Herbarien?

Zeichne: Wie sieht deine Alge im Lupenbecher aus?



Zeichne: Wie sieht deine Alge unter dem Mikroskop aus?



Was fällt dir noch auf? Beschreibe Farbe und Form.

- Welche Farbe hat deine Alge? Rot, Grün oder Braun?
- Welche Formen hat deine Alge? Punkte, Fäden, Zellen wie kleine Kästchen, Fächer, Netz, Luftblasen, Flecken,....

Euer Makroalgen-Startup

Informationen und Inspiration



Aufgabenstellung

In dieser Aufgabe entwickelt ihr ein eigenes Start-Up, das auf Makroalgen basiert. Nutzt dabei die Informationen aus dem Vortrag und recherchiert im Internet. Alles, was ihr für die Ausarbeitung eurer Idee braucht, findet ihr auf dieser Seite.

Am Ende der Zeit hat jede Gruppe kurz Zeit, ihr Start-Up vorzustellen! Die Präsentationen werden im Anschluss von den anderen Gruppen bewertet.

Was macht ein Start-Up aus?

Ein Start-up ist ein junges Unternehmen mit einer neuen, kreativen oder besonders nachhaltigen Idee. Typische Merkmale:

- Innovative Idee / Ein neues Konzept
 - Ein Problem, das gelöst wird
 - Eine klar definierte Zielgruppe
 - Umsetzungsstrategie
 - Wirtschaftlichkeit
- Ein einprägsamer Name und ein einfaches Logo

Leitfragen für eure Idee

1. Welche Alge wollt ihr nutzen?
2. Welches Produkt oder welche Dienstleistung wollt ihr entwickeln?
3. Welches Problem löst eure Idee?
4. Wer ist eure Zielgruppe?
5. Wie setzt ihr eure Idee konkret um?
6. Was benötigt ihr dafür?
7. Wie könnte sich eure Idee lohnen?
8. Welche Herausforderungen könnten auftreten?

Das hier sind Beispielfragen als Hilfestellung. Ihr könnt in der Kürze der Zeit nicht alle genau beantworten.

Kleine Inspiration

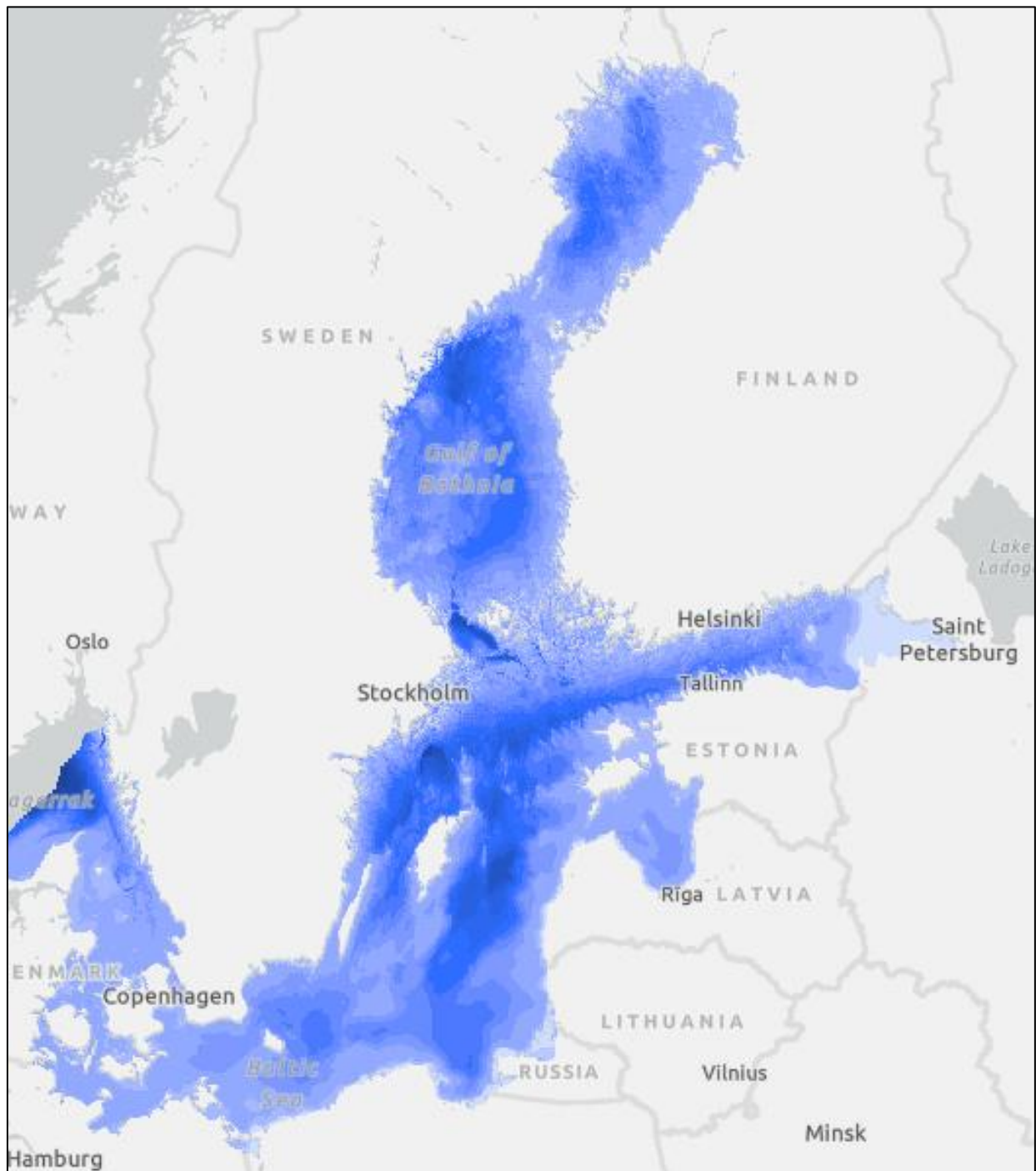
Euer Start-Up könnte in einem der folgenden Bereiche aktiv sein:

- Bioplastik
- Algen als Lebensmittel
- Kosmetik & Pflegeprodukte
- Pharma & Biotechnologie
- Landwirtschaft & Gartenbau
 - Bildung & Tourismus
- Umwelt- und Küstenschutz
- Regionale Wertschöpfung

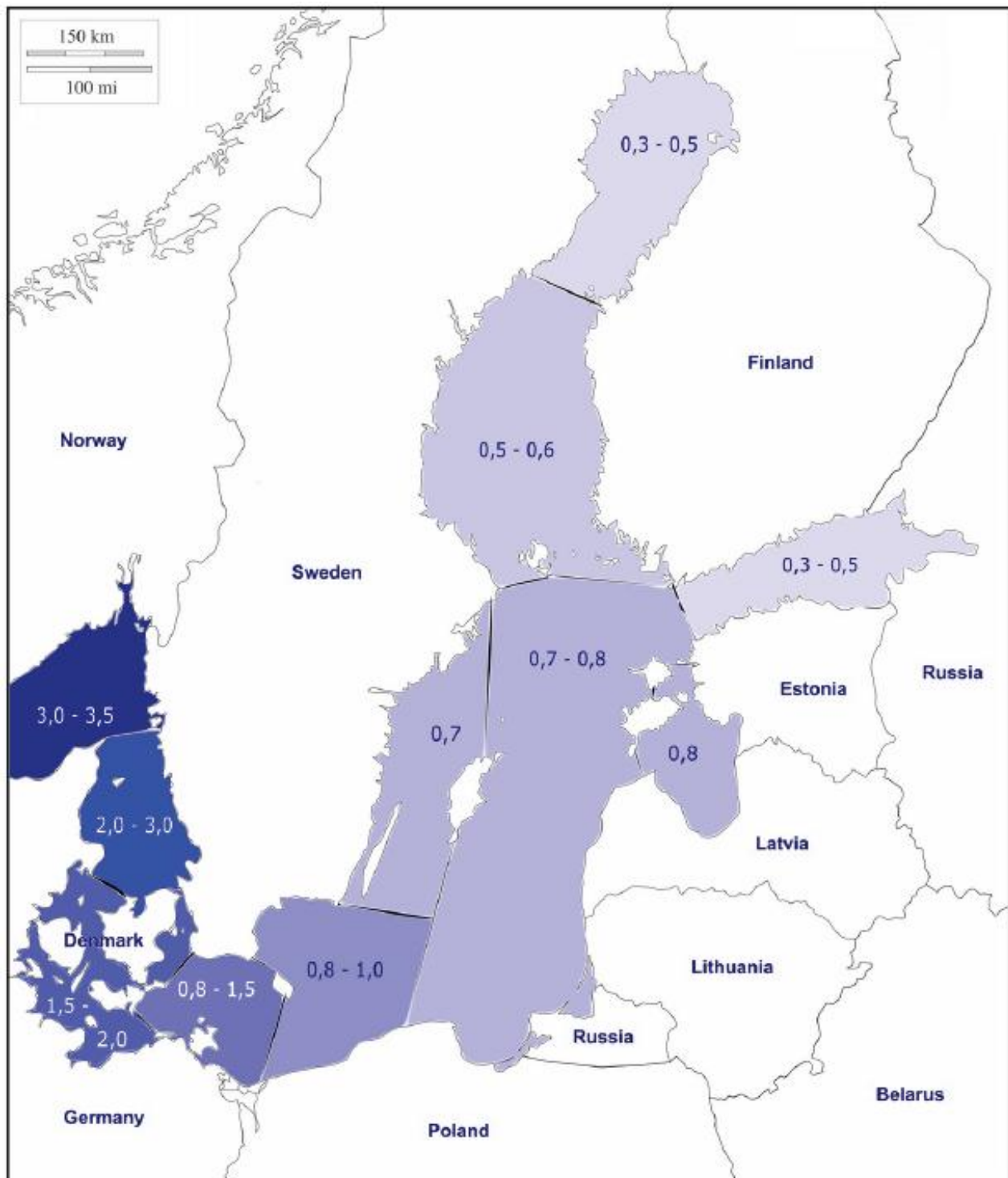
- 1. Für welche konkreten PRODUKTE im Lebensmittelbereich wäre ein Einsatz von Makroalgen aus der Ostsee denkbar?
- 2. Welche Eigenschaften sollten diese Produkte haben?

Name	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6
1. Vorschlag						
2. Vorschlag						
3. Vorschlag						

Karte der Ostsee zur Topografie (Tiefengrade) (HELCOM Daten)



Karte der Ostsee zur Salinität/ Salzgehalt (HELCOM Daten)



Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Blutroter Meerampfer

Delesseria sanguinea



Rotalge
Größe bis 25 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Algen, Muscheln

Salzgehalt > 8 ‰

Wassertiefe 4 - 25 m

Temperatur 0 - 20°C

© Gerd Niedzwiedz

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

1

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Roter Horntang

Ceramium virgatum



Rotalge
Größe bis 30 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Algen, Muscheln

Salzgehalt > 3 ‰

Wassertiefe bis 10 m

Temperatur 12 - 28 °C

(cc-by-sa 3.0) Gerd Röder

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

2

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Gabeltang

Furcellaria lumbricalis



Rotalge
Größe bis 25 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Kies, Muscheln, freischwimmend

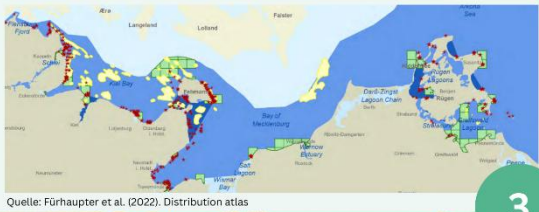
Salzgehalt > 5 ‰

Wassertiefe 3 - 25 m

Temperatur 0 - 20°C

(cc-by-sa 3.0) Michael Rzanny

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

3

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Gemeine Meersaite

Chorda filum



Braunalge
Größe bis 8 m

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Pflanzen, Muscheln

Salzgehalt > 5 ‰

Wassertiefe 0,5 - 15 m

Temperatur am liebsten ca. 12°C

(cc-by-sa 3.0) Irene Poerschke

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

4

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Blasentang *Fucus vesiculosus*



Braunalge
Größe 10 - 30 cm

UMWELTBEDINGUNGEN
wächst auf Steinen, Muscheln, Kunststoff, Holz, freischwimmend
Salzgehalt > 5 ‰
Wassertiefe 0,5 - 10 m
Temperatur am liebsten ca. 12°C

(cc-by-sa 2.5) Stemonitis

VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

5

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Sägetang *Fucus serratus*



Braunalge
Größe bis 30 cm

UMWELTBEDINGUNGEN
wächst auf Steine, Muscheln, Kunststoff
Salzgehalt > 8 ‰
Wassertiefe 0,5 - 15 m
Temperatur am liebsten ca. 12°C

© Anna Dietrich

VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

6

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Knorpeltang o. Irisch Moos *Chondrus crispus*



Rotalge
Größe bis 20 cm

UMWELTBEDINGUNGEN
wächst auf Steinen, Muscheln
Salzgehalt > 15 ‰
Wassertiefe < 3 m
Temperatur am liebsten ca. 12°C

(cc-by-sa 3.0) Claudia Thorenmeier

VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

7

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Pinselalge *Cladophora* spp.



Grünalge
Größe bis 25 cm

UMWELTBEDINGUNGEN
wächst auf Steine, Algen, Muscheln
Salzgehalt > 0 ‰
Wassertiefe bis 3 m
Temperatur am liebsten ca. 12°C

(cc-by-sa 3.0) Gabriele Kothe-Heinrich

VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

8

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Gewöhnlicher Meersalat *Ulva spp.*



Grünalge

Größe meist 10 - 30 cm
bis 1m möglich

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Holz,
Algen

Salzgehalt > 8 ‰

Wassertiefe bis 2 m

Temperatur 10 bis 26 °C

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

9

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Echter Darmtang *Ulva intestinalis*



Grünalge

Größe bis 50 cm,
meist 10 - 30 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Algen
Muscheln

Salzgehalt > 0,5 ‰

Wassertiefe bis 1 m

Temperatur am liebsten
17 - 19 °C

>>> VERBREITUNG

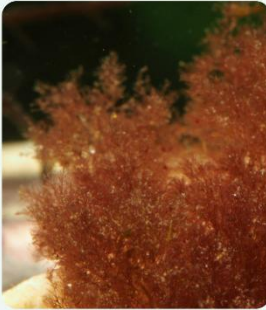


Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

10

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Fadenbüschelalge *Polysiphonia stricta*



Rotalge

Größe bis 25 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf Steinen, Algen,
Muscheln

Salzgehalt > 8 ‰

Wassertiefe 2 - 18 m

Temperatur am liebsten ca.
12 °C

>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

11

Alles Alge **ALGEN GRÜN** ALGEN der OSTSEE

Gewöhnliches Seegrass *Zostera marina*



**KEINE ALGE, sondern
Samenpflanze**

Größe 30 - 100 cm

>>> UMWELTBEDINGUNGEN

wächst auf sandigem
Meeresboden

Salzgehalt > 0,4 ‰

Wassertiefe bis 10 m

Temperatur < 23 °C

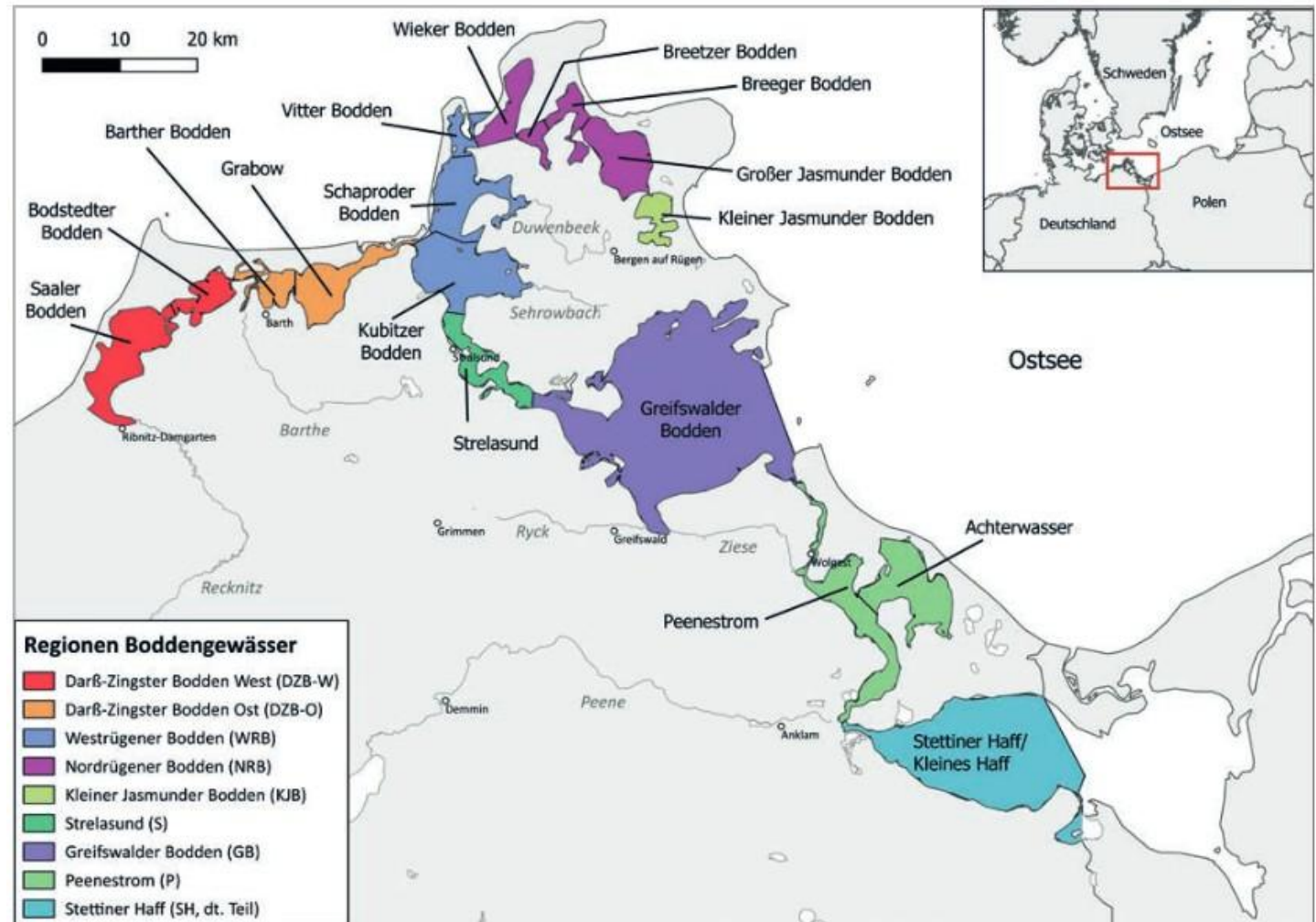
>>> VERBREITUNG



Quelle: Fürhaupter et al. (2022). Distribution atlas

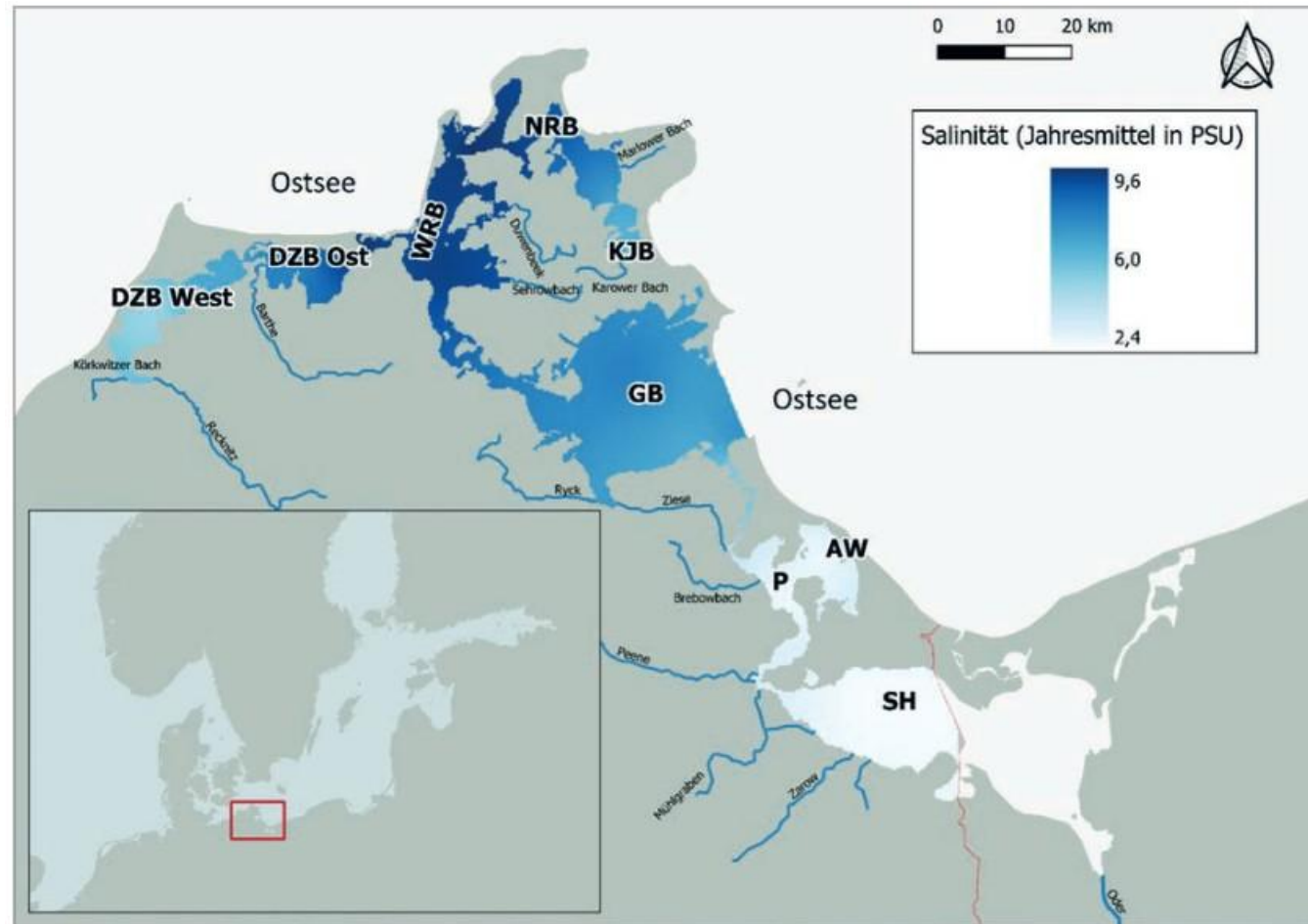
12

Abbildung 12:
Karte/Überblick der
Boddengewässer



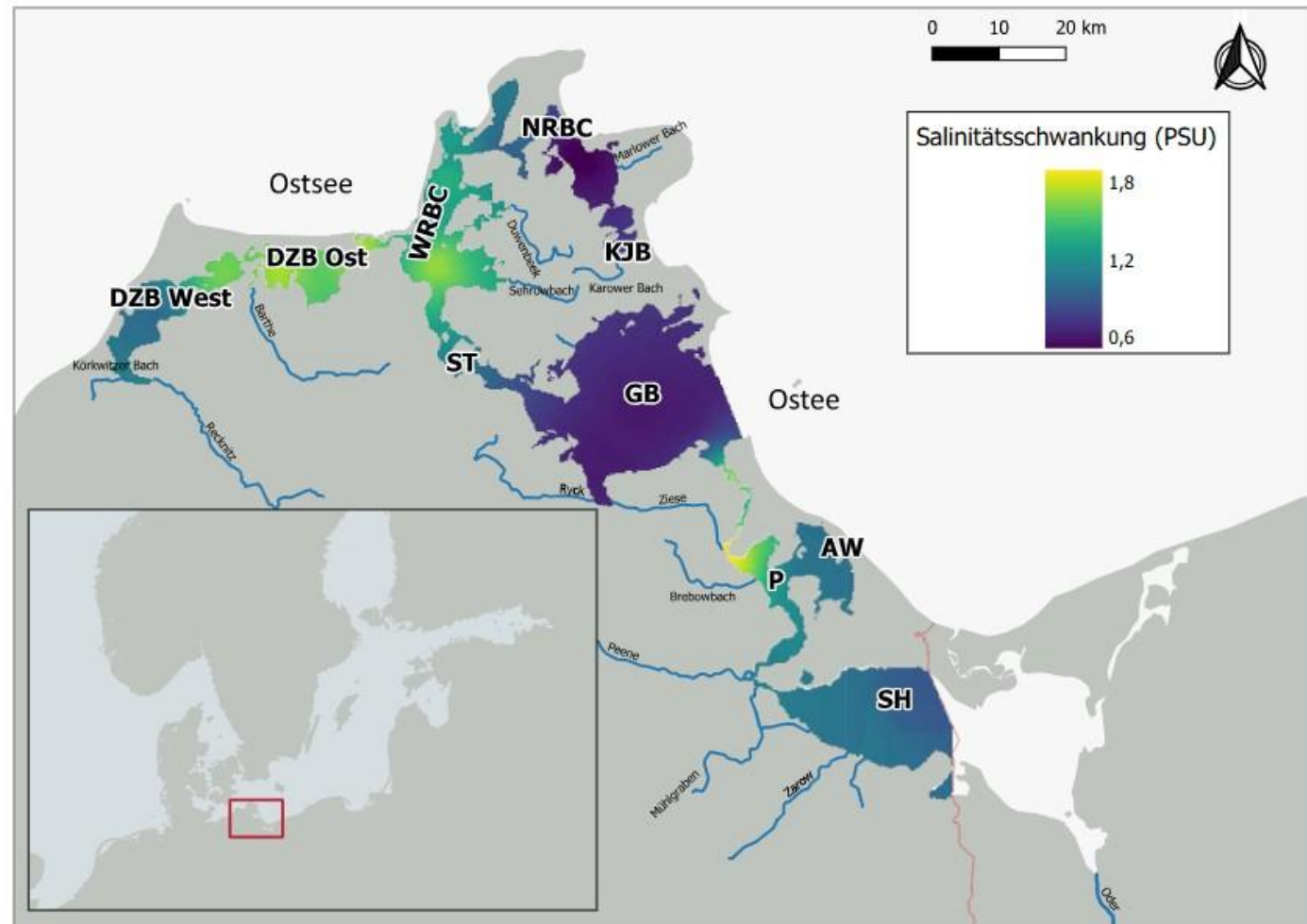
Bildquelle: Niessner, D., Rittweg, T., Schubert, H.; Roser, P.; Arlinghaus, R. (2023): Die Bodden-ein produktiver Extremlebensraum. Berichte des IGB, S. 27 Abb. 1.1

Abbildung 13:
Salzgehalt der
Boddengewässer



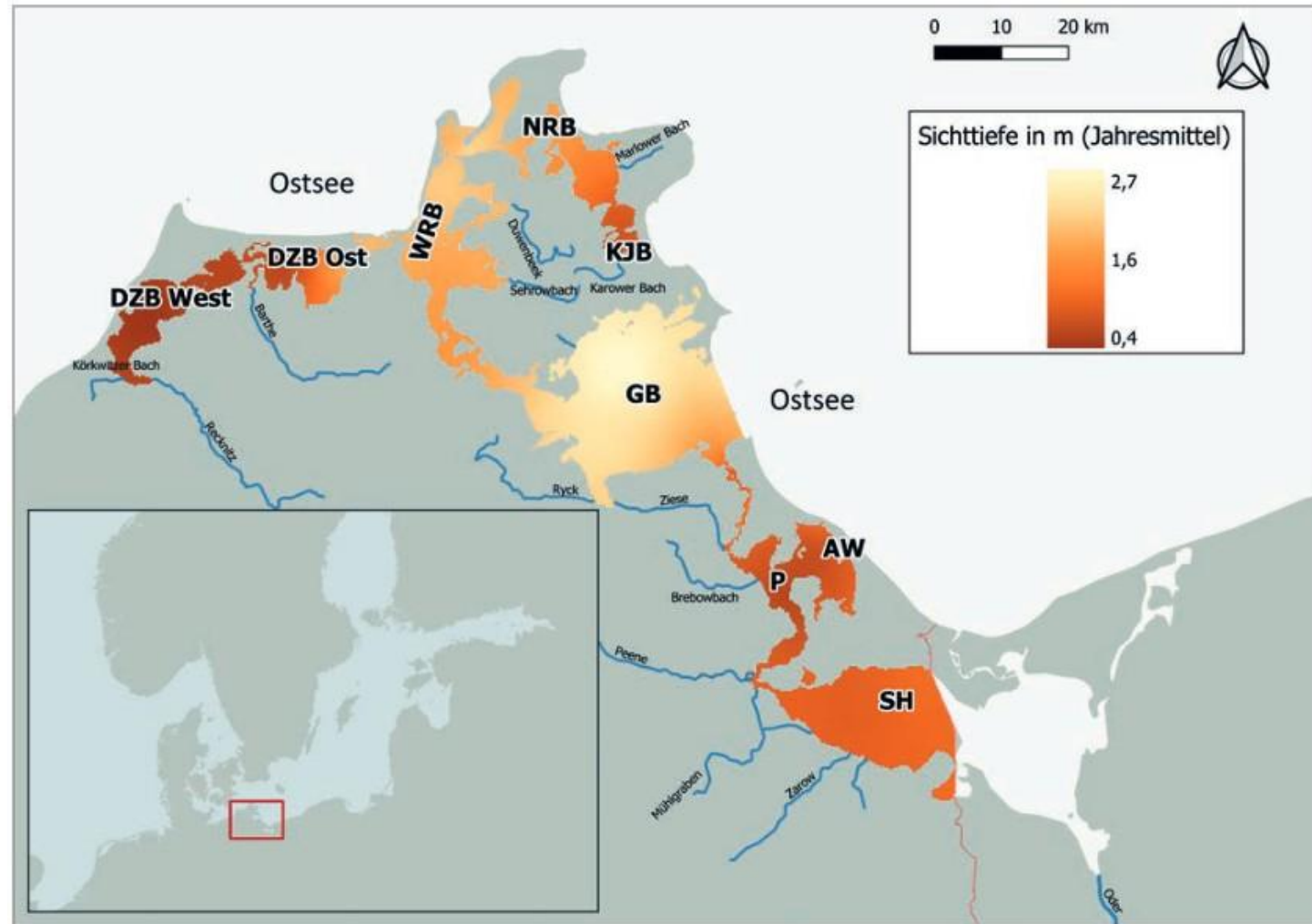
Bildquelle: Niessner, D., Rittweg, T., Schubert, H.; Roser, P.; Arlinghaus, R. (2023): Die Bodden-ein produktiver Extremlbensraum. Berichte des IGB, S. 30 Abb. 1.6 (Datenquelle: LUNG MV)

Abbildung 14:
Schwankungen im
Salzgehalt der
Boddengewässer



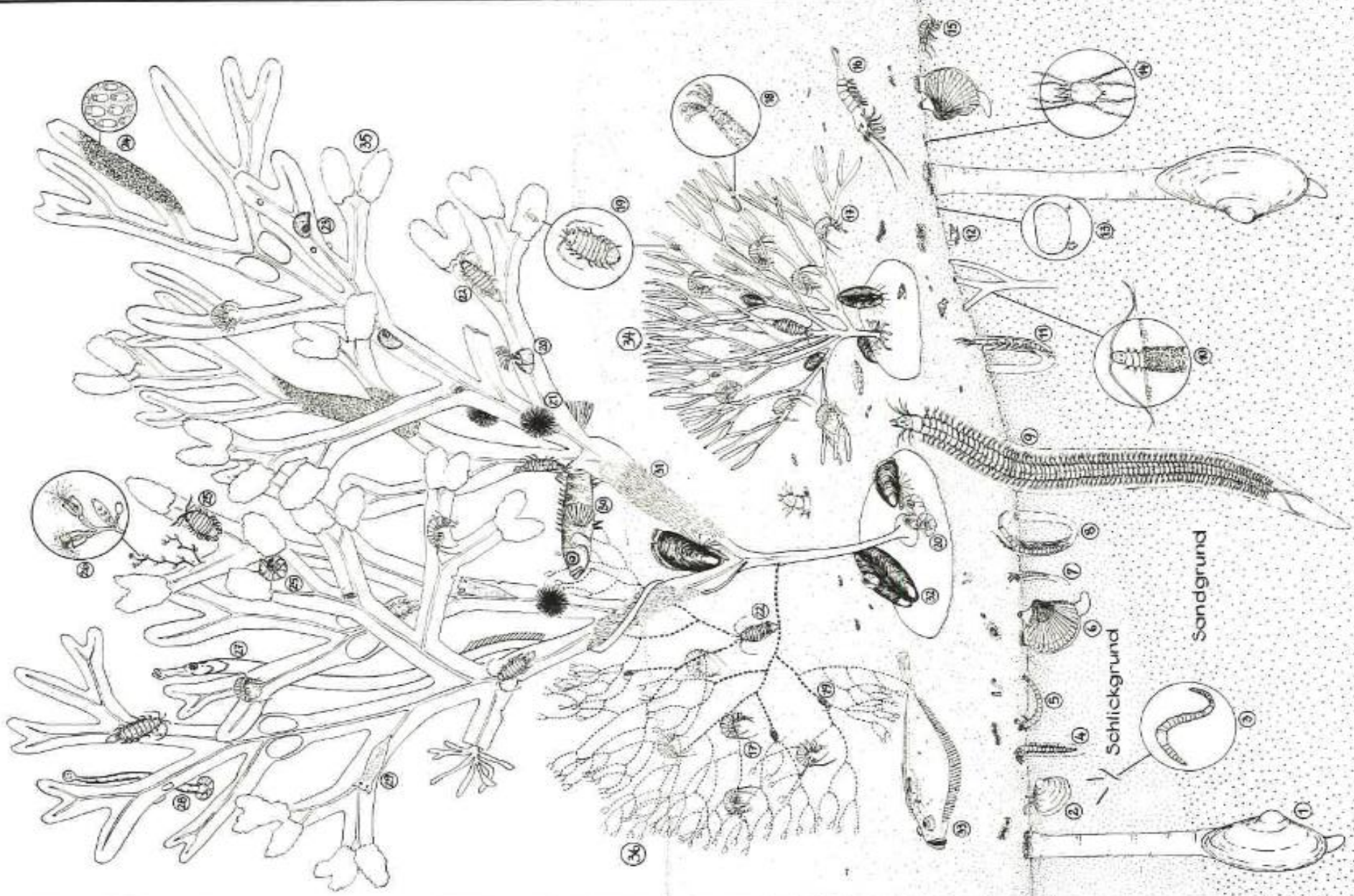
Bildquelle: Niessner, D., Rittweg, T., Schubert, H.; Roser, P.; Arlinghaus, R. (2023): Die Bodden – ein produktiver Extremlebensraum. Berichte des IGB, S. 32 Abb. 1.8 (Datenquelle: LUNG MV)

Abbildung 16:
Schwankungen im
Salzgehalt der
Boddengewässer



Bildquelle: Niessner, D., Rittweg, T., Schubert, H.; Roser, P.; Arlinghaus, R. (2023): Die Bodden-ein produktiver Extremlebensraum. Berichte des IGB, S. 33 Abb. 1.10 (Datenquelle: LUNG MV)

- 1 *Mya arenaria*
Sandkalmuschel
- 2 *Macoma balthica*
Baltische Plattmuschel
- 3 *Oligochaeta*
Wenigborster
- 4 *Sirebospio strabus*
Vielborster
- 5 Chironomiden
Zuckmücken-Larve
- 6 *Cerastoderma spec.*
Herzmuschel
- 7 *Alkmaria romijni*
Vielborster
- 8 *Corophium volutator*
Schlickkrebbschen
- 9 *Nereis diversicolor*
Meeresringelwurm
- 10 *Pygospio elegans*
Vielborster
- 11 *Cyathura carinata*
Aseel
- 12 *Hydrobia spec.*
Wasserschnecke
- 13 *Ostracoda*
Muschelkrebbschen
- 14 *Halacaridae*
Meeresmilbe
- 15 *Bathyporeia pilosa*
Flohkrebs
- 16 *Crangon crangon*
Nordseegarnele
- 17 *Gammarus spec.*
Flohkrebs
- 18 *Fabricia sabella*
Vielborster
- 19 *Jaera abronis*
Aseel
- 20 *Balanus improvisus*
Seepocke
- 21 *Echiaster lucicola*
Braunalge
- 22 *Idolea viridis*
Aseel
- 23 *Theodoxus fluviatilis*
Schnecke
- 24 *Membranipora crustulenta*
Moostierchen
- 25 *Sphaeroma hookeri*
Kugelschild
- 26 *Laomedea flexuosa*
Hydropolyd
- 27 *Nereophis ophidion*
Kleine Schlangennade
- 28 *Pisicola geometra*
Fischegel
- 29 *Dendrocoelum lacteum*
Planarie
- 30 *Pungitius pungitius*
Neunstacheliger Stachelhäuter
- 31 *Ammonia*
Ammoniten
- 32 *Mytilus edulis*
Miesmuschel
- 33 *Pallichthys flesus*
Flunder
- 34 *Furcellaria fastigiata*
Gabeltang
- 35 *Fucus vesiculosus*
Blasentang
- 36 *Ceramium diaphanum*
Hosalg



Bildquelle: Meer und Museum, Band 5, Der Greifswalder Bodden, Schriftenreihe des Meeresmuseums Stralsund, 1989

Lebensraum Sand

Sandklaffmuschel (*Mya arnaria*)

© Rick McCaskill
(inaturalist.org)



© Chris Isaacs
(inaturalist.org)

Ostseegarnele (*Palaemon adspersus*)

© Laura Romer Hansen (inaturalist.org)

©Amber Carter

Lebensraum Schlick



© Jason Hehir



© Chris Isaacs



© Fabio Moretzsohn

Lebensraum Kliff und Riff (Flachwasser)



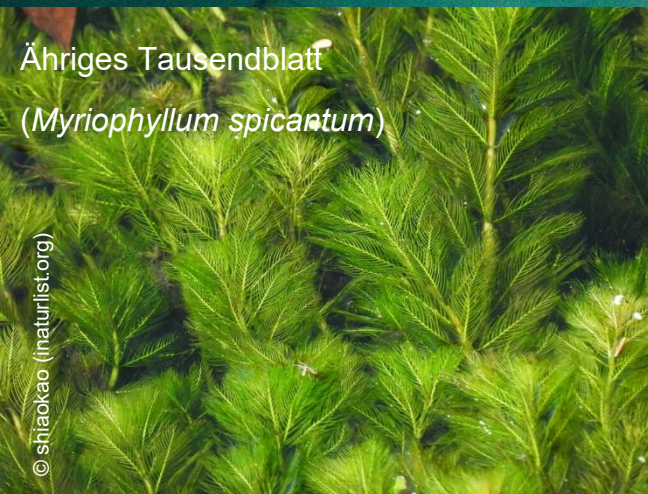
Darmtang (*Ulva intestinalis*)

©Amber Carter

© Esther Robbe

Lebensraum Kamm-Laichkrautwiese (*Potamogeton pectinatus*)

hier mit Fadenalge (*Cladophora*) überwachsen



Lebensraum Seegraswiesen (Zostera)



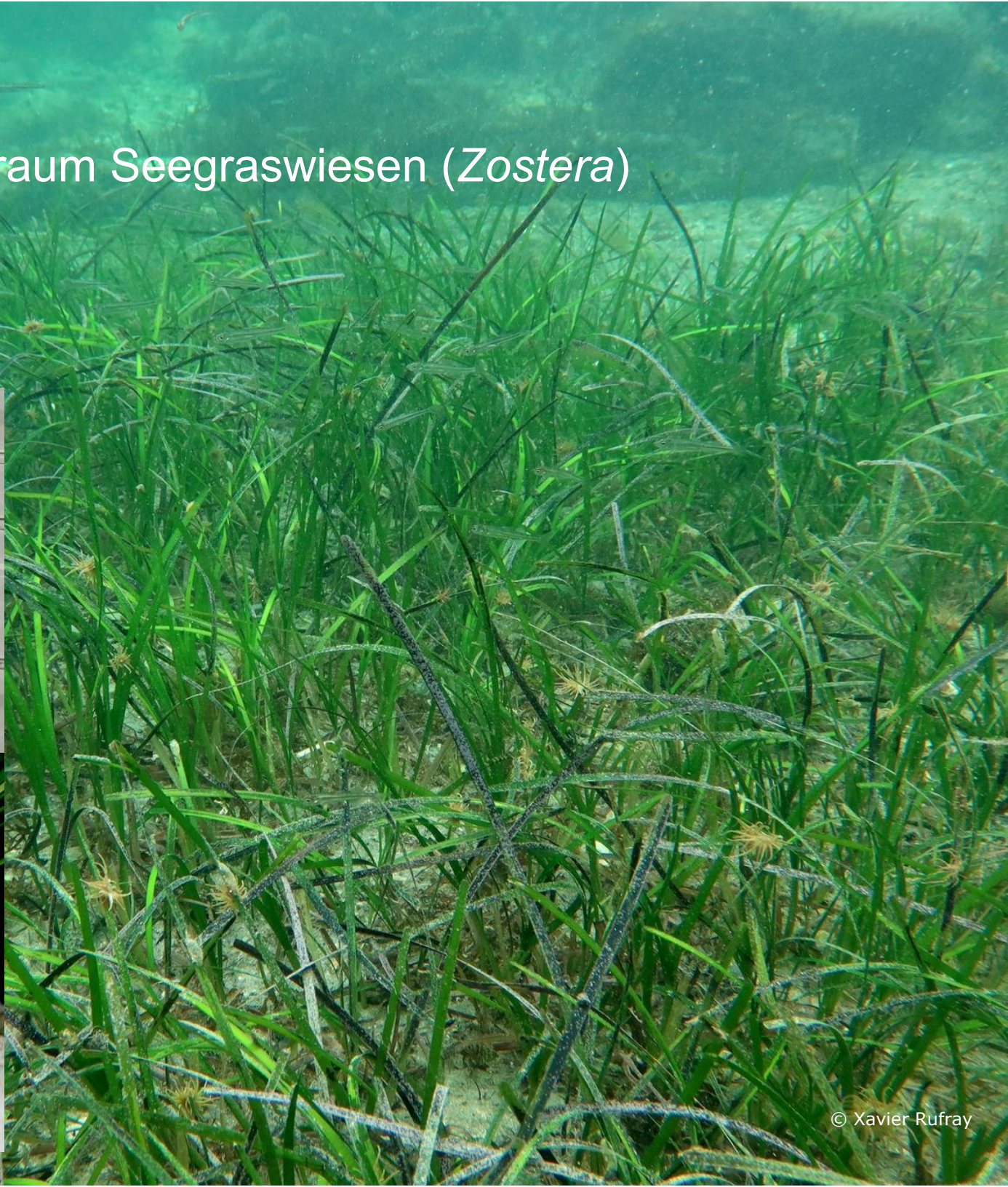
Hornhecht (*Belone belone*) gefangen von einem Kormoran (*Phalacrocorax carbo*)

© Dmitry Ivanov



Kleine Schlangennadel (*Nerophis ophidion*)

© Chris Isaacs



© Xavier Rufray

Lebensraum Blasentang (*Fucus vesiculosus*)

© hollyyoung

Ostsee-Hering (*Clupea harengus* ssp. *membras*)



© arkady3008

Laich von Hering (*Clupea harengus*) auf Sägetang (*Fucus serratus*)



© jacobburbank (inaturalist.org)

© Jean Roger

Lebensraum Rotalgen-Zonen (*Furcellaria lumbricalis*)



IX. Quellenverzeichnis

Weitere Materialien und Links:

Rezepte:

AlgenGrün (2025). Meeresalgen in der Küche. Rezepte für eine nachhaltige Ernährung. Link: <https://www.alles-alge.de/veroeffentlichungen/>

Mystery-Game:

Das Algen-Mystery (2025). Wie Makroalgen einen Beitrag zum Schutz und zur Erholung der Ostsee leisten können. Text: Felix Klimm, Illustrationen: Leonie Arndt; Creative Commons Lizenz CC BY 4.0; Link zu allen Materialien: <https://biooekonomie.uni-greifswald.de/mysterys/>

Empfohlene Bestimmungsliteratur:

- Janke, K. & Kremer, B. P. (2006). Düne, Strand und Wattenmeer. Tiere und Pflanzen unserer Küsten. Stuttgart: Kosmos.
- Jonas, P. (1997). Unterwasser-Welt Ostsee. Fische, Wirbellose, Pflanzen. Hamburg: Jahr Verlag (Edition tauchen).
- Kraberg, A., Baumann, M. & Dürselen, C.-D. (2010). Coastal Phytoplankton – Photo Guide for Northern European Seas. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Larink, O. & Westheide, W. (2011). Coastal Plankton – Photo Guide for European Seas (2. Aufl.). München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Landesamt für Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (Hrsg.). (2011). Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 1: Bestimmungsschlüssel. Fachbeiträge des LUGV, Heft 119.
- Nielsen, R., Lundsteen, S. & Brodie, J. (2022). Seaweeds of Denmark. Volume 1: Red Algae (Rhodophyta). Scientia Danica, Series B, Biologica, Vol. 10. Copenhagen: Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Nielsen, R., Lundsteen, S. & Brodie, J. (2022). Seaweeds of Denmark. Volume 2: Brown algae (Phaeophyceae) and Green algae (Chlorophyta) Scientia Danica, Series B, Biologica, Vol. 10. Copenhagen: Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Quedens, G. (1988). Strand und Wattenmeer. Tiere und Pflanzen an Nord- und Ostsee. Ein Biotopführer, München: BLV Buchverlag
- Streble, H. & Krauter, D. (2018). Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers – Ein Bestimmungsbuch (überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Kosmos.

Sonstige Quellen:

Verbreitungskarten der Bestimmungskarten „Algen der Ostsee“

Fürhaupter, K.; Berg, T.; Meyer, T. & Schilling, P. (2022) Distribution atlas of submerged macrophytes along the German Baltic Sea coastline, Koeltz Botanical Books, 407 p.

Karten zu abiotischen Faktoren der Boddengewässer (Anhang VI, Abb. 12 16)

Arlinghaus, R., Braun, M.; Dhellemmes, F., Ehrlich, E., Feldhege, F. H., Koemle, D., Niessner, D. Palder, J. Radinger, Riepe, C., Roser, P. Rittweg, T., Winkler, H. (2023): BODDENHECHT – Ökologie, Nutzung und Schutz von Hechten in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Berichte des IGB, Band 33, 796 Seiten.

Karte zum Bedeckungsgrad der Makrophyten im Greifswalder Bodden (Abb. 19) modifiziert aus

Munkes, Britta (2005): Eutrophication, phase shift, the delay and the potential return in the Greifswalder Bodden, Baltic Sea. In: *Aquat. Sci.* 67 (3), S. 372–381. DOI: 10.1007/s00027-005-0761-x.

Pflanzenskala für Makrophytenproben

Kohler, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. In: *Landschaft und Stadt, Beiträge zur Landespflege und Landesentwicklung*, 10. Jahrgang, Ausgabe 2. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. S. 73–85.

Lebensraum Skizze Greifswalder Bodden (S. 58)

Meer und Museum (Band 5): Der Greifswalder Bodden, Schriftenreihe des Meeresmuseums Stralsund Museum für Meereskunde und Fischerei der DDR, Jahr 1989, Abbildung auf S.51