

# Mensch und Meer

Ein anwendungsorientiertes Handbuch für die  
Umweltbildung an und auf der Ostsee



Ein Projekt von Hohe Tied e.V. – Umweltgruppe für Nord- und Ostsee –  
mit Unterstützung der Lighthouse Foundation



Hohe Tied e.V. ist eine kleine Gruppe von ehrenamtlich tätigen Menschen, die es sich zum Ziel gesetzt haben, die Situation der Ostsee in das Bewusstsein der Bevölkerung zu rücken. Darum haben wir unseren Schwerpunkt auf die Umweltbildung gelegt. Nach den Leitlinien der Bildung für nachhaltige Entwicklung führen wir Strandwanderungen, meereskundliche Ausfahrten und mehr durch, um eine direkte Begegnung mit der Ostsee zu ermöglichen.



## Impressum

1. Auflage, Februar 2008, 2. Auflage Februar 2012

Herausgeber: Hohe Tied e.V.  
Flensburger Str. 46  
24106 Kiel  
[www.hohe-tied.de](http://www.hohe-tied.de)  
[info@hohe-tied.de](mailto:info@hohe-tied.de)

Konzeption und Text: Anne Wagner, Björn Steinborn und Nicole Langhanki  
unter der Mitarbeit der Mitglieder von Hohe Tied e.V.  
Layout: Anne Wagner, Nicole Langhanki  
Layout und Bildgestaltung: Bettina Winter, inter-nutz, [www.inter-nutz.de](http://www.inter-nutz.de)

Copyright by Hohe Tied e.V.

### Vervielfältigung

Die Vervielfältigung, auch von Teilen dieses Konzeptes, ist zur Durchführung von nichtkommerziellen Umweltbildungsmaßnahmen gestattet. Jeder andere Gebrauch bedarf der schriftlichen Zustimmung durch Hohe Tied e.V.

### Abbildungsnachweise

Soweit es in der Abbildungsbeschriftung nicht anders angegeben ist, sind die verwendeten Abbildungen Eigentum von Hohe Tied e.V.

### Danksagung

Wir danken allen, die uns bei der Erstellung dieses Konzeptes unterstützt haben, ganz besonders:

- der Lighthouse Foundation, die durch die finanzielle Unterstützung dieses Projekt erst ermöglicht hat und uns mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat,
- Bettina Winter, die uns bei allen möglichen und unmöglichen Layout-Aufgaben und -Problemen geholfen hat und von der wir einige Abbildungen erhalten haben,
- Wolfgang Günther, Christian Günther und Anna Bockelmann, die uns vertrauensvoll ihre für uns interessanten Materialien überlassen haben,
- Agnieszka Stapel, die uns während ihres FÖJs vielfältig unterstützt hat,
- Herrn Professor Sievert Lorenzen für die kritische Durchsicht dieses Werkes.

Um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten, benutzen wir nur die männlichen Personenformen.

## Vorwort

Das vorliegende Handbuch basiert auf den Erfahrungen, die der Verein Hohe Tied auf seinen ökologischen Segeltörns und anderen Umweltbildungsveranstaltungen gesammelt hat. Wir möchten Ihnen damit eine Quelle an Anregungen und Hinweisen geben, die Sie für Ihre eigene Arbeit nutzen können.

Das Handbuch richtet sich an alle, die in irgendeiner Form Umweltbildung auf und an der Ostsee durchführen wollen. Für die Erstellung des Buchs haben wir unsere Exkursionserfahrungen in handliche Arbeitsmaterialien aufgegliedert, so dass je nach Teilnehmerkreis, Zeitrahmen und Ort ein eigenes Programm zusammengestellt werden kann.

Das Handbuch ist für keinen fest umrissenen Teilnehmerkreis konzipiert, weil das dahinter liegende Konzept auf eine ganze Reihe von Gruppen übertragbar ist. Es ist organisch aus jahreslanger praktischer Erfahrung gewachsen, die Hohe Tied e.V. mit den unterschiedlichsten Gruppen sammeln konnte. Für Schulklassen, Bildungsurlauber, Familien, Kinder- und Jugendgruppen, für Menschen mit und ohne Vorwissen lassen sich mit den vorhandenen Materialien problemlos Exkursionen und Vorträge auf unterschiedlichstem Niveau zusammenstellen. Die meisten Materialien sind für Schulklassen entwickelt worden, weil sie den größten Teilnehmerkreis unserer Veranstaltungen stellen.

Das Ziel von Hohe Tied e.V. ist, den Lebensraum Ostsee mit all seiner Schönheit, Faszination und Bedrohung den Menschen nahe zu bringen. Deswegen wurde der inhaltliche Schwerpunkt dieses Buchs auf Methoden zur Darstellung der ökologischen Zusammenhänge in der Ostsee gelegt. Dabei geht es nicht um das Wissen einzelner Fakten und Daten, sondern vor allem um das Verstehen der Zusammenhänge.

Der Mensch ist ein Teil eines komplexen Netzes, und seine Tätigkeiten wirken sich teilweise sehr belastend auf das System der Ostsee – und damit letztendlich auch wieder auf den Menschen selbst – aus. Wir hoffen, mit unseren Veranstaltungen und diesem Handbuch dazu beitragen zu können, das Bewusstsein dafür zu schärfen. Nicht zuletzt deshalb haben wir unser Buch „Mensch und Meer“ genannt.

## Leitbild

Hohe Tied e.V. orientiert sich an dem Leitbild der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ziel der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist es, den Erwerb und die Stärkung von Kompetenzen zu unterstützen, die es dem Menschen ermöglichen, selbstständig und verantwortlich zu handeln, um eine zukunftsfähige Welt zu gestalten.

Darüber hinaus ist es das Ziel von BNE, die drei Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales nicht getrennt voneinander, sondern als eine Einheit zu betrachten.

Wer mehr über BNE erfahren möchte, kann sich in den Literatur- und Internetquellen am Endes des Kapitels informieren.

## Inhalt Konzept

## Die Leitlinien von Hohe Tied e.V.

### **Nachdenklichkeit und inhaltliche Tiefe statt schnelle Information**

Um Sachverhalte verstehen und beurteilen zu können, ist ein bestimmtes Grundwissen notwendig. Statt aber möglichst viele Fakten vermitteln zu wollen, setzen wir auf nachhaltigen Wissenserwerb. Hierzu gehört, dass die Teilnehmenden

- auf vielfältige Art und Weise (spielen, experimentieren, alle Sinne einsetzen...) an die Thematik herangeführt werden,
- ihre Begeisterung für den Lebensraum Meer entdecken können,
- an Bereiche anknüpfen können, die sie selbst betreffen (emotionale Ansprache oder Anknüpfungspunkte im Alltag).

### **Handelndes Lernen statt Theorievermittlung**

Wissen über Fakten und Zusammenhänge wird nicht theoretisch vermittelt. Im Vordergrund steht die eigene Erfahrung der Teilnehmenden, die selbst anfassen dürfen und an konkreten Beispielen arbeiten.

### **Förderung des Denkens in vernetzten Systemen**

Unsere Welt besteht aus einem Netzwerk von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Beziehungen. So lassen sich auch Umweltprobleme nicht losgelöst vom gesellschaftlichen Umfeld betrachten. Den Teilnehmenden soll es deshalb möglich gemacht werden, ihr Wissen in einen größeren Zusammenhang einzuordnen.

### **Förderung von Handlungskompetenz**

Um im größeren Umfeld verantwortlich zu handeln, muss zunächst im kleinen Rahmen erlebt werden, dass das eigene Handeln etwas bewirken kann. Die Mitbestimmung bei der Programmauswahl, Rollenspiele oder das Arbeiten in Gruppen erlauben kleine Erlebnisse in diese Richtung. In besonderem Maße kommen solche Erlebnisse auf, wenn man mit dem Schiff unterwegs ist, gemeinsam Segel setzt und die Aufgaben an Bord erledigt.

### **Kooperatives und selbstbestimmtes Lernen**

Hohe Tied e.V. fördert in seinen Veranstaltungen das kooperative und soziale Lernen in der Gruppe. Er sieht sich dabei in der Rolle des Lernbegleiters, der den Teilnehmern Orientierung bietet und eine ansprechende Lernumgebung gestaltet, jedoch weder den Teilnehmern seine Meinung aufzwingt noch sie in ihrer eigenen Art und Weise, das Meer zu entdecken, belehrt.

Durch das selbstbestimmte Arbeiten in Gruppen und die darauf erfolgende Vernetzung der Ergebnisse wird wiederum kooperatives Verhalten gefördert.

Nicht alle genannten Punkte lassen sich immer in der Praxis umsetzen. Je nach zur Verfügung stehender Zeit, der Motivation und den Interessen der Teilnehmer oder eigenem Wissen und Erfahrungen müssen Schwerpunkte gesetzt werden und andere Dinge zurück gestellt werden. Ziel unserer Arbeit ist es aber, möglichst viele der oben genannten Aspekte in der Praxis zu verwirklichen.

Dabei gilt es nicht nur, diese Aspekte in den einzelnen Aktionen umzusetzen, sondern den gesamten Rahmen der Veranstaltung daran anzupassen. Hierzu zählt, dass verschiedene Themen auf Ausfahrten zur Auswahl gestellt werden, die Fahrtziele gemeinschaftlich bestimmt werden usw.

<b>Titel / Webadresse</b>	<b>Kurzinfo</b>
<a href="http://www.bne-portal.de">www.bne-portal.de</a>	Internetseiten der Deutschen UNESCO-Kommission e.V. zu allen Themen der BNE
<a href="http://www.umweltbildung.de">www.umweltbildung.de</a>	Seiten der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung e.V.
<a href="http://www.transfer-21.de">www.transfer-21.de</a>	Transfer 21 ist ein Programm mit dem Ziel, Schülerinnen und Schülern Gestaltungskompetenz für die Zukunft näher zu bringen und die schulische Bildung am Konzept der Nachhaltigkeit zu orientieren.

## Zur Benutzung des Handbuchs

Mit dem vorliegenden Handbuch möchten wir Anregungen, Ideen und Hinweisen geben, die Sie für Ihre eigene Arbeit nutzen können.

Das Handbuch wurde als Baukasten angelegt, um die nötige Flexibilität für die unterschiedlichen Gruppen und Veranstaltungsorte zu geben. Die einzelnen Kapitel beschäftigen sich jeweils mit einem Thema und gliedern sich in eine kurze Einführung in die Thematik, einen Abschnitt mit konkreten Anleitungen für Gruppenaktivitäten und einer Sammlung an weiterführender Literatur und Internetlinks. Für eine Veranstaltung ist es sinnvoll, mehrere Themen zu kombinieren. Dazu finden Sie in jedem Kapitel Anknüpfungspunkte zu den anderen Themen aufgelistet, mit deren Hilfe die verschiedenen Felder sinnvoll vernetzt werden können.

Die Aktivitäten sind für Veranstaltungen auf Traditionsseglern, am Strand oder in ostseenahe Einrichtungen konzipiert, eignen sich aber auch in leicht veränderter Form oftmals für Schulräume.

Die Kapitel „Die praktische Umsetzung“, „Gruppendynamisches“ und „Spielerisches“ enthalten Informationen und Materialien für die Gestaltung des Rahmens. Hier finden Sie Angaben, wie eine Ausfahrt vorbereitet wird, eine Veranstaltung gut begonnen, beendet und evaluiert werden kann sowie auflockernde Spiele. In dem Kapitel: „Ausfahrtprogramm: Vergleich von Standorten“ befindet sich eine Anleitung für eine mögliche inhaltliche Gestaltung einer Ausfahrt mit ostseeökologischen Themen.

In sieben Kapiteln über die Geologie, Ozeanographie, das Leben am Meeresboden und im Plankton, den Schweinswal, das Nahrungsnetz und über die Fische werden die Grundlagen der Ostseeökologie und deren Umsetzung in der Praxis vorgestellt. Hier wird erläutert, wie Sie mit Hilfe meereskundlicher Geräte Proben entnehmen und spielerisch erforschend oder wissenschaftlich orientiert die Ostsee erschließen können.

Die Kapitel Küste, Eutrophierung und Fischerei decken den Teil „Mensch und Meer“ ab. Dort finden Sie Anregungen, wie sich mit dem Einfluss des Menschen auf das Ökosystem der Ostsee auseinandergesetzt werden kann.

## Die Ausfahrtenkiste

Mehrere wichtige Arbeitsmethoden dieses Handbuchs, basieren auf der Möglichkeit, Bodengreifer, Planktonnetz, T/S-Sonde und andere meereskundliche Geräte einsetzen zu können. Wer als Meeresforscher tätig werden möchte, braucht also die entsprechenden Geräte.

Da uns klar ist, dass derartige Geräte in den meisten Einrichtungen nicht zur Verfügung stehen, bietet Hohe Tied e.V. eine sogenannte Ausfahrtenkiste zum Verleih an. Diese Ausfahrtenkiste enthält eine Vielzahl von Gerätschaften, Beobachtungs- und weiterem Informationsmaterial und kann ganz oder in Teilen für einen begrenzten Zeitraum zum Selbstkostenpreis ausgeliehen werden.

Genauere Informationen hierzu können Sie auf unserer Internetseite [www.hohe-tied.de](http://www.hohe-tied.de) nachlesen.

Auf den folgenden Seiten werden jene Gerätschaften aufgelistet, die sich zum jeweiligen Thema in der Ausfahrtenkiste befinden. Außerdem ist bei den Arbeitsanleitungen das Material mit einem \* markiert, das in der Kiste enthalten ist.

Wie viele Teilnehmer gleichzeitig mit den vorhandenen Geräten und Arbeitsmaterialien beschäftigt werden können, ist den jeweiligen Anleitungen über ihre Handhabung in den entsprechenden Kapiteln zu entnehmen.

## Material in der Ausfahrtenkiste:

Dieses Material befindet sich in unseren Ausfahrtenkisten und ist zum größten Teil ausleihbar.

### Spiele und Aktivitäten

- Ein Knotenbuch und 3 eingeschweißte Knotentafeln
- Informationsmaterial über Navigation bei Tier und Mensch
- Buch: Der innere Kompass – Sinnesleistungen wandernder Tiere“ von Talbot H. Waterman
- Shanty-Heft

### Die Ostsee-Entstehung und Geologie

- Lernmaterialien von Geo Step-by-step e.V. Kiel
- Laminierte DIN A4 Tafel „Steine am Ostseestrand“ von Michael Papenberg/naturesehen.de
- Selbstgefertigte laminierte DIN A4 Tafeln nacheiszeitliche Landhebung, Ostseeentstehung
- Bestimmungsbuch für Strandsteine
- Kiste mit interessanten Steinen

### Dem Wasser auf der Spur - Ozeanographie der Ostsee

- mobile T/S Sonde mit Messgerät, Messkopf und 20 m Kabel (Fachhandel, ca. 1000 Euro) zur Erstellung eines Tiefenprofils. (Alternative zur Salzgehaltsbestimmung in einer Wasserprobe: Aräometer oder Refraktometer aus der Aquaristik, ca. 10-200 Euro: nicht bei uns vorhanden!)
- Schichtung der Ostsee/Salzwassereinstrom: Trichter, Pipette, 1 L Plastikflaschen, Messbecher, Petrischälchen, 50 ml Spritze, Uranin, kleines 3 L Plasticaquarium (Schichtungsversuch), Ostseebeckenmodell
- Laminierte DIN A4 Tafeln: Bodentopografie der Ostsee (Taubert & Seifert), Querschnitt durch die westlichen Ostseebecken mit Salzgehaltsprofil, Einzugsgebiet der Ostsee, Tiefenprofile, was verraten sie?
- Veranschaulichung des Salzgehalts: 3 Versuchsanleitungen zum Salzgehalt, Löffel, Feuerzeug, mehrere kleine Gefäße mit unterschiedlichen Salzmenen, die unterschiedlichen Promillewerten entsprechen.
- Auf Betttuch gezeichnete Ostseekarte mit Flaggensteinen
- Einfluss des Salzgehalts auf die Verbreitung von Lebewesen: Laminierte DIN A4 Tafel „Artenzahl und Salzgehalt“ und „Brackwasserlücke“, Kärtchen mit Abbildung von Tieren und Pflanzen der Ostsee, die auf einer großen Ostseekarte plziert werden können
- Infomaterial: große Karte der Ostsee (DIN A0), Steckbrief der Ostsee (Info-Kasten auf Seite D3)

### Dem Meer auf den Grund gehen - Der Boden der Ostsee

- Van-Veen-Bodengreifer (Fachhandel, ca. 1000 Euro, Gewicht ca. 3 kg) und langes stabiles Tau
- Pfahlkratzer (Obstpflücker)
- Kescher

Zur Aufbereitung der Bodenprobe:

- Siebe (Metallsiebe und Haushaltssiebe)
- stabile große Wannen für die Probe (z.B. Baumarkt)
- Eimer mit Tau, um sich mit Ostseewasser zu versorgen

Zur Beobachtung und Bestimmung der Pflanzen und Tiere:

- mehrere Aquarien (Plastik und Glas)
- weiße Plastikschüsseln und weiße Photoentwickler-Schalen
- Bestimmungsbücher
- laminierte DIN A4 Bestimmungstafeln mit den häufigsten Organismen: Ostsee-Strand von Haus der Natur Cismar, Funde im Spülsaum von Jannsen & Polte, Funde am Ostseestrand von Michael Papenberg/naturesehen.de
- Petrischalen, Pipetten, Sonden, Pinzetten, Becherlupen, Schnappdeckelgläser
- laminierte DIN A4 Tafeln: schöne Unterwasseraufnahmen Seegras, Muschelbank, Blasentang



Schwefelwasserstoffnachweis: kurze Reagenzgläser, schwache Essigsäure oder Essig, Bleiacetatpapier, Reagenzglashalter

Sedimentproben: Reagenz- oder Schnappdeckelgläser

Blaue Tinte zur Darstellung der Miesmuschelfiltration

## Osteoplankton

Planktonprobe nehmen:

- 1 Planktonnetz 20 µm, 1 Planktonnetz 100 µm
- Gewichte für die Netze, dünnes stabiles Tau
- verschließbare Probenbehälter

Secchitiefe

- 1 Secchischeibe und Tau mit Abstandsmarkierungen

Planktonprobe auswerten

- selbstgefertigte große Bestimmungstafeln für Zoo- und Phytoplankton, selbsterstellte DIN A4 Bestimmungstafeln (siehe Anhang Plankton)
- Binokulare und Mikroskope
- Petrischalen, Pipetten, Objektträger mit eingeschliffener Mulde, Mikroskopierbedarf: Objektträger, Deckgläschen

Infomaterialien

- Spiel: Was ist Plankton
- Spiel: Welche Larve gehört zu welchem Benthos-tier
- Selbsterstellte laminierte Tafeln: Abbildungen von Planktonorganismen



## Fische der Ostsee

- Bestimmungsliteratur
- Auschauungsmaterial: Otolithen, grüne Gräten vom Hornhecht, Schuppen, CD mit Fischlauten
- großes Poster Ostseefische, selbsterstellte laminierte DIN A 4 Tafel: Wunderliche Ostseefische, Dorsch & Sprott Wechselbeziehung

## Am Übergang zwischen Land und Meer - Die Küste

- Faltblattserie „Am Ostseestrand“ des Meeresmuseums Stralsund (wird nicht mehr aufgelegt), Selbsterstellte laminierte DIN A4 Tafeln mit Küstentypen (Kliff, Schärenküste, Sandstrand, Boddenküste), laminierte Bestimmungstafel: Pflanzen am Ostseestrand von unbekannt
- Material für ein Rollenspiel
- Infomaterialien über akutes Geschehen, z.B. Presseberichte über Nutzungskonflikte

## Eutrophierung

- Versuche: Feines Sieb, Tinte, 3 1-Liter-Messbecher, kleines Aquarium
- Stofftuch mit Küstenrelief, Fließschema Eutrophierung, Kärtchen mit verschiedenen Tieren, Pflanzen, Symbolen für Lichteinstrahlung, Nährstoffen und abgestorbenem Material
- aktuelle Informationen, z.B. Presseberichte über Blaualgen, Algenanspülung am Strand, Zustand der Flüsse, Eintrag von Stickstoff aus der Landwirtschaft

## Fischerei

- Das Buch „Fische und Fischerei in Ost- und Nordsee“ (2003) Band 17 der Reihe Meer und Museum des Deutschen Meeresmuseums Stralsund
- Infomaterial zum Fischmaßband, inkl. eines Maßbandes
- Fisch-Einkaufsführer
- Selbsterstellte laminierte DIN A 4 Tafeln mit Texten und Abbildungen zu Fischereigeräten, Fangmengen, Ostseedorsch
- Ein Poster mit Ostseefischen (70 cm x 100 cm)
- Faltblatt des Deutschen Meeresmuseums zur Küstenfischerei mit Abbildungen der Fanggeräte (wird nicht mehr aufgelegt)
- Infomaterial, z.B. zum MSC-Siegel, zum Dorschbestand in der Ostsee, EU-Fischereipolitik, Fischerei in der Presse, Schriften der Coalition Clean Baltic zur nachhaltigen Fischerei in der Ostsee (auf Englisch)

# Schiffsausfahrten planen



## Kurzinformation

Alle Informationen rund um die Vorbereitung einer ökologischen Ausfahrt mit Traditionsegelern.

## Kapitel A Schiffsausfahrten planen

### Inhaltsverzeichnis

## Allgemeine Grundlagen einer gelungenen Exkursion

Wir empfehlen, bei der Planung einer Veranstaltung auf folgende Punkte zu achten:

- Wenn nötig, sorgen Sie dafür, dass die Gruppe zu Beginn Gelegenheit hat sich kennen zu lernen.
- Um in das Thema einzusteigen, wählen Sie eine ansprechende Einstiegsaktion, in der die Teilnehmenden ihren eigenen Bezug zum Thema herstellen können.
- Mit einem gelungenen Abschluss bleibt die gesamte Veranstaltung in guter Erinnerung.

Überprüfen Sie bei jeder Veranstaltung,

- ob genug praktische Elemente im Programm enthalten sind,
- ob die Teilnehmenden die Möglichkeit haben, Ergebnisse und Informationen zu vernetzen,
- ob die Teilnehmenden selbst mitwirken können, also z.B. in einem Rollenspiel teilnehmen oder aus verschiedenen Angeboten wählen können,
- ob Sie als Veranstaltungsleiter, wenn möglich, die Umgebung anregend gestaltet haben.

Damit Sie selbst sich und Ihre Veranstaltungen weiterentwickeln können, ist es wichtig, diese zu evaluieren. Überlegen Sie sich im Vorfeld, was Ihnen wichtig ist und was Sie erreichen möchten, und fragen Sie das nach der Veranstaltung ab.

## Der besondere Reiz von Schiffsausfahrten

Die ökologischen Ausfahrten auf gecharterten Traditionsseglern durch den Verein Hohe Tied begeistern seit vielen Jahren ein breites Publikum. Neben der unmittelbaren Nähe zum Meer bietet ein solches Schiff den Vorteil, dass die Teilnehmer bei vielen Abläufen mitentscheiden und sich beteiligen können. Im Gegensatz zum Leben an Land, in dem wir uns im Alltag fast unabhängig vom Wetter bewegen, erfährt man auf einer Segelausfahrt hautnah, was es heißt, von Wind und Wetter abhängig zu sein. Sicherlich lassen sich einige dieser Unwägbarkeiten umgehen, indem man viel mit Motor fährt. Andererseits besteht der Reiz einer Segelausfahrt ja gerade darin, sich der Umwelt, dem Wind und dem Wetter anzupassen und diese bewusst als Teil der Ausfahrt – und des eigenen Lebens - zu erleben.

Das Leben an Bord eines Segelschiffes eignet sich also in vielerlei Hinsicht dazu, den eigenen Lebensstil an Land zu reflektieren, sei es im Hinblick auf das Zusammenleben mit anderen, dem Verbrauch an Ressourcen wie Wasser und Lebensmitteln, die an Bord nur begrenzt vorhanden sind, oder auch dem Umgang mit der (eigenen) Zeit.

## Die Vorbereitung einer Ausfahrt

Die Durchführung einer solchen Ausfahrt ist einfacher als vielleicht angenommen. Wichtig ist, dass die Unterschiede zu einem Seminarort an Land bekannt sind und in das Programm einfließen. Das Leben auf einem Segelschiff unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von dem an Land. Dies hat nicht nur auf das gemeinsame Erleben des „Alltages“ an Bord einen entscheidenden Einfluss, sondern auch auf die pädagogische und didaktische Arbeit. Nachfolgend haben wir einige Punkte aufgeführt, die Ihnen die Planung und Durchführung erleichtern soll.

### **Buchung des Schiffes**

Weil die Ostsee ein beliebtes Segelrevier ist, findet sich hier eine Vielzahl von Anbietern. Für unsere Ausfahrten haben wir sogenannte Traditionssegler gechartert. Sowohl mit spezialisierten Vereinen für Jugendsegeln und Naturreisen als auch mit kommerziellen Anbietern haben wir gute Erfahrungen gemacht. Das Schiff wird grundsätzlich mit Kapitän (=Skipper) und einem Bootsmann/frau verchartert. Der Kapitän bleibt immer der Verantwortliche für die Sicherheit des Schiffes und leitet die Teilnehmer beim Segeln an. Die Segelroute kann nur in Absprache mit dem Kapitän festgelegt werden, der in den allermeisten Fällen ein offenes Ohr für besondere Wünsche hat. Die Ausstattung sowie die maximale Zahl der Gäste an Bord ist unterschiedlich und den jeweiligen Bedürfnissen der Teilnehmer anpassbar. Bei vielen Schiffen sind Schulklassen und Gruppenreisen eine wichtige Zielgruppe und man verfügt über dementsprechende Erfahrungen.

Je nach Anbieter und Zeitraum sind die Schiffe oft schon sehr früh ausgebucht. Deshalb buchen Sie rechtzeitig, etwa ein bis ein dreiviertel Jahr im Voraus.

Je nachdem, wie lange Sie fahren möchten, mit welcher Gruppe Sie unterwegs sein werden und welches Programm Sie planen, sollten Sie ihr Schiff dementsprechend aussuchen (Kabinenverteilung!). Schiffsbeschreibungen gibt es im Internet und bei den Anbietern.

### Mindestvoraussetzungen bei den Teilnehmern

Grundsätzlich sollte die Bereitschaft bestehen, sich in eine Gruppe zu integrieren und im Team zu arbeiten. Welches Mindestalter es für Kleinkinder und reine Kindergruppen gibt, wird vom Schiff festgelegt. Zumindest ein Teil der Gruppe sollte willens und in der Lage sein, regelmäßig beim Segelsetzen anzupacken. Besondere Kräfte und Kenntnisse sind hierbei nicht notwendig. Auch Gehbehinderte können mit an Bord, wenn sie sich die steilen Treppen zutrauen. Wegen der Sicherheitsbestimmungen muss hier eine Absprache mit dem Schiff erfolgen.

### Dauer einer Ausfahrt

Nach unseren Erfahrungen bietet es sich an, entweder kurze Ausfahrten von wenigen Stunden bis zu einem Tag oder längere Ausfahrten von mindestens fünf Tagen durchzuführen. Mehrstündige Ausfahrten sind gut geeignet, um einen Einblick in das Ökosystem Ostsee zu geben oder um mit Schulklassen bereits vorhandenes Wissen zu vertiefen. Mehrtägige Fahrten können verschiedene Ziele haben. Der ökologische Bildungsteil kann dabei Schwerpunkt oder Nebensache sein. Bei Fahrten von weniger als fünf Tagen Dauer ist es oft schwierig, die Gruppendynamik, die ungewohnten Aufgaben an Bord und das Programm unter einen Hut zu bekommen. Eine längere Fahrt gibt sowohl der Gruppe als auch dem Fahrleiter mehr Zeit, sich mit den anderen Teilnehmern, als auch mit den Gegebenheiten an Bord vertraut zu machen.

Seekrankheit und starker Wellengang sind bei Ostseetörns in den Sommermonaten eine Ausnahme, ebenso absoluter Dauerregen. Für alle Fälle finden Sie in der Dänischen Südsee oder in der Mecklenburger Boddenlandschaft auch in Hafennähe reizvolle Ausflugsziele an Land.

### Kosten

Die Kosten für die Schiffscharter mögen auf den ersten Blick hoch erscheinen. Bei mehrtägigen Ausfahrten mit einem gut belegten Schiff sind die Pro-Kopf-Kosten jedoch gut zu tragen. Besonders Schulklassen und Jugendgruppen können einen bezahlbaren Preis erwarten. Bei einer Tagesfahrt benötigt eine Schulklasse meist die finanzielle Unterstützung eines Fördervereins oder einer Stiftung und man sollte einen Anbieter suchen, der auf Jugendgruppen spezialisiert ist. „Versteckte“ Kosten können bei mehrtägigen Ausfahrten die Hafengebühren und Motorstunden sein. Für die Motorstunden ist meist ein festgelegtes Budget im Preis enthalten. Das Limit wird in der Regel dadurch erreicht, dass man eben nicht den vorhandenen Wind ausnutzt, sondern ohne Segel gegen den Wind motoren lässt, weil die Fahrtroute zu unflexibel gewählt wurde. Absolute Flaute und pünktliches Erreichen des vereinbarten Endhafens sind offenbar immer (?) im Preis enthalten. Bitte erfragen Sie die Details bei den Anbietern. Böse Überraschungen hatten wir nie zu verzeichnen. Die Verpflegung und Getränke sind in der Regel nicht im Charterpreis enthalten.



### Der Rahmen für das Programm

Beim Segeln ist man abhängig von Wind und Wetter, deshalb ist es wichtig, die Ausfahrten flexibel zu planen. Für Tagesausfahrten mit einem Zeitrahmen von einigen Stunden ist es möglich und sinnvoll einen Zeitplan zu erstellen, z.B. wenn bestimmte Lerninhalte in einem bestimmten Ablauf und Zeitrahmen vermittelt werden sollen. Die Segelzeiten werden dann in den Zeitplan je nach Wind und Wetter eingefügt.

Bei längeren Touren bietet sich eine Planung in Einheiten von wenigen Minuten bis zu 2-3 Stunden an, die flexibel in die Segelroute eingefügt werden.

Neben den eigentlichen Bildungsaktivitäten ist die Beteiligung der Teilnehmer am Segelsetzen, bei der Zubereitung der Mahlzeiten und bei der Sauberkeit an Bord notwendig. Das erfordert die Bereitschaft zum selbstständigen Handeln und der Übernahme von Verantwortung. Die Aufgaben lassen sich den Fähigkeiten der Teilnehmer anpassen und auch Kinder können sich gut beteiligen.

### **Verpflegung an Bord**

Aus Kostengründen wird auf den meisten Schiffen folgende Lösung angeboten: Die Gäste bereiten ihre Mahlzeiten selbst zu und kümmern sich auch um den Abwasch. Die benötigten Lebensmittel kann man als Zusatzpaket buchen oder sie selbst kaufen. Bei dieser Hürde bekommt man in der Regel vom Schiff oder dem Vermittlerbüro Hilfestellungen. Das Essen ist eines der wichtigsten Dinge, die Sie auf einer Fahrt berücksichtigen sollten. Seeluft macht hungrig! Das gemeinsame Vorbereiten und Einnehmen der Mahlzeiten dient nicht nur der Nahrungsaufnahme, sondern hat auch einen sozialen Aspekt.

Darüber hinaus ergeben sich gerade beim Thema Essen oft Anknüpfungspunkte, die zu Gesprächen über den Umgang mit Nahrungsmitteln, Landwirtschaft und Umweltschutz führen können. Nicht nur aus diesem Grund sollten die Nahrungsmittel, wenn möglich, aus der Region und aus ökologischem Anbau stammen. Weitere Hinweise zur Kalkulation von Verpflegung finden sich auch auf der Internet-Seite [www.lovis.de](http://www.lovis.de). Die Verpflegung haben wir aus Kostengründen selbst bestellt und ans Schiff bringen lassen. Dafür eignen sich einige Naturkostanbieter (Grell, aber auch lokale Naturkostläden) und der Lieferservice großer Supermärkte.

### **Stromanschlüsse**

Erkundigen Sie sich nach den Stromanschlüssen an Bord, nicht nur, damit Sie eventuell den Teilnehmern Auskunft über die Versorgung ihrer Handyakkus geben können, sondern auch wenn Sie beabsichtigen, Mikroskope oder andere Geräte zu benutzen.

### **Wie man eine mehrtägige Ausfahrt gestaltet**

Nehmen Sie sich ausreichend Zeit, eine Ausfahrt vorzubereiten. Im Folgenden geben wir Ihnen ein paar allgemeine Hinweise für die didaktische und pädagogische Arbeit an Bord.

### **Kontakt zum Skipper**

Eine freundliche Geste gegenüber der Besatzung ist es, sich vor der Fahrt (telefonisch) zu melden, sich kurz vorzustellen und organisatorische Dinge zu klären. Gerade wenn Sie ein Programm planen, das die Schiffsbesatzung mit einbezieht (besondere Abfahrtszeiten, Aufstoppen des Schiffes für Probennahmen, Mitbestimmung der Teilnehmer bei den Fahrtzielen etc.), ist es gut, dieses schon vorher abzuklären.

### **Seien Sie pünktlich und vor ihren Gästen an Bord.**

#### **Besonders wichtig: Seien Sie flexibel**

Beachten Sie, dass ihr geplantes Programm sich durch schlechtes Wetter, ungünstige Winde oder auch durch einen bereits besetzten Liegeplatz für das Schiff sehr schnell ändern kann.

Abgesehen davon kann auch das laufende Programm durch notwendiges Segelsetzen, Essen machen oder andere Dinge unterbrochen werden.

Bereiten sie eine Ausfahrt deshalb immer so vor, wie wir auch dieses Handbuch gestaltet haben: im Baukastenprinzip.

#### **Lassen Sie sich und den Teilnehmern Zeit**

Die Teilnehmer brauchen Zeit:

- zum gegenseitigen Kennenlernen,
- zum Verarbeiten ihrer Eindrücke, besonders, wenn sie das erste Mal an einer Segelfahrt teilnehmen,
- zum Verarbeiten des Wissens, das ihnen vermittelt wird,
- zum Ausruhen nach einem anstrengenden Segeltag.

Sie (die Fahrtleitung) brauchen Zeit

- zum Kennenlernen der Gruppe,
- zum Verarbeiten von Eindrücken,
- zur Erholung. Anders als bei vielen Veranstaltungen an Land sind Sie auf einem Schiff den ganzen Tag gefordert. Sie müssen organisieren, Entscheidungen treffen und pädagogisch und didaktisch arbeiten. Dabei steht die Leitung ständig zwischen den eigenen Ansprüchen, denen der Teilnehmer, des Skippers und eventuell der eigenen Kollegen. Gönnen Sie sich Auszeiten.

Auch zum Kochen, Abwaschen, Aufräumen etc. sollte genügend Zeit eingeplant werden.

**Lassen Sie die Teilnehmer entscheiden und gestalten**

Wo immer es möglich ist, lassen Sie die Teilnehmer mit über das Programm entscheiden. Fragen Sie nach Interessen und ermuntern Sie die Teilnehmer, eigene Fragen zu stellen oder Anregungen zu geben. Haben Sie keine Angst davor, Wünschen nicht nachkommen zu können oder über bestimmte Dinge nicht Bescheid zu wissen. Das Material unserer Ausfahrtenkiste und die Informationen in diesem Konzept ermöglichen es in manchen Fällen, Dingen nachzugehen, die Sie vorher gar nicht eingeplant hatten.

**Achten Sie auf das soziale Zusammenleben**

Das Leben an Bord unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht vom Leben an Land. Dazu gehört zum Beispiel die räumliche Enge und die Tatsache, sich kaum aus dem Weg gehen zu können und aufeinander angewiesen zu sein.

Achten Sie deshalb besonders bei Gruppen, die sich noch nicht kennen, darauf, dass die Teilnehmer sich kennen lernen. Neben Kennenlernspielen am Anfang der Fahrt gehören dazu auch gemeinsame „gesellige“ Abende, die Zubereitung des gemeinsamen Essens etc. Gerade bei längerer Zeit auf See befindet sich die Gruppe in einem intensiven Kontakt. Dies kann zu sehr positiven Gruppenerlebnissen führen, auf der anderen Seite besteht aber auch die Gefahr, dass die räumliche Nähe sich in eher negativen Stimmungen und Konflikten niederschlägt. Als Fahrtleiter sollten Sie besonders auf diese Prozesse achten und darauf eingehen.

Es ist hilfreich, nach einiger Zeit, mindestens nach der Hälfte der Fahrt, eine Runde einzuberufen und dort abzufragen, wie es den Teilnehmern geht und ob es Schwierigkeiten oder ähnliches gibt, die abgestellt oder anders organisiert werden können.

Der schon erwähnte, knapp bemessene Raum verlangt darüber hinaus, dass alle Teilnehmer ihren Teil zur Ordnung und Sauberkeit an Bord beitragen. Hier hat es sich als hilfreich erwiesen, wenn Backschafter- (=Küchen-) und Ordnungsdienste eingeteilt werden.

**Halten Sie ihre Geräte sortiert und einsatzbereit**

Da man auf einer Ausfahrt kaum vorhersehen kann, was einen erwartet, ist es sinnvoll, die Geräte und Materialien immer einsatzbereit zu haben. Verzweifeln Sie jedoch nicht, wenn Ihnen das nicht gelingt! Allein die Enge des Schiffes macht Ihnen da manchmal schon einen Strich durch die Rechnung.

Und bleiben Sie gelassen...

**Vorschlag für eine Packliste für die Gäste**

Sie sollten für Ihr Gepäck Reisetaschen oder Rucksäcke nutzen, da an Bord immer wenig Platz ist und sich diese wesentlich platzsparender verstauen lassen als Koffer.

- Ausweis, Geld/ ec-Karte
- Wetterfeste Kleidung (auch im Sommer kann es auf See empfindlich kalt werden)
- Medikamente
- Sonnencreme, Sonnenbrille
- Fernglas, Fotoapparat
- Etwas zu lesen
- Bestimmungsliteratur
- Rutschfeste Schuhe, gern auch Arbeitsschuhe oder Sandalen, Gummistiefel sind nicht nötig
- Badezeug
- Impfausweis, Allergiepass
- Eventuell müssen eigene Bettbezüge /Schlafsäcke und Geschirrhandtücher mit an Bord gebracht werden, dieses und andere Besonderheiten sollten beim Schiff erfragt werden

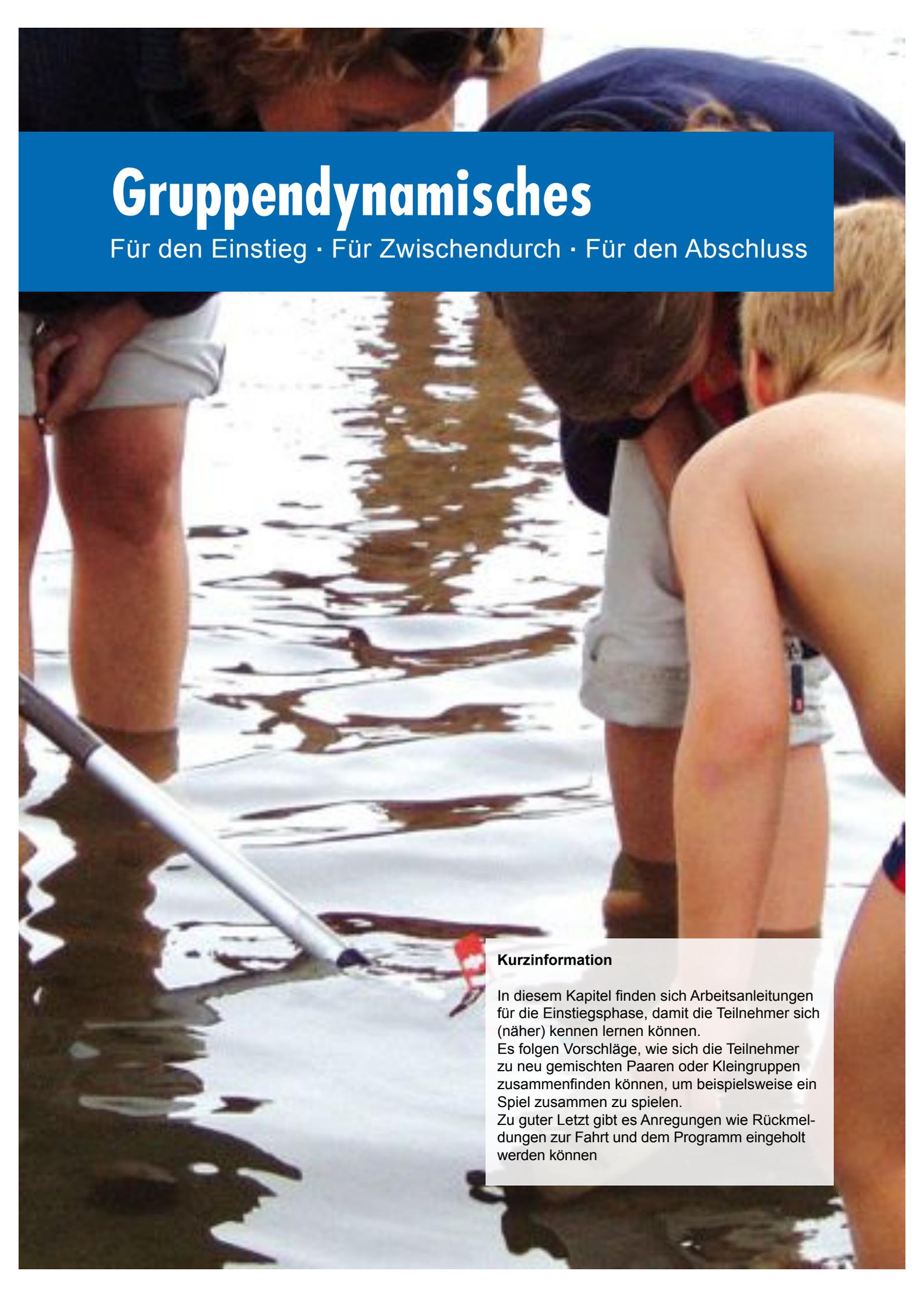
**Beispiele für Ausfahrtenprogramme mit Schulklassen:**

Robert Tautz: Studienfahrt auf der Ostsee mit einem Segelschiff.

<http://www.ginkgo-web.de/exkurs/exkurs.htm> (Abruf am 02.11.2011)

Christian Günther (2003): Schwimmende Umweltzentren – mit Segelschiffen die Ostsee erkunden. Unterricht Biologie Heft 285, S. 23-29. Sekundarstufe I (8. - 10. Schülerjahrgang)

siehe auch Kapitel K Vergleich von Standorten.

A group of people are gathered in a boat on a body of water. They are looking down at something in the water. The water is calm and reflects the light. The people are wearing casual clothing, including shorts and a dark blue shirt. The overall atmosphere is one of focused activity.

# Gruppendynamisches

Für den Einstieg · Für Zwischendurch · Für den Abschluss

## Kurzinformation

In diesem Kapitel finden sich Arbeitsanleitungen für die Einstiegsphase, damit die Teilnehmer sich (näher) kennen lernen können.

Es folgen Vorschläge, wie sich die Teilnehmer zu neu gemischten Paaren oder Kleingruppen zusammenfinden können, um beispielsweise ein Spiel zusammen zu spielen.

Zu guter Letzt gibt es Anregungen wie Rückmeldungen zur Fahrt und dem Programm eingeholt werden können

## Kapitel B Gruppendynamisches

### Inhaltsverzeichnis

## Arbeitsanleitungen

### Vorstellungsrunde I Gegenstand

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer stellen sich mit einem Gegenstand vor		
<b>Alter</b>	ab 7 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	5-20 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	bis 25 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Teilnehmer müssen sich im Kreis aufstellen können
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Div. Gegenstände, die mit dem Meer zu tun haben (z.B. Schneckenhäuser, Steine, Muschelschalen, kleine Spielzeugfischkutter,...)		

### Durchführung

Die vom Gruppenleiter mitgebrachten Gegenstände werden in die Mitte gelegt. Jeder sucht sich einen aus. Danach stellt sich jeder Teilnehmer mit Namen vor und sagt kurz, weshalb er sich diesen Gegenstand ausgesucht hat.

### Variante:

Wenn genügend Zeit da ist, können die Teilnehmer selbst Dinge suchen und sich dann damit vorstellen.

### Vorstellungsrunde II Ball

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer werfen sich einen Ball zu und nennen sich beim Namen.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	10-15 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	bis 20 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Genügend Platz, um sich den Ball zuwerfen zu können
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Ball oder ein anderer weicher Gegenstand (Garnknäuel, etc.)		

#### Durchführung

Die Teilnehmer stehen im Kreis. Einer beginnt, sagt seinen Namen und wirft den Ball zu jemand anderem. Derjenige nennt seinen Namen und wirft den Ball wiederum jemand anderem zu. Dies geschieht so lange, bis der Ball einmal bei jedem angekommen ist oder/und bis alle meinen, sie können jetzt die Namen.

In einer zweiten Runde wird dann jeweils der Name desjenigen genannt, dem man den Ball zuwirft.

### Vorstellungsrunde III Kriterien

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer stellen sich nach verschiedenen Kriterien (Alter, Größe, etc.) auf.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	10-15 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Erfordert genügend Platz
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>			

#### Durchführung

Die Teilnehmer werden aufgefordert, sich in einer Reihe nach dem Alter (Schuhgröße, Herkunft,...) sortiert aufzustellen. Anschließend sagt jeder seinen Namen und sein Alter (Schuhgröße, Geburts- oder Wohnort,...).

### Vorstellungsrunde IV Partnerinterview

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer stellen sich zu zweit gegenseitig vor.		
<b>Alter</b>	ab 7 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	10-20 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Es müssen Paare gebildet werden
<b>Material</b>	eventuell Schreibmaterial		

#### Durchführung

Die Teilnehmer bilden Paare. Am besten geschieht dies per Losverfahren, siehe Anleitung zur „Paarbildung“ auf der folgenden Seite. Jeder befragt seinen Partner und stellt ihn anschließend der ganzen Gruppe vor. Darauf achten, dass für die Befragung genügend Zeit zur Verfügung steht.

#### Variante

Das Interview kann als Steckbrief niedergeschrieben, mit einer Zeichnung/Karikatur versehen und im Gruppenraum zum Nachlesen aufgehängt werden.

### Vorstellungsrunde V Wappen entwerfen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer entwerfen in Gruppen ein Wappen, mit dem sie sich vorstellen.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ab 1/2 Stunde
<b>Gruppengröße</b>	bis 20 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Tische
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Bastel- und Zeichenmaterial		

#### Durchführung

Die Teilnehmer entwerfen in Gruppen (z.B. in der Kabinenbesetzung oder den Familien) zusammen ein Wappen, in dem sich alle Gruppenmitglieder wiederfinden. Es kann zum Beispiel eine Eigenschaft, ein Lieblingstier oder ein Hobby einschließen. Anschließend werden die Wappen der Gruppe vorgestellt und an den Kabinentüren aufgehängt.

## Bilden von Kleingruppen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer finden sich zu gemischten Kleingruppen zusammen.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ca. 5 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Puzzle aus Bildern oder Postkarten. Die Anzahl der Motive entspricht der Anzahl an Gruppen, die Anzahl der Teile entspricht der Anzahl der jeweiligen Gruppenmitglieder.		

### Durchführung

Es werden so viele Bilder oder Postkarten in verschiedene Teile geschnitten, wie Gruppen zu bilden sind. Die Anzahl der Teile ist dabei identisch mit der Anzahl der Mitglieder einer Gruppe. Alle Teile werden gemischt und dann gezogen. Gruppen finden sich durch die Zugehörigkeit zum gleichen Bild.

## Paarbildung

<b>Kurzbeschreibung</b>	Paare finden sich anhand gleicher Gegenstände		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	5 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Beutel oder Kasten mit div. Gegenständen, die jeweils paarweise vorhanden sind, z.B. Muscheln, Schnecken, Steine.		

### Durchführung

Alle Teilnehmer ziehen einen Gegenstand und suchen sich dann ihren Partner, der den gleichen Gegenstand gezogen hat.

**Feedback I: Runde**

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer sagen, wie ihnen die Ausfahrt/Veranstaltung/Aktivität gefallen hat.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>			

**Durchführung**

Möchte die Fahrtleitung konstruktive Kritik hören, ist es erfahrungsgemäß sinnvoll, diese auch deutlich einzufordern.

Ob die Teilnehmer sich frei äußern oder der Reihe nach jeder etwas sagen soll, bleibt der Fahrtleitung überlassen.

**Feedback II: Ein-Wort-Mikrofon**

<b>Kurzbeschreibung</b>	Jeder Teilnehmer äußert sich mit genau einem Wort zu seiner Stimmung oder der Ausfahrt.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>			

**Durchführung**

Ein imaginäres Mikrofon wird herumgereicht, in das jeder Teilnehmer genau ein Wort sagen kann.

**Tipps**

Die Frage, zu was sich die Teilnehmer äußern, sollte sehr genau gestellt werden, z.B.:

„Wie fühlst du dich?“

„Zur Ausfahrt möchte ich Folgendes sagen...“.

**Variante**

Je nach Gruppengröße und der Zeit, die zur Verfügung steht, kann auch jeder Teilnehmer genau einen Satz oder eine festgelegte Zeit von z.B. einer Minute sprechen.

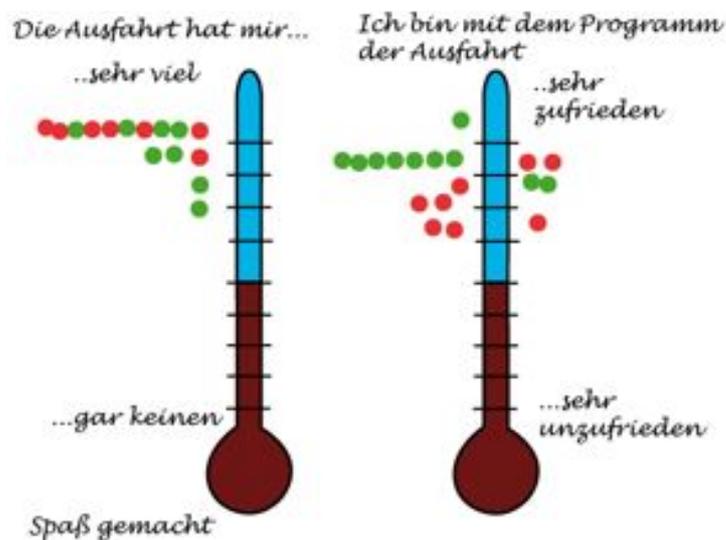
### Abschlussfeedback: Stimmungsbarometer

<b>Kurzbeschreibung</b>	Teilnehmer kleben/malen Punkte auf eine Skala. Es ergibt sich ein Stimmungsbild. Die Teilnehmer können sich anonym äußern.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	einige Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Innenraum
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Skala aufmalen
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klebpunkte, Stifte,</li> <li>• Tafel oder großes Stück Papier/Pappe</li> </ul>		

### Durchführung

Ein Skala wird auf ein großes Stück Papier gemalt. Dazu wird eine Frage gestellt, z.B. „Ich bin mit dem Programm der Ausfahrt zufrieden“, „Die Ausfahrt hat mir Spaß gemacht“. Die Teilnehmer kleben oder malen ihre Punkte an den entsprechenden Wert, der ihre Meinung wiedergibt. (zum Beispiel: 0= stimme gar nicht zu, schlecht,... 10= stimme zu, sehr gut,...).

Die Fragen sollten verständlich und klar formuliert sein.



# Spiele und Aktivitäten

Zusammengetragen von Nicole Langhanki

## Kurzinformation

In diesem Kapitel wurde eine kleine Auswahl an Spielen und Aktivitäten zusammengestellt, die gerade bei Kindergruppen für die Auflockerung des Programms gut geeignet sind. Alle haben einen thematischen Bezug zum Meer oder zum Schiff.

## Kapitel C Spiele und Aktivitäten

### Inhaltsverzeichnis

## Arbeitsanleitungen

### Kamera

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer sammeln Eindrücke, indem sie als „Kamera“ und „Fotograf“ Bilder aufnehmen.		
<b>Alter</b>	ab 5 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	20-45 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>			

### Durchführung

Ein Spieler ist die Kamera, ein anderer der Fotograf. Die Kamera hat die Augen fest verschlossen, während der Fotograf sie vorsichtig führt. Entdeckt der Fotograf ein schönes Motiv, drückt er kurz auf den Auslöser (Kopf) und der Kameraverschluss öffnet sich, d.h. der andere Spieler öffnet die Augen. Nach etwa 3 Sekunden drückt der Fotograf ein zweites Mal und die Kamera schließt sich wieder. Nach etwa 3 Fotos wird getauscht. Anschließend tauschen sich die Mitspieler aus und erzählen, wie ihre interessantesten Bilder aussehen.

Möglich ist es auch, im Anschluss die Bilder malen zu lassen.

### Meerespantomime

<b>Kurzbeschreibung</b>	Pantomime, bei der Meeresbegriffe dargestellt werden.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30-45 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Karten oder Zettel mit vorbereiteten Begriffen		

### Durchführung

Eine Spieler bekommt einen Begriff, den er ohne Worte darstellt. Die anderen Mitspieler versuchen den Begriff zu erraten.

### Aquarium basteln

<b>Kurzbeschreibung</b>	In einen Schuhkarton wird eine Unterwasserwelt gebastelt.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30-60 Minuten
<b>Gruppengröße</b>		<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Innenraum, Tische und Stühle
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Schuhkarton, Bastelmaterial, Scheren, Klebe, Garn		

### Durchführung

Der Schuhkarton wird innen ausgemalt oder mit farbigem Papier beklebt. Dann wird eine ganze Unterwasserlandschaft aus Pflanzen, Tieren, Steinen, Muschelschalen und anderen Strandfunden gebastelt. Schwimmende Lebewesen können an Garn aufgehängt werden.

### Hering und Garnele (abgeleitet von Eulen und Krähen)

<b>Kurzbeschreibung</b>	Fang- und Ratespiel, bei dem zwei Gruppen gegeneinander antreten.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	10-20 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis 20 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Strand oder Wiese
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Material zur Spielfeldbegrenzung (Taschen, Jacken o.ä.)		

#### Durchführung

Auf einem Spielfeld von ca. 5 mal 20 Meter stellen sich zwei Mannschaften an der Mittellinie ca. 1 m voneinander entfernt gegenüber auf. Die Mitglieder einer Mannschaft sind die „Garnelen“, die anderen sind die „Heringe“. Der Spielleiter sagt nun Behauptungen, die wahr oder unwahr sein können. Sind die Behauptungen wahr, dann müssen die Heringe die Garnelen jagen. Sind die Behauptungen unwahr, jagen die Garnelen die Heringe. Wer getickt wird, bevor er die Spielfeldlinie erreicht hat, wechselt zur anderen Mannschaft. Dann werden die Behauptungen geprüft und es geht von vorne los. Wer falsch läuft, muss ebenfalls in die andere Mannschaft.

#### Tipps

Die Sätze müssen klar und verständlich sein.

Am besten ist es, sich die Sätze vorher zu notieren.

Ebenfalls notieren sollte man sich, wieviele wahre oder unwahre Sätze man bereits gesagt hat.

## Literatur und Internetquellen für Spiele

Es gibt eine Fülle von Büchern und Internetquellen, in denen Spiele und Aktivitäten zu finden sind. Hier nur eine kleine Auswahl:

<b>Titel / Webadresse</b>	<b>Kurzinfo</b>
Baer, Ulrich (1994): 666 Spiele - für jede Gruppe für alle Situationen. Kallmeyerische Verlagsbuchhandlung.	Eine große Sammlung von Spielen für alle Situationen, nach verschiedenen Kriterien sortiert.
BUNDjugend Schleswig-Holstein (2006): Das Ostsee-Kinderheft.	Informationen und Anleitungen für Experimente und Spiele für Kinder
BUND Landesverband Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2006): <i>Mit Kindern die Ostsee entdecken.</i>	12 farbige und kartonierte Tafeln (A4) mit Informationen zur Ostsee, Spielen und Experimenten. Bezug: BUND Umwelthaus Neustädter Bucht, <a href="http://www.bund-umwelthaus.de">www.bund-umwelthaus.de</a>
Cornell, J.B. (1999). Mit Kindern die Natur erleben. Verlag An der Ruhr.	Der Klassiker. Viele Naturerfahrungsspiele, nicht nur für Kinder.
Cornell, J.B. (1999): Mit Freude die Natur erleben. Verlag An der Ruhr.	Siehe oben
<a href="http://www.gruppenspiele-hits.de/">http://www.gruppenspiele-hits.de/</a>	Eine Datenbank mit einigen hundert Spielen.

## Seemännische Knoten

<b>Kurzbeschreibung</b>	Führt die Teilnehmer in die Kunst der seemännischen Knoten ein.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	kann gut als Pausenfüller z.B. bei längeren Segelstrecken genutzt werden
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Sitzgelegenheiten
<b>Voraussetzungen</b>	Eine Person sollte die Knoten beherrschen, oft machen auch gerne der Skipper oder Bootsmann die Knoten vor.		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für jeden Teilnehmer muss ein Stück Tampen vorhanden sein.</li> <li>• Wenn viele Personen mitmachen, sollten genügend Knotentafeln kopiert sein.</li> </ul> Ein Knotenbuch und 3 eingeschweißte Knotentafeln sind in der Ausfahrtenkiste enthalten.		

### Hintergrund

Seemannsknoten sind an Bord eines Schiffes mit seinen vielen festen und losen Leinen nicht wegzudenken. Seemännische Knoten haben eine besondere Bedeutung für den Betrieb von Schiffen. Sie dienen zum Sichern eines Endes, zum Verbinden zweier Enden oder zum Festmachen einer Leine oder Trosse an einem festen Gegenstand. Sie müssen zuverlässig halten, aber sich zugleich auch im nassen Zustand und nach starker Beanspruchung wieder leicht lösen lassen.

Als wesentlicher Ausbildungsbestandteil von Seeleuten und Sportschiffen dient die Knotenkunde dazu, einen Satz von zuverlässigen Knoten wie „im Schlaf“ zu beherrschen. Immerhin kann von der Haltbarkeit eines solchen Knotens die Sicherheit von Schiff und Besatzung abhängen.

In der Seemannssprache gibt es besondere Ausdrücke, die man vor der Knotenkunde selbst kennen sollte:

- Statt Seil sagt man Leine oder Tau.
- Ein Ende ist ein kurzes Stück Leine.
- Der Tampen ist das lose Ende der Leine oder auch die Leine selbst.
- Unter einer Bucht versteht man den U-förmigen Verlauf einer Leine.
- Ein Auge ist eine Bucht, deren Enden sich überkreuzen.
- Als Rundtörn gilt ein um ein Objekt gelegtes Auge.

### Durchführung

Wenn die Aktion an Bord eines Schiffes oder in der Nähe eines Hafens stattfindet, können sich die Teilnehmer zunächst an Bord umschaun und nach Knoten und deren Verwendungszwecken suchen. Dann bekommt jeder Teilnehmer einen Tampen. Es können auch die Enden gerade nicht benötigter Seile des Schiffes sein. Es wird jeweils ein Knoten erklärt und vorgeknotet, die Teilnehmer knoten dann nach.

## Fancywork

<b>Kurzbeschreibung</b>	Im Rahmen dieser alten Seemannskunst wird ein Schlüsselanhänger geknotet.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30 min bis 1 Stunde
<b>Gruppengröße</b>	5 - 10 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Sitzgelegenheiten
<b>Voraussetzungen</b>	Eine Person sollte das Knoten der Schlüsselanhänger beherrschen.	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	scharfes Messer, Feuerzeug pro Person: 1 Ring für einen Schlüsselanhänger, 2 dünnere Tampen in unterschiedlichen Farben		

## Hintergrund

Über die praktische Knotenkunde hinaus gibt es Fancywork. Der Ursprung ist in den alten Zeiten der großen Segelschiffe zu finden. Die Fahrensleute auf den großen Windjammern waren es, die sich, wenn sie auf ihren langen Fahrten reichlich Zeit hatten, durch Beschäftigung mit Tauwerk die Langeweile vertrieben. Fancywork war das Ergebnis. Es waren meist ebenso nutzlose wie schöne Arbeiten mit Tauwerk, die der Ausschmückung des Schiffes oder persönlicher Gegenstände dienten.

## Durchführung

Nach der beiliegenden Anleitung knüpft sich jeder Teilnehmer einen Schlüsselanhänger.

## Literatur und Internetquellen zur Knotenkunde

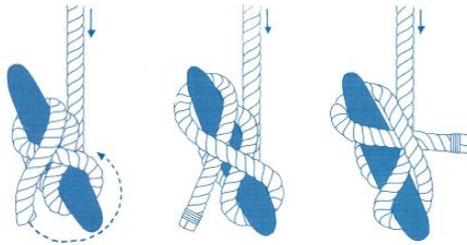
Titel / Webadresse	Kurzinfo
<a href="http://www.yacht-schule-marl.de">http://www.yacht-schule-marl.de</a>	Seite mit den wichtigsten Knoten und animierter Darstellung, wie sie geknotet werden.
Perry, G. (2003): Knoten - 100 bewährte Knoten Schritt für Schritt erklärt. Gondolino, 224 S.	Gutes Knotenbuch, in dem Einsatzmöglichkeiten auch außerhalb der Seefahrt erklärt werden.
Sondheim, E. (2003): Knoten Spleißen Takeln. Verlag Delius Klasing, Bielefeld	Knotenbuch, auch mit Fancywork

Achterknoten



Der Achterknoten ist ein sogenannter Stopperknoten, d.h. er verhindert am Tauende das Ausrutschen (Herausrutschen) aus einer Öse oder aus einem Block.  
Wie alle Seemannsknoten ist er, auch nach starker Beanspruchung sehr leicht wieder zu lösen, indem man einfach eine Bucht nach oben biegt.

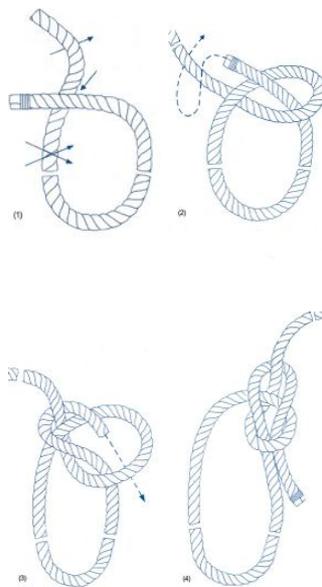
Belegen



(1) (2a) richtig (2b) falsch

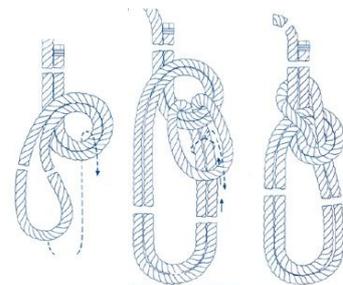
Oft ist es erforderlich, dass ein Seil sicher befestigt sein muss, aber in kritischen Situationen leicht wieder gelöst werden kann. Dies ist zum Beispiel bei den Schoten und Fallen der Fall, d.h. bei den Tauen, mit denen die Segel eingestellt werden.  
In diesem Fall wird auf einer Klampe oder auf einem Nagel belegt. Wichtig beim Belegen ist, dass das Seil immer diagonal über die Klampe geführt wird, auch beim letzten Törn (siehe Abb. Mitte). Läuft das Seil parallel zur Klampe (siehe Abb. rechts), löst sich der Knoten leicht.

Palstek

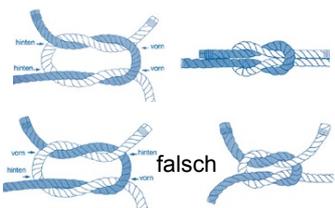
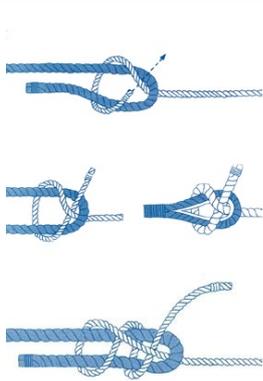
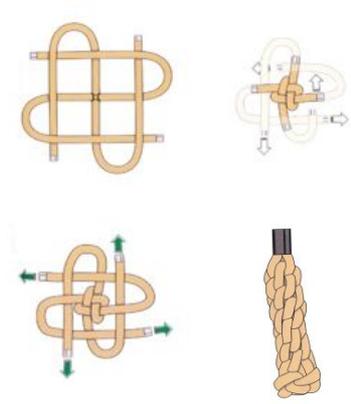
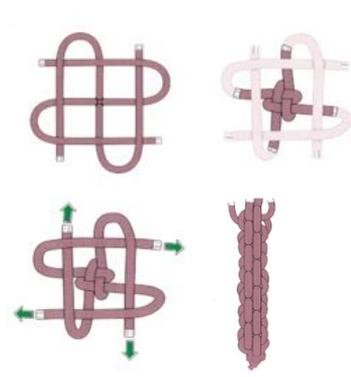


Der Palstek wird verwendet, wenn man eine feste Schlaufe in ein Seilende knoten möchte. Er ist ein einfacher und doch sehr stabiler Knoten.  
Zum Knotenvorgang gibt es eine kleine Geschichte, damit man sich besser merken kann, wie es geht: Man legt eine Schlaufe. Das ist der Teich. Das feste Ende des Seils, also der Teil, aus dem nicht die Schlaufe gebildet wird, ist der Baum, der am Teich wächst. Nun kommt das lose Ende als Schlange aus dem Teich, ringelt sich einmal um den Baum und verschwindet dann wieder im Teich. Am Vorder- und Hinterteil der Schlange kann der Knoten jetzt festgezogen werden.

Doppelter Palstek



Der doppelte Palstek diente in früheren Zeiten oftmals als Bootsmannsstuhl, d.h. die Person, die z.B. in den Mast gezogen werden sollte, setzte sich in die beiden Schlaufen in der Art und Weise, dass der eine Strang unter dem Po und der andere hinter dem Rücken entlang lief.

<p><b>Kreuzknoten</b></p> 		<p>Der Kreuzknoten dient zur Verbindung zweier Enden gleicher Stärke, allerdings nicht der Verbindung zweier Seile, wenn sie auf Zug stehen. Beim Kreuzknoten ist wichtig, dass der Linienweg symmetrisch ist (siehe Abb. oben), sonst hält er nicht (siehe Abb. unten).</p>
<p><b>Schotstek</b></p> 		<p>Der Schotstek dient seit jeher dazu, die Schot, also das Seil, mit dem das Segel dichter herangeholt werden kann, am Segel zu befestigen. Er dient aber auch vielen anderen Zwecken, wie zum Beispiel dem Verbinden zweier Seile von unterschiedlichem Durchmesser. Es gibt den Einfachen Schotstek (siehe Abb. Mitte) und den Doppelten Schotstek (siehe Abb. unten).</p>
<p><b>Rundplattling</b></p> 		<p>Aus dem Rund- und dem Vierkantplattling lassen sich schöne Schlüsselanhänger gestalten. Hierzu nimmt man zwei gleichlange und gleichdicke Stricke und kreuzt diese beiden genau in der Mitte der beiden. Nun zieht man die Seile durch einen Schlüsselring und legt diesen genau auf die Kreuzstelle. Nun kann man mit dem Knoten nach Anleitung beginnen und solange knoten, bis der Anhänger die richtige Länge erreicht hat. Zum Abschluss werden die vier Enden mit dem Feuerzeug angeschmort und zusammengeklebt.</p>
<p><b>Vierkantplattling</b></p> 		<p>Anleitung siehe Vierkantplattling</p>

(alle Zeichnungen auf den Seiten C9/C10 außer den Plattlingen: John Bassiner, mit freundlicher Genehmigung, Plattlingszeichnungen: unbekannter Zeichner)

## Navigation bei Mensch und Tier

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer erarbeiten in Kleingruppen Präsentationen, in denen sie verschiedene Arten der Navigation bei Mensch und Tier vorstellen.		
<b>Alter</b>	ab 15 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	mind. 1 Tag Vorbereitungszeit
<b>Gruppengröße</b>	bis zu 5 Kleingruppen mit je 4 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	es muss die Möglichkeit geben, die Ergebnisse der ganzen Gruppe zu präsentieren
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Informationsmaterial vorbereiten
<b>Material</b>	Informationsmaterial für die einzelnen Kleingruppen * Material für die Präsentationen wie große Pappen, Stifte, Marker usw.		

### Hintergrund

Mit Navigation meint man die Kunst des Steuerns zu Wasser, zu Land und in der Luft. Dazu gehört zunächst die Bestimmung des Ortes, an dem man sich befindet, dann die Berechnung des Kurses, mit dem man an ein gewünschtes Ziel gelangt, und zuletzt das exakte Steuern des Fahrzeuges, so dass der optimale Kurs gehalten wird.

Entfernt man sich mit dem Schiff weit genug von der Küste, hat man oft nur noch wenig Anhaltspunkte, anhand der man seinen Standort feststellen kann. Es ist ein spannender Programmpunkt, die auf dem Schiff verwendeten Methoden der Navigation kennen zu lernen. Im Vergleich dazu ist es ein faszinierende Thema, sich mit der Navigation der Tiere auseinander zu setzen. Viele Tierarten legen im Laufe ihres Lebens weite Strecken zurück und navigieren dabei sicher über den gesamten Globus (Vogelzug, Walwanderungen usw.). Ein sehr ansprechendes Buch zu diesem Thema ist „Der innere Kompass – Sinnesleistungen wandernder Tiere“ von Talbot H. Waterman, das leider im Buchhandel nicht mehr zu erwerben ist. Es ist jedoch in unserer Ausfahrtenkiste vorhanden und oftmals gebraucht zu bekommen (z.B. unter [www.amazon.de](http://www.amazon.de)).

### Durchführung

Die Teilnehmer teilen sich in Kleingruppen auf. Jede Gruppe beschäftigt sich mit einem der unten aufgeführten Themen und stellt dieses in einer Endpräsentation vor.

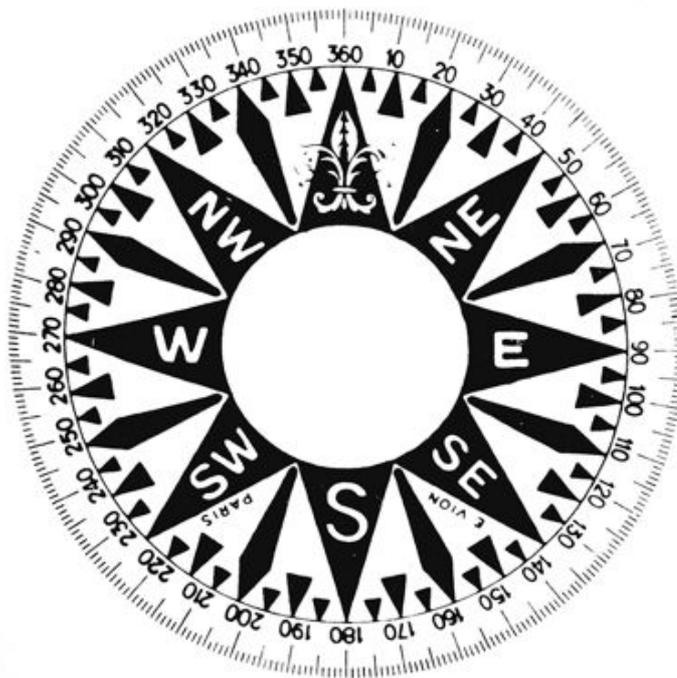
Die Ergebnisse können in unterschiedlicher Form dargestellt werden, z.B. als Vortrag, Poster, Radiosendung, Theaterstück, Kurzfilm (wenn Kamera vorhanden), Bildergeschichte... Der Phantasie sind hier keine Grenzen gesetzt.

### Vorschläge für Themen:

- Navigation in der Schifffahrt in Zusammenarbeit mit dem Skipper
- Navigation bei Naturvölkern
- Navigation beim Vogelzug
- Navigation bei Bienen und anderen Insekten
- Navigation bei Walen

## Literatur und Internetquellen zur Navigation

Titel / Webadresse	Kurzfinfo
Waterman, T.H. (1990): Der innere Kompass - Sinnesleistungen wandernder Tiere. Spektrum der Wissenschaft	Dieses sehr schöne Buch zum Thema ist im Buchhandel leider nicht mehr erhältlich, aber in der Ausfahrtenkiste enthalten oder auch manchmal gebraucht zu erwerben.
Hopkinson, S. (2006): Navigation für Einsteiger. Pietsch Verlag, 96 S.	Kurze, einfache und verständliche Einführung in die in der Schifffahrt üblichen Navigationsmethoden
Meyer-Haßfurth (2005): 500 Jahre Navigation: Navigationsinstrumente vom 15. bis zum 19. Jahrhundert. Palstek, 254 S.	Schönes, bilderreiches Buch zur Geschichte der Navigation, empfehlenswert für alle, die Lust haben, etwas tiefer in das Thema einzusteigen.



Kompassrose: (c) unbekannt

## Shanties singen

Shanties sind Seemannslieder, die von den Matrosen zur gemeinschaftlichen Arbeit an Bord ihrer Schiffe gesungen wurden.

Etwa Mitte des 19. Jahrhunderts entstand ein neuer Schiffstyp: der Klipper, ein schmales, schnelles Schiff mit großer Segelfläche und einer relativ kleinen Besatzung, der als Handelsschiff schnell den Atlantik überqueren konnte. Mit dem Aufkommen dieses Schiffstyps gelangten die Shanties zu großer Bedeutung. Während aus früheren Zeiten kaum Shanties überliefert sind, manchmal war das Singen an Bord sogar verboten, hieß es jetzt: ein guter Shantyman (Vorsänger) ersetzt 10 Mann bei der Arbeit.

Je nach Arbeit unterscheidet man hauptsächlich 3 Kategorien:

Der HALYARD-Shanty wird bei länger ausholendem Ziehen, z.B. beim Segelsetzen, gesungen.

Hier besteht jede Strophe aus vier Teilen, die abwechselnd Solo und von der Mannschaft gesungen werden.

Der WALKAWAY- oder STAMP-AND-GO-Shanty wird beim langen Ziehen einer oder mehrerer Trossen über Deck gesungen. Er zeichnet sich durch lange von der Mannschaft gesungene Partien aus.

CAPSTAN- (Lichten des Ankers), WINDLASS- und PUMP-Shanties sind sich sehr ähnlich. Sie bestehen zumeist aus vier kurzen Teilen, die abwechselnd Solo und von der Mannschaft gesungen werden, und einer langen Partie für die Mannschaft.

Der FOREBITTER ist ein funktionsloser Shanty, benannt nach dem großen Poller, auf dem die Seeleute in ihrer Freizeit saßen.

Auf der nächsten Seite sind drei Shanties als Beispiel angegeben. Es macht sicher auch großen Spaß, selbst solche Lieder zu entwickeln. Oft bestehen sie aus einer kurzen Textzeile, die variiert wird und einem dazu passenden Refrain, der nach oder vor dem variablen Text wiederholt wird.  
Bekannte

In der Ausfahrtenkiste finden Sie ein Shanty-Heft mit Liedern.

## Literatur und Internetquellen zu Seemannsliedern

Titel / Webadresse	Kurzinfo
<a href="http://www.drunken-sailor.de/Noten.htm">http://www.drunken-sailor.de/Noten.htm</a> <a href="http://www.shanty-ippinghausen.de/">http://www.shanty-ippinghausen.de/</a>	Texte, Noten, Gitarrengriffe, Wissenswertes. Private Homepage
<a href="http://musik.klarmachen-zum-aendern.de/kinder-wollen-singen">http://musik.klarmachen-zum-aendern.de/kinder-wollen-singen</a>	Alte Kinderlieder mit Text und Noten als PDF. Projekt „Kinder wollen singen“

WALKAWAY

HALYARDER

WHISKY JOHNNY

Oh whisky is the life of man, whisky Johnny, oh  
I'll drink whisky when I can, whisky for my Johnny

THE GOLDEN CHARIOT

We'll roll the golden chariot along, we'll roll the golden chariot along, we'll  
roll the golden chariot along, and we'll all hang on behind!

- We'll roll the golden chariot along,  
we'll roll the golden chariot along,  
we'll roll the golden chariot along,  
and we'll all hang on behind!
- If the devil's in the road we'll roll it over him,  
if the devil's in the road we'll roll it over him,  
if the devil's in the road we'll roll it over him,  
and we'll all hang on behind!

- Oh Whisky is the life of man  
Ch. Whisky.  
Johnny.  
Oh I'll drink whisky when I can  
Ch. Whisky for my Johnny.
- Oh whisky is the life of man,  
Oh whisky from an old tin can.
- Oh whisky hot and whisky cold,  
Oh whisky new and whisky old.
- Oh whisky here and whisky there,  
Oh I'd have whisky everywhere.
- Oh whisky killed my poor old Dad,  
Oh whisky drove my mother mad.
- Oh whisky made me pawn my cloth,  
Oh whisky gave me this red nose.
- I thought I heard the old man say,  
Oh whisky for all hands! Belay!

WALKAWAY

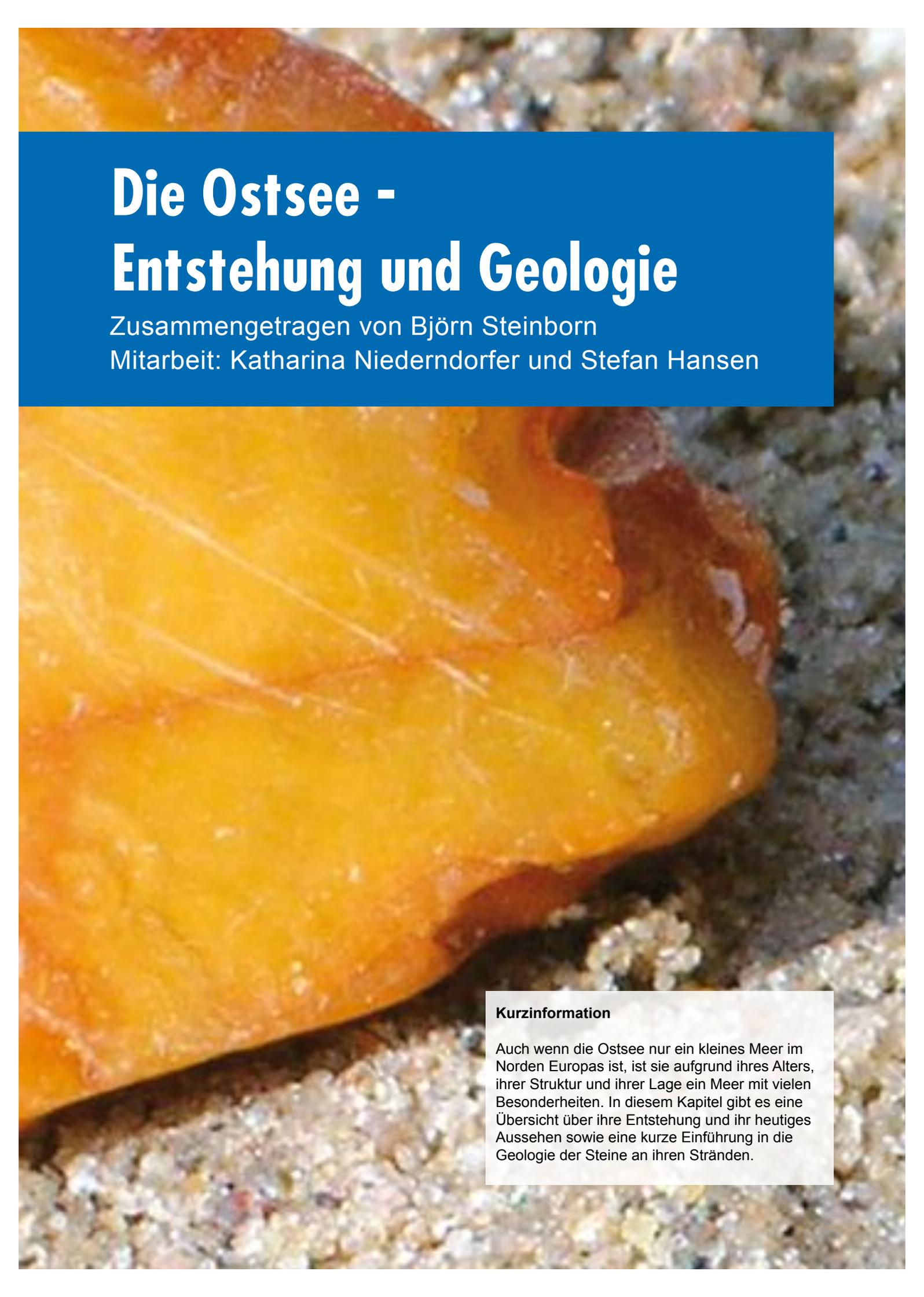
THE DRUNKEN SAILOR

What shall we do with a drunken sailor? What shall we do with a drunken sailor?  
What shall we do with a drunken sailor, early in the morning? Way, hay and  
up she rises, way, hay and up she rises, way, hay and up she rises early in the morning!

- What shall we do with a drunken sailor?  
What shall we do with a drunken sailor?  
What shall we do with a drunken sailor?  
Early in the morning!  
Way, hay and up she rises!  
Way, hay and up she rises!  
Way, hay and up she rises!  
Early in the morning!
- Put him in the long-boat  
till he gets sober.
- Keep him there  
and make him bale here.
- Trice him up  
in a running bowline.

- Tie him to the taffrail,  
when she's yard-arm under.
- Put him in the scuppers  
with a hose-pipe on him.
- Take him and shake him  
and try to wake him.
- Give him a dose  
of salt and water.
- Give him a taste  
of the bosun's rope-end.
- Stick on his back  
a mustard plaster.
- What shall we do  
with a limejuice skipper?
- Soak him in oil,  
till he sprouts a flipper.
- Scrape the hair off his chest  
with a hoop-iron razor.
- What shall we do  
with a drunken sailor.





# Die Ostsee - Entstehung und Geologie

Zusammengetragen von Björn Steinborn

Mitarbeit: Katharina Niederndorfer und Stefan Hansen

## **Kurzinformation**

Auch wenn die Ostsee nur ein kleines Meer im Norden Europas ist, ist sie aufgrund ihres Alters, ihrer Struktur und ihrer Lage ein Meer mit vielen Besonderheiten. In diesem Kapitel gibt es eine Übersicht über ihre Entstehung und ihr heutiges Aussehen sowie eine kurze Einführung in die Geologie der Steine an ihren Stränden.

## Kapitel D Die Ostsee –Entstehung und Geologie D

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>D3</b>
<i>Steckbrief der Ostsee</i>	D3
<i>Die Eiszeiten</i>	D3
<i>Entwicklung der Ostsee</i>	D4
<i>Die Ostsee verändert sich immer noch</i>	D4
<i>Die Steine am Strand</i>	D6
<i>Wie entstanden die Steine, die wir am Strand finden?</i>	D7
<i>Der Weg der Steine</i>	D8
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>D8</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>D9</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Steine fühlen	D9
Steine sammeln und bestimmen	D10
Herkunft der Steine	D11
Das Regentropfenspiel	D12

## I. Fachlicher Hintergrund

### Steckbrief der Ostsee



Abbildung D1: Karte der Ostsee (Original: <http://wp.mphase.net/karte/ostsee.svg>, Urheber: © L. Michael Klockmann 2003 <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Ostsee.jpg>)

#### Die Ostsee ist fast ganz von Land umgeben

- Es gibt nur wenige enge Verbindungen zur Nordsee (Öresund, großer und kleiner Belt).
- Die theoretische Verweildauer eines Wassertropfens in der Ostsee beträgt ca. 25-35 Jahre.

#### Die Ostsee ist klein

- Die Nord-Süd-Ausstreckung beträgt 1300 km, die West-Ost-Ausstreckung 1000 km, die maximale Breite der Ostsee beträgt 300 km.
- Der flächenmäßige Anteil am Weltmeer beträgt nur 0,1 %.
- Die Ostsee hat eine Oberfläche von 412 000 km<sup>2</sup>, zum Vergleich: die Fläche der BRD beträgt 356 957 km<sup>2</sup>.
- Mit 21 631 km<sup>3</sup> Volumen fasst sie rund die Hälfte des Inhalts der Nordsee.

#### Die Ostsee ist relativ flach

- Die durchschnittliche Tiefe beträgt 55 m.
- Die tiefste Stelle ist das Landsortief mit 459 m (nördlich von Gotland).
- Eine der flachsten Stellen in der Ostsee ist die Darßer Schwelle mit nur ca. 18 m Tiefe.
- Die Ostsee liegt auf dem nordeuropäischen Kontinentalsockel (auch Schelf genannt, deshalb Schelfmeer).
- Das Bodenrelief wird gebildet aus mehreren aneinander grenzenden Becken, die durch mehr oder weniger hohe Schwellen voneinander abgetrennt sind. Nach dieser natürlichen Gliederung sind auch die einzelnen Teile der Ostsee benannt (Bornholmbecken, Arkona Becken etc.).

### Die Ostsee – wie sie wurde, was sie ist

#### Die Eiszeiten

Die Entstehung der Ostsee ist untrennbar verbunden mit den letzten Eiszeiten in der Region.

Der Ostseeraum erlebte innerhalb der letzten 500 000 Jahren drei Eiszeiten. Die letzte Eiszeit, die Weichseleiszeit, endete vor 15 000-10 000 Jahren. Die Gletscher, die sich von Skandinavien über den heutigen Ostseeraum ausbreiteten, reichten in der Hochphase bis in die Mitte von Schleswig-Holstein heran.

Gletscher entstehen aus Schnee, der durch Druck zu Eis umgeformt wird. Welche Mengen an Schnee damals fielen, um die Gletscher zu bilden, wird deutlich, wenn man bedenkt, dass für einen Zentimeter Eis achtzig Zentimeter Schnee notwendig sind. Während die Eismassen in ihrem Nährgebiet in Skandinavien eine Mächtigkeit von über 3000 Meter erreichen konnten, betrug die Dicke der Eisdecke in Schleswig-

Holstein etwa 400 bis 500 Meter.

Da so viel Wasser als Eis gebunden war, lag der Meeresspiegel der Weltmeere und der Nordsee (die Ostsee existierte damals noch nicht) etwa 80 bis 130 Meter niedriger als heute. So hätte man zu Fuß vom Festland nach England gelangen können. Gegen Ende der Eiszeit war der Meeresspiegel immer noch so niedrig, dass einige Bereiche besiedelt waren, die heute von der Nordsee bedeckt sind. Hiervon zeugen Geräte von mittelsteinzeitlichen Menschen, die auf dem Nordseegrund gefunden wurden.

Die Menge an Eis hatte noch eine andere Folge, die auch heute noch zu spüren ist. Durch den gewaltigen Druck des Eises auf die Erdkruste senkte sich das Land ab, vergleichbar einem Gummiball, den man mit dem Finger eindrückt. Und genauso, wie die Dehle wieder verschwindet, wenn man den Finger weg nimmt, hebt sich auch das Land wieder, seit das Eis zu schmelzen begann. Im Bottnischen Meerbusen beträgt die Hebung bis zu 0,9 cm pro Jahr.

## Entwicklung der Ostsee

Die erste Komponente der Ostsee bildete sich vor ca. 125 000 Jahren, als während der Saale-Eiszeit aus den Endmoränen der Gletscher die Geest von Schleswig-Holstein und Jütland entstand. Sie bildet bis heute einen Riegel zwischen Nord- und Ostsee. Das heutige Ostseebecken entstand nach der letzten Eiszeit, die vor ca. 15 000-10 000 Jahren zu Ende ging. Die Entwicklung der Ostsee lässt sich in vier Abschnitte einteilen.

### I. Baltischer Eisstausee

Zuerst bildete sich aus dem Süßwasser der abschmelzenden Gletscher der baltische Eisstausee (ca. 11 000-10 000 vor heute). Dabei ging die Ausdehnung des Sees im Nordosten weit über das heutige Ufer hinaus. Über die großen russischen Seen und die Wolga bestand vermutlich eine Verbindung zum Kaspischen Meer, wo auch heute noch viele Arten leben, die auch in der Ostsee vorkommen. Der Abfluss erfolgte vor etwa 10 000 Jahren über den Öresund, später über Mittelschweden, bis ein Ausgleich mit der Nordsee erreicht war.

### II. Yoldia-Meer

Mit dem Ende der letzten Eiszeit stieg auch der Meeresspiegel der Weltmeere an. Dieses führte schließlich dazu, dass über die Mittelschwedische Senke Salzwasser in den See eindrang und ein Brackwassermeer entstand. Das Yoldia-Meer, benannt nach der Meeresschnecke *Portlandica* (früher: *Yoldia artica*). Die Art wanderte wie viele andere Meeresschnecken auch von der Nordsee ein. Einige Arten, die damals in die Ostsee kamen, finden sich auch heute noch als sogenannte Reliktarten. Dazu gehört zum Beispiel auch die Ringelrobbe. Der Zufluss von Salzwasser versiegte, als die Landmassen sich wegen des schmelzenden Eises und der daraus folgenden Entlastung hoben (Isostasie).

### III. Ancylus-See

Durch die Landhebung entstand ca. 9000 Jahre vor unserer Zeit wieder ein Süßwassersee, der Ancylus-See, benannt nach der Süßwasserschnecke *Ancylus fluviatilis*. Der See entwässerte zunächst über einen Fluss in Mittelschweden. Dann, als sich das Land weiter hob, verlagerte sich der Abfluss nach Süden, etwa dorthin, wo heute der große Belt ist.

### IV. Littorina-Meer

Da der Weltmeeresspiegel immer weiter anstieg, weil die Gletscher der Eiszeit schmolzen, wurde vor etwa 8000 Jahren das Gebiet der westlichen Ostsee überflutet, und es kam wieder zu einem Salzwassereinstrom. Benannt wurde das so entstandene Meer nach der Strandschnecke *Littorina littorea*: das Littorina-Meer. Seine Entstehung leitete die Bildung der heutigen Ostsee ein.

### Mya-Meer (heutige Ostsee)

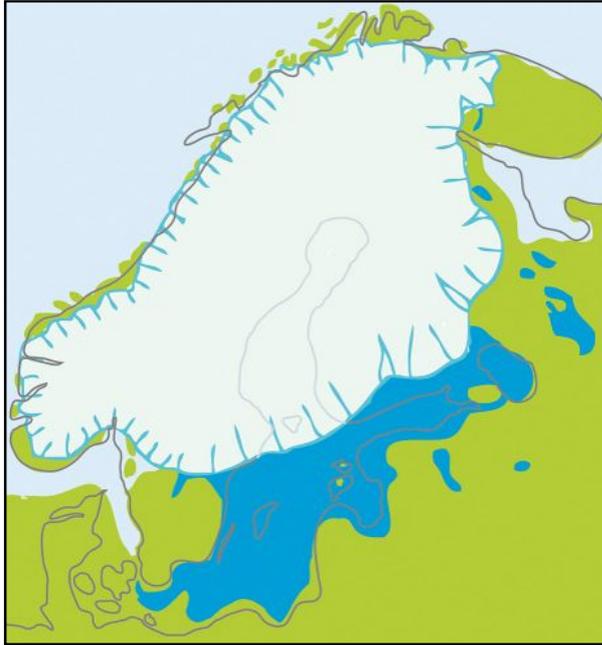
Seit ca. 2000 Jahren besteht das Meer, welches wir als die heutige Ostsee kennen. Es wird auch Mya-Meer genannt, nach der größten heute in der Ostsee lebenden Muschel – der Sandklaffmuschel *Mya arenaria*.

### Die Ostsee verändert sich immer noch

Die Ostsee ist in ihrer Entstehung also geprägt von einem Wechsel zwischen Süß- und Brackwasser. Erst seit 7000 Jahren hat sie in etwa die heutige Ausdehnung.

Dennoch geht die Entwicklung der Ostsee beständig weiter, wenn auch vergleichsweise langsam. Seit etwa 2000 Jahren wird die Verbindung zur Nordsee kleiner. Einerseits hebt sich das Land im Bereich der Belte etwas, andererseits steigt der Meeresspiegel nicht mehr so stark an. Als Folge nimmt der Einstrom von Salzwasser ab und die Ostsee süßt aus.

Während sich das Land im nordöstlichen Teil der Ostsee auch heute um mehrere Millimeter im Jahr hebt (im Bereich des Bottnischen Meerbusens bis 9 mm/Jahr, Finnland gewinnt jedes Jahr etwa 10 km<sup>2</sup> dazu), senkt sich im Bereich der deutschen und dänischen Küste das Land ab (in der Lübecker Bucht ca. 2,5 mm/Jahr).



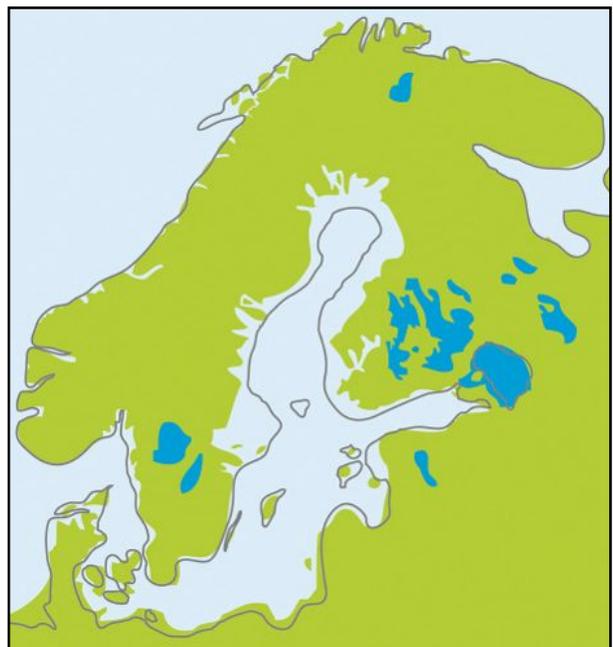
Baltischer Eisstausee



Yoldia-Meer



Ancylus-See



Littorina-Meer

Abbildung D2: Entstehungsgeschichte der Ostsee. Der gegenwärtige Zustand der Ostsee ist grau eingezeichnet.  
 Grafik: Hohe Tied e.V. nach Björck, S.: „The late Quaternary development of the Baltic Sea“ (online unter [www.geol.lu.se/personal/seb/The%20late%20Quaternary%20development%20of%20the%20Baltic%20SeaKompendium.pdf](http://www.geol.lu.se/personal/seb/The%20late%20Quaternary%20development%20of%20the%20Baltic%20SeaKompendium.pdf)) und Björck, S.: „Maps of the Baltic's early stages with revised ages compared to Björck (1995) and calibrated to calendar years BP“ (online unter [www.geol.lu.se/personal/seb/Maps%20of%20the%20Baltic.htm](http://www.geol.lu.se/personal/seb/Maps%20of%20the%20Baltic.htm))



Als **Hühnergott** bezeichnet man Feuersteine mit einem Loch. Eine Erklärung für die Herkunft des Namens lautet, dass die Menschen früher geglaubt haben, ein Hühnergott im Nest würde die Hühner dazu bringen, mehr Eier zu legen. Eine andere Möglichkeit ist, dass mehrere Hühnergötter an einer Schnur aufgezogen wurden und über die Hühnerklappe des Stalls gehängt wurde. Kam nun nachts ein Fuchs, klapperten die Steine und verscheuchten den Fuchs.

## Die Steine am Strand

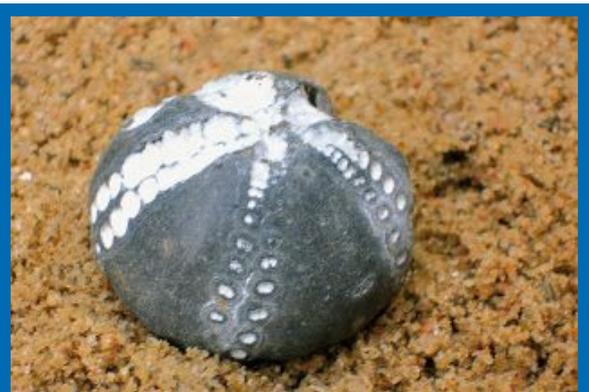
Obwohl die Ostsee in der heutigen Form noch ein sehr junges Meer ist, lassen sich an ihren Stränden viele Spuren aus der Zeit vor ihrer Entstehung finden.

Die Vorläufer der Ostsee waren die Meere der Tertiär- (65-2 Mio. Jahre v.u.Z.) und Kreidezeit (140-65 Mio. Jahre v.u.Z.). Auch wenn diese Meere schon lange nicht mehr existieren, finden sich doch noch Spuren davon. So entstanden zum Beispiel die Kreidefelsen von Mön und Rügen in der Kreidezeit vor etwa 70 Mio. Jahren. Auch findet man heute noch oft Versteinerungen mit den Resten von Pflanzen und Tieren dieser Zeit. Dazu gehören zum Beispiel Seeigel, Muscheln oder „Donnerkeile“ (die Reste von Belemniten, einer ausgestorbenen Kopffüßerart).

Tatsächlich ist ein Spaziergang an einem Ostseestrand Schleswig-Holsteins oder Dänemarks ein Gang durch mehrere Millionen Jahre Erdgeschichte und alle Gegenden Skandinaviens. Die Steine, die sich hier an vielen Stränden finden, wurden während der Eiszeiten von den Gletschern aus Skandinavien in Richtung Süden transportiert und nach dem Abschmelzen des Eises hier abgelagert. Einige der Gesteinsarten sind bis zu 2 Mrd. Jahre alt. Das bedeutet, sie sind fast halb so alt, wie die Erde selbst.



Früher glaubten die Menschen, die **Donnerkeile** wären die Spitzen von Blitzen, die der germanische Gott Thor (=Donar) auf die Erde schleuderte. Heute weiß man, dass es die Überreste von Belemniten sind, einer ausgestorbenen Kopffüßerart, die den heutigen Kalmaren ähnelt. Bei der Versteinerung handelt es sich um eine am Hinterende gelegene Kalkschale im Innern des Tieres, ähnlich wie der Schulp bei *Sepia*.



**Seeigel** gibt es schon seit etwa 450 Millionen Jahren auf der Erde. Diese Versteinerung stammt aus der Kreidezeit vor ca. 80-100 Millionen Jahren. Eigentlich ist es nur ein Abdruck der Seeigelschale. Diese füllte sich mit flüssigem Feuerstein, der dann unter großem Druck fest wurde. Die weiche Schale ist mit der Zeit verschwunden, was bleibt, ist der Abdruck.

## Wie entstanden die Steine, die wir am Strand finden?

Die verschiedenen Gesteinsarten lassen sich nach ihrer Entstehung in drei Hauptgruppen unterscheiden.

**Magmatite** entstehen durch die Erstarrung heißer Gesteinsschmelzen (Magma und Lava). Die Gesteine dieser Gruppe lassen sich in zwei weitere Untergruppen unterteilen. Gesteine, die durch das Erstarren an der Oberfläche entstanden, nennt man Ergussgesteine (Vulkanite). Gesteine, die durch Abkühlung in der Erdkruste entstanden, sind Tiefengesteine (Plutonite).

Beim Auskühlen der Magma bilden sich Kristalle aus, welche schließlich das Gestein bilden. Bei Plutoniten, die in großer Tiefe relativ langsam erkalten, bleibt genug Zeit für die Ausbildung großer Kristalle, die dann gut sichtbar sind. Dies ist z.B. bei einem Granit der Fall. Ergussgesteinen dagegen kühlen an der Erdoberfläche oft relativ rasch ab und es können sich nur feine Kristallstrukturen formen. Ein Beispiel hierfür ist der Basalt. Darüber hinaus gibt es noch Zwischenformen wie die Porphyre.

Eine weitere Gruppe sind die **Ablagerungsgesteine** (Sedimentite), die sich durch mechanische oder chemische Ablagerungen bilden. Hierzu zählen Sand- und Kalksteine sowie der Feuerstein, der am Strand die häufigste Gesteinsart darstellt. In vielen dieser Gesteine kann man Fossilien finden. Sedimentite haben häufig eine körnige Struktur, an der man oft noch die einzelnen Bestandteile erkennen kann, aus denen sie sich bildeten (z.B. Sandkörner beim Sandstein). Durch den Ablagerungsprozess formten sich meist Schichten aus, die oft noch zu sehen sind.

Zu den Ablagerungsgesteinen gehört auch die Schreibkreide, die die Felsen von Mön und Rügen bildet. Sie wurde aus den Ablagerungen von Kalkschalen kleiner Meeresorganismen gebildet, welche in dem damals bestehenden Meer lebten. Die Kreide war auch der Namensgeber für die „Kreidezeit“, die vor ca. 65 Mio. Jahren endete.

Auch wenn diese Zeitspannen für uns kaum nachvollziehbar sind, ist die Kreide, gemessen an dem Alter der Erde (4,5 -5 Mrd. Jahre) also noch recht jung.

Die zeitlichen Dimensionen der Entstehung der Kreidefelsen auf Rügen sind ebenfalls nur schwer zu begreifen. Die Ablagerungen wuchsen in einem Jahr um ca. einen halben Millimeter. In zehn Jahren bildeten sich also 5 mm und in 1000 Jahren 50 cm Kreide. Für die Bildung von 500 m Gesteinsschicht wären demnach eine Millionen Jahre notwendig, und auch das nur, wenn die Sedimentation nicht unterbrochen würde.

Es gibt außerdem noch sogenannte organogene Ablagerungsgesteine, die aus organischem Pflanzenmaterial entstanden. Ein solches Gestein ist zum Beispiel der Bernstein, den man am Ostseestrand mit viel Glück im Spülsaum finden kann.

Die dritte Gruppe bilden die **Umwandlungsgesteine** (Metamorphite). Diese Gesteine, wie Gneise, entstanden aus Gesteinen, die durch Druck und/oder Hitze umgewandelt wurden, wobei der Mineralbestand verändert wurde. Durch die starke Beanspruchung bekommen die Minerale eine eher bänderartige oder schieferige Struktur, an der man die Umwandlungsgesteine gut erkennen kann.

Tabelle D1: Häufige Steine am Ostseestrand und ihre Zuordnung zu den Hauptgesteinsgruppen

Hauptgruppe	Gesteinsname
Ablagerungsgestein	Kalkstein
	Sandstein
	Feuerstein
	Granit
	Basalt
Umwandlungsgestein	Porphyr
	Gneis



Abbildung D3: Bernstein – das Gold der Ostsee

## Der Weg der Steine

Die zahlreichen Steine und Felsbrocken (Findlinge), die sich in Norddeutschland nicht nur an den Stränden finden, wurden von den Gletschern aus Skandinavien dorthin „mitgenommen“. Jeder weiß, was passiert, wenn man eine Flasche mit Wasser in das Tiefkühlfach legt und dort vergisst. Das Wasser gefriert und dehnt sich aus, die Flasche platzt. Genau das Gleiche geschieht, wenn Wasser in Felsspalten und Ritzen im Gestein vordringt. Gefriert es, dehnt es sich aus und sprengt den Stein. Auf diese Art platzten zum Teil riesige Steinblöcke aus den Felsen in Skandinavien heraus und froren im Gletscher fest. Auf ihrem Weg wurden die Steine zahlreichen Belastungen ausgesetzt. Sie wurden erneut durch Frostsprengung

zerkleinert, im Schmelzwasser aneinander gerieben und über den gefrorenen Untergrund geschoben, in dem sich andere Steine befanden. Auf diese Weise wurden sie zu Sand gemahlen, poliert, geschmirgelt oder zerkratzt. Als das Eis dann schmolz, blieb das „Geschiebe“ einige hundert Kilometer von seinem Ursprungsort entfernt liegen. Die Steine am Strand wurden anschließend durch die Witterung und vor allem durch das Wasser der Ostsee bearbeitet, so dass sie ihre heutige Form bekommen haben.

Viele der Gesteine lassen sich einem bestimmten Herkunftsort zuordnen. Diese sogenannten Leitgeschiebe geben Auskunft über den Ursprung und den Verlauf der Gletscher.

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
<a href="http://www.dfg-science-tv.de/de/projekte/sinkende-kuesten">http://www.dfg-science-tv.de/de/projekte/sinkende-kuesten</a>	DFG Projekt „Sinkende Küsten“. Kurze Videos zum Thema Küstenverlagerung und steinzeitliche Besiedlung.
Geo step by step (2007). Eiszeit, Steine und mehr... : Anregungen für den handlungsorientierten Unterricht. Geo step by step e.V , Kiel.	Mappe mit Hintergrundinformationen und Methoden zu Themenbereich Eiszeiten, Steinen und Versteinerungen.
Küster, H. (2002): Die Ostsee - Eine Natur- und Kulturgeschichte. Verlag C.H. Beck.	Eine in leicht verständlicher Sprache geschriebene und gut zu lesende Beschreibung der natur- und kulturhistorische Entwicklung der Ostsee und der Ostseeregion.
Petersen, B. & G. Dehning (2003): Steine am Strand. Geo step by step, Kiel	Bestimmungsbuch für Steine und Informationen zur Ostseeentstehung und Eiszeiten.
Reinicke, R. (1997): Die Rügener Schreibkreide und ihre Fossilien. Faltblatt. Deutsches Museum für Meereskunde, Stralsund.	Faltblattserie „Am Ostseestrand“, mit Informationen zu verschiedenen Themen rund um die Ostsee. (wird nicht mehr aufgelegt)
Rohde, A. (2007): Fossilien sammeln an der Ostseeküste. Wachtholz Verlag Neumünster	Gutes Bestimmungswerk für Fossilien, die an der Ostseeküste zu finden sind.
Rudolph, F. (2005): Strandsteine – Sammeln und bestimmen. Wachtholz Verlag, Neumünster	Sehr schönes und übersichtliches Buch zur Bestimmung von Gesteinen am Ostseestrand.
<a href="http://www.ikzm-d.de">http://www.ikzm-d.de</a>	Sehr gut aufbereitete Informationen zu den Themen Meer und Küste.
<a href="http://www.ikzm-d.de/seminare/ss04.html">http://www.ikzm-d.de/seminare/ss04.html</a>	Auf diesen Seiten befinden sich Seminarreferate als Pdfs zum Thema „Die Ostseeregion im Wandel“, u.a. auch zur Ostseegeologie.

### III. Arbeitsanleitungen

#### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Die Entstehungsgeschichte der Ostsee eignet sich, um einen Einstieg in das Thema Ostsee zu gestalten.

Anknüpfungspunkte können sich ergeben zu den Themen

- Ozeanographie
- Klimaveränderung (Meeresspiegelanstieg)
- Küstenschutz

#### III.2 Methoden und Aktivitäten

Die nachfolgenden Aktivitäten beziehen sich überwiegend auf den Strand als Lernort.

Die meisten Methoden lassen sich aber auch an Bord durchführen, wenn man die Steine am Strand sammelt oder eine Gesteinssammlung mit an Bord bringt.

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### Steine fühlen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer erfahren, dass jeder Stein anders ist. Eignet sich als Einstieg in das Thema.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ab 5 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	ab 5 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	ein Stein pro Teilnehmer, entweder selbst gesammelt oder vom Leiter mitgebracht.		

#### Durchführung

Jeder Teilnehmer sucht sich einen Stein, den er besonders schön oder interessant findet. Er sollte nicht größer als faustgroß sein. Dann bilden alle Teilnehmer einen Kreis. Wird der Kreis zu groß, können auch mehrere Kleingruppen gebildet werden. Die Teilnehmer prägen sich – am besten mit verschlossenen Augen – ein, wie sich ihr Stein anfühlt. Dann drehen sie sich mit dem Rücken in die Mitte und geben den Stein an ihren linken Nachbarn weiter. Wenn alle den Stein befühlt haben, wird das Spiel solange fortgesetzt, bis alle wieder ihren Stein erfühlen.

### Steine sammeln und bestimmen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Sammeln und Bestimmen verschiedener Gesteinsarten am Strand. Das Bestimmen und Sammeln der Steine kann natürlich auch getrennt erfolgen.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30-60 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis ca. 30 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Sammeln der Steine: am Strand. Bestimmung und weitere Aktivitäten: am Strand oder auf dem Schiff
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesteinsbestimmungstafeln *</li> <li>• Karte über die Herkunft von Leitgeschieben *</li> <li>• Gesteinsammlung, wenn keine Steine gesammelt werden können</li> </ul>		

#### Durchführung

Jeder Teilnehmer sammelt Steine oder einen Stein, den er besonders schön oder interessant findet. Im Anschluss werden die Steine zusammengetragen und die Funde gemeinsam angesehen und besprochen. Im Gespräch über die Steine kann auf die Entstehung der Steine eingegangen werden. Dazu können die gesammelten Steine soweit möglich nach ihrer Entstehungsgeschichte in die drei beschriebenen Gruppen unterteilt werden. Da es dabei alle möglichen Übergänge gibt, wird die Zuordnung in einigen Fällen nicht eindeutig sein. Es ist dabei nicht so wichtig, jeden einzelnen Stein benennen zu können. Spannender sind meist die Geschichten, die die Steine „erzählen können“.

#### Mögliche Themen sind:

Feuerstein: Was sind „Hühnergötter“? Woher hat der Stein seinen Namen? Wofür wurde er in der Steinzeit verwendet? Wenn Versteinerungen gefunden wurden: Wie entstehen sie und was für Lebewesen waren das?

Wie alt sind die Steine? Wo kommen sie her?

#### Tipp

Immer einige aussagekräftige Steine dabei haben, um für einige zentrale Aspekte einen Beispielstein zu haben, falls die Teilnehmer wenig finden.

## Herkunft der Steine

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer erfahren etwas über die Herkunft der Steine.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	
<b>Gruppengröße</b>	bis ca. 30 Personen, auf gute Sicht achten	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	an Deck, am Strand,...
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• große Karte der Ostsee, auf Bettuch o.ä. aufgezeichnet *</li> <li>• Karte mit Leitgeschieben *</li> </ul>		

## Durchführung

Um die Herkunft der Steine deutlich zu machen, wird ein Bettlaken mit einer aufgemalten Karte der Ostsee in die Mitte auf den Boden gelegt. Die Karte wird nach Norden ausgerichtet. Es wird festgestellt, wo man sich befindet.

Damit die Teilnehmer einen Eindruck davon bekommen, woher die Steine kommen, werden einige Gesteine ihrem ungefähren Ursprungsort zugeordnet: Kreidekalksteine und Feuersteine kommen von Mön und Rügen, Granit aus Skandinavien.

## Das Regentropfenspiel

<b>Kurzbeschreibung</b>	Durch das Aneinanderklopfen von Steinen entsteht ein Hörerlebnis (eher ruhige Aktion).		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ca. 5 Minuten, je nach Gruppengröße
<b>Gruppengröße</b>	ab 5 bis ca. 30 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	zwei Steine für jeden Teilnehmer		

### Durchführung

Die Teilnehmer nehmen sich je zwei Steine und setzen sich in einen Kreis. Dann werden sie aufgefordert, ihre Augen zu schließen (das sollte aber nicht „Vorschrift“ sein, wer seine Augen lieber offen halten möchte, darf das gerne auch tun). Der Spielleiter geht herum und legt einzelnen Teilnehmern die Hand auf die Schulter. Diese fangen dann an, die Steine vorsichtig und im eigenen Rhythmus aneinander zu schlagen. Nach und nach setzt so „der Regen“ ein. Bei einer zweiten Berührung hören die Teilnehmer dann nach und nach auf, bis der „letzte Regentropfen“ verklungen und es wieder still ist. Erst dann werden die Augen wieder geöffnet.

Die Teilnehmer tauschen sich über das Erlebte aus.

### Variante

Wenn alle in dem gleichen Rhythmus die Steine aneinander schlagen, lässt sich so „Steinzeitmusik“ machen.



# Dem Wasser auf der Spur Ozeanographie der Ostsee

Zusammengetragen von Nicole Langhanki

## Kurzinformation

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den grundlegenden chemischen und physikalischen Eigenschaften des Meerwassers in der Ostsee, außerdem mit den sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Ostsee.

Die Inhalte sind:

- (Meer-) Wasser als inhomogenes Element
- Der Salzgehalt des Ostseewassers
- Die Ostsee als inhomogener Lebensraum
- Die Bedeutung des Tiefenreliefs.

## Kapitel E Dem Wasser auf der Spur – Ozeanographie der Ostsee

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>E3</b>
<i>Die Ostsee ist von Land eingeschlossen</i>	E3
<i>Die Ostsee ist ein Brackwassermeer</i>	E3
<i>Die Ostsee ist geschichtet</i>	E3
<i>Salzkonzentration</i>	E3
<i>Die Ostsee hat Bodenschwellen und Becken</i>	E5
<i>Die Ostsee ist auf den Einstrom von Nordseewasser angewiesen</i>	E6
<i>CTD-Sonde</i>	E7
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>E7</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>E8</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Einführungsvortrag für ein Seminar	E9
Messungen mit einer TS-Sonde	E10
Verdeutlichung des Salzgehaltes	E13
Schichtungsversuch	E14
<i>Uranin</i>	E15
Schichtungsversuch Bodenrelief	E16
Die Anrainerstaaten der Ostsee	E17
Tiere dem Salzgehalt auf einer Ostseekarte zuordnen	E18
III.3 Anhang	
Karte Salzgehalt und Artenzahl	E19

## I. Fachlicher Hintergrund

### Die Ostsee ist ein kleines, flaches Meer mit einigen Besonderheiten:

Die Ostsee ist von Land eingeschlossen

Die Ostsee ist ein nahezu abgeschlossenes Nebenmeer, d.h. sie ist weitgehend vom Festland eingeschlossen (siehe auch Abb. E1). Verbindungen zur Nordsee hat sie nur über die dänischen Wasserstraßen (Öresund, Kleiner Belt und Großer Belt). Diese Verbindungen sind äußerst schmal und flach, so dass nur ein eingeschränkter Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee möglich ist. Hier strömt salzarmes Wasser oberflächennah aus und seltener salzreiches Wasser ein. Die theoretische Verweilzeit, d.h. die Dauer, die ein Wassertropfen theoretisch in der Ostsee verbringt, liegt zwischen 25 und 35 Jahren. Im Vergleich dazu liegt die Verweilzeit in der Nordsee bei 3 bis 4 Jahren.

Die Ostsee ist ein Brackwassermeer

Die Ostsee liegt in der sogenannten humiden Klimazone, d.h. in diesem Gebiet ist die Wasserzufuhr durch Niederschlag größer als der Wasserverlust durch Verdunstung. Zusätzlich wird die Ostsee von über 250 Flüssen gespeist. Das gesamte Einzugsgebiet, aus dem das Süßwasser über die Flüsse in die Ostsee entwässert wird, ist vier mal größer als die Ostsee selbst. Mit dem Wasser der Flüsse werden natürlich auch solche Stoffe in die Ostsee eingetragen, die vom Land in die Flüsse gelangten (siehe auch Kapitel M Eutrophierung).

In der Bilanz ist die Wassermenge, die der Ostsee über Niederschlag und Flusseintrag zugeführt wird, insgesamt wesentlich größer als die Wassermenge, die ihr durch Verdunstung wieder entnommen wird. Der entstehende Wasserüberschuss führt zu einem ständigen Wasserstrom von salzarmem Wasser in die Nordsee.

Der Salzgehalt in der Ostsee wird durch den Süßwasserüberschuss verdünnt. Während im offenen Ozean in einem Liter Wasser ca. 35 Gramm verschiedener Salzkomponenten enthalten sind, sind es in der Ostsee vor Kiel nur noch ca. 12 Gramm. Je weiter man in die Ostsee nach Nordosten hinein fährt, desto geringer wird der Salzgehalt. Wasser, das aus einer Mischung von Meer- und Süßwasser besteht, nennt man Brackwasser. Die Ostsee ist also ein Brackwassermeer, das größte der Welt. Andere Brackwassermeere sind: Kaspisches und Schwarzes Meer.

## Salzkonzentration

Meersalz besteht zum allergrößten Teil aus Natriumchlorid, auch Kochsalz genannt, und Spuren anderer Salze und Verbindungen. Die einfachste Methode den Salzgehalt zu messen, ist, genau einen Liter Meerwasser verdunsten zu lassen und das zurückbleibende Salz zu wiegen. Das Ergebnis ist der Salzgehalt in Gramm pro Liter (g/l). Diese sehr ungenaue Messweise ist inzwischen von genaueren Messverfahren abgelöst worden. Deshalb finden wir heute für den Salzgehalt andere Einheiten. Doch es gilt ungefähr:

1 g/l entspricht 1 PSU (practical salinity unit)

Eine alternative Angabe ist die Umrechnung in Prozent. Ein Gramm entspricht 0,1 % eines Kilogramms, 0,1 % werden auch als 1 ‰ (sprich: ein Promille) bezeichnet.

Tabelle E1: Salinitäten in anderen Meeren

Ozeane und Nordsee	3,5 ‰ = 35 ‰
Ostsee, Kieler Bucht Finnischer Meerbusen	1,5 ‰ = 15 ‰ 0,1 ‰ = 1 ‰
Mittelmeer	3,7 ‰ = 37 ‰
Schwarzes Meer	1,7 ‰ = 17 ‰
Rotes Meer	4 ‰ = 40 ‰
Totes Meer	27 ‰ = 270 ‰

Die Ostsee ist geschichtet

Salziges und nichtsalziges Wasser haben eine unterschiedliche Dichte. Salziges Wasser ist schwerer und sinkt deshalb ab, salzärmeres Wasser ist leichter und bleibt an der Oberfläche. Ähnlich verhält es sich mit kaltem und warmem Wasser. Während kaltes Wasser dichter und damit schwerer ist und absinkt, bleibt das warme Wasser an der Oberfläche.

Die unterschiedliche Dichte führt dazu, dass sich das aus der Nordsee einströmende Salzwasser nicht mit dem süßeren Wasser der Ostsee vermischt, sondern in die Tiefe der Ostsee absinkt und dort eine stabile Wasserschicht bildet, während das süßere Ostseewasser darüber liegt. Besonders im Sommer, wenn das Oberflächenwasser erwärmt wird, entsteht eine äußerst stabile, sogenannte thermohaline Schichtung. Die beiden Wassermassen vermischen sich kaum miteinander, es besteht kein Austausch in der



Abbildung E1: Das Einzugsgebiet der Ostsee (grün) ist fast 4x so groß wie die Ostsee selbst (Quelle: "Fourth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-4)", Baltic Sea Environment Proceedings no. 93, Helsinki Commission, 2004: 17)

Vertikalen. Selbst Stürme und Strömungen führen dann kaum zu einer Durchmischung. Die Schicht, an der die beiden Wasserkörper aufeinander treffen, nennt man die Sprungschicht. Das salzreiche Wasser aus dem Kattegat kann nur über den Grund der Belte in die Ostsee einströmen, was nur bei besonderen Windverhältnissen möglich ist. Über die Belte strömt auch das salzarme Ostseewasser oberflächennah aus. Aus diesem Grund ist auch die Fehmarnbeltquerung so problematisch, weil sie den Einstrom von Salzwasser stört.

### Die Ostsee hat Bodenschwellen und Becken

Die Ostsee hat ein Bodenrelief, das aus verschiedenen kleineren Becken besteht, die jeweils durch

Schwellen voneinander getrennt sind. Bei den Schwellen findet man sehr niedrige Wassertiefen (Beispiel Darßler Schwelle nördlich von Rostock: 18 m Wassertiefe), während die Becken nach Osten hin an Tiefe immer mehr zunehmen. Die salzigen Wassermassen aus der Nordsee, die ihren Weg durch die dänischen Wasserstraßen gefunden haben, werden jeweils erst in einem solchen Becken aufgefangen. Erst wenn das Becken dann bis zur Höhe der nächsten Schwelle mit Salzwasser gefüllt ist, kann das Wasser in das nächste Becken vordringen. Der Prozess der Wassererneuerung ist hierdurch stark behindert: je weiter wir nach Osten kommen, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass hier das Tiefenwasser durch sauerstoffreiches Nordseewasser ausgetauscht wird.

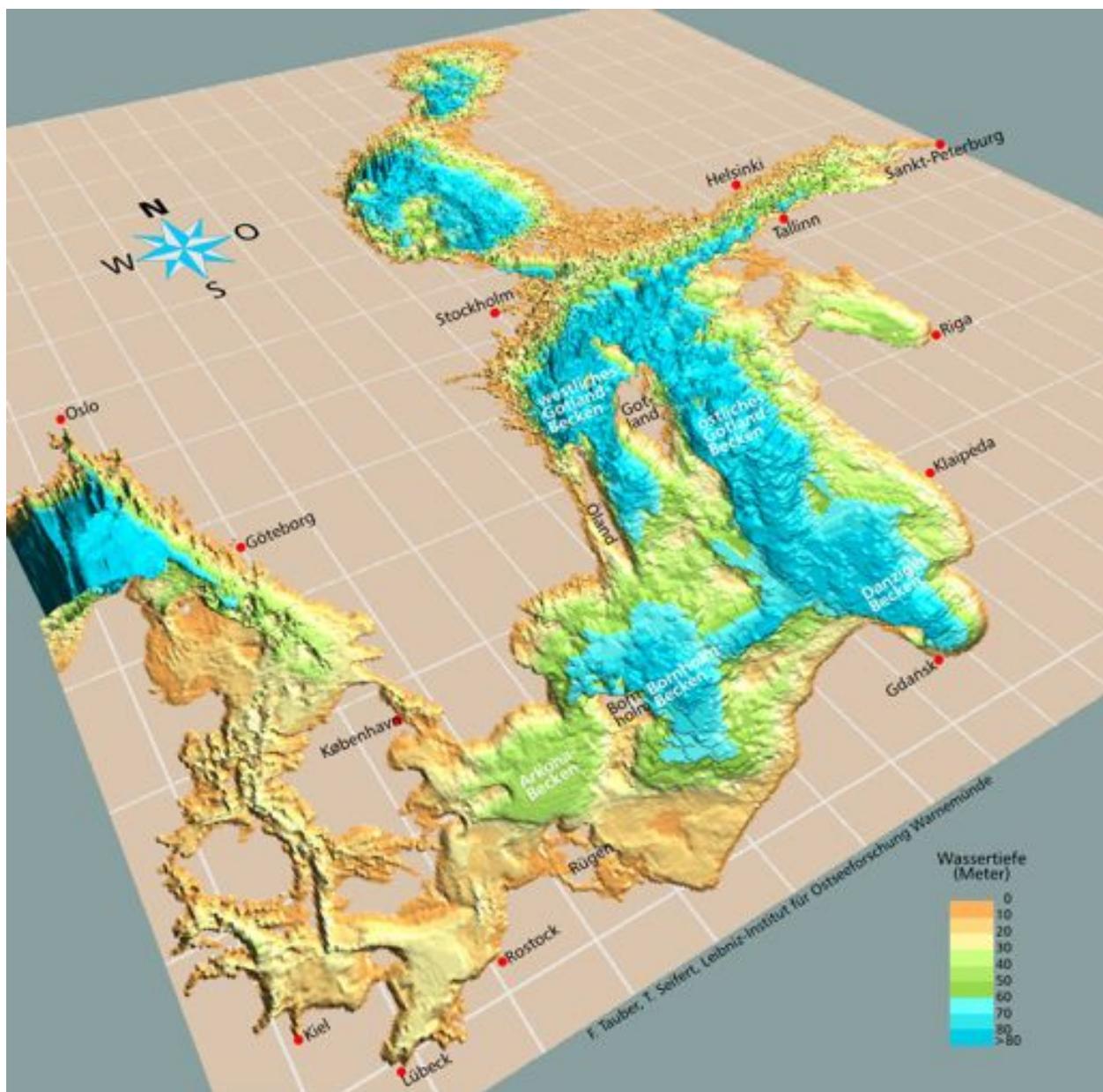


Abbildung E2: Bodenrelief der Ostsee (© F. Tauber & T. Seifert, IO-Warnemünde, mit freundlicher Genehmigung)

Die Ostsee ist auf den Einstrom von Nordseewasser angewiesen

Durch die stabile Schichtung kommt das salzhaltige Tiefenwasser über längere Zeiträume nicht mit der Wasseroberfläche in Kontakt und kann daher nicht mit atmosphärischem Sauerstoff versorgt werden. Auch die pflanzlichen Organismen, die bei der Photosynthese Sauerstoff abgeben, finden sich nur in der oberen von Licht durchfluteten Zone. Mit zunehmender Tiefe wird das Wasser daher immer sauerstoffärmer. Nur das einströmende Nordseewasser bringt neuen Sauerstoff in die Tiefe der Ostsee und schafft so wieder die Grundlage für Leben. Findet über längere Zeiträume kein Nordseewasser den Weg in die Ostsee, wird durch den bakteriellen Abbau von organischer Substanz der Sauerstoff aufgezehrt und es kommt zu sauerstofffreien Zonen in den tieferen Bereichen der Ostsee.

In Abbildung E5 ist die Entwicklung der Einstromereignisse seit 1880 zu sehen. Während bis Mitte der 70er Jahre des 19ten Jahrhunderts mittlere und starke Einstromereignisse sehr häufig waren, nahm die Anzahl bis heute stark ab. In den letzten 20 Jahren gab es nur 2 starke Einstromereignisse in den Jahren 1992 und 2003 (Stand 2011). Neben einer weiteren Aussüßung der Ostsee hat das Ausbleiben des Nordseewassers vor allem für die Sauerstoffversorgung in den Tiefen der Ostsee verheerende Folgen. Streckenweise war in allen tieferen Becken der

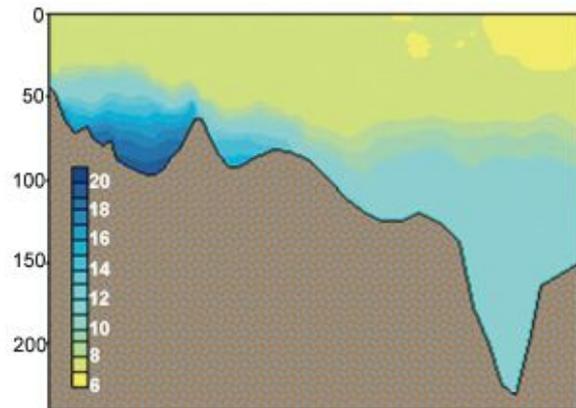


Abbildung E3: Bodenprofil der Ostsee vom Arkonabecken (links) bis zum Gotlandtief (rechts), Farben zeigen den Salzgehalt des Ostseewassers an. Es ist eine deutliche Schichtung zu erkennen.

Ostsee der Sauerstoff komplett aufgebraucht. Die daraus resultierenden Folgen für das Leben in der Ostsee können in den Kapitel F Der Boden der Ostsee nachvollzogen werden.

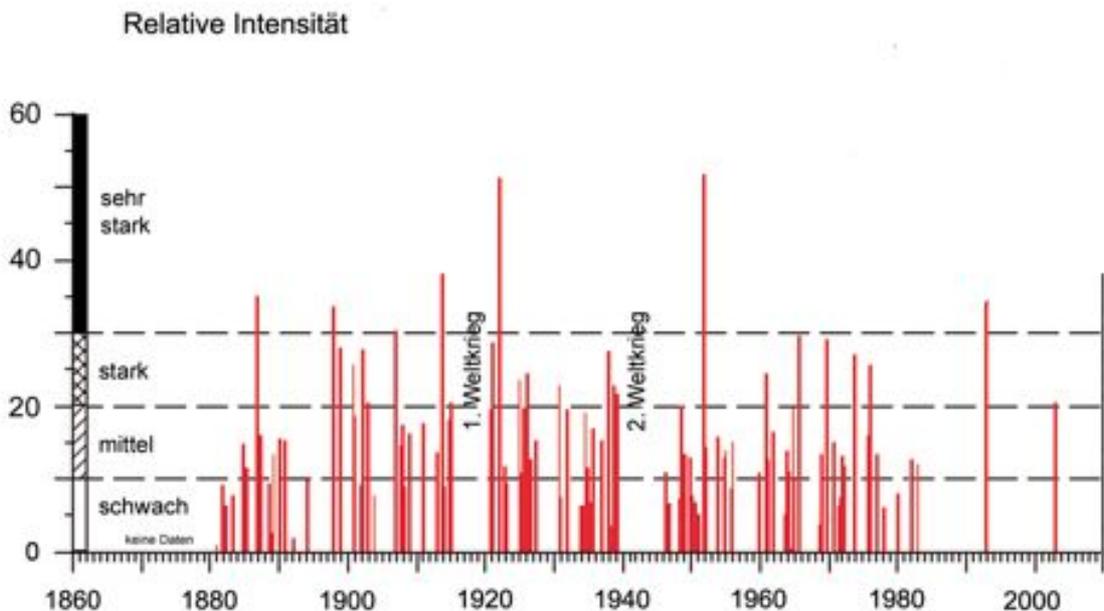


Abbildung E4: Salzwassereinstromereignisse seit 1880 (rote Balken). Von der Zeit während der beiden Weltkriege und vor 1880 liegen keine Daten vor. (c) W. Matthäus, mit freundlicher Genehmigung.



## CTD-Sonde

Eines der Hauptarbeitsgeräte in der Meereskunde ist die sogenannte CTD-Sonde, dabei stehen die Buchstaben CTD für Conductivity (= Elektrische Leitfähigkeit)- Temperature (= Temperatur)- Depth (=Tiefe). Die Sonde ist ein System aus verschiedenen Sensoren, die von einem Kranz aus Wasserschöpfern umgeben sind. Die Sensoren messen konstant bestimmte Parameter (z.B. Druck, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Fluoreszenz). Die Messwerte werden unmittelbar zum Schiff übertragen und im Computer angezeigt. So kann man online verfolgen, wie sich die Werte in der Tiefe verändern. Von Bord aus kann dann die Schließung eines oder mehrerer Wasserschöpfer ausgelöst werden. Die Schöpfer schließen unten und oben hermetisch. Auf diese Weise kann eine Wasserprobe aus den gewünschten Tiefen für weitere Untersuchungen mit an die Wasseroberfläche gebracht werden.

Foto (c) IO-Warnemünde

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzfinfo
Leithe-Eriksen, R. (1992): Die Ostsee. RVG- Interbook Verlagsgesellschaft; aus der Reihe: Greenpeace - Die Meere Europas	Sehr schönes Buch zur Ostsee mit vielen Abbildungen und verständlichen Texten.
Nausch, G.: Die Ostsee – Ein kleines Meer mit großen Problemen. <a href="http://www2008.io-warnemuende.de/forum/g_nausch/">http://www2008.io-warnemuende.de/forum/g_nausch/</a> (Abruf am 26.04.2010)	Guter zusammenfassender Einführungsvortrag, der schon in die Problematik des menschlichen Eingreifens einführt.
Sommer, U. (2005): Biologische Meereskunde. Springer Verlag. Berlin.	Einführung in die biologische Meereskunde.
Unverzagt, S. (2001) Räumliche und zeitliche Veränderungen der Gebiete mit Sauerstoffmangel und Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser der Ostsee. Greifswalder geographische Arbeiten Bd. 19	Alles über den Sauerstoffmangel in der Ostsee. Gute Abbildungen.
Voß, M. (2006): Die Ostsee. In G. Hempel et al. (2006): Faszination Meeresforschung. Verlag Hauschild. Bremen	Schöner zusammenfassender Text über die Ostsee mit guten Illustrationen
<a href="http://www.ikzm-d.de/main.php?page=5,1658">http://www.ikzm-d.de/main.php?page=5,1658</a> Das Thema: „Eutrophierung regional: Die Ostsee“	Simulation eines Salwassereinstroms, viele sehr gut aufbereitete Informationen.

### III. Arbeitsanleitungen

#### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Zum Thema Ozeanographie lassen sich Anknüpfungspunkte zu folgenden Themen finden. Auf diese Weise können die einzelnen Themen in den Abschluss- und Ergebnisbesprechungen untereinander vernetzt und Zusammenhänge hergestellt werden:

Der Boden der Ostsee:

- Brackwasserarten: Welche Arten lassen sich bei dem gemessenen Salzgehalt finden, mit welchen Schwierigkeiten haben sie zu kämpfen? Aktion: Artenverteilung anhand des Salzwassergradienten

Plankton:

- Die Verbreitung der Arten im Plankton wird erheblich vom Salzgehalt bestimmt. Vor Flussmündungen mit deutlicher Süßwasserüberschichtung und in den stark ausgesüßten inneren Boddenbereichen lassen sich typische einzellige Algenarten finden (Grünalgen, Chlorophyta und Süßwasserblualgen), die nur im Süßwasser bis max. 5 ‰ vorkommen.

Fische:

- Die Verteilung der Dorscheier wird von der Salzgehaltssprungschicht bestimmt.
- Lokales Fischsterben durch Westwinde: obere Wasserschicht wird vom Wind weggedrückt, sauerstoffreiches Wasser kommt nach oben, so dass die Fische keine Ausweichmöglichkeit mehr haben und ersticken.

Eutrophierung:

- Die Besonderheiten der Ostsee potenzieren diese Probleme. Die Verweildauer von Nährstoffen in der Ostsee ist wegen der langen Wasserverweilzeiten ebenfalls sehr lange. Das große Einzugsgebiet der Ostsee transportiert Nährstoffe in einen relativ dazu gesehen kleinen Wasserkörper.

### III.2 Methoden und Aktivitäten

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### Einführungsvortrag für ein Seminar

<b>Kurzbeschreibung</b>	Vermittlung von Grundkenntnis über die Ostsee mit einem Schwerpunkt auf den ozeanographischen Bedingungen.		
<b>Alter</b>	ab 8 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30 bis 45 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	je nach Gruppengröße
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung aller gewünschten Materialien wie Karten, Bodenprofile usw.
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ostseekarte * und Nord-Ostatlantikkarte</li> <li>• Karte Einzugsgebiet der Ostsee, Karte Salzgehalte in der Ostsee*</li> <li>• Abbildung: Längsschnitt durch die Ostsee mit Tiefensalzgehalt *</li> <li>• Abbildung: Bodenprofil der Ostsee vom IOW *</li> <li>• Steckbrief der Ostsee (Info-Kasten auf Seite D3)</li> <li>• Aktion „Schichtungsversuch“</li> <li>• Aktion „Die Anrainerstaaten der Ostsee“</li> <li>• Abbildung: Artenzahl und Salzgehalt*</li> </ul>		

#### Durchführung

Wenn ein kurzer Einführungsvortrag gewünscht ist, zum Beispiel als Startpunkt eines Seminars oder als Abendprogramm für mehrtägige Fahrten, bietet es sich an, die ozeanographischen Grundlagen als Thema für diesen Vortrag zu wählen.

Die Thematik dieses Kapitels eignet sich sehr gut für eine allgemeine Einführung in die Ostsee. Die Besonderheiten der Ostsee lassen sich anschaulich mit dem Schichtungsversuch, mitgebrachtem Kartenmaterial und je nach Rahmen auch mit der Aktion „Anrainerstaaten der Ostsee“ schön verdeutlichen. Von den ozeanographischen und geographischen Gegebenheiten kann leicht auf die Tier- und Pflanzenwelt und/oder die Verschmutzung der Ostsee übergeleitet werden.

#### Weitere Quellen für übersichtliche Zusammenfassungen

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) (Hrsg.): Ostseesplitter 2005. Online unter: <http://www.io-warnemuende.de/ostseesplitter.html> Dort auch als PDF unter „Download als pdf“  
 Nausch, G. (ohne Jahr): Die Ostsee - Ein kleines Meer mit großen Problemen. Online unter: [http://www2008.io-warnemuende.de/forum/g\\_nausch/](http://www2008.io-warnemuende.de/forum/g_nausch/)

## Messungen mit einer TS-Sonde

<b>Kurzbeschreibung</b>	Mit Hilfe einer TS-Sonde werden Temperatur (T) und Salzgehalt (S) des Meerwassers in verschiedenen Tiefen erfasst. So kann ein sogenanntes Tiefenprofil erstellt und die Schichtung des Wasserkörpers nachvollzogen werden.		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	30 bis 45 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	6-8 Personen	<b>Räumlichkeiten</b>	Am besten vom Schiff aus, möglich aber auch bei ausreichender Tiefe vom Steg/Kai/Mole
<b>Voraussetzungen</b>	Ruhiges Wetter sein und wenig Seegang, das Schiff, darf keine Fahrt mehr haben.	<b>Vorbereitungen</b>	Die Sonde muss einsatzbereit sein und die Handhabung im Vorfeld erklärt worden sein.
<b>Material</b>	TS-Sonde (Messkopf, Kabeltrommel und Messgerät) * Arbeitsbögen/Schreibutensilien/Stationsprotokolle		

**Für die Bestimmung des Salzgehalts in einer Wasserprobe (!) kann auch ein Aräometer für Salzgehalt oder Refraktometer aus der Aquaristik verwendet werden.**

### Durchführung

Zur Messung haben wir eine Temperatur-Salzgehaltssonde (TS-Sonde) zur Verfügung. Mit dieser werden der Salzgehalt und die Temperatur des Ostseewassers in verschiedenen Tiefen gemessen. Zunächst muss das Kabel mit dem Messgerät verbunden werden, indem einfach der aus der Trommel ragende Stecker in das Gerät gesteckt wird. Dann wird die Sonde an dem Schalter ON/OFF eingeschaltet. Man wartet, bis das Display eine Zahl anzeigt. Dann wird der Messkopf ins Wasser gelassen. Das Messprinzip der Sonde ist einfach. Es handelt sich um die Berechnung des Salzgehalts aus der gemessenen elektrischen Leitfähigkeit des Wasser und einer Temperaturkorrektur.

Die Wassertiefe wird anhand von Abstandsmarkierungen auf dem Kabel geschätzt.

Zur Bedienung der Sonde liegt der Ausfahrtenkiste eine Bedienungsanleitung bei.

**Vorsicht** Das Schiff darf nicht mehr in Fahrt sein, wenn diese Messung erfolgt, da sonst der Messkopf nicht absinkt, sondern diagonal geschleppt wird. Außerdem kann sich das Kabel in der Schiffsschraube verfangen. Bitte unbedingt den Kapitän nach der Drift des Schiffes fragen und die Sonde auf der entsprechenden Schiffseite zu Wasser lassen.



Abbildung E5: TS-Sonde mit Messgerät, Kabeltrommel und Messkopf

Sobald der Messkopf in das Oberflächenwasser eintaucht, werden die ersten Messwerte notiert. Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) und Salzgehalt ( $\text{‰}$ ) werden auf dem Display gleichzeitig angezeigt, für die Wassertiefe werden die Markierungen auf dem Kabel gezählt. Die Werte werden zunächst in eine Tabelle eingetragen (Spalte 1 für die Tiefe in Meter, Spalte 2 und 3 für Temperatur und Salzgehalt) und später als Grafik dargestellt.

Dann wird der Messkopf immer tiefer ins Wasser hinab gelassen. Bei jedem Tiefenmeter (erkennbar an den Markierungen am Kabel) werden erneut die Messwerte abgelesen. Sobald das Kabel nicht mehr straff herunterhängt, sondern sich leicht wellt, kann davon ausgegangen werden, dass der Messkopf auf dem Meeresboden angekommen ist.

**Vorsicht:** Der Messkopf wird bei Grundberührung sofort wieder ein Stück nach oben gezogen, damit der Kopf nicht im Sand oder Schlick versinkt. Wer die Grundberührung verhindern möchte, kann den Kapitän nach der aktuellen Wassertiefe auf seinem Echolot fragen.

Es empfiehlt sich, zur Überprüfung der ersten Messreihe auch bei der Aufwärtsbewegung bei jedem Meter erneut die Messwerte zu notieren.

**Vorsicht:** Nach dem Gebrauch der Sonde muss der Messkopf mit Süßwasser gespült werden!

Es empfiehlt sich, diese Messung an unterschiedlichen Standorten und mindestens einmal bei einer Tiefe von mindestens 20 m durchzuführen, da die Sprungschicht meist erst in einer solchen Tiefe zu finden ist. Besonders eignen sich auch vergleichende Messungen an einem küstennahen und küstenfernen Standort. Windgeschützte Förden oder Buchten sind besonders gut geeignet, um die Schiffsdrift möglichst gering zu halten. Der Schiffskapitän kann sicher mit Seekarten weiterhelfen.

### **Auswertung und Darstellung der Ergebnisse**

Die aufgenommenen Temperatur- und Salzgehaltswerte werden graphisch in einem so genannten „Tiefenprofil“ dargestellt. Dabei werden die Tiefenmeter auf der y-Achse nach unten aufgetragen und dann entsprechend auf der x-Achse die Salzgehalts- und Temperaturwerte, ähnlich wie in Abb. E6.

#### **Leitfragen für die Auswertung:**

- Liegt eine Schichtung des Wasserkörpers vor?
- Beruhet diese auf der Temperatur oder auf dem Salzgehalt oder beidem?
- Unterscheiden sich die Ergebnisse zwischen den Stationen?

#### **Erklärungen für mögliche Ergebnisse**

Es liegt eine Schichtung vor:

Welcher Parameter ändert sich? Sinkt nur die Temperatur mit der Tiefe oder steigt auch der Salzgehalt? Die Abbildung auf der folgenden Seite gibt exemplarisch die Situation in der offenen Ostsee wieder. Entsprechend ist sie auch in geringeren Wassertiefen anzutreffen.

- Zunächst ändert sich nichts, ab einer bestimmten Tiefe steigt der Salzgehalt und die Temperatur

kann absinken: es liegt eine thermohaline Schichtung vor, die wir in den flacheren Küstengebieten der westlichen Ostsee bei 12 bis 17 m Tiefe finden.

- Nur die Temperatur nimmt schnell ab: thermale Schichtung. Die obere Wasserschicht wurde von der Sonne erwärmt, die darunter liegende bleibt kühl, weil der Wind für die Durchmischung zu schwach ist. Vor allem in den späten Sommermonaten und in den flacheren Buchten und Bodden kann sich eine primär thermale Wasserschichtung in der oberen Wasserschicht ausbilden, die dann oft zwischen 2 und 10 m Tiefe liegt.
- Der Salzgehalt an der Oberfläche (< 1m) ist niedrig: Süßwasser, z.B. aus einem Fluss schichtet sich über das Ostseewasser.

#### Es liegt keine Schichtung vor:

- Die thermohaline Sprungschicht ist an unterschiedlichen Orten in der Ostsee auch in unterschiedlichen Tiefen zu erwarten. In den tiefen Becken liegt sie zwischen 40 und 80 m Tiefe (Arkonabecken ca. 40 m, Gotlandbecken eher 80 m) und ist daher mit unserer Sondenkabellänge nicht messbar.
- Es hat lange keinen Salzwassereinstrom durch die Nordsee gegeben, so dass auch die unteren Wasserschichten ausgesüßt sind.
- Im Frühling oder Herbst: die Stürme haben die Wasserkörper vermischt.
- Im Sommer: Es hat sich bei kühlem oder windigem Wetter keine thermale Sprungschicht aufbauen können. Auf der offenen Ostsee kann die thermale Schicht in größerer Tiefe liegen, als das Sondenkabel reicht.

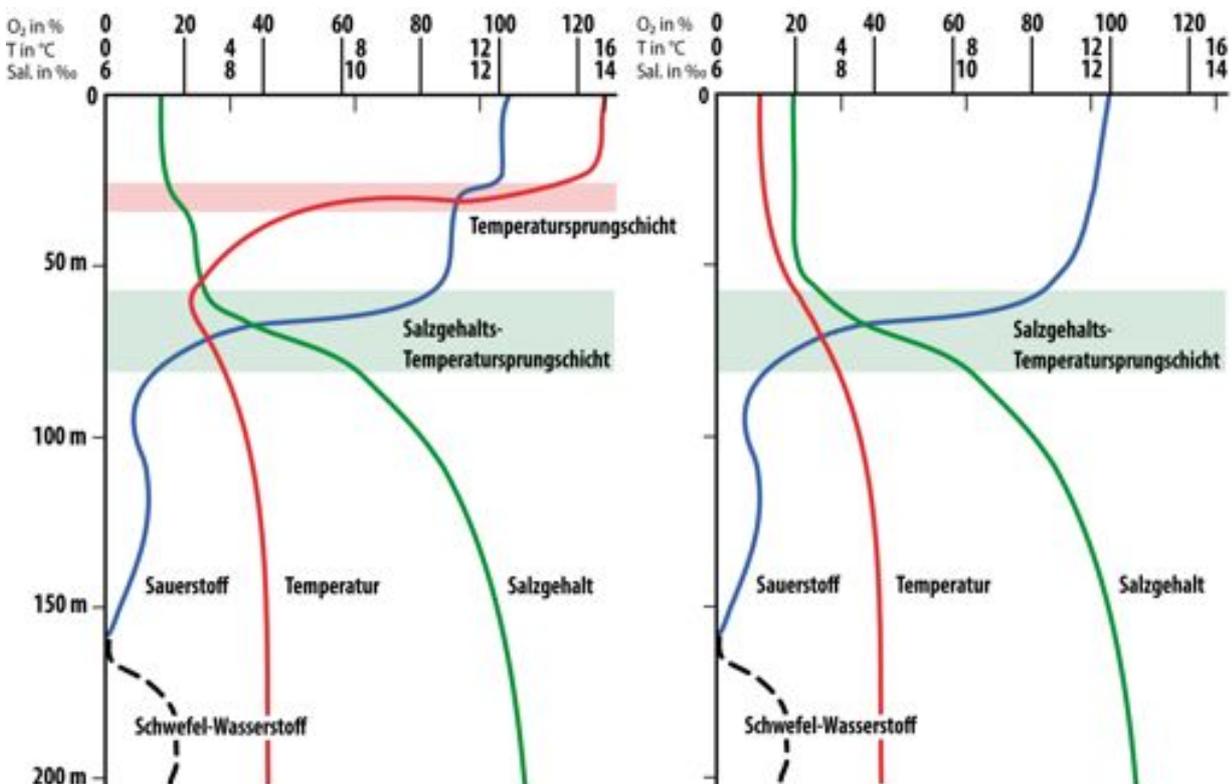


Abbildung E6: Beispiel für zwei Tiefenprofile aus dem Gotlandbecken, links: hochsommerliche Situation, rechts: winterliches Profil. (Grafik: Hohe Tied e.V., Informationen aus: Magaard und Rheinheimer (1996): Meereskunde der Ostsee. Springer Verlag.)

## Verdeutlichung des Salzgehaltes

<b>Kurzbeschreibung</b>	Verdeutlichung des Salzgehaltes im Meerwasser durch die im Folgenden beschriebenen Aktionen		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	jeweils 10 bis 15 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis 12 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	die Aktionen sollten auf dem Schiff nur bei ruhiger See durchgeführt werden	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der benötigten Materialien
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ostseewasser, Trinkwasser</li> <li>• kleiner Metalllöffel</li> <li>• Feuerzeug</li> <li>• Haushaltssalz</li> <li>• Waage oder die bereits vorher abgemessene Menge an Haushaltssalz</li> <li>Trinkbecher.</li> </ul>		

## Durchführung

Der Salzgehalt kann den Teilnehmer auf drei verschiedenen Wegen erfahrbar gemacht werden.

### 1. Anmischen von Ostsee- bzw. Nordseewasser

Die Salzmenge pro Liter Wasser wird für ausgewählte Ostseeregionen und für die Nordsee ermittelt oder selbst gemessen (siehe blauer Kasten und Tabelle auf Seite E3). Die Teilnehmer stellen dann selbst „Ostsee“- und „Nordsee“-wasser aus Süßwasser und Haushaltssalz her.

### 2. Drei Wasserarten probieren lassen

Die Versuchsleitung stellt verschiedene Salzgehalte aus einer Mischung von Süßwasser und Haushaltssalz her. Die Teilnehmer probieren das Salzwasser (dafür müssen Becher und Löffel bereitgestellt werden). Es können Ratespiele gemacht werden, welcher Salzgeschmack gehört zu welcher Ostseeregion oder zu welchem Meer. Bitte niemanden viel Salzwasser trinken lassen und Kinder entsprechend informieren, um Übelkeit vorzubeugen.

### 3. Ostseewasser auf Löffel verdunsten lassen

Auf einen kleinen Metalllöffel wird eine geringe Menge an Ostseewasser gegeben, das mit einem darunter gehaltenen Feuerzeug verdunstet wird. Die Teilnehmer können sehen, dass kleine weiße Kristalle zurückbleiben. Andere Möglichkeiten zur Verdunstung können natürlich auch genutzt werden (Herd, Sonne, ...).

## Schichtungsversuch

<b>Kurzbeschreibung</b>	Ziel dieses Versuches ist es, den Teilnehmern zu zeigen, dass sich Wasser mit verschiedenen Eigenschaften (Temperatur, Salzgehalt) schichtet. Es entsteht dabei eine „Sprungschicht“		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	20 bis 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis zu 12 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Tisch
<b>Voraussetzungen</b>	Der Versuch sollte auf dem Schiff nur bei ruhiger See durchgeführt werden.	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der benötigten Materialien Ev. Salzwasser anmischen
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchsichtiges, kleines Aquarium *</li> <li>• Wasser</li> <li>• Salz</li> <li>• Flasche bzw. Messbecher zum Umfüllen des Wassers *</li> <li>• Uranin oder Tinte*</li> <li>• Pipette *, Petrischale oder kleiner Becher *</li> <li>• Trichter *</li> </ul>		

### Durchführung

Als Hinleitung für den Versuch kann gefragt werden:

Woher kennt ihr Schichtungen von Flüssigkeiten? Beispiele: Wasser/Öl z.B. in der Suppe, KiBa-Saft, Latte Macchiato, im Sommer beim Baden im See, wenn der Oberkörper in warmem und die Füße in kaltem Wasser stecken.

#### Schritt 1

Vor den Augen der Zuschauer wird Leitungswasser aus der Flasche in das Becken gegossen, es sollte dann mindestens zu  $\frac{1}{3}$  gefüllt sein. Die Zuschauer können bei Bedarf probieren. Man kann das Süßwasser vorher noch erwärmen (z.B. Flasche in die Sonne legen), um den Versuchsaufbau zu optimieren (das Salzwasser darf auf keinen Fall wärmer sein!).

#### Schritt 2

In den Messbecher kommt ebenfalls Leitungswasser (oder Ostseewasser), in das Salz eingerührt wird. Dabei sollte man eine wirklich große Menge an Salz benutzen, weil sonst keine stabile Schichtung erreicht werden kann. Man kann diese Abweichung von der Natur dadurch begründen, dass das Nordseewasser viel langsamer unter das Ostseewasser gleitet, als es in einem Versuch möglich ist.

Mit einem Trichter, der den Grund des



Aquariums fast berührt, wird dann das hergestellte Salzwasser unter das reine Leitungswasser geleitet. Wenn kein Trichter vorhanden ist, wird das Aquarium leicht schräg gehalten. Über die nun schräg verlaufende Aquariumswand wird vorsichtig und langsam das Salzwasser in das Aquarium gegossen. Diesen Vorgang nennt man „Unterschichten“ (siehe Abb. auf der vorhergehenden Seite). Wenn der gesamte Flascheninhalt in das Aquarium geflossen ist, kann das Aquarium wieder gerade hingestellt werden.

### Schritt 3

#### **Vorsicht**

Den Deckel gleich wieder schließen, da der Wind Uraninstaub schnell verweht und dieser nicht eingeatmet werden darf und außerdem leicht die Kleider der Gäste ruiniert. Besser gleich eine Uranin/Wasserlösung mitbringen. Eine staubkorngroße(!) Menge an Uranin (färbt extrem) wird in einigen Millilitern Wasser gelöst. Bitte nicht direkt das Wasser im Becken einfärben, da Uranin kleine Klumpen bildet, die durch die Sprungschicht durchfallen und dann auch die untere Schicht färben.

Mit einer Pipette wird dann die Farblösung aufgenommen. Es wird nur eine Seite der oberen Süßwasserschicht angefärbt. Der Farbstoff wird sich im Laufe der Zeit in der gesamten oberen Schicht verteilen, die Sprungschicht jedoch nicht durchdringen.

Nun kann kräftig auf die Wasseroberfläche gepustet werden und so ausprobiert werden, welche Kräfte nötig sind, um die Wasserschichten zu vermischen.

## Uranin

Uranin ist ein gelber Farbstoff, der bereits 1871 von Adolf von Baeyer entdeckt wurde. Er fluoresziert unter UV- und Tageslicht grün und besitzt in wässriger Lösung ein enormes Färbevermögen: wenige Milligramm dieses Stoffes reichen aus, um den Inhalt einer Badewanne sichtbar zu färben.

Da er als biologisch unbedenklich eingestuft wird, findet er Gebrauch zum Einfärben von Schaumbädern, Shampoos, Kosmetika und Frostschutzmitteln. Außerdem nutzen ihn Hydrologen als sogenannten Tracer: anhand der Färbung eines Wasserkörpers verfolgen sie Wasserströmungen.

Jedes Jahr am 17. März, dem St. Patrick's Day, wird der Chicago River in Chicago als Attraktion mit Uranin eingefärbt.

Das in der Ausfahrtenkiste zu findende Datenblatt zeigt, dass Uranin ebenso wie Kochsalz der Gefahrenklasse I für Gewässer zugeordnet ist. Ob die spektakuläre Entsorgung des für den Versuch gebrauchten Wassers in die Ostsee erfolgen kann, sei jedem selbst überlassen.

**Vorsicht:** Das gute Färbevermögen dieses Stoffes wirkt sich auch auf Anziehsachen, Tauwerk und andere Textilien aus!

Foto (c) I. Oelrichs/Geomar



### Schichtungsversuch Bodenrelief

<b>Kurzbeschreibung</b>	Ziel dieses Versuches ist es, die Bedeutung der Schwellen in der Ostsee für den Wasseraustausch zu demonstrieren		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	20-30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis zu 12 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Tisch
<b>Voraussetzungen</b>	die Aktionen sollten auf dem Schiff nur bei ruhiger See durchgeführt werden	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der benötigten Materialien
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell „Bodenrelief“ *</li> <li>• Wasser</li> <li>• Salz</li> <li>• Flasche bzw. Messbecher zum Eingießen des Wassers *</li> <li>• Uranin oder Tinte*</li> <li>• Pipette oder Spritze *</li> <li>• Petrischale oder kleiner Becher *</li> </ul>		

### Durchführung

Modell der Darßer Schwelle: Zwei Plexiglasscheiben, etwa 40 cm lang, stehen ca. 0,7 cm voneinander entfernt. Die Kopfenden und der Boden sind abgedichtet. In der Mitte befindet sich ein Hindernis. Dieses Modellbecken wird komplett mit Leitungswasser gefüllt. In einem Messbecher wird sehr salziges, gefärbtes Wasser angerührt und mit einer großen Spritze aufgezogen. Dieses Salzwasser spritzt man dann in die eine Seite des Beckens. Das gefärbte Wasser wird sich unterschichten und das Leitungswasser verdrängen. Erst, wenn die eine Seite des Beckens vollständig mit Salzwasser gefärbt ist, wird es in der Lage sein, das künstliche Hindernis zu überwinden und auf die andere Seite zu schwappen. In der Natur gelang dies in den letzten 20 Jahren nur sehr selten. Der letzte große Einstrom war 2003. (Von hier kann man gut einen Vortrag beginnen.)



Fotos (c) I. Oelrichs/Geomar

Eine detaillierte Anleitung ist auf den Seiten des NAT-Working Projekts des Instituts für Meereskunde, Kiel, Titel „Ein Tank zur Modellierung der thermohalinen Zirkulation“ zu finden.  
[http://nat-meer.ifm-geomar.de/Material/Beitraege/tank\\_modell.html](http://nat-meer.ifm-geomar.de/Material/Beitraege/tank_modell.html)

### Die Anrainerstaaten der Ostsee

<b>Kurzbeschreibung</b>	Auf einer großen Ostseekarte werden die Anrainerstaaten der Ostsee mit Hilfe von Flaggen eingeführt		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	15 bis 20 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	genügend Platz, um die Karte ausbreiten zu können
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung von Ostseekarte und Flaggen
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auf Betttuch aufgemalte Ostseekarte mit Anrainerstaaten *</li> <li>• Flaggen (z.B. auf Steine gemalt) *</li> </ul>		

### Durchführung

Das Tuch mit der Karte wird auf dem Boden ausgebreitet. Die Teilnehmer orientieren sich kurz: Wo sind wir jetzt? Wo komme ich her? Wo ist Norden, wo die Nordsee?

Dann werden die Steine mit den Flaggen der Anrainerstaaten zunächst ohne Kommentar ungeordnet auf das Tuch gelegt. Aufgabe der Teilnahme ist es, die Flaggen den Ländern zuzuordnen und räumlich auf das richtige Land auf der Karte zu legen.

Nun können noch Erfahrungen und Wissen über die einzelnen Länder ausgetauscht werden.

### Variante

Bei Bedarf können die Steine im Vorfeld von den Teilnehmern selbst gesammelt und angemalt werden.

### Tiere dem Salzgehalt auf einer Ostseekarte zuordnen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Mit dieser Aktion kann anschaulich dargestellt werden, dass die Verbreitungsgrenzen für bekannte Meerestierarten in der Ostsee vom Salzgehalt abhängen und wo diese Grenzen liegen.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	20 bis 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig, auf gute Sicht achten	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Fläche für die Karte
<b>Voraussetzungen</b>	die Aktionen sollten auf dem Schiff nur bei ruhiger See durchgeführt werden	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der benötigten Materialien
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karte Ostsee oder Bettuch mit Ostseekarte*</li> <li>• Kleine Messgläser, mindestens 5 *</li> <li>• Salz, Waage</li> <li>• Verschiedene Tierarten (Bilder, getrocknete Exemplare) *</li> </ul>		

### Hintergrund

Nach der letzten Eiszeit sind Meerestiere und -pflanzen aus der Nordsee in die Ostsee eingewandert. Die Nordsee hat zwar einen konstant hohen Salzgehalt von 35‰, aber einige Tiere und Pflanzen entwickelten eine Toleranz für süßeres Wasser, weil sie z.B. im Gezeitenbereich dem Regen ausgesetzt sind oder in Flussmündungen vorkommen können. Je höher die Toleranz für süßeres Wasser ist, desto weiter kann die Art in der Ostsee Richtung Osten vordringen. Die Anzahl an Meeresarten nimmt von West nach Ost stetig ab. (siehe Abb. auf der nächsten Seite)

### Durchführung

Eine Karte der Ostsee wird ausgelegt. Nun werden die Salzgehaltsgrenzen an den verschiedenen Stellen der Ostsee markiert oder eingezeichnet. Zur Verdeutlichung des Salzgehaltes können an den entsprechenden Stellen die Mengen Salz, die an diesen Stellen in einem Liter Salz zu finden sind, in die Messbecher gefüllt und aufgestellt werden.

Nun können die Verbreitungsgrenzen der verschiedenen Tiere deutlich gemacht werden, indem die Tiere an die Stelle der äußersten Verbreitungsgrenze gesetzt werden.

*Grafik rechts: Salzgehalt und Artenzahl. Überarbeitet von Hohe Tied e.V. nach einer Vorlage von Stockholm Marine Research Center unter Verwendung von Material von [www.vattenkikaren.gu.se](http://www.vattenkikaren.gu.se) (Seepocke), European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (2004): *Fish of the Baltic Sea*. Source: EU Bookshop, <http://bookshop.europa.eu/> (Dorsch) und Wikipedia Creative Commons Lizenz: Andreas Trepte / [www.photo-natur.de](http://www.photo-natur.de) (Strandschnecke), Hans Hillewaert / CC-BY-SA-3.0 (Strandkrabbe, Seestern, *Macoma baltica*), NASA (Ohrenqualle), Krüger (Flunder), Rainer Zenz (Miesmuschel), Hannah Robinson (Seeigel), Manfred Heyde (Napfschnecke).*

III.3 Anhang

Karte Salzgehalt und Artenzahl





# Dem Meer auf den Grund gehen Der Boden der Ostsee

Zusammengetragen von Björn Steinborn  
Mitarbeit: Kirsten Redwanz

## Kurzinformation

Mit Hilfe des Bodengreifers ist es möglich, sich ein Stück Meeresboden heraufzuholen und genauer zu betrachten. Je nach Vorkenntnis der Teilnehmer können sich unterschiedliche Untersuchungen und Tätigkeiten anschließen und verschiedene Probenahmestellen miteinander verglichen werden.

Mit Kescher und Pfahlkratzer lässt sich das Leben im Flachwasser hervorragend auf eigene Faust und ohne Bodengreifer untersuchen.

Absichten:

- Erstes Vertrautmachen mit den Tieren und Pflanzen der Ostsee
- Kennenlernen der benthischen Lebensgemeinschaften
- Erkennen ökologischer Zusammenhänge
- Erste Kontakte mit wissenschaftlichen Arbeitsmethoden

## Kapitel F Dem Meer auf den Grund gehen – Der Boden der Ostsee

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>F3</b>
<i>Die Tiere – Zoobenthos</i>	F3
<i>Die Pflanzen – Phytobenthos</i>	F3
<i>Miesmuschelbänke</i>	F3
<i>Seegraswiesen</i>	F5
<i>Standortfaktoren des Benthos</i>	F6
<i>Die Bodenbeschaffenheit</i>	F6
<i>Der Salzgehalt</i>	F7
<i>Licht</i>	F8
<i>Wellenbewegung und Strömungen</i>	F8
<i>Sauerstoffmangel am Ostseegrund</i>	F9
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>F10</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>F11</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Probennahme mit dem Bodengreifer	F12
Pfahlkratzen und Keschern am Strand	F15
Sedimentanalyse	F16
Nachweis von Sulfid im Sediment	F17
Miesmuschel-Filtration	F18
Tiereraten („Wer bin ich?“)	F19
III.3 Anhang	
Stationsprotokoll Bodenproben	F20

## I. Fachlicher Hintergrund

Das Leben am Meeresgrund entzieht sich normalerweise unseren Blicken. Einen Hinweis auf seine Vielfalt bekommt man, wenn man – besonders nach stürmischen Wetterlagen – das Angespülte am Strand genauer betrachtet. Muschelschalen, Algen, Krebspanzer und anderes findet man dort. Aber auch diese Funde im Spülsaum stellen nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Leben am Boden der Ostsee dar. Der folgende Abschnitt gibt einen kleinen Überblick über die Lebensgemeinschaften des Ostseebodens und die Methoden ihrer Untersuchung.

### Die Tiere – Zoobenthos

Der Lebensraum des Bodens wird als „Benthal“ bezeichnet, entsprechend nennt man den Lebensraum des freien Wassers „Pelagial“. Das Benthal bietet als Hartboden (Felsen, Geröll), Weichboden (Schlamm und Schlick) oder als Sandboden den dort lebenden Organismen unterschiedliche Lebensbedingungen. Als Benthos bezeichnet man die Gemeinschaft der Arten, die am, auf oder im Boden leben. Zum Benthos gehören am Boden festsitzende (*sessile*) und frei bewegliche (*vagile*) Organismen. Viele benthische Tierarten haben planktische, also frei in der Wassersäule schwebende Larvenstadien, die der räumlichen Verbreitung der sessilen Arten dienen. Die sessilen aber auch viele bewegliche Tiere des

Benthos sind nicht in der Lage, bei Verschlechterung der Lebensbedingungen in andere Bereiche auszuweichen. Ihre An- oder Abwesenheit, Artenzusammensetzung und Anzahl eignen sich deshalb gut als Indikatoren für die Qualität der Lebensbedingungen eines Standortes.

Innerhalb des Zoobenthos unterscheidet man Epifauna und Infauna. Die Arten der Epifauna leben auf dem Meeresboden, die Arten der Infauna im Meeresboden. Übergängen zwischen beiden Typen sind möglich, wenn sich Tiere, die überwiegend auf dem Meeresgrund leben, zeitweise eingraben. Im marinen Benthos sind fast alle Tierstämme mit einer großen Vielfalt verschiedener Bauplantypen vertreten.

### Die Pflanzen – Phytobenthos

Im Gegensatz zum Zoobenthos, dessen Vertreter bei geeigneten Bedingungen bis in die lichtlosen Tiefen vordringen, sind die Pflanzen des Phytobenthos nur in Küstennähe zu finden. Sie sind wie Landpflanzen auf Licht angewiesen, um Photosynthese betreiben zu können. Der Bereich des Bodens, der von Pflanzen besiedelt wird, wird Phytal genannt. Algen werden nach der Größe in zwei Gruppen unterteilt: Die Makroalgen, deren Körper eine Gliederung in Haftscheibe, Stiel und Blatt erkennen lässt, und einzellige Mikroalgen, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind, es sei denn, sie bilden Kolonien.

## Miesmuschelbänke

Die Miesmuschel (*Mytilus edulis*) zählt zu der erfolgreichsten Muschelfamilie an den Küsten. Sie kann sich nämlich sehr gut an verschiedene Extremsituationen anpassen. So kann sie beim Trockenfallen ihre Schalen so fest verschließen, dass sie längere Zeit auf dem Trockenen überdauern kann.

Im Gegensatz zu anderen Muschelarten gräbt sich die Miesmuschel nicht in den Boden ein, sondern lebt auf dem Grund. Damit sie nicht von der Strömung weggespült wird, klebt sie sich mit Eiweißfäden, den Byssusfäden, an etwas Hartem fest und verankert sich auf diese Weise. Dazu reicht ihr ein Stein, eine Muschelschale oder auch die Schale einer anderen Miesmuschel. Durch das Aneinanderheften vieler einzelner Muscheln kann so nach einiger Zeit auch auf einem Boden, der sonst nur aus Sediment besteht, eine Muschelbank entstehen. Diese Muschelbänke bilden (genauso wie die auf S. F5 beschriebenen Seegraswiesen) einen ganz eigenen Lebensraum, deshalb werden die Miesmuscheln in der englischsprachigen Fachliteratur auch häufig als „ecosystems engineers“ bezeichnet.

Der Artenreichtum und die Artendichte in den Miesmuschelbänken ist erheblich höher, als im umgebenden Sediment. Krebse und Würmer finden in den Zwischenräumen der Muscheln nicht nur Nahrung und Verstecke, sondern auch Schutz vor Wellenschlag und Strömung. Auf den Muscheln selber setzen sich zum Beispiel Seepocken und Polypen fest und auch der Blasentang siedelt sich auf den Muscheln an. Für viele festsitzende Arten ist eine Miesmuschelbank oft die einzige Möglichkeit, sich in einem Bereich mit Weichboden anzusiedeln. Außerdem dient die Muschel selber als Nahrung für Seesterne und Strandkrabben.

Der Kot der Muscheln und die unverdaulichen Nahrungsreste lagern sich innerhalb der Muschelbank ab. Durch die Stoffwechsellätigkeiten der Muscheln selbst und durch die Mikroorganismen im Schlick kommt es zu einem hohen Abbau von organischer Biomasse und damit zu einer Anreicherung mit Nährsalzen, die wiederum Pflanzen als Nahrungsgrundlage dienen.

Miesmuscheln sind Filtrierer. Mit ihren Kiemen filtern sie kleine Partikel wie Plankton und Schwebstoffe aus dem Wasser. Dabei kann eine 3 cm lange Muschel innerhalb von einer Stunde bis zu 3 l Wasser filtern.

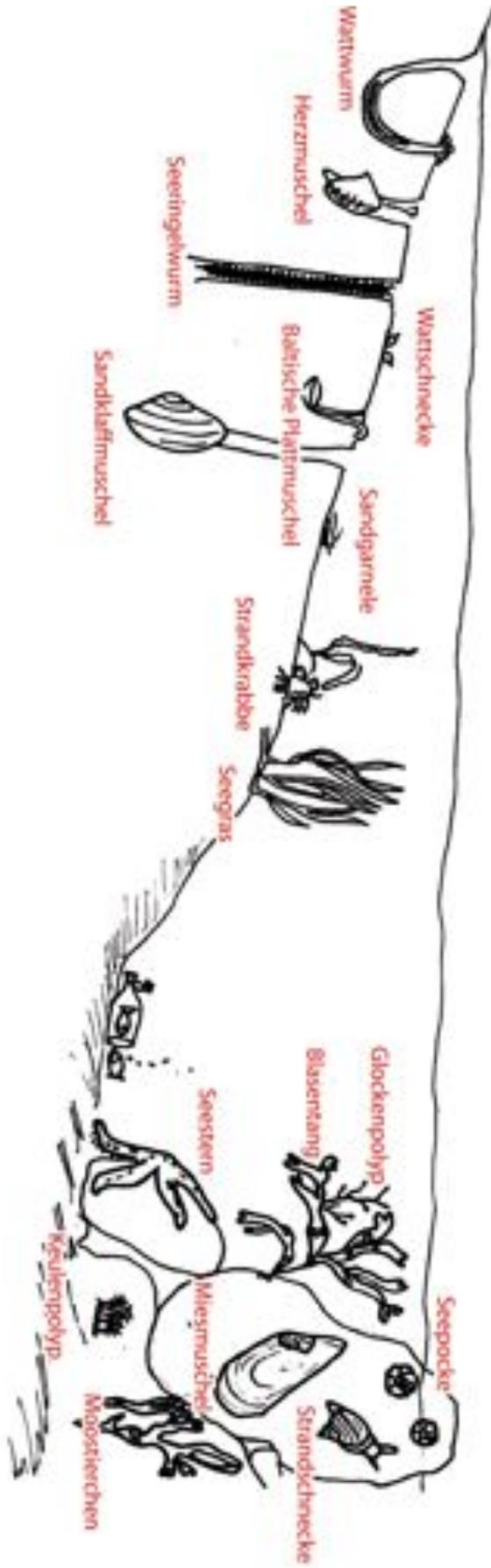


Abbildung F1:  
Verschiedene Bodenlebewesen des  
Flachwasserbereichs der Ostsee

Algen betreiben Photosynthese zur Energiegewinnung. Unter Ausnutzung des Sonnenlichts werden Kohlehydrate synthetisiert. Dazu besitzen die Algen, wie andere Pflanzen auch, den grünen Farbstoff Chlorophyll. Wird dieser Farbstoff von anderen Pigmenten überlagert, erscheinen die Algen in anderen Farben. Diese Mischfarben haben den Algenklassen unterschiedliche Namen gegeben. So unterscheidet man bei den Makroalgen zwischen Rot-, Braun-, und Grünalgen.

Das Vorkommen von benthischen Algen wird in der Tiefe durch den Lichtmangel begrenzt. Dabei sind einige Mikroalgenarten beweglich und wandern je nach Lichtbedarf in den oberen Zentimetern des Sedimentes auf und ab. Im Gegensatz zu den Mikroalgen sind Makroalgen abhängig von Hartsubstrat, auf

dem sie sich mit ihren Haftscheiben festheften können. Ihr Vorkommen ist also neben dem verfügbaren Licht auch von dem Vorhandensein von Steinen oder ähnlichem Hartsubstrat abhängig. Noch anders ist es beim Seegras, das als einzig echte marine Blütenpflanze Wurzeln besitzt und sich damit in Sand- und Schlickböden ansiedelt (siehe dazu den Kasten unten).

## Seegraswiesen

Seegraswiesen bilden einen wichtigen Lebensraum der Ostsee. Im Gegensatz zu den Algen handelt es sich beim Seegras um eine Blütenpflanze, deren Pollen und Samen mit dem Wasser verbreitet werden. In der Ostsee findet man vor allem das Große Seegras (*Zostera marina*) und in der westlichen Ostsee auch das Zwergseegras (*Zostera noltii*).

Das Seegras wächst in der Ostsee auf Schlick- und Sandböden in bis zu 10 m Tiefe. Geschlossene Seegraswiesen bilden sich vor allem in Tiefen von 1-5 m. Mit seinen Wurzeln und Wurzelstöcken sorgt das Seegras für eine hohe Stabilität des Sedimentes. Es fungiert als Strömungs- und Wellenschutz und hat damit auch eine große Bedeutung für den Küstenschutz.

Seegraswiesen dienen vielen Lebewesen als Nahrungsraum, Laich- und Aufzuchtgebiet und Versteck. Allein etwa 90 Meerestierarten kommen hier vor.

Auf den Pflanzen selbst siedeln sich festsitzende Tiere wie zum Beispiel Moostierchen oder Polypen an. Auch findet man oft junge Miesmuscheln hier. Einige Fische, zum Beispiel Heringe, kleben ihre Eier an die Pflanzen. Und auch Algen leben auf dem Seegras. Sie werden wiederum von Schnecken und Meerasseln abgeweidet.

Im Boden der Seegraswiese findet man Muscheln (u.a. Herzmuschel und Plattmuschel) und Ringelwürmer. Zwischen den Pflanzen leben Garnelen und andere Krebse. Die Schlangennadel und Grasnadel sind zwei perfekt an die Seegraswiese angepasste Vertreter der hier vorkommenden Fischarten.

Bei Überdüngung, wie in vielen Küstenbereichen der Ostsee üblich, kommt es im Bereich der Seegraswiesen leicht zu Lichtmangel durch das Wachstum von kleinen, im Wasser schwebenden Algen. Außerdem nimmt auch der Bewuchs der auf dem Seegras aufsitzenden Algen zu. Der in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende Rückgang der Seegraswiesen in der Ostsee wird vor allem auf diese Folgen der Überdüngung zurückgeführt (siehe auch Kapitel M Eutrophierung).



Foto (c) T. Reusch

## Standortfaktoren des Benthos

### Die Bodenbeschaffenheit

Das Vorkommen von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen ist abhängig von einer Reihe unterschiedlicher Bedingungen. Ein wichtiger Faktor ist die Beschaffenheit des Substrates, also des Untergrundes. Einige Arten des Flachwassers sind in Abbildung F1 dargestellt.

#### **Weichboden (Sand- und Schlickboden)**

In den flachen exponierten Küstengewässern der südlichen Ostsee besteht der Boden überwiegend aus Sand. Feineres Material wird durch die Strömungen und Wellen ausgewaschen und kann sich aufgrund der ständigen Wasserbewegung nicht ablagern. Ab etwa 10 m Tiefe, also in Bereichen, in denen die Strömungen nachlassen, beginnt die Zone der schlickigen Sande, und ab 15-20 m Tiefe findet man überwiegend Schlamm und Schlick.

Das Leben im Sand wird oft erst auf den zweiten Blick sichtbar. Viele Tiere der Makrofauna, die hier leben, sind gut getarnt. Dazu gehören zum Beispiel die Sandgarnele oder die Strandkrabbe. Auch viele Plattfische, vor allem Flunder und Scholle, haben ihren Lebensraum hier. Zu den Tieren, die nicht auf, sondern im Sand leben gehören die Herzmuschel und der Wattwurm und eine artenreiche Meiofauna in den Sandlücken (mikroskopisch kleine Tiere).

Der Sandboden ist auch der Untergrund, auf dem die Seegraswiesen vorkommen (siehe auch Kasten auf Seite F5) sie bilden ein Ökosystem, das vielen Arten Lebensraum bietet.

Wenn man den Untergrund des Ufers von einem Sandstrand aus in Richtung offene See betrachtet, so ist der Uferbereich meist rein sandig. Dies liegt daran, dass dieser Bereich ständigen Wasserbewegungen ausgesetzt ist und sich feinere Ablagerungen nicht halten können. Durch die Wasserbewegungen wird der Boden gut mit Sauerstoff versorgt. Das häufigste hier anzutreffende Tier ist die Herzmuschel. Im Gegensatz zu anderen im Sediment lebenden Muschelarten ist sie in der Lage, sich relativ schnell wieder einzugraben, wenn sie von den Strömungen freigespült wurde.

Der Blasentang, der sich an Hartsubstrat festheftet, kommt bis in eine Tiefe von etwa 6 m vor. Der Bereich der Seegraswiesen liegt etwa in einer Tiefe zwischen 2 bis 5 m.

Ab einer Tiefe von etwa 3 m findet man zunehmend Pfeffermuschel und Baltische Plattmuschel. Sie pipettieren ihre Nahrung vom Untergrund ab, so dass sie auf abgesunkene Schwebstoffe angewiesen sind. Ebenfalls in dieser Zone lebt die Sandklaffmuschel.

Anschließend an die Seegraswiesen erstrecken sich in 5-8 m Tiefe die Miesmuschelbänke, die, wenn es

die Bedingungen erlauben, auch in flachere Bereiche vordringen (siehe Kasten auf Seite F3).

Mit zunehmender Tiefe und abnehmenden Wasserbewegungen kann der Sauerstoff allerdings immer weniger in den Untergrund eindringen, so dass die helle Schicht des mit Sauerstoff versorgten Bodens (Oxidations-Schicht) immer dünner wird. Darunter befindet sich eine dunkle sauerstoffarme oder -freie Schicht (Reduktionsschicht), in der viele Tiere nicht leben können. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Anteil an feinen organischen Ablagerungen zu.

Ab einer Tiefe von 15-20 m ist der Boden überwiegend mit Schlick bedeckt. Dieser kann sowohl aus anorganischen Sedimenten (Ton), als auch aus organischen Bestandteilen (Mudd) bestehen. Schlick findet sich außerdem überall dort, wo es keine oder nur schwache Strömung gibt. Hierzu zählen zum Beispiel Hafenbecken, geschützte Buchten oder Bodden, aber auch die tiefen Becken der Ostsee.

#### **Hartboden (Steinboden)**

Hartböden sind der Lebensraum für zeitweise oder dauerhaft festsitzende Organismen. Das Anheften verhindert eine Verdriftung durch die Strömung.

Hartbodensubstrate gehören zu den biomasse- und artenreichsten Lebensräumen des Meeres. Von allen benthischen Meerestierarten leben etwa 70-80% auf festem Untergrund. Felsen kommen im Meer allerdings nur dort vor, wo die Strömung stark genug oder die Hangneigung groß genug ist, um eine Bedeckung durch Sedimente zu verhindern.

In der Ostsee ist der meiste Boden von Sand und Schlick bedeckt. Echten Felsboden findet man nur in den nördlichen Teilen der Ostsee. Hier ist allerdings die Besiedlung relativ gering, da der Salzgehalt der Ostsee im östlichen Teil abnimmt und der Eisgang im Winter immer wieder zu einem Absterben der Tiere und Pflanzen führt.

In der westlichen Ostsee blieben nach dem Gletscherückzug Felsbrocken auf dem sandigen Ostseeboden zurück. Durch die sogenannte Steinfischerei für den Bau von Häusern, Straßen etc. sind diese nahezu verschwunden. Die menschliche Bautätigkeit hat in der gesamten Ostsee aber auch Lebensraum für die Hartbodengemeinschaften geschaffen, nämlich auf Steinen, Hafentoren, Buhnen oder Pfählen. Auch Tiere selbst können als Siedlungsuntergrund für andere Organismen dienen. Ein wichtiger Lebensraum für festsitzende Arten sind z.B. die Miesmuschelbänke, aber auch auf dem Panzer einer Strandkrabbe können Seepocken oder Moostierchen siedeln. Neben Tieren können Pflanzen ebenso als Ersatz für festen Untergrund dienen.

Die Verteilung der Tierarten, die an einer Mole oder einem Pfahl siedeln, weist eine charakteristische Tie-

fenzierung auf. Diese kann sich von Standort zu Standort aufgrund unterschiedlicher Bedingungen unterscheiden, aber im Allgemeinen wird man folgende typische Abfolge von Arten finden können:

Im Bereich der Wasseroberfläche, der ständigen Wasserstandschwankungen ausgesetzt ist, findet man zum Beispiel Seepocken und die Polypen der Ohrenqualle. Darunter, bis in etwa 3 m Tiefe kommen Miesmuscheln, Moostierchen, Keulenpolyp und nicht festsitzende Arten wie Strandschnecken und Seestern vor. Noch etwas tiefer findet man manchmal den Brotkrumenschwamm.

Eine Art, die auf festes, holziges Substrat angewiesen ist, ist der Pfahlwurm. Dabei handelt es sich nicht um einen Wurm, sondern um die Bohrmuschel *Teredo navalis*. Die Art kommt überwiegend in festen Holzbauten wie z.B. Bootsstegen vor und kann dort erheblichen wirtschaftlichen Schaden anrichten, weil sie sich in die Holzpfähle einbohrt und diese dadurch schwächt bzw. völlig durchlöchert.

### Der Salzgehalt

Wie im Kapitel D „Entstehung und Geologie“ beschrieben, ist die Ostsee ein relativ junges Brackwassermeer. Der Salzgehalt im Zusammenspiel mit dem Alter der Ostsee hat einen entscheidenden Einfluss auf das Vorkommen der Tiere und Pflanzen in diesem Meer.

### Die Ostsee ist artenarm

Im Laufe der Evolution haben sich über einige hundert Millionen Jahre Arten entwickelt, die besonders gut entweder an das salzige oder das süße (limnische) Milieu angepasst sind. Anders ist es in der Ostsee: Sie ist zu jung, als dass sich dort evolutionär spezielle Organismen mit Anpassungen an Brackwasser hätten bilden können. Die Lebewesen, die hier leben sind entweder marine Tiere und Pflanzen, die über die Nordsee eingewandert sind und nun mit einem wesentlich geringeren Salzgehalt leben müssen. Oder es sind Süßwasserarten, die aus Seen oder Flüssen gekommen sind und eine gewisse Salzkonzentration tolerieren können. In beiden Fällen leben die Arten in

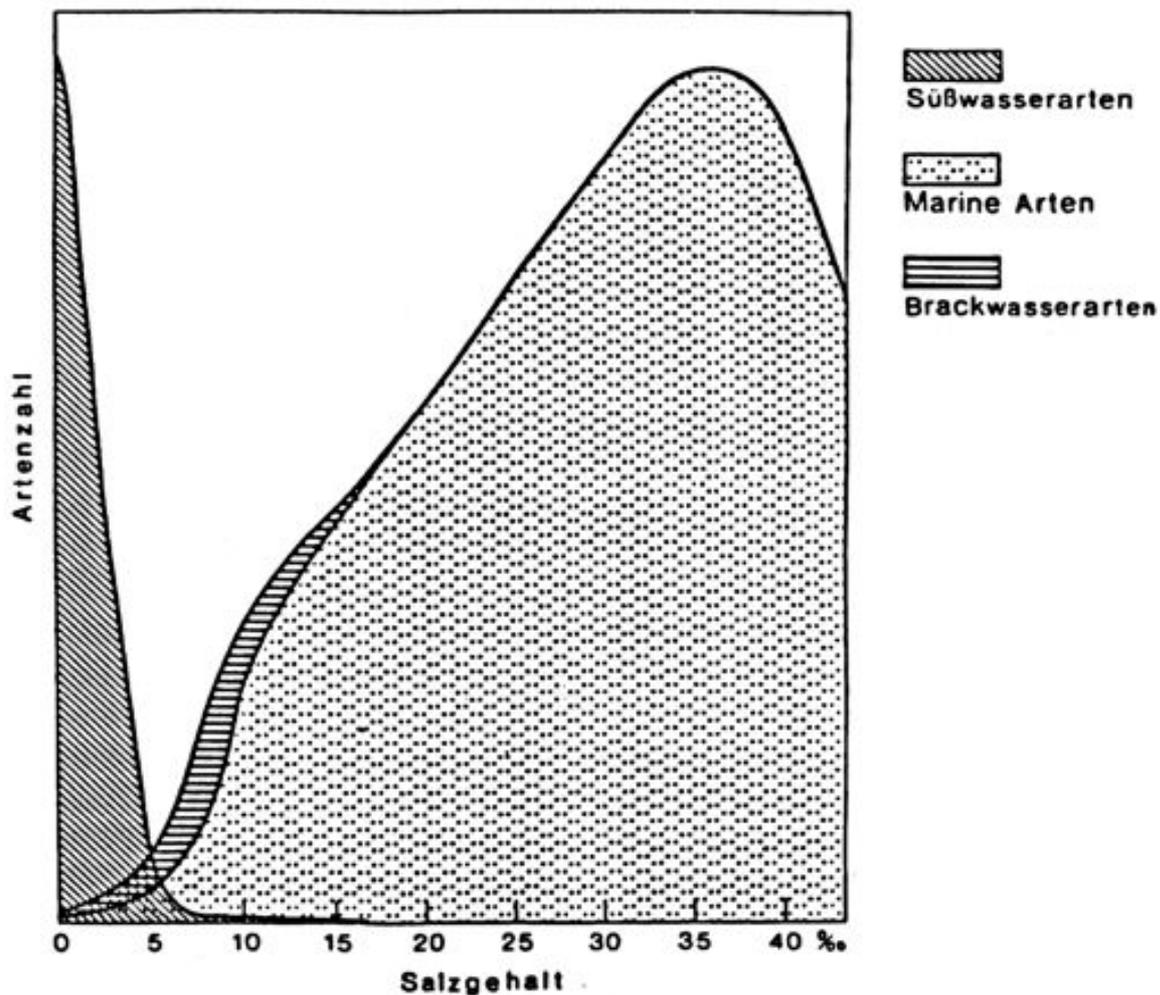


Abbildung F2: Die Artenzahl in einem Brackwassermeer wie der Ostsee ist bei einem Salzgehalt von ca. 5 Promille am niedrigsten. Man spricht von der Brackwasserlücke. (Abbildung aus: Magaard und Rheinheimer (1996).)

Bezug auf den Salzgehalt an ihrer Existenzgrenze. Viele Meeres- und Süßwasserarten vertragen keine größeren Änderungen des Salzgehaltes und sind deshalb nicht in der Ostsee vertreten. Aus diesem Grund ist die Ostsee ein sehr artenarmes Meer.

Dabei zeigt sich, dass die marinen Arten wesentlich erfolgreicher in der Besiedlung waren als die Süßwasserarten. Der Grund hierfür liegt darin, dass in der Ostsee zwar der Gesamtsalzgehalt geringer ist, als in den Weltmeeren, sich das Verhältnis der einzelnen Ionen aber nicht geändert hat. Somit müssen sich die Süßwassertiere zum einen an erheblich höhere Salzgehalte, zum anderen auch an eine ganz andere Ionenzusammensetzung anpassen. Die Tiere aus der Nordsee dagegen müssen nur mit der geringeren Salzkonzentration klarkommen. Ihr Stoffwechsel ist bereits an das Verhältnis der einzelnen Ionen angepasst.

Aber auch die Tiere der Nordsee können nur bis zu einer bestimmten (individuellen) Salzkonzentration (=Salinität) überleben. Im Bereich zwischen ca. 5 und 8 ‰ kommen daher nur sehr wenige Arten in der Ostsee vor. Den einen ist es „zu süß“, den anderen bereits „zu salzig“. Dieses Phänomen wird auch „Brackwasserlücke“ genannt (siehe Abb. F2).

Da der Salzgehalt von Südwesten nach Nordosten hin abnimmt, verläuft auch die Abnahme der Artenzahl in Richtung Norden und Osten: So kommen im Kattegat noch ca. 836 für das Auge sichtbare Arten vor (Makrofauna und -flora), um Bornholm sind es noch etwa 145 und im südlichen Bottnischen Meerbusen lediglich 52 Arten. Ab einer bestimmter Salinitätsgrenze nimmt die Anzahl wieder zu, da dann Süßwasserarten einwandern.

Einige Arten, die auf einen höheren Salzgehalt angewiesen sind, weichen in tiefere Wasserschichten aus, in der die Salzkonzentration höher sind, als im oberflächennahen Wasser. Da mit zunehmender Tiefe auch das Licht abnimmt, ist dieses aber keine Überlebensmöglichkeit für Algenarten, die sowohl eine höhere Salzkonzentration als auch Licht benötigen.

### **Die Bewohner der Ostsee sind kleiner als ihre Artgenossen in der Nordsee**

Eine weitere Folge des niedrigen Salzgehaltes ist, dass die Tiere der Ostsee im Schnitt kleiner sind als ihre Artgenossen im Ozean. Das Leben in einem nicht optimalen Lebensraum erfordert viel Energie, die nicht zum Wachstum verwendet werden kann. Es gibt auch Arten, die in der Ostsee zwar noch (über)leben, sich aber hier nicht mehr fortpflanzen können, also immer wieder neu einwandern müssen. Dazu gehört zum Beispiel die Feuerqualle.

### **Licht**

Mit zunehmender Tiefe ändert sich die Intensität und die spektrale Zusammensetzung des Lichtes im Wasser. In die tieferen Wasserschichten dringen nur noch die energiereicheren kurzwelligeren Lichtwellen ein. Seegräser und Algen sind davon betroffen, da sie zur Energiegewinnung Licht für die Photosynthese benötigen. Je nachdem, welchen Bereich des Lichtes sie nutzen und welche Lichtmengen sie benötigen, können sie in unterschiedliche Tiefen vordringen.

Um die unterschiedlichen Wellenlängen des Lichtes unter Wasser zu nutzen, haben die Algen verschiedene Farbstoffe (Pigmente), mit denen sie das Licht aufnehmen können. Je nach Färbung der Arten unterscheidet man zwischen Braun-, Grün- und Rotalgen. Dabei sind die Rotalgen diejenigen, die im tiefsten Wasser vorkommen. Sie können mit ihrem roten Farbstoff das kurzwellige Licht in der Tiefe nutzen.

### **Wellenbewegung und Strömungen**

Wasserbewegungen haben einen direkten Einfluss auf die Tiere und Pflanzen, die verdriftet werden, wenn sie sich nicht halten oder festhaften können.

Weiterhin ergibt sich auch durch die Beeinflussung des Bodens, zum Beispiel durch ständige Verlagerung von Sedimenten, ein indirekter Einfluss auf die Lebewesen.

Wasserbewegungen können aber auch für eine höhere Zufuhr von Nährstoffen, Nahrungspartikeln oder Sauerstoff an einem Standort sorgen, der sich günstig auf die Tierwelt auswirken kann.

## Sauerstoffmangel am Ostseegrund

Sauerstoff kann grundsätzlich auf drei Wegen in die Ostsee kommen:

- An der Wasseroberfläche gelangt Sauerstoff aus der Luft durch Diffusion in das Wasser.
- In den tiefen Schichten unterhalb der Salzgehaltssprungschicht bringt der Einstrom von frischem Nordseewasser Sauerstoff mit sich.
- Plankton, große festsitzende Algen und andere Wasserpflanzen produzieren Sauerstoff.

Verbraucht wird der Sauerstoff von allen Organismen. Sauerstoffmangelsituationen entstehen im Allgemeinen dort, wo der Sauerstoffbedarf besonders hoch ist und wo über die drei genannten Prozesse zu wenig Sauerstoff nachgeliefert wird.

Der „Geburtsfehler“ der Ostsee liegt in der Salzgehaltssprungschicht, die den Transport von Sauerstoff in die Tiefe verhindert. In den tiefen Schichten können aus Lichtmangel keine Pflanzen leben und die Sprungschicht verhindert eine Durchmischung mit der sauerstoffreichen Oberflächenschicht. Einzig durch den Einstrom von frischem Nordseewasser gelangt Sauerstoff in diese tiefen Zonen. Bleibt der Einstrom für längere Zeit aus, sinkt der Sauerstoffgehalt stetig ab und kann in den tiefen Becken sogar völlig aufgezehrt werden.

Der Sauerstoffbedarf ist besonders in jenen Bodenbereichen erhöht, wo sich abgesunkenes totes organisches Material sammelt, z.B. Plankton, Großalgen, Seegras. Die Menge an organischem Material hat durch die Überdüngung stark zugenommen (siehe Kapitel Eutrophierung). Der Abbau von organischem Material wird überwiegend von Bakterien übernommen. Zunächst sind es Bakterien, die Sauerstoff veratmen. Ist der Sauerstoff aufgebraucht, übernehmen Bakterien den Abbau, die keinen Sauerstoff benötigen sondern Sulfat in Schwefelwasserstoff umsetzen. Schwefelwasserstoff ist ein nach faulen Eiern riechendes Faulgas, das für Tiere toxisch ist, weil es die Sauerstoffaufnahme ins Blut blockiert.

In den tiefen Becken der Ostsee sind unter ungünstigen Bedingungen alle Bereiche, also auch die Wassersäule, unterhalb von 80-125 m Tiefe von der Schwefelwasserstoffbildung betroffen.

In den flachen Küstengewässern bildet sich Schwefelwasserstoff lokal im Sediment an Stellen, an denen sich große Mengen an organischem Material sammeln. Der schwarze Faulschlick ist in der Regel völlig frei von höheren Lebensformen. Auf dem Faulschlick wachsen oft weiße Matten des Schwefelbakteriums *Beggiatoa*, das den Schwefelwasserstoff als Energielieferanten nutzt. Das sogenannte Leichentuch der Ostsee.

Manchmal kommt es nach Stürmen in den Buchten und Förden der westlichen Ostsee zu einem Massensterben von Fischen und anderen Meerestieren. Länger andauernde starke Winde führen zu einer Verlagerung der Oberflächenschicht, so dass sauerstoffarmes Tiefenwasser in Küstennähe an die Oberfläche gedrückt wird. Dort ersticken dann jene Tiere, die nicht rechtzeitig ausweichen können.

Einige Tiere können Sauerstoffmangel eine gewisse Zeit überdauern. Allerdings sind auch diese Arten nicht in der Lage, längere Zeit unter diesen Bedingungen zu überleben.

Die Strandkrabbe erhöht ihren Stoffwechsel, um kurzzeitig bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zu überleben. Sie pumpt mehr Wasser an den Kiemen vorbei. Gleichzeitig verweilt das Blut länger in den Kiemen. Hierdurch kann sich das Blut besser mit Sauerstoff aufladen.

Im Gegensatz zu aktiven Tieren wie der Strandkrabbe können weniger agile Tiere ihren Stoffwechsel (und damit ihren Sauerstoffverbrauch) absenken. Einige marine Wirbellose schalten auf anaeroben Stoffwechsel um und überleben so mehrere Tage bis hin zu Wochen. Beispiele für besonders tolerante Arten sind die Islandmuschel *Arctica islandica* und der Wattwurm *Arenicola marina*.

Bei einem häufigen Auftreten von sauerstoffarmen Bedingungen kommt es langfristig zu einer Abnahme von langlebigen Bodentieren hin zu kurzlebigen Opportunisten, die ein Gebiet schnell wiederbesiedeln können.

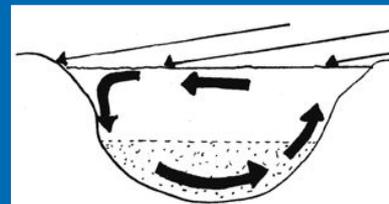


Abbildung F3: Bei starken Winden kann das Wasser in Buchten und Förden umgewälzt werden, so dass sauerstoffarmes und schwefelwasserstoffhaltiges Tiefenwasser an die Oberfläche gelangt.

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
F. Gosselck & H. Sordyl (2005): Vom heimlichen Leben am Meeresgrund. Meer und Museum, Band 18. Schriftenreihe des Deutschen Museums für Meereskunde und Fischerei.	Verständliches über die Bewohner des Ostseebodens
Hempel, G. et al. (2006). Faszination Meeresforschung. H.M. Hausschildt GmbH, Bremen.	Ein spannendes und leicht zu lesendes Textbuch zu verschiedenen Aspekten der Meeresforschung.
Køie M. & A. Kristiansen (2001) Der große Kosmos Strandführer. Frankh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart.	Sehr zu empfehlender Naturführer zu Tieren und Pflanzen in Nord- und Ostsee.
Kock, K. (1998): Das Watt – Lebensraum auf den zweiten Blick. Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V.	Lebensraum Watt und seine Bewohner
Kremer, B., Gosselck, F. & Janke, K. (2005): Der große Kosmos Naturführer Strand und Küste Nord- und Ostsee. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart.	Überblick über Küstenformen, Tieren und Pflanzen am und im Meer, Entstehung der Meere u.v.m.
Lozan et al. (1996): Warnsignale aus der Ostsee. Parey, Berlin.	Verständliche Aufarbeitung wissenschaftlicher Fakten über die Ostsee und ihre Gefährdungen
Magaard und Rheinheimer (1996): Meereskunde der Ostsee. Springer Verlag.	Lehrbuch zur Meereskunde
Heft aus der Reihe „Unterricht Biologie“, Nr. 186, Juli 1993 Thema „Ostsee“. Friedrich Verlag	Unterrichtsmaterialien zum Thema Ostsee
<a href="http://www.bfn.de/habitatmare/de/video-adlergrund.php">http://www.bfn.de/habitatmare/de/video-adlergrund.php</a> Bundesamt für Naturschutz, Habitat Mare	Unterwasservideos von Meeresschutzgebieten in der Ostsee.
<a href="http://www.guiamarina.com">http://www.guiamarina.com</a> (auf die Fotos klicken, dann geht es weiter)	Schöne Fotos von vielen Ostseearten. Private Internetseite von Dirk Schories
<a href="http://www.unterwasser-welt-ostsee.de">http://www.unterwasser-welt-ostsee.de</a>	Schöne Fotos von vielen Ostseearten. Private Internetseite von Peter Jonas
<a href="http://www.ostseevision.de/">http://www.ostseevision.de/</a>	Einblicke in die Ostseewelt. Private Internetseite von Gisbert Jäger
<a href="http://www.ifm-geomar.de">http://www.ifm-geomar.de</a>	Internetseite des Leibniz-Institutes für Meeresforschung in Kiel

### III. Arbeitsanleitungen

#### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Aus dem Thema ergeben sich Anknüpfungspunkte zu unter anderem folgenden Themen:

- Eutrophierung (Siehe Kapitel M Eutrophierung)
  - Welchen Einfluss hat ein erhöhter Nährstoffeintrag auf den Boden und die dort lebenden Lebewesen?
  - Wie hat sich in den letzten Jahrzehnten das Leben am Boden geändert?
  - Woher kommen die Nährstoffe, Einfluss der Landwirtschaft?
  
- Überleitung zu anderen Einflüssen des Menschen, auf die hier nicht weiter eingegangen wird:
  - Veränderung der Bodenfauna durch Bautätigkeiten  
(Neue Lebensräume durch Windkraftanlagen? Veränderung des Salzwassereinstroms von der Nordsee in die Ostsee durch Brückenbau? )
  - Einschleppung fremder Arten
  - Sediment als Senke für Schadstoffe, Giftstoffe
  - Fischerei
  - Kiesentnahme

### III.2 Methoden und Aktivitäten

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### Probennahme mit dem Bodengreifer

<b>Kurzbeschreibung</b>	Mit Hilfe des Bodengreifers ist es möglich ein Stück Meeresboden an die Oberfläche, d.h. auch an Bord, zu holen und die Flora und Fauna näher zu betrachten, die sonst unter der Wasseroberfläche verborgen bleibt. Der Bodengreifer kann auch von einem Steg aus eingesetzt werden. Probennahme und weitere Bearbeitung können zeitlich getrennt werden. Eine aktive Durchführung mit jüngeren Teilnehmern ist aufgrund des Gewichtes des Greifers nur schwer möglich. Zum Kennenlernen der Tiere und Pflanzen empfiehlt es sich, am Strand zu Keschern.		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahren (evtl. mit Unterstützung Erwachsener)	<b>Zeitaufwand</b>	ab 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis 5 aktive Teilnehmer, Zuschauer ca. 10	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	draußen, dreckig, bis 10 m Wassertiefe
<b>Voraussetzungen</b>	ruhige See, Wassertiefe beachten, aufgestopptes Schiff	<b>Vorbereitungen</b>	Alle Geräte und Materialien sollten an Deck sein.
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodengreifer mit stabilem Tau*</li> <li>• Siebe *</li> <li>• Wannen *</li> <li>• Eimer mit Tau zum Wasserschöpfen</li> <li>• Aquarium *</li> <li>• Behälter für die gefangenen Tiere und Pflanzen *</li> <li>• Bestimmungsliteratur *</li> <li>• Bestimmungstafeln mit den häufigsten Organismen *</li> <li>• eventuell Binokular * und Mikroskop *</li> <li>• Petrischalen etc.*</li> <li>• Becherlupen *</li> <li>• Stifte und Papier für Notizen</li> <li>• eventuell Stationsprotokolle (siehe Anhang)</li> </ul>		

#### Durchführung

Mit Hilfe des Bodengreifers werden Proben des Meeresbodens an Bord geholt. Dazu wird das Gerät zunächst vorsichtig vorbereitet, indem es geöffnet und die Halterung fixiert wird (siehe Abb. F4). Dann wird das Gerät langsam und gleichmäßig in das Wasser gelassen. Beim Auftreffen auf Grund schließt der Greifer sich und der Boden kann nach oben geholt werden. Je nach Erfolg sollte die Probennahme mehrmals wiederholt werden, da auch ein gewisses Fingerspitzengefühl

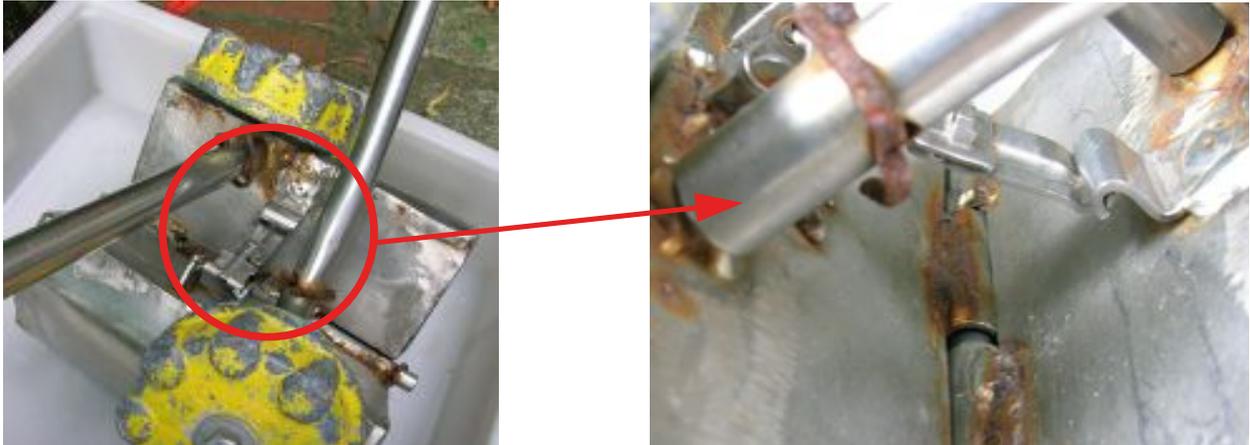


Abbildung F4: Zur Vorbereitung des Bodengreifers werden die beiden Arme auseinander gezogen, bis der Metallsteg eingehakt werden kann. Von nun an muss der Bodengreifer ständig an den Befestigungsdrähten getragen werden, damit er unter Spannung bleibt, sonst löst sich die Fixierung durch den Metallsteg wieder.

entwickelt werden muss: auf der einen Seite muss der Greifer vorsichtig ins Wasser gelassen werden, damit er sich nicht frühzeitig schließt, auf der anderen Seite muss er mit ausreichend Schwung auf dem Meeresgrund aufkommen, damit er auch Material greift.

An Bord wird der Greifer in einen Eimer oder eine Wanne geleert. Größere Tiere und Pflanzen werden gleich in das Aquarium gegeben. Bringt der Bodengreifer auch Algen oder Seegrass mit nach oben, lohnt es sich, einmal einen genaueren Blick darauf zu werfen. Oft findet man viele kleine Tiere, die sich noch darin aufhalten und die auf den ersten Blick nicht zu sehen sind. Ist das Sediment schlickig oder sandig, wird es nach und nach in ein Sieb gegeben und in einem Eimer oder einer Wanne gespült. Die im Sieb verbleibenden Tiere und Pflanzen werden gesammelt und später mit Hilfe der Becherlupe, des Binokulars oder Mikroskopes bestimmt. Auch Reste toter Tiere (z.B. Muschelschalen) werden mit erfasst. Mehrere Exemplare einer Art können aufbewahrt werden, um sie den anderen Teilnehmern zeigen zu können, die anderen Tiere und Pflanzen werden wieder in die Freiheit entlassen.

Es bietet sich an, auch vom Sediment Proben für spätere Präsentationen aufzubewahren.

#### **Hinweise zur Bedienung des Bodengreifers:**

- Niemals die Finger zwischen die Backen des Greifers halten!
- Immer darauf achten, dass der Greifer gut festgehalten wird und die Halterung in Ordnung ist!
- Versuchen Sie, das Deck sauber zu halten. Schwarzer Schlick haftet auch gut an Kleidung.
- Geben Sie nicht gleich auf, wenn der Greifer keine Proben nach oben befördert. Gerade bei kiesigem Untergrund ist es schwer, eine Bodenproben zu nehmen. Am besten ist es, wenn man den Greifer langsam und gleichmäßig auf den Grund sinken lässt und dann einmal kräftig zieht, um ihn zu schließen. Dann kann die Probe nach oben geholt werden.

#### **Auswertung**

Möchten Sie die Ergebnisse der Untersuchungen anderen Teilnehmern vorstellen oder mehrere Standorte miteinander vergleichen, bietet es sich an, einen Protokollbogen zu verwenden. Ein Beispiel dafür finden Sie im Anhang.

**Mögliche Leitfragen für die Auswertung:**

Wie ist der Boden an den verschiedenen Stationen beschaffen?

Wie unterscheidet sich das Sediment (Geruch, Farbe, Korngröße, FeS) (siehe hierzu die Anleitungen auf S. F17)

Woher kommen die Unterschiede?

Welche Arten wurden entdeckt, welche Standorte sind „artenarm“, welche eher „artenreich“?

Wurden Pflanzen gefunden?

**Darstellung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse können anhand der Arbeitsbögen den anderen Teilnehmern präsentiert werden.

Zur besseren Visualisierung können weiterhin

- einige Tiere und Pflanzen im Aquarium gezeigt, bzw. in kleinen Gefäßen herumgegeben werden
- Diagramme mit den Anzahlen der Organismen erstellt werden
- die Ergebnisse der Sedimentanalyse auf Papier aufgemalt werden
- Schlickproben aufbewahrt und den anderen gezeigt werden

Werden auf der Fahrt auch ozeanographische Daten erhoben und Plankton untersucht, dann sollten auch die Ergebnisse dieser Gruppen mit beachtet und in die Interpretation mit einbezogen werden. Wie ist die Dichte des Planktons einzuschätzen (Secchitiefe) und damit die Menge an organischem Material, gibt es eine Sprungschicht, wie hoch ist der Salzgehalt etc.? Die gefundenen Lebewesen können in eine Nahrungskette eingeordnet werden.



*Abbildung F5: Die gesammelten Tiere und Pflanzen werden im Aquarium betrachtet und anschließend wieder frei gelassen.*

## Pfahlkratzen und Keschern am Strand

Während der Einsatz des Bodengreifers vor allem geeignet ist, das Sediment genauer zu untersuchen und Proben aus größeren Tiefen zu nehmen, lassen sich mit dem Kescher und einem Pfahlkratzer besonders die Tiere und Pflanzen aus flacheren Bereichen gut fangen.

Der Aufenthalt im Hafen bietet sich an, um einmal das Leben an Pfählen, Spundwänden oder Kaimauern zu erforschen. Hier findet man Arten, die sich auf festem Untergrund ansiedeln.

Am Strand können mit dem Kescher Tiere im Flachwasser gefangen und genauer betrachtet werden.

<b>Kurzbeschreibung</b>	Tiere und Pflanzen werden mit Hilfe eines Keschers oder eines Pfahlkratzers gesammelt.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ab 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	gute Betreuer-pro-Teilnehmer-Quote	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	draußen
<b>Voraussetzungen</b>	ruhige See, Wassertiefe beachten	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pfahlkratzer (Obstpflücker) *</li> <li>• ausreichend Kescher *</li> <li>• Eimer</li> <li>• Aquarium *</li> <li>• Behälter für die gefangenen Tiere und Pflanzen *</li> <li>• Bestimmungsliteratur *</li> <li>• Bestimmungstabellen mit den häufigsten Organismen *</li> </ul>		

### Durchführung

Mit dem Pfahlkratzer wird der Bewuchs an Kaimauern oder Pfählen an einem Steg abgekratzt.

Den Kescher führt man am besten gleichmäßig kurz über den Boden durch das Wasser. So werden die Tiere, die sich am Boden aufhalten aufgeschreckt und schwimmen direkt in den Kescher.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass mit den Tieren vorsichtig umgegangen wird. Am besten setzt man sie gleich nach dem Fang in ein Aquarium oder in einen Eimer, von dem sie dann in das Aquarium gesetzt werden können.

**Vorsicht** An besonders warmen Tagen ist darauf zu achten, dass Eimer und Aquarien im Schatten stehen. Sonst besteht die Gefahr, dass die Wassertemperatur zu stark steigt und die Tiere sterben. Nach dem Betrachten der Tiere werden sie alle wieder freigelassen.

### Auswertung

Es ist sinnvoll, dass die Teilnehmer zunächst mit Hilfe der Bestimmungstabellen und -bücher selbst die Arten bestimmen.

Interessant ist es, einmal die verschiedenen Bewohner unterschiedlicher Standorte zu vergleichen. Was lebt auf dem Sand, im Seegras, an Steinen und wie sind die Lebewesen daran angepasst?

## Sedimentanalyse

<b>Kurzbeschreibung</b>	Das Verhältnis der einzelnen Sedimentfraktionen zueinander wird bestimmt. Verschiedene Standorte lassen sich so vergleichen. Die Proben können vom Schiff aus oder auch am Strand und vom Ufer aus genommen werden.		
<b>Alter</b>	ab 12	<b>Zeitaufwand</b>	30 min
<b>Gruppengröße</b>		<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	Eine Sedimentprobe	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der Sedimentprobe
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reagenzgläser *</li> <li>• (Reagenzglasalter *)</li> </ul>		

## Hintergrund

Die Beschaffenheit des Bodens hat den größten Einfluss auf die Besiedlung.

Je nach Wasserbewegungen und Tiefe lagern sich verschiedene Sedimentfraktionen ab. In Bereichen, die stark von Wellen und Strömung beeinflusst werden, lagert sich eher gröberes Material ab, in Bereichen ohne starke Wasserbewegungen findet sich feineres Material.

Das Titelbild des Kapitels „Vergleich von Standorten“ auf Seite K1 zeigt links eine Probe mit Sand, darüber eine dünne Schicht teilweise abgebauten organischen Material (schwarz: sauerstoffreicher Bereich und grün-braun: sauerstoffreicher Bereich, Deckschicht des Bodens). Im rechten Glas ist Faulschlick mit sehr feinkörnigem Sediment und einer feinen schwarzen Masse: dem unter sauerstofffreien Bedingungen teilweise abgebautem organischen Material.

## Durchführung

Um die Struktur des Sedimentes der verschiedenen Standorte zu vergleichen, wird eine Sedimentprobe mit etwas Meerwasser in ein Reagenzglas gefüllt und dann geschüttelt. Das Sediment setzt sich entsprechend der Größe bzw. des Gewichts der einzelnen Fraktionen wieder ab. Die Fraktionen und ihre Dicke werden notiert.

## Auswertung

Welche Tiere und Pflanzen finden sich an den unterschiedlichen Standorten? Inwieweit könnte die Beschaffenheit des Bodens damit zusammenhängen?

Welche Gründe könnte es für die Beschaffenheit des Bodens an dem Standort geben (Strömung, Wellengang etc.)?

## Nachweis von Sulfid im Sediment

<b>Kurzbeschreibung</b>	Der Test beruht auf einer Reaktion des Eisensulfids (FeS) in der Sedimentprobe mit einer Säure. Das entstehende H <sub>2</sub> S wird mit Bleiacetatpapier nachgewiesen, das sich je nach Sulfidgehalt der Probe braun bis schwarz verfärbt.		
<b>Alter</b>	Je nach Wissensstand, eher ab 12 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	15 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	aktiv: Kleingruppe Vorführen: beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Tisch
<b>Voraussetzungen</b>	Eine Sedimentprobe	<b>Vorbereitungen</b>	Bereitstellung der Sedimentprobe
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurze Reagenzgläser *</li> <li>• schwache Essigsäure oder Essig *</li> <li>• Bleiacetatpapier *</li> </ul>		

### Hintergrund

Am Meeresgrund entsteht beim Abbau von organischem Material unter Sauerstoffmangel unter anderem das Faulgas Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S. Dieses reagiert im Boden mit Eisenhydroxiden zu schwarzem Eisensulfid, wodurch der Boden unter Sauerstoffabschluss schwarz wird.

### Durchführung

In ein kurzes Reagenzglas wird mit einem schmalen Spatel eine kleine Probe des Sediments auf den Boden des Glases gebracht. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass nicht zu viel Sediment in der Mitte des Reagenzglases hängen bleibt.

Dann wird die Säure oder der Essig direkt auf die Probe getropft. Vorsichtig wird nun ein Streifen des Bleiacetatpapiers über dem Sediment auf die Reagenzglaswand gebracht. Das Papier darf dabei nicht mit dem Sediment in Berührung kommen!

Die aufsteigenden Dämpfe des Schwefelwasserstoffes färben das Papier je nach Sulfidgehalt braun bis schwarz.

Die Papierstreifen können unter Tesa fixiert und danach mit den Tests anderer Standorte verglichen werden.

### Auswertung

Wie sieht das Sediment an den unterschiedlichen Standorten aus?

Welchen Geruch hat das Sediment vor dem Auftropfen der Säure?

Ist an dem Standort viel oder wenig Sulfid nachgewiesen worden?

Welche Gründe gibt es für diese Beobachtung?

Ist ein Zusammenhang zwischen der Besiedlung des Bodens und dem Ergebnis zu erkennen?

**Miesmuschel-Filtration**

<b>Kurzbeschreibung</b>	Veranschaulicht die Filtration des Wassers durch die Miesmuschel.		
<b>Alter</b>	ab 4	<b>Zeitaufwand</b>	ca. 5 min
<b>Gruppengröße</b>	beliebig, für ausreichend Material sorgen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Miesmuscheln in ein Aquarium setzen und einige Zeit ruhen lassen
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miesmuschel</li> <li>• Aquarium *</li> <li>• Pipette *</li> <li>• Farbstoff (Tinte, Rote Beete Saft oder Uranin *)</li> </ul>		

**Hintergrund**

Eine Miesmuschel kann, je nach Größe, 1-3 Liter Wasser pro Stunde filtern. Dieses geschieht mit Hilfe der Kiemen, die am Hinterende (rundes Ende) der Muschel ihre Ein- und Ausstromöffnung haben. Aus dem Wasser wird so nicht nur Nahrung gefiltert, sondern auch Sauerstoff aufgenommen.

**Durchführung**

Mit einer Pipette wird etwas gefärbte Flüssigkeit (Rote Beete-Saft, Tinte) in die Nähe einer geöffneten Miesmuschel im Aquarium gebracht. Anhand der Farbe kann der Ein- und Ausstrom des Wassers nachverfolgt werden.

**Auswertung**

Wo strömt das Wasser ein, wo wieder hinaus?

Wie nimmt die Muschel Nahrung und Sauerstoff auf?

### Tiererraten („Wer bin ich?“)

<b>Kurzbeschreibung</b>	Ein Teilnehmer errät durch Fragen an die anderen Tiernamen. Gut geeignet zur Festigung und zum Abschluss der Beschäftigung mit der Tierwelt der Ostsee.		
<b>Alter</b>	ab 5 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	
<b>Gruppengröße</b>	min. 5 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zettel oder Karten mit Abbildungen von Tierarten der Ostsee *</li> <li>• Klebeband</li> </ul>		

### Durchführung

Zettel mit Abbildungen und Namen von Tieren werden an den Rücken eines Teilnehmers geheftet (evtl. laminierte Karten, die mit einem Band umgehängt werden).

Variante 1: Die anderen Spieler beschreiben das Tier („Du hast 5 Arme.“, „Du frisst am liebsten...“) Dabei erst die schwierigen Hinweise geben. Wörter aus dem Namen des Tieres dürfen nicht genannt werden.

Variante 2: Der Spieler versucht, durch Ja/Nein-Fragen das Tier zu erraten.

Eventuell können nach Erraten der Tiere die Zettel/Karten auf ein Relief der Ostsee gelegt werden, um so noch einmal den Lebensraum zu veranschaulichen.

### III.3 Anhang

#### Stationsprotokoll Bodenproben

Station:		Datum:		Uhrzeit:	
Wassertiefe:					
Sediment- beschreibung: (Farbe, Geruch, etc.)					
Sedimentfraktionen: (Kies, Sand, Schlick)					
FeS – Test:					
Tiere:		Proben Nummer	1	2	3
Art-, Gattungs- oder Ordnungsnamen		Name	Anzahl		
Sortiert nach Anzahl der Individuen		1.			
		2.			
		3.			
		4.			
		5.			
		6.			
		7.			
		8.			
		9.			
		10.			
		11.			
		12.			
		13.			
		14.			
		15.			
Pflanzen:		1.			
Art-, Gattungs- oder Ordnungsnamen		2.			
		3.			
Sortiert nach Anzahl der Individuen		4.			
		5.			
Bemerkungen:					

# Im trübem Wasser Das Ostseeplankton

Zusammengetragen von Anne Wagner



## Kurzinformation

Die schwebenden winzigen Bewohner der oberen Wasserschicht mögen uns zunächst befremdlich und unverständlich vorkommen. Der Formenreichtum und ihre Schönheit ermöglichen jedoch Menschen fast aller Altersstufen und Vorbildung einen direkten Zugang zu dieser Welt. Die folgenden Abschnitte sollen all jenen einen kurzen Überblick geben, die bisher wenig oder gar nichts über das Thema wissen.

Im Text finden Sie Angaben über:

- Begriffserklärung, Größenklassen und Namensgebung
- Phytoplankton: Übersicht, Sichttiefe, Verteilung, Blüten
- Zooplankton: Übersicht, wichtige Gruppen, Jugendstadien von Bodenbewohnern
- Mensch und Plankton: Kunst, kommerzielle Verwertung, Bodenschätze aus Plankton
- Wie kann Plankton schweben
- Spezielle Formen: Blaualge und Quallen
- Wie man einen Überblick über die Artenvielfalt im Ostseeplankton bekommt

## Kapitel G Im trübem Wasser – Das Ostseeplankton

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>G3</b>
<i>Was ist „Plankton“?</i>	G3
<i>Das Phytoplankton</i>	G3
<i>Blualgen</i>	G5
<i>Sichttiefe</i>	G6
<i>Das Zooplankton</i>	G7
<i>Die Secchi-Scheibe</i>	G7
<i>Quallen</i>	G8
<i>Wie kann Plankton schweben?</i>	G9
<i>Kann der Mensch Plankton nutzen?</i>	G9
<i>Plankton in der Kunst</i>	G9
<i>Bodenschätze aus Phytoplankton</i>	G10
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>G11</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>G12</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Fang von Planktonorganismen mit Netzen	G13
Fang von Planktonorganismen ohne Netze	G15
Plankton mit bloßem Auge betrachten	G16
Einsatz von Binokular/Mikroskop	G17
Beobachtung von Planktonorganismen	G18
Quallen fangen und beobachten	G20
Bestimmung der Sichttiefe mit einer Secchischeibe	G21
Spiel: Was ist Plankton?	G22
Schönheit von Phytoplankton	G23
Der „Nutzen“ von Planktonorganismen für den Menschen	G24
Schweben oder Sterben, das ist die Frage	G25
Spiel: Welche Larve gehört zu welchem Benthostier?	G26
III.3 Anhang	
Bestimmungstafel Blualgen und Grünalgen	G27
Bestimmungstafel Dinoflagellaten und Goldalgen	G28
Bestimmungstafel Kieselalgen	G29
Bestimmungstafel Jugendstadien im Plankton	G30
Bestimmungstafel Zooplankton	

## I. Fachlicher Hintergrund

### Was ist „Plankton“?

Das Wort Plankton ist ein Sammelbegriff, unter dem eine Vielzahl von Lebensformen vereint wird. Man kann den Begriff Plankton nicht mit Tierstämmen wie Wirbeltiere vergleichen. Im Plankton der Ostsee zum Beispiel finden sich Organismen aus fast allen Tierstämmen. Gemein ist allen, dass sie frei im Wasser treiben und Strecken mehr durch Drift als durch ihre eigene Schwimmfähigkeit zurücklegen. Sie sind gleichsam Gefangene des Wasserkörpers, in dem sie sich gerade befinden. Wird dieser Wasserkörper durch Wind oder globale Strömungen verfrachtet, dann werden diese Organismen mitgenommen. Den einzelnen planktisch lebenden Organismus bezeichnet man als Plankter.

Der Begriff „Plankton“ wurde erst 1877 von Viktor Hensen, zu seiner Zeit Professor an der Universität Kiel, geprägt. Er leitete den Begriff von einem griechischen Verb ab, das „umherziehen/treiben“ bedeutet.

Dem Plankton gegenübergestellt wird das Nekton, also alle Lebewesen, die durch eigene Schwimmbewegungen ihren Aufenthaltsort im Wasser selbst bestimmen können, z.B. Fische und Wale.

Zwei wichtige Kategorien innerhalb des Planktons sind das **Phytoplankton**, also das pflanzliche Plankton (photoautotroph), und das **Zooplankton**, das tierische Plankton (heterotroph). Von der Gruppe des Zooplanktons werden die schwebenden Eier und Larven der Fische abgetrennt und als **Ichthyoplankton** bezeichnet.

Die kleinsten planktischen Formen sind Viren, wie man erst seit kurzem weiß (**Virioplankton**). Die kleinsten planktischen Lebewesen im Größenbereich zwischen 0,2 bis 20 µm sind Bakterien (**Bakterioplankton**), Pilze (**Mykoplankton**), Cyanobakterien (= Blaualgen) und kleine Flagellaten (=Geißeltierchen). Zu den größten planktischen Organismen gehören Quallen (bis 2 m mit Tentakel) und Krill (ca.

10 cm). Unsere Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit dem Anteil des Planktons, der größer als 20 µm ist. Das kleinere Plankton spielt im Ökosystem Meer zwar auch eine entscheidende Rolle, man kann es jedoch mit herkömmlichen Mitteln nicht direkt erfahrbar oder sichtbar machen. Ebenfalls aus methodischen Gründen wird auf die Eier und Larven der Fische nicht weiter eingegangen (Vermehrung von Ostseefischen siehe Kapitel H Fische).

### Das Phytoplankton

Phytoplankton = pflanzliches Plankton.

Im Überblick

- Kennzeichnend ist, dass alle Formen dieser Kategorie Photosynthese betreiben. Sie gehören deshalb in der Nahrungskette zu den Produzenten. Wie alle Pflanzen setzen sie Sauerstoff frei. Hochgerechnet stammt etwa die Hälfte der jährlichen Sauerstoffproduktion weltweit von den Phytoplanktern.
- Sehr viele verschiedene Algengruppen sind im Phytoplankton vertreten. Die wichtigsten und häufigsten Gruppen sind Kieselalgen (Diatomea) und Panzerflagellaten (Dinoflagellata).
- Man findet einzellige Formen und Kolonien. Dabei schließen sich viele Einzelzellen zu einer Gruppe zusammen und umgeben sich manchmal mit einer Hülle.
- Die Vermehrung erfolgt überwiegend durch Zweiteilung (vegetativ). Die sexuelle Fortpflanzung kommt nur selten oder gar nicht vor.
- Manche Formen sind mobil, sie können sich mit Hilfe von Geißeln bewegen, z.B. alle Flagellaten.
- Etliche Arten, meist aus der Gruppe der Dinoflagellaten, sind in der Lage, organisches Material zu fressen und Photosynthese zu betreiben. Sie verwischen die Grenze zwischen Tier- und Pflanzenreich. In der westlichen Ostsee häufig ist *Ceratium tripos*, ein Dinoflagellat.
- In unseren Breiten verändert sich das Phytoplankton in Dichte und Artenzusammensetzung im Ver-

Tabelle G1 Wissenschaftliche Unterteilung des Planktons nach Größenklassen (1 µm entspricht 0,001 mm)

Größenklasse	Größe	Phytoplankton	Zooplankton
<b>Picoplankton</b>	0,2 - 2 µm	Bakterien, kleine Blaualgen	Bakterien, Pilze
<b>Nanoplankton</b>	2 - 20 µm	Pflanzliche Nanoflagellaten, Blaualgen, kleine Kieselalgen, Grünalgen	Tierische Nanoflagellaten
<b>Mikroplankton</b>	20 - 200 µm	Kieselalgen, Dinoflagellaten, Grünalgen, Blaualgen, andere Phytoplanktongruppen	Einzeller, Rädertierchen, Nauplien der Hüpferlinge
<b>Mesoplankton</b>	200 - 2000 µm	Große Dinoflagellaten, Kolonien von Blaualgen und Grünalgen	Ruderfußkrebse, Wasserflöhe, Larven der Borstenwürmer
<b>Makroplankton</b>	2000 µm - 2 cm		Fischlarven, Larven der Strandkrabbe u.a. Krebse, Larven der Seesterne
<b>Megaplankton</b>	> 2 cm		Fischlarven, Quallen

lauf des Jahres. Während im Winter nur wenige Phytoplankter im Wasser sind, so werden von Frühjahr bis Herbst hohe Dichten erreicht. Dieser Jahreszyklus wird vom Angebot an Nährstoffen und Licht gesteuert.

- Das Photosynthesepigment ist das grüne Chlorophyll a. Viele Arten besitzen zusätzlich rote und gelbe Pigmente, die die Zellen bräunlich färben.

### Lebensgrundlagen

Alle Phytoplanktonarten betreiben Photosynthese und benötigen deshalb alles, was auch eine Landpflanze braucht, um wachsen zu können: Licht, ausreichend Wärme, Kohlendioxid, Nährstoffe und Spurenelemente.

Darüber hinaus benötigen einige Arten, besonders die Kieselalgen (=Diatomeen), für den Bau ihrer Schalen und Panzer Silikat. Die ebenfalls gepanzerten Dinoflagellaten bauen ihre Schalen aus Zellulose.

Das Phytoplankton gedeiht nur in den oberen Schichten des Freiwassers. Besonders wichtig für die Verteilung ist die Eindringtiefe des Lichts, weil Licht die Grundlage für die lebenswichtige Photosynthese ist. Wie die unbeweglichen Algenzellen die optimale Wassertiefe halten können, ist immer noch nicht restlos aufgeklärt.

### Verteilung des Phytoplanktons in der Ostsee

Die Menge an Phytoplankton im Wasser unterscheidet sich zwischen Küste und offener Ostsee. In der Küstenregion gibt es mehr Nährstoffe, so dass sich das Phytoplankton dort wesentlich stärker vermehrt als in der offenen Ostsee. Eine Ausnahme bilden die dichten Teppiche von Blaualgen (=Cyanobakterien), die sich im Hochsommer auf der offenen Ostsee bilden können.

Die höheren Nährstoffkonzentrationen an der Küste werden zum einen durch die menschlichen Einträge (Dünger, Abwässer) verursacht. Zum anderen kommt es im flacheren Wasser zur windgetriebenen Durchmischung des Wassers bis zum Boden, wobei die abgebauten anorganischen Stoffe (Remineralisierung von organischer Materie zu Nitrat, Phosphat) aus dem Boden ins Wasser gelangen.

Das Vorkommen und die Anzahl der Arten richtet sich in erster Linie nach dem Salzgehalt. Auf die Artenzahl des Phytoplanktons trifft die Brackwasserregel genauso zu wie auf die Bodenlebewesen. In der östlichen Ostsee, in unmittelbarer Nähe von Flüssen und in ausgesüßten Küstenbereichen, z.B. Bodden, dominieren Süßwasserarten. Alle anderen Gebiete werden von marinen Arten besiedelt, die Brackwasser vertragen.

Typisch für die Artengemeinschaft von Phytoplanktonern ist, dass es zwar sehr viele Arten gibt, aber nur sehr wenige wirklich häufig sind und noch weniger

Arten Massenentwicklungen zeigen.

Im Meer gibt es weltweit geschätzt etwa 10 000 Arten, von denen nur etwa 500 häufig sind, darunter Kieselalgen und Panzergeißler.

In der Ostsee leben etwa 300 marine Phytoplanktonarten. Grund für die geringe Zahl ist die geographische Lage in der arktisch-borealen Zone und der geringe Salzgehalt. Von den 300 Arten treten nur 50 bis 60 in den regional und saisonal verschiedenen Phytoplanktongesellschaften als dominante Art auf. Manche Autoren nennen eine Zahl von rund 1000 nachgewiesenen Arten insgesamt in der Ostsee.

Um einen Eindruck der Menge an Phytoplankton zu geben hier einige Zahlen:

Bei einer Blüte in Frühjahr oder Herbst an der Außenküste werden etwa 0,5 bis 3 g Phytoplanktonbiomasse pro m<sup>3</sup> gemessen und die Zellzahl des pflanzlichen Mikroplanktons liegt bei mehreren hunderttausend bis Millionen Zellen pro Liter. Blaualgenblüten können noch höhere Dichten bilden. Außerhalb der Blütephasen ist nur ein Bruchteil dieser Mengen zu finden.

Nimmt man hingegen die Nanoflagellaten hinzu, kommt man immer auf mehrere Mio. bis 100 Mio. Zellen pro Liter.

Details zu diesem Thema bietet der Zutandsbericht für die Ostsee 1999-2002 (siehe Literatur).

### Welche Rolle spielt das Phytoplankton im Nahrungsnetz der Ostsee?

Phytoplankton gehört zusammen mit den Seegraswiesen und den benthischen Algen zu den Primärproduzenten des Ökosystems Ostsee. Im freien Wasser geht alle verfügbare Nahrung auf die Produktion des Phytoplanktons zurück, es bildet die Basis der Nahrungskette. Weggefressen wird das Phytoplankton vom ebenfalls sehr kleinen tierischen Plankton. Möchte man sich als Laie die Sache etwas vertrauter vorstellen, kann man es mit einer Wiese vergleichen, die ständig von einer Schar Weidegängern „abgegrast“ wird. Ein großer Teil des Phytoplanktons stirbt ab und sinkt in die tiefen, lichtlosen Meeresbereiche. Auf dem Weg nach unten bauen es bereits Bakterien ab. Am Boden angekommen, wird es zur Nahrung von Bodenlebewesen wie Würmern, Muscheln und Kleinkrebsen. Darüber hinaus ist eine ganze Reihe von Organismen in der Lage, lebendes Phytoplankton aus dem Wasser zu filtrieren, z.B. Seepocken und Miesmuscheln. Insgesamt aber wird wesentlich mehr (totes) Plankton von Bakterien abgebaut als von Tieren gefressen.

Obwohl die einzelnen Lebewesen winzig sind, ist die Produktion an fressbarer Nahrung pro Quadratmeter immens, weil sich die Zellen unter optimalen Bedingungen schnell teilen. Die produzierte Menge an pflanzlichem Material in den nährstoffreichen inneren Küstengewässern steht einer norddeutschen Kuhweide kaum nach.

In der Ostsee wird der Großteil der Biomasse vom Phytoplankton aufgebaut. Die Nährstoffeinträge ha-

ben diese Dominanz noch verstärkt, weil dadurch viele Seegrasflächen und Großalgen verschwunden sind (siehe Kapitel M Eutrophierung).

Beispiele für die Jahresproduktion verschiedener Lebensräume (angegeben in Gramm Kohlenstoff pro Fläche und Jahr):

- Grünland: 450 g C pro Quadratmeter und Jahr (Schiewer 2001)
- Eutrophe innere Küstenbereiche: Saaler Bodden: über 600 g C pro Quadratmeter und Jahr (Schiewer 2001),
- Grabower Bodden: 135 bis 200 g C pro Quadratmeter und Jahr (Schiewer 2001)

### Überblick über vorkommende Arten

Im Deutschen werden jene Arten, die wegen ihrer Ähnlichkeit nur von Fachleuten auseinander zu halten sind, meist unter einem Namen zusammengefasst, z.B. Dosenkieselalgen. Durch die Kenntnis dieser unwissenschaftlichen aber anschaulichen deutschen Begriffe, kann man bereits viele Algenartengruppen benennen. Der Informationsverlust ist gering. Für alle, die auf mehr Genauigkeit Wert legen, bleibt nur der Rückgriff auf die eindeutigen lateinischen Namen.

Die Gemeinschaft wird fast immer von einigen wenigen Arten (etwa 2-5) beherrscht. Welche Arten vorkommen, hängt ab von Jahreszeit, Wetter und Salzgehalt/geographischer Lage. Welche Art in welchen Monaten in welcher Küstenregion der Ostsee häufig ist, lässt sich relativ einfach nachschlagen, siehe z.B. Zustandsbericht Nord- und Ostsee (Literatur). Eine Übersicht über häufige Arten/Gattungen und ihre deutschen Namen befindet sich im Anhang und eine sehr schöne Datenbank mit vielen Fotos findet sich auf den Internetseiten des IO-Warnemünde.

### Planktonblüten

Eine Planktonblüte entsteht, wenn eine oder mehrere Arten gute Bedingungen vorfinden und sich rasch teilen. Gute Bedingungen bedeuten ausreichend Wärme, Licht und Nährstoffangebot. Weil die Zellen nicht gleich weggefressen werden, trübt sich das Wasser bald grün, grün-braun, rötlich-braun. In fast allen Teilen der Ostsee außer im äußersten Nordosten gibt es jedes Jahr eine intensive Blüte im Frühjahr, die etwa einen Monat andauert. In der Kieler Bucht findet diese Frühjahrsblüte etwa von März bis April statt. Auch im Herbst (September/Oktobre) kommt es fast jedes Jahr zu einer zweiten Massenvermehrung. Diese

## Blualgen

Eigentlich handelt es sich bei den „Blualgen“ nicht um „Algen“, sondern um Cyanobakterien. Der Name leitet sich vom blau-grünen Photosynthesepigment Phycocyan ab. Der Feinbau der Blualgenzelle entspricht weitgehend dem der Bakterien.

Ohne die Cyanobakterien wäre die Biosphäre der Erde nicht entstanden. Vor ca. 3 Milliarden Jahren begannen sie mit der Photosynthese. Damals war der Sauerstoffanteil in der Atmosphäre gleich null. Es bestand noch keine schützende Ozonschicht und die UV-Strahlung machten höheres Leben unmöglich. Im Verlauf von ca. 1,5 Milliarden Jahren reicherte sich der von den Cyanobakterien freigesetzte Sauerstoff in der Atmosphäre an, und die Ozonschicht entstand.

Die Blualgen benötigen wie alle Pflanzen Stickstoff und Phosphat. Blualgen können aber den elementaren Stickstoff der Luft fixieren, indem sie ihn in ihren Zellen umwandeln. So wachsen sie auch dann, wenn im Wasser nur noch Phosphat, aber kaum stickstoffhaltigen Nährsalze vorhanden sind.

In der Ostsee treten vor allem drei Arten von fädigen Blualgen auf: *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon flos-aquae* und *Anabena* sp. Diese drei Blualgenarten können auch toxisch sein. Besonders *Nodularia spumigena* kann auf der Ostsee im Sommer intensive Blüten mit großen, hell-olivgrünen Teppichen bilden, die bei entsprechenden Windlagen gelegentlich auch an die Strände gelangen können.

Der Kontakt mit der Haut und die orale Aufnahme können zu verschiedensten Beschwerden wie z.B. Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Atemnot oder Hautreizungen führen. Die Symptome treten zwischen 2 und 5 Stunden nach Aufnahme der Gifte auf und halten etwa 3 bis 5 Tage an.

Blualgen werden nur von ganz wenigen Tieren gefressen, weil sie schwer verdaulich und ungenießbar sind.

*Sektion Biologische Meereskunde, Institut für Ostseeforschung Warnemünde „Toxische Algenblüten – eine Naturkatastrophe?“ von Monika Nausch Online unter: [http://www2008.io-warnemuende.de/forum/m\\_nausch/](http://www2008.io-warnemuende.de/forum/m_nausch/) Die Infoseiten des Ifm.Geomar in Kiel bieten im Abschnitt „Meeresforschung online“ Informationen zu „Giftige Cyanobakterien in der Ostsee“ von Klaus von Bröckel (Stand Juni 2007) <http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=2697>*

Blüten im Frühjahr und Herbst sind typisch für Meere der gemäßigten Breiten.

Eine Vielzahl von besonderen Bedingungen, z.B. sehr heißes Wetter, Windstille, hohes Nährstoffangebot können besonders im Sommer zu außergewöhnlichen Phytoplanktonblüten führen, die nicht jährlich auftreten.

Toxische, also giftige Algenblüten sind in der Ostsee ein außergewöhnliches, sehr selten auftretendes Phänomen. Für die Ostsee typisch sind Blaualgenblüten, an denen sich in seltenen Fällen Vieh und Hunde vergiftet haben (siehe Infokasten).

*Weiterführende Literatur zu toxischen Algenblüten im Meer im Allgemeinen:*

*Elbrächter, M.: Giftige Algen - Algengifte. In: Hempel, G., Hempel, I. & S. Schiel (Hrsg.): Faszination Meerforschung. Ein ökologisches Lesebuch. Hauschild (2006), Bremen.*

*Kononen, K. & M Elbrächter (1996): Toxische Plankton-Blüten. In: Warnsignale aus der Ostsee, J.L. Lozán (Hrsg.), Parey, Berlin, 385 Seiten.*

### Sichttiefe

Anschaulich gesagt geht es darum, wie trüb das Wasser ist, oder andersherum, wie tief man ins Wasser schauen kann. Wie tief das Licht ins Wasser eindringen kann, wird von den Partikeln im Wasser bestimmt, z.B. aufgewirbelter Schlamm, von Flüssen mitgeschwemmte Bodenpartikel, Planktonalgen, Humusstoffe.

Eine einfache, wissenschaftliche Methode, um etwas über die Lichtdurchlässigkeit eines Gewässers zu erfahren, ist die Messung der Sichttiefe (auch Secchitiefe genannt, siehe blauer Infokasten).

Je mehr Licht von winzigen Planktonalgen, Trüb- oder Farbstoffen abgefangen wird, desto geringer ist die Sichttiefe in Metern. Mit der Sichttiefe werden kei-

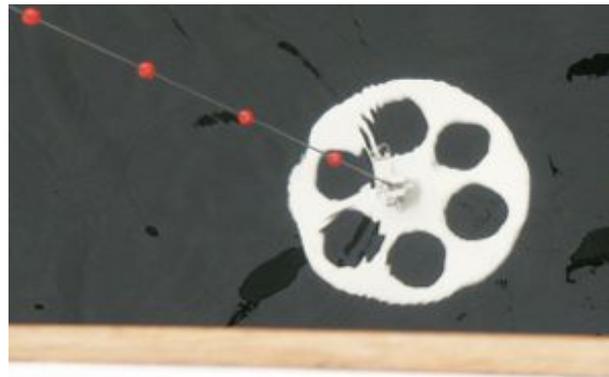


Abbildung G1: Secchi-Scheibe mit Abstandsmarkierungen Foto (c) I. Oelrichs/Geomar.

ne absoluten Werte gemessen, aber man erhält sehr gute Vergleichswerte. In der Ostsee kann die Sichttiefe in den Bodden auf unter 0,5 m sinken, auf der offenen Ostsee liegt sie bei 4-9 m im Sommer. In manchen Ozeanen gibt es Sichttiefen von über 25 m.

### Anwendungsbereiche

Je weiter das Licht eindringen kann, desto tiefer liegt die Grenze für das Wachstum von Pflanzen. Die Sichttiefe dient u.a. zur Abschätzung der Tiefe der euphotischen Zone. Die euphotische Zone ist die Tiefenzone, in der Photosynthese stattfindet. Man rechnet nach limnologischer Übereinkunft mit dem 2,5-fachen der Secchitiefe als Tiefe der euphotischen Zone und nimmt in grober Schätzung an, dass dort nur mehr 1% der Lichtintensität des Oberflächenniveaus vorherrscht.

Mit der Messung der Sichttiefe kann man über die einfache Aussage: je geringer die Sichttiefe desto größer die Menge an Phytoplankton pro Liter einen weiteren wichtigen Rückschluss ziehen:

Weil Phytoplankton Nährstoffe für seine Vermehrung benötigt, lässt sich aus der Sichttiefe auch etwas über das Nährstoffangebot schließen. Je stärker sich das Phytoplankton vermehrt hat, desto mehr Nährstoffe

Tabelle G2: Zusammenhang zwischen Nährstoffangebot und Sichttiefe (zusammengestellt nach Angaben aus Bachor & Neumann 2005)

	Trophiegrad	Häufig auftretende Sichttiefen	Beispielgewässer
extrem nährstoffreich	polytroph	< 0,5 m	Ostseeferne Bodden der Darß-Zingster Boddenkette, z.B. Saaler Bodden
	stark eutroph	< 1 m	Bodden mit direktem Ostseekontakt, z.B. Großer Jasmunder Bodden, Grabow
	eutroph	1-2 m	Strelasund, Kubitzer Bodden, ostseeferne Fördenbereiche
nährstoffarm	mesotroph	> 2,5 m	Küstennahe Ostsee

müssen im Wasser (gewesen) sein.

Das Nährstoffangebot und damit die Dichte der Phytoplankter ist regional verschieden. Folgende Muster sind gut erkennbar: an der Küste ist das Wasser trüber als weiter draußen und Förden oder Buchten, in die nährstoffreiches Wasser fließt (Flüsse, Bäche), sind trüber als Bereiche ohne solche Einträge. In windexponierten Küstengebieten können Wasserkörper umgelagert werden, so dass für einige Zeit ein nährstoffarmer Bereich an eine Stelle gedrückt wird, die normalerweise nährstoffreich ist. So wird in der Kieler Förde gelegentlich nährstoffärmeres Ostseewasser bis in die inneren Fördebereiche gedrückt, die ansonsten trüb und nährstoffreich sind.

## Das Zooplankton

Zooplankton = tierisches Plankton

- Fast alle Tierstämme sind im Zooplankton vertreten.
- Einige Tiergruppen verbringen ihren gesamten Lebenszyklus, d.h. vom Ei bis zum geschlechtsreifem Tier im Plankton. Etliche Gruppen sind nur in ihrer Larvalphase im Plankton und verbringen ihr Erwachsenenendasein auf dem Boden.
- Um besser differenzieren zu können unterteilt man das Zooplankton in zwei Gruppen: Protozooplankton (< 0,3 mm, einzellige Organismen) und Metazooplankton (> 0,3 mm mehrzellige, höhere Organismen).
- Die Arten des Zooplanktons sind Konsumenten, also Pflanzenfresser (Herbivore), Räuber (Carnivore), Restefresser (Detrivore) oder Allesfresser (Omnivore).

### Ständige Bewohner des Planktons (Holoplankton)

*Ruderfußkrebse, Hüpfertinge (Copepoden):*

Sie gehören zu den Krebstieren. Die erwachsenen Tiere sind in einer konzentrierten Probe schon mit bloßem Auge zu erkennen. Sie bewegen sich wie springende Punkte, eben hüpfend. Sie sind weißlich-opak, 0,2 bis 1 mm groß, Pflanzenfresser, Räuber oder Allesfresser und werden höchstens einige Monate alt. Es gibt männliche und weibliche Tiere, letztere tragen oft Eisäcke. Aus den Eiern schlüpfen kleine Jungendstadien, die Nauplien. Sie sind etwa 0,1 mm groß und erinnern an Milben. Ruderfußkrebse bilden im Meer den größten Teil der Zooplanktonbiomasse

## Die Secchi-Scheibe

Die Secchi-Scheibe ist ein von dem italienischen Universalgelehrten und Jesuitenpater Angelo Secchi (Kurzporträt bei Wikipedia) im 19. Jahrhundert entwickeltes und noch heute gebräuchliches Hilfsgeschäft für die rasche und einfache Ermittlung der Sichttiefe in einem Gewässer.

Die Secchi-Scheibe ist eine in der Regel kreisrunde Blechscheibe von ca. 25 - 50 cm Durchmesser. Sie ist in vier Sektoren schwarz und weiß lackiert. An der Oberseite wird im Mittelpunkt ein Seil mit einer Längenmarkierung befestigt. An diesem Seil wird diese Scheibe in somit waagrecht Lage im Gewässer abgesenkt und dabei bis zu ihrem visuellen Verschwinden beobachtet. Die Tiefe des Verschwindens wird an der Maßteilung des Seiles abgelesen und als „Sichttiefe“ oder „Secchi-Tiefe“ registriert.

(aus Wikipedia 8.11.2006)

und sind ein wichtiges Bindeglied in der Nahrungskette zwischen dem winzigen Phytoplankton und den wesentlich größeren Fischen, z.B. Heringen. Fast alle Fischarten sind in ihrer Jugend, als Fischlarve auf Copepoden als Nahrung angewiesen.

*Wasserflöhe (Cladoceren):*

Wasserflöhe gehören ebenfalls zu den Krebstieren und sind eine Tiergruppe, die im Süßwasser vorkommt. In den Küstengewässern der Ostsee kommen einige wenige Arten vor. Sie filtrieren Phytoplankton oder leben räuberisch. Unter guten Lebensbedingungen bringen die Weibchen unbefruchtete Eier hervor, die in einer Bruttasche in ihrer Schale schlüpfen. Man kann oft die vielen schwarzen Augenpunkte im Weibchen erkennen. Aus den Eiern schlüpfen Weibchen. Sind die Bedingungen schlecht, treten Männchen auf und paaren sich mit den Weibchen. Die dabei entstehenden befruchteten Eier sind widerstandsfähig und werden nicht im Körper getragen, sondern sinken zu Boden.

*Rädertierchen (Rotatoria):*

Rädertierchen sind eine ganz eigene Tierklasse. Über ihren speziellen Aufbau informieren Lehrbücher der klassischen Zoologie. Sie kommen vor allem im Süßwasser und in feuchter Erde vor, nur wenige Arten leben im Meer. Rädertierchen sind leicht zu erkennen. Sie sehen oft ein wenig aus wie Sektkorken. An ihrem dicken Ende haben sie einen Wimpernkranz, mit dem sie trudelnd und schraubend durch das Wasser gleiten. An ihrem dünneren Ende haben manche Gruppen einen Fuß, mit dem sie sich anheften.

**Einzeller:**

Weil man meistens ein grobmaschiges Netz für den Fang von Zooplankton benutzt, fallen diese Organismen oft heraus. Im feinen Netz für Phytoplanktonproben trifft man sie häufiger an. Die Welt der Einzeller ist höchst faszinierend, aber um in sie eintauchen zu können, bedarf es einiger Grundkenntnisse und guter Mikroskopierpraxis. Es gibt Räuber, Pflanzen- und Restefresser unter ihnen, sowie Arten, die zwischen autotropher und heterotropher Ernährung wechseln können. Das Thema marine Einzeller könnte für all jene Lehrer spannend sein, die ihre klassischen Versuche und Aufgaben mit Pantoffeltierchen und Euglena etwas erweitern wollen. Besonders interessant ist der Microbial-Loop (etwa: mikrobielle Schleife), einer Art Mininahrungskette an deren Spritze räuberische Einzeller stehen und der im marinen Bereich eine wichtige Rolle spielt.

Meeresleuchten wird von einigen Arten der einzelligen heterotrophen Flagellaten erzeugt, besonders

bekannt ist *Notiluca scintillans*, aber auch andere Arten können leuchten: *Protoperidinium fusus*, *Ceratium fusus*, *Gymnodinium abbreviatum*. In der Ostsee ist Meeresleuchten nur selten in den Sommermonaten zu beobachten.

**Jugendstadien benthischer Tiere im Plankton (Meroplankton)**

Viele Bodenbewohner des Meeres verbringen nur ihre Jugend vom Ei bis zur Larve im Plankton. Die Larve sieht dem Alttier kaum oder gar nicht ähnlich und ist im Körperbau der schwebenden Lebensweise angepasst. Im Übergang von der Larve zum Jungtier gehen die Tiere zum Bodenleben über und verändern ihre Gestalt.

Dieser Wechsel im Lebensraum hat zwei Vorteile:

- Die meisten Bodenbewohner können größere Strecken nur schlecht oder gar nicht zurücklegen. Ihre Larven dagegen können im Plankton über weite Strecken verdriftet werden. So können

**Quallen**

Quallen gehören zum Stamm der Nesseltiere (Cnidaria) den es bereits vor 500 Mio. Jahren gab. Typisch für diesen Tierstamm ist der Besitz von Nesselzellen, mit denen sie ihre Beute fangen und die auch für den Menschen unangenehm sein können. Quallen sind überwiegend im Meer zu finden, es gibt nur ganz wenige Süßwasserquallen.

In der Ostsee kommen die Ohrenqualle und die Gelbe Haarqualle (Feuerqualle) vor.

Die Ohrenqualle (*Aurelia aurita*) ist die am häufigsten vorkommende, fast ostseeweit verbreitete Art. Feuerquallen finden sich nur in der westlichen Ostsee, wenn sie mit salzreichem Wasser aus dem Kattegat in die Ostsee verfrachtet wurden.

Ohrenquallen vermehren sich in der Ostsee und machen im Laufe ihres Lebens einen Generationswechsel durch. Die scheibenförmigen, glibbrigen und tentakelbewehrten Tiere, die wir als Qualle bezeichnen, sind die Medusen. Die Meduse kommt nur im Sommer vor und dient der geschlechtlichen Fortpflanzung. An der Unterseite der Medusen befindet sich die Mundöffnung, die gleichzeitig der After ist. Auf dem Schirm der Ohrenqualle sieht man vier ringförmige „Ohren“, die Teil des Magen/Darmtraktes sind (Gastrovaskularsystem). Beim Weibchen färben sie sich rot/orange. Die Ohrenquallenmeduse frisst Zooplankton. Ihre Nesselzellen sind für den Menschen völlig ungefährlich, weil sie nicht die Haut durchdringen können. Die andere Generation ist der Polyp, der einer winzigen Seeanemone nicht unähnlich ist. Polypen sitzen auf Steinen fest und leben mehrere Jahre. Der Polyp kann sich nicht geschlechtlich fortpflanzen. Von ihm schnüren sich im Frühjahr die Medusen ab.

Postel, L.: Die Ohrenqualle, *Aurelia aurita* - sensible Schönheit der Ostsee. (Stand: Mai 2007)

Online unter: <http://www.io-warnemuende.de/aurelia-aurita.html>

Arbeitsbögen für Schüler zu Quallen sind im Ernst Klett Schulbuchverlag in der Reihe „Arbeitsblätter Biologie: Einzeller und Wirbellose“ (1994), Seiten 52 - 54 erschienen.

Baumann, S. (2010): Quallen an deutschen Ostseeküsten - Auftreten, Wahrnehmung, Konsequenzen. IKZM-Oder Berichte 59. Online <http://www.ikzm-oder.de/dokumente.php?dokid=366>

Seit 2006 lebt in der Ostsee eine neue Quallenart, die Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi*. Rippenquallen besitzen keine Nesselzellen und gehören nicht zu den Nesseltieren. Ursprünglich stammt diese Art von der amerikanischen Ostküste und ist wahrscheinlich mit dem Ballastwasser von Schiffen in die Ostsee gelangt.

Postel, L. & Kube, S.: „Einige Besonderheiten der Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi*“

<http://www2008.io-warnemuende.de/research/rippenqualle.html>



Ohrenqualle. Quelle: Wikipedia.

Gebiete leicht wieder- oder neubesiedelt werden. Außerdem kann ein Austausch von Genmaterial zwischen verstreuten Kolonien stattfinden.

- Die Larven sind nach dem Schlupf aus den Eiern zunächst sehr klein und benötigen noch kleinere Nahrung. Phytoplankton und andere Zooplankter bieten da einen reich gedeckten Tisch in allen Größenvarianten.

Folgende Tiergruppen haben planktische Larven Seepocken (Seepockennauplien), viele Schnecken (Veligerlarve), Moostierchen (Cyphonautes), viele Borstenwürmer (verschiedene Larvenstadien), Seestern (verschiedene Larvenstadien Brachiolarie, Bipinnarie). Muscheln (Muschellarve), Strandkrabbe (Zoöalarve), Ostseegarnelen (Zoöalarve).

#### Wie kann Plankton schweben?

Sowohl Phyto- als auch Zooplankton sind darauf angewiesen, nicht in die dunklen Tiefen des Meeres oder auf den Boden abzusinken. Welche Mechanismen tragen dazu bei, dass das Plankton nicht zu Boden sinkt oder an der Wasseroberfläche zerschlagen wird? Wie schaffen es die völlig unbeweglichen Phytoplankter in der lichtdurchfluteten Zone zu bleiben und woher wissen sie, wo oben und unten ist?

Viele wichtige Fragen, die auch heute nicht vollständig beantwortet sind.

In der Regel sind die Planktonorganismen etwas schwerer als Wasser. Ihnen stehen eine Reihe von physikalischen Lösungen zur Verfügung, um die Absinkgeschwindigkeit zu verlangsamen.

- Gallertmasse: bei großen Organismen wie Quallen erhöht sie den Formwiderstand, bei kleinen wie z.B. Algenkolonien besteht sie oft aus Stoffen, die leichter als Wasser sind.
- Durch die Einlagerung von Fetten oder Ölen kann der Auftrieb vergrößert werden. Das nutzen Ruderfußkrebse und Kieselalgen.
- Viele Phytoplankter und Zooplankter sind extrem klein. Weil sie so klein sind, ist für sie das Wasser viel zähflüssiger und ihre Sinkgeschwindigkeit ist stark herabgesetzt.
- Andere Plankter vergrößern den Formwiderstand, indem sie lange Fortsätze ausbilden. Der erhöhte Formwiderstand begünstigt das Verdriften innerhalb der vertikalen Konvektionsströme im Wasserkörper. Bedingt durch Wassertemperaturunterschiede wälzen sich große Wasserkörper um und befördern Wassermassen von der Oberfläche in die Tiefe und zurück (Konvektion).
- Die Bewegungen der Zooplankter reicht meist aus, um ihr unkontrolliertes Absinken zu verhindern.

Ab dem Frühjahr bildet sich im Meere eine Sprungschicht aus (siehe Kapitel E Dem Wasser auf der Spur). Diese ist für die kleinen Phytoplankter schlecht durchlässig und hält sie in der lichtdurchfluteten

Zone.

#### Kann der Mensch Plankton nutzen?

- Die Blaualge der Gattung *Spirulina*, ursprünglich aus alkalischen Salzseen, wird gezielt gezüchtet und als Nahrungsergänzungsmittel angepriesen. Die Wirksamkeit ist umstritten.
- Die Süßwasserblaualge *Aphanizomenon flos-aquae*, die auch in der Ostsee vorkommt, wird in Seen geerntet und ebenfalls als Nahrungsergänzungsmittel angepriesen.
- Einige Kosmetika werden mit Phytoplankton, auch Mikroalgen genannt, versetzt. Die Hersteller versprechen eine besondere Wirkung gegen Cellulite und Hautalterung. Beispiele: Blaualge *Spirulina spec.*, Süßwassergrünalgen *Chlorella vulgaris* und *Scenedesmus spec.*, die marine Kieselalge *Odontella aurita*.
- Kieselalgen dienen als technisches Vorbild für besonders stabile und leichte Radkonstruktionen (Bionik).  
Aus: Hamm, C. *Diatomeen - schön, stark und nützlich*. Hempel, G., Hempel, I. & S. Schiel (Hrsg.): *Faszination Meeresforschung. Ein ökologisches Lesebuch*. Hauschild (2006), Bremen S. 87-89.
- Zooplankton wird gezüchtet oder gefischt, um Futter für die Aufzucht von Fischen (Aquakultur und Aquaristik) herzustellen. (Rotatorie: *Brachionus*, Salinenkrebse: *Artemia*, Hüpferlinge/Copepoden).
- Der antarktische Krill wurde in der Vergangenheit zur Nahrungsproduktion genutzt.
- Quallen werden im asiatischen Raum getrocknet oder eingelegt gegessen.
- „Mikroalgen – Wie lassen sie sich zur CO<sub>2</sub>-Fixierung, Biomasse- und Biotreibstoffproduktion oder Wasserstoffproduktion nutzen?“ Umweltbundesamt online 2009. <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/meere/mikroalgen.htm>

#### Plankton in der Kunst

Plankton hat tatsächlich Eingang in die Kunst gefunden. Ende des 19. Jh. war es Gegenstand und Inspiration der Kunst. Der Biologe Erich Haeckel zeichnete es in seinem Werk „Kunstformen der Natur“.

Haeckel, E. (1899 und 1904): *Kunstformen der Natur*. Bibliographisches Institut Leipzig, 279 S. Nachdruck 2004 im Marix Verlag GmbH, Wiesbaden.

Der Architekt René Bidet nahm die Zeichnungen von Erich Haeckel als Vorlage für die Dekoration des monumentalen Eingangstors der Pariser Weltausstellung 1900, auf dem u.a. Radiolarien dargestellt waren.

Eine auch heute noch gepflegte Kunst ist das Legen von Diatomeen zu mikroskopisch kleinen Bildern, z.B. Blumenformen. Über J. D. Möller (1844 - 1907) gab es eine Ausstellung im Zoologischen und Botanischen Museum der Universität Hamburg.

<http://www.mikrohamburg.de/Burba/möller.pdf>

Auch heute im 21. Jh. beschäftigen sich Künstler und Kunsthandwerker mit den faszinierenden Formen des Planktons. Zwei kommerzielle Seiten von Künstlern, die sich von Phytoplankton und anderen Meeresbewohnern inspirieren lassen:

<http://www.louiseandsarah.com>

<http://www.pretiosae.de>

### Bodenschätze aus Phytoplankton

Einige Bodenschätze sind aus den Überresten von Phytoplankton entstanden.

- Erdöl entstand im Laufe von Millionen Jahren durch die Umwandlung von abgelagertem organischem Material. Etliche kleine Lagerstätten, z.B. die winzig kleinen Ölfelder im norddeutschen Tiefland, sind aus abgelagertem organischem Material in Buchten und Flussmündungen entstanden. Das organische Material bestand damals wie heute zu einem großen Teil aus totem Phytoplankton.
- Kieselgur: Die Schalen der Kieselalgen (Diatomeen) wurden an manchen Stellen so dicht abgelagert, dass sich meterdicke Lagerstätten gebildet haben. Das weißliche Pulver besteht überwiegend aus Silikat (Siliziumverbindung) und findet unter dem Namen Kieselgur eine vielseitige Verwendung, z.B. in der Medizin und Kosmetik. Durch Beimengung von Kieselgur wird der Sprengstoff Nitroglycerin zu stoßunempfindlicherem Dynamit.
- Kreide(-felsen): Bestimmte einzellige Planktonalgen, die Coccolithophoriden, bilden einen Panzer aus kleinen Kalzitplättchen aus. Sinken diese nach dem Absterben der Zelle zum Meeresboden können sich dort unter entsprechenden Umständen riesige Ablagerungen bilden. Die Rügener Kreidefelsen sind auf diese Weise vor 68 bis 70 Mio. Jahren entstanden. Reich, M., Frenzel, P. & E. Herrig (2005): *Die Schreibkreide: Ein Meer am Ende der Kreidezeit. Biologie in unserer Zeit* 35 (4): 260-268

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Heerklos, R. (2001): Das Zooplankton der Darß-Zingster Boddenkette. Meer und Museum Band 16, Seiten 60-64.	Wichtige Arten, einige schöne Photos, saisonale Entwicklung
Hempel, G., Hempel, I. & S. Schiel (2007) (Hrsg.): Faszination Meeresforschung. Verlag Hauschild GmbH, Bremen. 462 Seiten.	Das Plankton der Weltmeere, globale Bedeutung, Klima, Ökologie des Planktons
Larink, O. & W. Westheide (2006): Coastal Plankton. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. 143 Seiten. [in Englisch]	Sehr schöne Fotografien des marinen Planktons, gute Bestimmungshilfe.
Lozán, J.L. (1996): Warnsignale aus der Ostsee. Parey, Berlin. 385 Seiten	Anthropogene Veränderungen im Ostseeplankton
Messprogramm Meeresumwelt : Zustandsbericht für Nordsee und Ostsee / Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Sekretariat BLMP Nord- und Ostsee ; 4.1999/2002 online unter <a href="http://www.blmp-online.de/Seiten/Berichte.html">http://www.blmp-online.de/Seiten/Berichte.html</a>	Monitoringbericht, enthält eine Vielzahl von Messdaten, Auflistung aller häufigen Arten entlang der deutschen Ostseeküste inkl. saisonaler Änderungen
Reinheimer, G. (1996): Meereskunde der Ostsee. 2. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg. 338 Seiten.	Vertiefende Einführung ins Plankton mit Details zur Ostsee
Schiewer, U. (2001): Phytoplankton, Produktivität und Nahrungsnetze. Meer und Museum Band 16, Seiten 39-45	Veränderungen in Produktivität und Nahrungsnetz durch die Eutrophierung in der Darß-Zingster Boddenkette
Smetacek, V. (1991): Die Primärproduktion der marinen Plankton-Algen. In Hempel, G.: Biologie der Meere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 223 Seiten.	Die Bedeutung des Phytoplanktons in den Ozeanen, Ökologie des Planktons
Streble, H. & D. Krauter (2002): Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers; ein Bestimmungsbuch. 9. Aufl., Stuttgart : Franckh-Kosmos-Verl., 428 Seiten	Schönes Bestimmungsbuch für Süßwasserplankton
<a href="http://www.io-warnemuende.de/mikroalgen-fotogalerie.html">http://www.io-warnemuende.de/mikroalgen-fotogalerie.html</a>	Schöne Fotografien der meisten häufigen Ostseealgen. Institut für Ostseeforschung in Warnemünde
<a href="http://www.vattenkikaren.gu.se/fakta/pelage.html">http://www.vattenkikaren.gu.se/fakta/pelage.html</a>	Auswahl an schönen Abbildungen vom Ostseeplankton. Sehr gut gestaltete Seite über das Leben in der Ostsee.
<a href="http://www.algenreport.de">http://www.algenreport.de</a>	Monatlich aktualisierter Bericht über das Ostsee phytoplankton im Hinblick auf die Badewasserqualität.

### III. Arbeitsanleitungen

#### **Aufbewahrung von Proben**

Zur Aufbewahrung einer Planktonprobe (Phyto- oder Zooplankton) eignet sich am Besten der Kühlschrank. Dort beträgt die Haltbarkeit einige Stunden bis einen Tag. Wenn die Proben länger aufbewahrt werden sollen, müssen sie fixiert werden. Dafür können Formalin (4%ige Lösung) und Alkohol (70%ige Lösung) verwendet werden. Beide Möglichkeiten, obwohl in der Wissenschaft häufig eingesetzt, sollte man auf Ausfahrten aufgrund der Giftigkeit der Stoffe vermeiden.

#### **III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen**

- Plankton kann ein eigenständiger Teil sein im Bereich: Was lebt im Meer/Ostsee, Schönheit der Meeresbewohner und Nutzung verschiedener Meeresorganismen.
- Besonders die Grundlagen des Phytoplanktons und die Sichttiefe sind ein wichtiger Teil des Themas Eutrophierung.
- Bei der Besprechung von Nahrungsnetzen oder -pyramiden ist Plankton in der Regel der Ausgangspunkt.
- Das Plankton kann untersucht werden, um verschiedene Standorte zu vergleichen, z.B. Bodden gegen Ostseeküste.

### III.2 Methoden und Aktivitäten

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### Fang von Planktonorganismen mit Netzen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Eine praktische Anleitung, um mit einfachen Planktonnetzen, z.B. aus dem Schulbedarf, eine gute Planktonprobe (Phyto- oder Zooplankton) zu erhalten.		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	etwa 5-10 min
<b>Gruppengröße</b>	Eine Untergruppe von 2-3 Personen kann am Gerät arbeiten	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff, Mole, Steg, Kai, Buhne
<b>Voraussetzungen</b>	Wenn von Schiffen aus gearbeitet wird, muss das Schiff aufgestoppt sein. Wenn das Schiff noch Fahrt macht, hüpfen die Netze an der Wasseroberfläche, der Zug auf die Netze ist immens und das Netz kann in die Schraube gesogen werden. Unbedingt Absprachen mit dem Kapitän treffen!		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handelsübliche Planktonnetze, z.B. aus dem Schulbedarf *:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zooplankton: Es reicht eine Maschenweite von 180 µm, allerdings ist zu beachten, dass man in diesem Fall kein einzelliges Zooplankton, kaum Rotatorien und Nauplien fängt. Bitte einen Blick in die Größentabelle werfen.</li> <li>– Phytoplankton: eine Maschenweite von 50 µm sollte nicht wesentlich überschritten werden. 20 µm gewährleistet eine deutlich konzentriertere Probe, die das vorhandene Plankton besser wiedergibt (Anzahl und Artenspektrum).</li> </ul> </li> <li>• Gewichte, z.B. handelsübliches Angelblei (emailliert wegen des Salzwassers) 50 bis 150 g. Netze ohne Gewicht sinken meist schlecht ab (ausprobieren) *.</li> <li>• Stabiles, dünnes Tau etwa 10 bis 20 m mit einer einfachen Spule *</li> <li>• Plastikflaschen oder andere verschließbare Gefäße, um die Probe aufzubewahren und Schnappdeckelgläschen, um die Probe zeigen zu können *.</li> <li>• Eventuell Stifte zum Beschriften</li> </ul>		

#### Durchführung

Es ist sinnvoll, den Teilnehmern zuerst die Funktionsweise des Netzes zu erklären. Beschleunigt wird der Lernprozess, wenn die Probenahme von der Leitung vorgemacht wird. Die Teilnehmer können den Ablauf auch selbst für sich erschließen.

Es ist auf Folgendes zu achten:

- Das Netz darf nicht zu weit in Richtung Schiffsschraube driften.
- Das Netz darf nicht unter das Schiff gezogen werden, es kann hängen bleiben.
- Das Netz darf nicht über den Grund gezogen werden.

Schematischer Ablauf für ein gutes Fangergebnis:

Zooplankton:

- 1 m Wassertiefe ist Minimum. Gelegentlich ist das Zooplankton erst etwas tiefer zu finden, das ist besonders bei schlechtem Wetter der Fall.
- Netz auswerfen und absinken lassen oder es senkrecht absinken lassen oder es ins Wasser lassen und es schräg durch das Wasser ziehen, indem man an Bord eine Strecke läuft. Dann zügig und ohne Pause einholen.

Phytoplankton:

- Netz absinken lassen und langsam und kontinuierlich nach oben ziehen. Nicht zwischendrin absinken lassen. Das genügt in der Regel, um das Phytoplankton für die weitere Bearbeitung unter dem Mikroskop zu konzentrieren.

Jeder Teilnehmer kann bei ausreichend Zeit seine eigene Probe nehmen, auch eigenes Experimentieren mit der Probenahmetechnik ist möglich. Es sollte wenigstens eine Probe so genommen werden, dass eine ausreichende Konzentration an Planktern entstanden ist, um unter dem Binokular oder Mikroskop nicht allzu lange nach den Organismen suchen zu müssen. Ausreichende Konzentration: in einem Gläschen sollten einige größere Zooplankter zu sehen sein und in der Probe für eine Untersuchung des Phytoplanktons sollten sich flockige Wolken am Boden absetzen.

### **Einbindung/Weiterführung/Vertiefung**

- Die Methode eignet sich gut im Zusammenhang mit einer Einführung ins Plankton.
- Die gewonnene Probe genügt von ihrer Qualität her allen weiterführenden Aufgaben.
- Es gibt verschiedene wissenschaftliche Probenahmemethoden für die Erforschung von Plankton, die wegen ihrer Konstruktion für Technik-Begeisterte sehr interessant sein können:

*Suchworte: Planktonrekorder, Bongonetz/Bongonet, Neuston Schlitten, Multischließnetz, Rectangular Midwater Trawl (RTM), Literatur Schaaf, Nicolai (2006): Wie fängt man Plankton (in Hempel, Hempel & Schiel (Hrsg.) Faszination Meeresforschung. Hauschild, Bremen.)*

## Fang von Planktonorganismen ohne Netze

<b>Kurzbeschreibung</b>	Eine praktische Anleitung, um auch ohne spezielle Planktonnetze mit einfachen Mitteln eine Planktonprobe nehmen zu können.		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	20 - 30 min
<b>Gruppengröße</b>	2 bis 3 Personen je Gerät	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff, Mole, Steg, Kai, Buhne
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Das Schiff muss aufgestoppt sein. Absprache mit dem Kapitän
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eimer mit Tau</li> <li>• Statt eines Eimers kann man auch mit Wasserpumpen eine Wasserprobe nehmen. Einige Pumpen zerstören jedoch durch die Druckverhältnisse in der Pumpe das Zooplankton.</li> <li>• Siebe (20 µm, 50 µm, 100 µm, 180 µm), zum Thema Maschenweite siehe Planktonnetze. Die Siebe können aus Plastikbechern, entsprechendem Kleber und sogenannter Müllergaze (Bezug siehe Internet) leicht selbst gebaut werden.</li> <li>• Spritzflasche(n) *</li> <li>• Kleine Gefäße (Schnappdeckelgläschen, kleine Bechergläser) *</li> </ul>		

### Durchführung

Mit einer Pumpe oder Eimer wird eine Wasserprobe gezogen, die nicht ausschließlich aus der Oberfläche stammen sollte (die oberen 10 cm). Das gewonnene Wasser wird durch ein Sieb gegeben. Die Planktonorganismen werden mit einer Spritzflasche mit Ostseewasser am Rand des Siebes zusammengespült und in ein kleines Gefäß von 20 bis 100 ml überführt. Am besten hält man das Sieb schräg und spritzt von hinten durch die Maschen und spült die Plankter von oben nach unten zusammen.

Gesiebte Wassermengen für eine ausreichende Aufkonzentration der Plankter:

Zooplankton 5-10 Liter sind ein guter Startwert.

Phytoplankton: Je nach Algenblüte und Maschenweite des Siebs von 0,5 bis mehrere Liter.

### Einbindung/Weiterführung

- Die Methode eignet sich für die Kurzvorstellung oder Einführung ins Plankton.
- Die gewonnene Planktonprobe ist nicht immer gut für weitere Aufgaben verwendbar. Für eine sichere Planktonprobe sind die Planktonnetze besser geeignet. Für Experimentierfreudige, die nicht auf eine sehr gute und sichere Planktonprobe angewiesen sind, ist diese Methode aber ausreichend.

**Plankton mit bloßem Auge betrachten**

<b>Kurzbeschreibung</b>	Mit einfachen Mitteln kann den Teilnehmern gezeigt werden, dass sich winzig kleine Tiere im Wasser bewegen. Unter Umständen sind auch Phytoplanktonaggregate sichtbar. Die Methode eignet sich für die Kurzvorstellung oder Einführung ins Plankton.		
<b>Alter</b>	ab 3 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	wenige Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff, Innenraum
<b>Voraussetzungen</b>	Eine Planktonprobe, zur Not auch Ostseewasser in einem gut durchsichtigen Gefäß	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eventuell Abbildungen von großen Planktern, z.B. Blaualgenaggregate *, Ruderfußkrebse.</li> <li>• kleine Glasgefäße, z.B. Schnappdeckelgläser *</li> <li>• 1 Liter Glasflasche, in die man sehr gut hineinschauen kann</li> </ul>		

**Durchführung**

Die Probe aus dem Planktonnetz wird in ein kleines Glasgefäße umgefüllt. Das Phytoplankton kann man als grünliche Flocken und/oder als eine bräunlich-grüne Schicht am Boden erkennen.

Bei Blaualgenblüten kann man die Aggregate mit bloßem Auge deutlich erkennen.

Ruderfußkrebse, sind mit ebenfalls mit bloßem Auge gut zu erkennen (weiße, 1 mm große, springende Punkte).

Für Ruderfußkrebse und großen Planktonalgenkolonien reicht es auch aus, wenn man etwas entfernt vom Wellenschlag mit einem Eimer Wasser schöpft und daraus sofort (sonst setzt es sich ab) einen Liter in die Glasflasche abfüllt.

Die Proben werden herumgereicht und erläutert.

Die Maßnahme ist sehr gut geeignet, um eine Einführung in das weite Feld des Planktons anschaulich zu gestalten. Die reine Probenahme, bei der meist nicht viel erkannt wird, wird mit ersten bewussten Beobachtungen von Planktern verknüpft.

## Einsatz von Binokular/Mikroskop

<b>Kurzbeschreibung</b>	Einige Hinweise zur Benutzung dieser Geräte während einer Schiffstour mit ungeübten Teilnehmern.
<b>Alter</b>	Kinder ab 5, Schüler ab 1. Klasse und unerfahrene Erwachsene können wegen der Geräte eher passiv arbeiten. Selbstständiges Arbeiten: Schüler und Erwachsene mit Erfahrungen im Mikroskopieren / Benutzung des Binokulars.
<b>Gruppengröße</b>	Im Prinzip können beliebig viele Menschen einbezogen werden, aber man braucht entsprechend viele Mikroskope/Binokulare. Wegen des hohen Betreuungsaufwandes bietet es sich an, die Gruppe zu teilen und nacheinander arbeiten zu lassen.
<b>Zeitaufwand</b>	abhängig vom Thema und der Gruppe
<b>Räumlichkeiten</b>	Innenraum oder schattiger, geschützter Ort mit Tischen. Das Schiff muss sehr ruhig liegen. Abends im Hafen klingt zwar verlockend, man muss aber damit rechnen, dass die Teilnehmer etwas anderes im Sinn haben. Besser tagsüber im Hafen/geschützter Stelle.
<b>Voraussetzungen</b>	Elektrischer Strom für die Mikroskope sollte vorhanden sein. Binokulare sind oft ausreichend lichtstark, so dass notfalls ohne Strom bei blauem Himmel gearbeitet werden kann.
<b>Vorbereitungen</b>	In der Gruppe sollte Ruhe sein und bei Anfängern kein Zeitdruck herrschen Auf einer Schiffstour bedarf es einer gewissen Vorausplanung (Auf- und Abbau der Geräte, Platz, ruhiges Schiff, Zeit).

### Durchführung

Die Arbeit mit Binokular und Mikroskop erfordert viel Einsatz von Seiten der Leitung. Den meisten ungeübten Menschen fällt es schwer zu mikroskopieren. Es lohnt sich, den Teilnehmern ganz genau zu sagen, was sie sehen, und es gleichzeitig auf einer Abbildung zu zeigen. Die meisten Menschen können nicht so schnell auf die Form schließen, wenn sie das Objekt zum ersten Mal sehen und dann noch in einer anderen Lage als auf einer Abbildung. Es ist sinnvoll, ungeübte Teilnehmer nicht selbst mikroskopieren zu lassen, sondern ihnen zunächst alles einzustellen, vorzuführen und jedem die Objekte vorzustellen.

Als Betreuer einer ungeübten Gruppe kann man z.B. Folgendes machen: Aufbau von einem Mikroskop und einem Binokular. Zunächst stellt nur die Betreuung etwas ein und die Teilnehmer blicken der Reihe nach durch und die Betreuung erklärt dabei das Objekt und das Gerät und macht die Feineinstellung. Am leichter zu handhabende Binokular findet bald selbstständiges Arbeiten statt. Es können mehrere Binokulare eingesetzt werden. Am Mikroskop arbeiten meist nur jene Teilnehmer selbstständig, die aus ihrem Berufsleben die Praxis mitbringen. Als Betreuer bleibt man am besten am Mikroskop und hilft dort weiter.

Auf den Seegang achten, damit das Wasser nicht aus der Schale schwappt. Außerdem steigert der Blick ins Binokular/Mikroskop die Anfälligkeit für Seekrankheit.

## Beobachtung von Planktonorganismen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer nehmen gezielt ausgewählte Planktonorganismen wahr und erhalten Informationen zu ihrer Lebensweise.
<b>Alter</b>	Kinder ab 4, Schüler ab 1. Klasse und Erwachsene
<b>Gruppengröße</b>	Im Prinzip können beliebig viele Menschen einbezogen werden, aber man beachte den Betreuungsaufwand.
<b>Zeitaufwand</b>	1-2 Stunden
<b>Räumlichkeiten</b>	siehe Einsatz von Mikroskopen und Binokularen
<b>Voraussetzungen</b>	ausreichend konzentrierte Planktonprobe (siehe Fang von Planktonorganismen)
<b>Vorbereitungen</b>	In der Gruppe sollte Ruhe sein und bei Anfängern kein Zeitdruck herrschen. Plankton bedarf einer gewissen Vorausplanung (Auf- und Abbau der Geräte, Platz, ruhiges Schiff, Zeit, um den Leuten die Mikroskope einzustellen, Planktonorganismen zu zeigen, Fragen zu beantworten).
<b>Material</b>	Unbedingt notwendig: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binokulare für die Beobachtung von Zooplankton, etwa 10-30fache Vergrößerung, Beleuchtung bietet sich an. Einzelliges Zooplankton und Phytoplankton ist eher schemenhaft zu sehen (nur große Formen, z.B. <i>Ceratium</i>). *</li> <li>• Mikroskope für das Phytoplankton mit mindestens 100facher Vergrößerung. Zooplankton kann bei kleinen Vergrößerungen auch betrachtet werden. *</li> <li>• einfache Bestimmungstabellen mit deutschen Namen (siehe Anhang)* *</li> <li>• verschließbare Gefäße, um die Probe aufzubewahren *</li> <li>• Stifte zum Beschriften</li> <li>• Objektträger *</li> <li>• Pipette *</li> <li>• Deckgläschen *</li> <li>• Schälchen *</li> <li>• Sprudelwasser um die umherflitzenden Zooplankter zu betäuben</li> </ul> Praktisch in der Anwendung sind außerdem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektträger mit eingeschliffener Mulde *</li> <li>• Fotos und Abbildungen *</li> </ul>

### Durchführung

Um das Interesse zu wecken, ist Vorbedingung, dass die Teilnehmer etwas unter dem Mikroskop/ Binokular deutlich erkennen können. Kinder wollen zunächst oft nur eine Sache ausgiebig beobachten.

Die Mehrheit der Teilnehmer hat zum ersten Mal Plankton auf unseren Touren gesehen. Häufig konzentrierte sich das Interesse auf Grundlegendes: Name der Algen/Tiergruppe, Nahrung, maximales Lebensalter. Interesse an anekdotischen Details war vorhanden.

Die Aufnahmekapazitäten für Spezialwissen zu einzelnen Arten war schnell erreicht.

## Auswertung

### Bau/Lebensweise von Zooplankton

Metazooplankton ist sehr gut unter dem Binokular zu beobachten. Die Tiere können mit frischem Mineralwasser getötet/betäubt werden.

#### Basiswissen

- Es können ein oder zwei wichtige Tiergruppen etwas ausführlicher vorgestellt werden, z.B. Ruderfußkrebse/Hüpfertiere (Copepoden): Nahrung, Lebenszyklus, Bedeutung in der Nahrungskette.
- Der Körperbau der gezeigten Tiergruppen sollte anhand von Zeichnungen deutlich werden (Kopf, Auge, Fortbewegungsorgane...)
- Man kann auf die auffallend verschiedene Bewegungsweise der Tiergruppen im Zooplankton hinweisen: rotierend (Rotatorien), hüpfend (Copepoden), gleitend (Cladoceren).
- Ergänzend und je nach Anwesenheit: Larven benthischer Organismen hervorheben. Es dürfte nicht ganz einfach sein, solche Larven gezielt zu finden. Häufig sind Seepockenlarven und Borstenwurmlarven. Moostierchen-, Schnecken- und Muschellarven liegen oft am Boden der Petrischale. Selten waren in unseren Proben Seesternlarven, nie Fischlarven.

### Bau/Lebensweise von Phytoplankton

#### Basiswissen

- Eine Kieselalge, Grünalge, Dinoflagellat und Blaualge zeigen und einige wenige Informationen geben.
- Bedeutung der Kieselalgen im Nahrungsnetz
- Grenzbereich Tier/Pflanze vorstellen: Ceratium
- Fortsätze als Fraßschutz und Schwebehilfe
- Man kann einige interessante Geschichten aus dem Teil Fachlicher Hintergrund erzählen

## Weiterführung/Einbindung

Die beobachteten Arten und geschätzten Häufigkeiten (sehr häufig, häufig, selten) können in Protokollen festgehalten werden und zum Vergleich von Stationen verwendet werden.

Als Ergänzung: Planktonfilme bei Youtube.

Bewegung von Zooplankton von Thomas Kiørboe:

<http://www.staff.dtu.dk/tkboe/Researchareas/Observinzooplanktonwithhighspeedvideo>

oder <http://www.youtube.com/user/sanpm95>

Videos des Youtubeneders: SaltWaterDiatoms

<http://www.youtube.com/watch?v=4MKsN0KknH8>

## Quallen fangen und beobachten

<b>Kurzbeschreibung</b>	Eine kurze Information, wie zusammen mit den Teilnehmern Quallen gefangen und beobachten werden können.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	den Wünschen der Teilnehmer angepasst
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff, Strand, Mole
<b>Voraussetzungen</b>	Die Medusen der Ohrenquallen treten nur in den Sommermonaten auf	<b>Vorbereitungen</b>	Zwischen Fang und Besprechung der Quallen sollte nicht viel Zeit vergehen, denn Quallen in Aquarien zerfallen sehr leicht.
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fang: Eimer mit Tau oder großer Kescher oder Netz oder mit der Hand</li> <li>• Aufbewahrung: Aquarium *</li> <li>• Zum Betrachten: Lupen, für kleine Exemplare Becherlupen, ev. Binokulare *</li> <li>• (eventuell: getrocknete oder eingelegte Quallen aus dem Asialaden)</li> </ul>		

### Hintergrund

In der Ostsee sind nur Ohrenquallen häufig vertreten. Die Medusen tauchen im April/Mai auf, sind im Juli-September besonders zahlreich und verschwinden zum November hin (der Grund ist ihr Lebenszyklus). Sie sammeln sich oft in windgeschützten Buchten und Förden.

Feuerquallen kommen im Sommer vereinzelt bis in die Kieler Bucht (Kieler Förde) vor.

Im Winter sind teilweise Rippenquallen zahlreich vertreten.

### Durchführung

Das Thema animiert stark zu eigenständigem Arbeiten. Es sollte deshalb ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, damit die Teilnehmer sich ausprobieren können.

### Auswertung

Die Qualle kann genau unter die Lupe genommen werden. Wie nesselt eine Qualle, wie ist ihr Lebenszyklus, wie ist sie aufgebaut.

### Einbindung/Weiterführung

- Bei der Erstellung einer Nahrungskette/Nahrungsnetz die Qualle einbeziehen.
- Einbindung ins Thema: wie verändert der Mensch die Ostsee. Dazu kann die Qualle auch als Einstieg dienen.

## Bestimmung der Sichttiefe mit einer Secchischeibe

<b>Kurzbeschreibung</b>	Beschreibung wie eine Secchischeibe eingesetzt werden kann. Die Secchischeibe liefert keine Ergebnisse oder Beobachtungen, die für sich stehen können. Die Messung sollte mit einem übergeordneten Thema verknüpft sein.		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahre.	<b>Zeitaufwand</b>	etwa 2 bis 5 Minuten für die Messung
<b>Gruppengröße</b>	Etwa 1 bis 4 Menschen können direkt an der Messung teilnehmen.	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff oder Steg/Mole über ausreichend Wassertiefe.
<b>Voraussetzungen</b>	Wenn auf die Scheibe eine Strömung einwirkt, ist die Bestimmung der Wassertiefe anhand der Markierungen auf dem Tau erschwert. Ein Schiff muss vollständig aufgestoppt sein. Es ist immer mit dem Skipper abzusprechen, wo und auf welcher Seite des Schiffs die Scheibe ins Wasser gelassen werden kann, denn es besteht die Möglichkeit, dass das Tau in die Schiffsschraube gerät.		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tau mit Abstandsmarkierungen *</li> <li>• weiße Scheibe (= Secchischeibe) mit Befestigungsmöglichkeit in der Mitte *</li> <li>• Spule für das Tau *</li> </ul>		

### Durchführung

Die Scheibe wird von den Teilnehmern möglichst senkrecht ins Wasser gelassen.

Man beobachtet die Scheibe, die langsam an Kontur verliert und nach und nach verschwindet. Die Tiefe, in der die Scheibe von „gerade noch sichtbar“ zu „gerade nicht mehr sichtbar“ wechselt, wird an der Schnur auf 20 cm „genau“ abgelesen.

### Einbindung/Weiterführung

- Für Kinder: wie funktioniert die Messung eigentlich?
- Herstellen der Verbindung: wie stark ist das Ostseewasser getrübt zu der Planktondichte.
- Vergleich von zwei oder mehreren Standorten im Hinblick auf die Menge an Phytoplankter pro Liter Wasser.
- Verwendung der Messung für das Thema: Wie verändert die Eutrophierung das Phytoplankton/ die Produktivität des Gewässers. Sichttiefe als Indikator für die Entwicklung des Phytoplanktons und damit des Nährstoffangebots: Vergleich eines nährstoffarmen mit einem nährstoffreichen Standort. Abnahme der Sichttiefe in der Ostsee als Folge der Eutrophierung: Vergleich mit historischen Secchischeibendaten, Rückgang der Seegras- und Blasentangbestände (siehe Kapitel M Eutrophierung).

### Spiel: Was ist Plankton?

<b>Kurzbeschreibung</b>	Anhand eines kleinen Spiels können die Teilnehmer den Begriff Plankton verstehen lernen.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	30 min
<b>Gruppengröße</b>	bis 10, als Partneraufgabe geeignet.	<b>Räumlichkeiten</b>	beliebig
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Kärtchen bereithalten
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärtchen mit verschiedenen Lebewesen, die zum Teil zum Plankton gehören, zum Teil aber auch nicht. Unsere Kärtchen zeigen: Dorsch, Möwe, Ruderfußkrebs, Qualle, Strandkrabbe, Phytoplankton *</li> <li>• Magnettafel oder ähnliches, um das Ergebnis darzustellen und zu besprechen. *</li> </ul>		

### Durchführung

Zunächst wird den Teilnehmern der Begriff „Plankton“ kurz erklärt, dann wenden sie ihr Wissen auf die Kärtchen an. Dies kann in der ganzen Gruppe gemacht werden oder Kleingruppen erarbeiten ihre eigenen Ergebnisse und stellen sie sich gegenseitig vor. Die Frage ist, welches der Lebewesen auf den Kärtchen zum Plankton gehört.

## Schönheit von Phytoplankton

<b>Kurzbeschreibung</b>	Der Formenschatz des Phytoplanktons regt an, sich künstlerisch mit diesen ästhetischen Lebewesen auseinanderzusetzen. Die folgenden Angaben sollten als erste Ideen gesehen werden.		
<b>Alter</b>	Schüler, Erwachsene	<b>Zeitaufwand</b>	> 30 min
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	ruhiger Innenraum, im Hafen für verregnete Tage, Tische
<b>Voraussetzungen</b>	Wichtig ist, dass die Teilnehmer selbst Phytoplankton mit dem Mikroskop beobachten können		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichenmaterial, Collagenmaterial, Bastelmaterial</li> <li>• Informationen über Künstler und Kunsthandwerker, die sich mit Plankton auseinander gesetzt haben (siehe Abschnitt "Plankton in der Kunst").</li> <li>• Bestimmungstafeln *</li> </ul>		

### Durchführung

Auf unseren Ausfahrten wurden oft einige Teilnehmer vom Anblick des Phytoplanktons angeregt, den Formenreichtum künstlerisch zu verarbeiten. Ohne eine genaue Vorgabe für die Durchführung machen zu wollen, möchten wir andere anregen, dieses Interesse doch aufzugreifen und zu fördern.

**Der „Nutzen“ von Planktonorganismen für den Menschen**

<b>Kurzbeschreibung</b>	Vortrag über die Nutzung des Planktons durch den Menschen		
<b>Alter</b>	Erwachsene und Schüler ab Klasse 7 (Schätzung)	<b>Zeitaufwand</b>	10 min
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Strand, Schiff, Klassenraum, Tagungshaus

**Durchführung**

Über kleine Geschichten und mitgebrachte Produkte, Werbematerialien etc. kann den Teilnehmern eine Verbindung mit Alltagsbezug zu den fremdartigen Lebewesen geschaffen werden.

Einige interessante Geschichten, die einen anschaulichen Bogen zum Alltag schlagen, können den Abschnitten „Kann der Mensch Plankton (kommerziell) nutzen?“ und „Bodenschätze aus Phytoplankton“ entnommen werden. Nicht zu vergessen sind die „Dienstleistungen“ des Planktons als Sauerstoffproduzenten und als Nahrungslieferanten für Fische.

Von einer Werbeveranstaltung für Algen/Planktonprodukte möchten wir abraten. Wie alles auf der Welt haben auch diese Produkte ihre Nachteile und Werbeversprechen sind eben nur Versprechungen.

## Schweben oder Sterben, das ist die Frage

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer bauen Modelle von Planktonformen und führen mit diesen kleine Experimente durch. Die Experimente zeigen, wie Schwebefortsätze und winzige Körpergröße das Absinken verlangsamen.		
<b>Alter</b>	Kinder, Schulklassen	<b>Zeitaufwand</b>	1 Std.
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Innenraum, an Deck, Tische
<b>Voraussetzungen</b>	Die Teilnehmer sollten bereits Phytoplankton kennen gelernt haben.	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knete, die schwerer als Wasser ist</li> <li>• Abbildungen von verschiedenen Phytoplanktern *</li> <li>• Hohe durchsichtige Gefäße, z.B. Vasen, Flaschen mit großen Öffnungen, Standzylinder, abgeschnittene PET-Flaschen, (je nach Teilnehmerfeld anpassen)</li> <li>• Wasser</li> </ul>		

### Durchführung

Nach einer Einführung in die Fragestellung werden Modelle gebaut. Die Teilnehmer können sich dabei an Abbildungen orientieren oder frei gestalten. Anschließend werden die Modelle getestet, indem man sie zeitgleich in die mit Wasser gefüllten Gefäße gibt.

Am schnellsten sinken Kugeln. Je kleiner eine Form, desto langsamer sinken sie, am besten auch Modelle kneten, die deutlich kleiner als 1 cm sind.

### Auswertung

Welches Modell sinkt am schnellsten? Welche Fortsätze/Formen sind besonders effektiv? Welche Größen sinken schneller: die großen oder die kleinen? Welche Algen waren für diese Modelle Vorbild? Welche anderen Methoden zur Auftriebserzeugung könnten jene Formen nutzen, die hier schlecht abgeschnitten haben? Welche Formen der Auftriebserzeugung kennen die Teilnehmer?

Man kann auch versuchen, die Konvektionsströme mit Hilfe eines Topfes mit warmem Wasser auf einer heißen Herdplatte nachzubilden und zu schauen, welche Formen am besten mitgetragen werden, d.h. im Topf auf und ab steigen.

### Spiel: Welche Larve gehört zu welchem Benthostier?

<b>Kurzbeschreibung</b>	Spiel: Welche Larve gehört zu welchem Benthostier		
<b>Alter</b>	ab 10 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	etwa 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis 20	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiff, Innenraum, Strand
<b>Voraussetzungen</b>	Teilnehmer sollten wissen, was Plankton ist und die Bodentiere kennen		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schön: Tiere als Anschauungsmaterial, gute Fotografien</li> <li>• Spielkarten aus dem Anhang „Larven von Benthostieren“ * Bodentiere: Seestern, Seepocke, Dorsch, Strandkrabbe, Muschel, Schnecke, Borstenwurm, Moostierchen</li> </ul>		

#### Durchführung

Einzelpersonen oder Kleingruppen bekommen eine Spielkarte mit einer Larve oder einem erwachsenen Tier zugeteilt oder sie suchen sie sich aus. Dann muss jede Person/Kleingruppe das Gegenstück suchen. Die Person(en) mit einer Larve müssen die Person(en) mit dem zugehörigen erwachsenen Tier finden, dabei kann wild diskutiert werden. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

#### Einbindung/Weiterführung

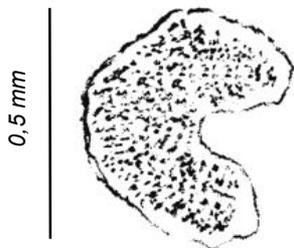
- Verbindung zum Kapitel „Der Boden der Ostsee“

III.3 Anhang Bestimmungstafel Blaualgen und Grünalgen

### Blaualgen = Cyanobakterien

Süßwasserarten mit hoher (A) und geringer (B) Brackwassertoleranz

Netzblaualge (B)



*Microcystis aeruginosa*

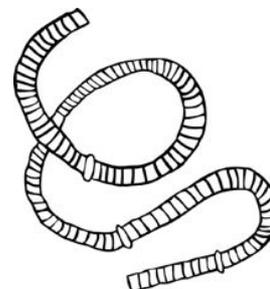
Spanalge (A)



1 mm

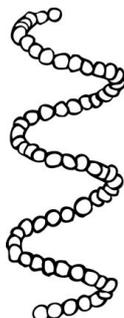
*Aphanizomenon flos-aquae*

Geldrollenalge (A)



*Nodularia spumigena*

Ringelalge (B)

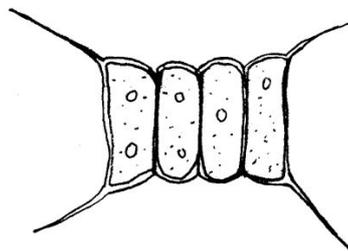


*Anabaena spec.*

### Grünalgen

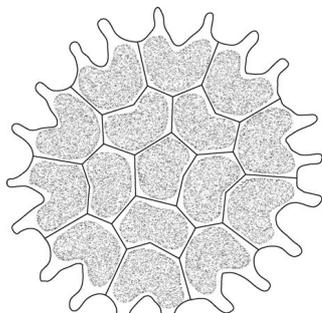
Süßwasserarten mit geringer Brackwassertoleranz (< 5 ‰).

Gürtelalge



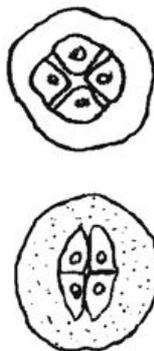
*Scenedesmus spec.*

Zackenrädchen



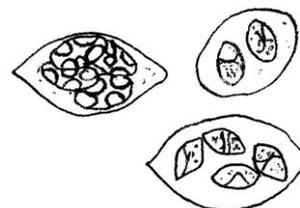
*Pediastrum spec.*

Vierlingsgrünalge



*Crucigena spec.*

Sargalge



*Oocystis tetrastrum*

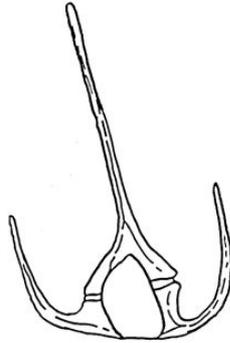
## Dinoflagellaten = Panzerflagellaten

Brackwassertolerante marine Arten

### Hörnchenalgen

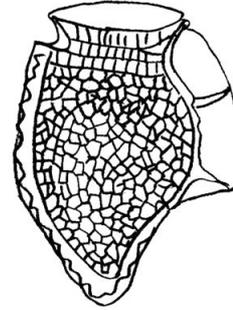


*Ceratium spec.*



*Ceratium tripos*

### Flügel - Zweigeißelalge



*Dinophysis spec.*

### Dreieckige Zweigeißelalge



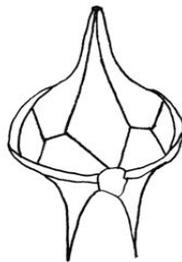
*Heterocapsa triquetra*

### Ungepanzerte Zweigeißelalge



*Gymnodinium spec.*

### Panzergeißler



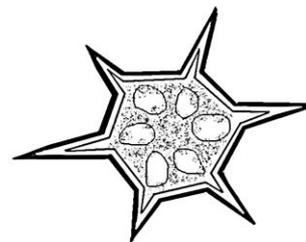
*Protoperidinium spec.*



*Peridiniella catenata*

## Goldalgen

### Silikoflagellat



*Dictyocha speculum*

Bestimmungstafel Kieselalgen

## Kieselalgen = Diatomeen

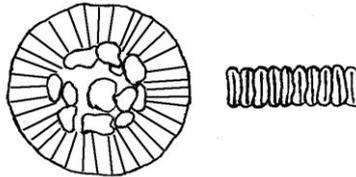
Brackwassertolerante marine Arten

Fadenkieselalge



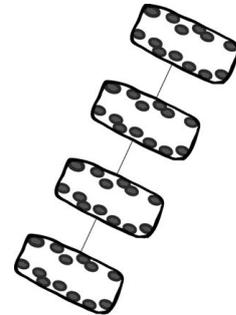
*Leptocylindrus danicus*

Dosenkieselalge

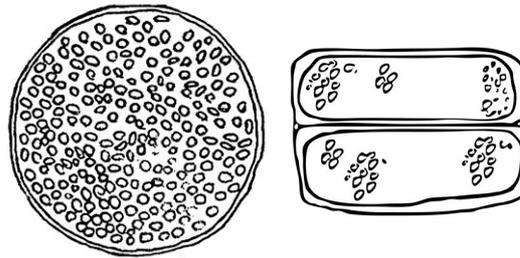


*Cyclotella spec.*

Scheibenkieselalge

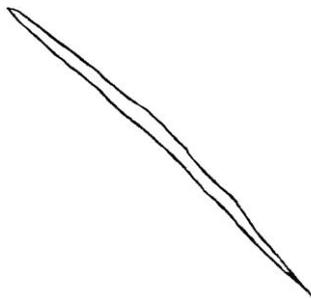


*Thalassiosira spec.*



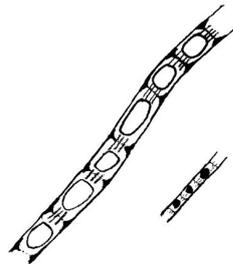
*Coscinodiscus spec.*

Röhrenkieselalge



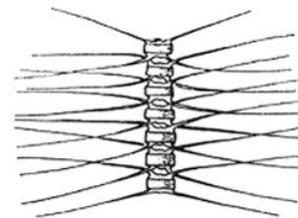
*Proboscia alata*  
*Rhizosolenia setigera*

Rippenkieselalge



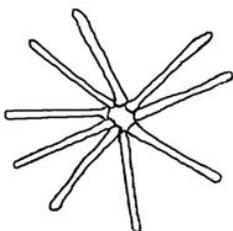
*Skeletonema costatum*

Borstenkieselalge

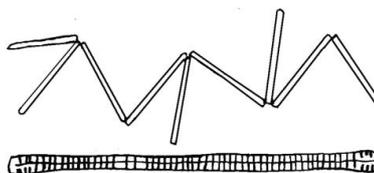


*Chaetoceros spec.*

Schwebesternchen

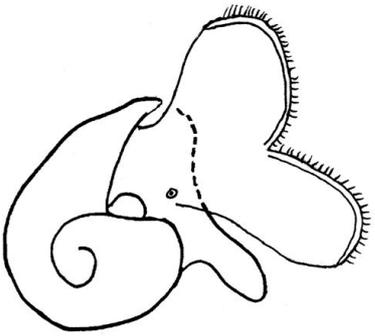
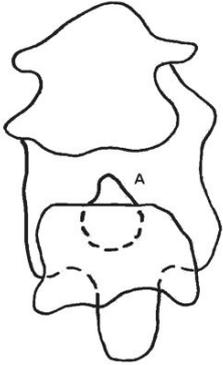
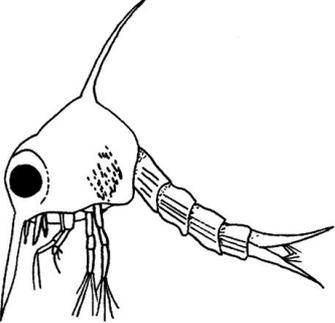
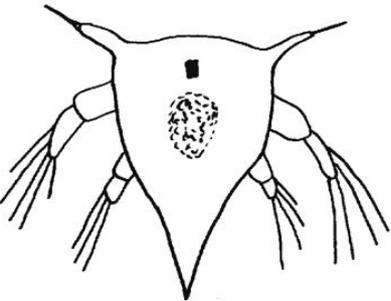
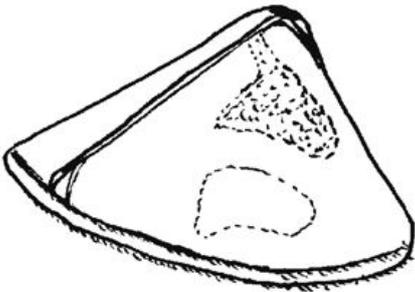
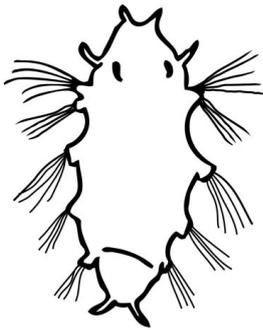


*Asterionella somosa*



*Diatoma elongatum*

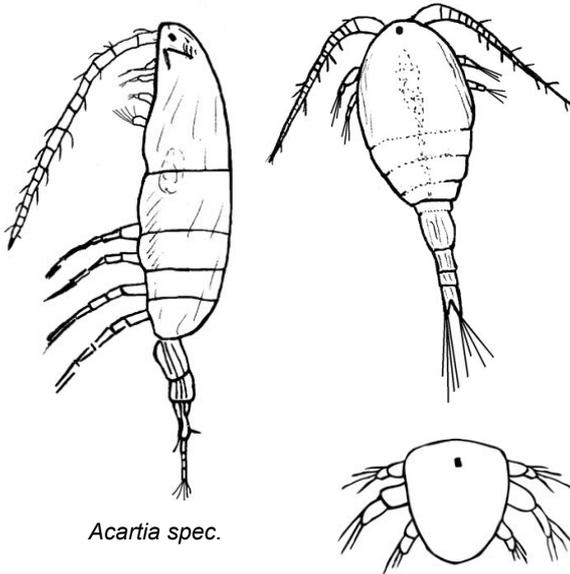
Bestimmungstafel Jugendstadien im Plankton

<p><b>Larve einer Schnecke (Veliger)</b></p> <p>A Gleichgewichtsc B Wimpernkranz Breite ca. 0,2 mm</p> 	<p><b>Larve eines Seesterns (Bipennaria)</b></p> <p>A Mund Länge 1 mm</p> 
<p><b>Jugendstadium (Zoea) eines zehnfüßigen Krebses, z.B. Strandkrabbe</b></p> <p>Länge 3 mm</p> 	<p><b>Muschellarve</b></p> <p>Breite 0,3 mm</p> 
<p><b>Jugendstadium einer Seepocke (Nauplie)</b></p> <p>Länge 0,35 mm</p> 	<p><b>Larve eines Moostierchens (Cyphonautes)</b></p> <p>Breite 0,7 mm</p> 
<p><b>Dorschlarve</b></p> <p>Länge 6 mm</p> 	<p><b>Jugendstadium eines Borstenwurms</b></p> <p>Länge 0,5 - 1 mm</p> 

Bestimmungstafel Zooplankton

**Ruderfußkrebse**

Länge 0,5 - 3 mm  
Brackwassertolerante marine Arten

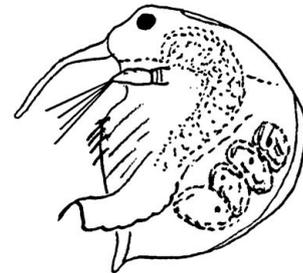


*Acartia spec.*

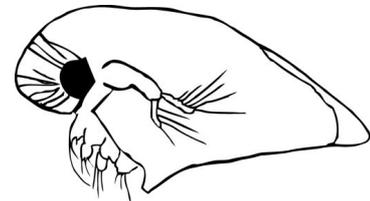
Nauplie (Jugendstadium)

**Wasserflöhe**

Länge 0,3 - 0,7 mm



*Bosmina spec.*



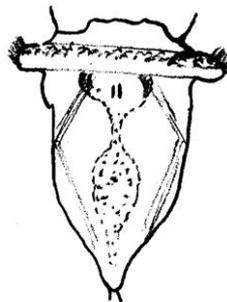
*Evadne spec.*

**Rädertierchen**

Länge 0,2 - 0,5 mm  
Süßwasserarten mit Brackwassertoleranz



*Brachionus spec.*



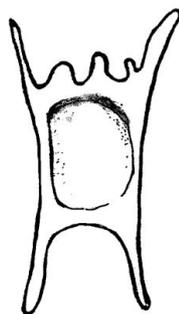
*Synchaeta spec.*



*Podon spec.*

**Manteltier**

Länge 10 mm, marine Arten



*Keratella spec.*



*Oikopleura dioica*

# Fische der Ostsee

Zusammengetragen von Anne Wagner



## Kurzinformation

In diesem Kapitel sind Basisinformationen über die Ostseefischfauna zusammengestellt:

- Kurze Übersicht zu den vorkommenden Arten,
- Geschichten und Informationen über besondere Fischarten, wie Haie, Seenadeln, eingewanderte Arten,
- Lebensstrategie, Alter und Wachstum von Fischen,
- Kleine Exkurse zu den Themen „Kommunikation“ und „Schmecken“

## Kapitel H Fische der Ostsee

### Literaturverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>H3</b>
<i>Vorkommende Fischarten</i>	H3
<i>Alter, Wachstum und Geschlechtsreife</i>	H4
<i>Fortpflanzung</i>	H4
<i>Wie kann man Alter, Länge und Wachstum von Fischen feststellen?</i>	H5
<i>Sind Fische stumm?</i>	H5
<i>Was können Fische schmecken?</i>	H5
<i>Dorsch und Sprott</i>	H6
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>H8</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>H10</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Die Fische der Ostsee - Einen lebendigen Überblick geben	H12
Befragung von Anglern oder Fischern	H13
Geräusche und Kommunikation im Meer: Fische	H14
Ein Fisch, was ist das?	H15
III.3 Anhang	
Wunderliche Ostseefische	H17
Befragung von Anglern, Fischhändlern und Fischern	H18

## I. Fachlicher Hintergrund

### Vorkommende Fischarten

Die Ostsee wurde nach der Eiszeit von Meeresfischen des Nordatlantiks, von Süßwasserfischen und von einigen Wanderfischarten neu besiedelt. In deutschen Hoheitsgewässern wurden 140 Arten festgestellt (inklusive sehr seltener Irrgäste und ohne die Besatzfischarten mit zu zählen). Darunter sind 39 marine Arten, die sich auch in der Ostsee fortpflanzen, 21 marine Gäste aus der Nordsee, 11 Wanderfischarten und 22 Süßwasserarten. Die Zahl der Süßwasserarten für die gesamte Ostsee wird mit etwa 40 angegeben. Viele Arten zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und eine hohe Toleranz gegenüber Umweltstress wie beispielsweise niedrigem Sauerstoffgehalt aus.

Die Verbreitung der Arten wird entscheidend vom Salzgehalt bestimmt. Die Anzahl der Meeresfischarten nimmt von Westen nach Nordosten ab. In der Bottenwiek, also im nördlichen Teil der Ostsee zwischen Schweden und Finnland, leben nur noch 10 marine Fischarten.

Eine erfolgreiche Fortpflanzung im Brackwasser der Ostsee gelingt nur wenigen Meeresfischarten, z.B. Dorsch, Hering, Sprotte, Kliesche, Steinbutt, Flunder, Butterfisch, Aalmutter und Seenadeln. Die meisten Fischarten bevölkern die flachen Küstengebiete und die Algenzonen. Es sind oft kleine Arten mit verschiedenen Formen der Brutpflege. Aus der Nordsee wandern regelmäßig marine Arten wie Stöcker und Makrele zum Fressen ein, die sich in der Ostsee aber nicht fortpflanzen können.

Ebenso verhält es sich mit den Süßwasserarten in der Ostsee. Fast alle diese Arten können 3-5 ‰ Salzgehalt vertragen, müssen aber zur Fortpflanzung ins Süßwasser wandern. Die Süßwasserfischarten treten in der westlichen Ostsee in den süßeren Bereichen auf, z.B. Bodden, Buchten mit Süßwasserzufluss, Flussmündungen. Östlich von Rügen besiedeln sie auch die küstennahe Ostsee.

Nicht nur aus fischereilicher Sicht sind die kleinen Schwarmfische des offenen Wassers, Hering und Sprotte, wichtig. Diese Arten treten in der Ostsee in gewaltigen Mengen auf und bilden die Verbindung vom winzigen Zooplankton zu den Räubern (Dorsch, Robbe, Schweinswal, Seevögel, Mensch). Unter den Bodenfischen, die sich von marinen Wirbellosen wie Würmern und Muscheln ernähren, sind Dorsch, Kliesche, Scholle und Flunder als häufige Arten zu nennen. Der Dorsch ist der einzige marine Raubfisch, der in großer Zahl auftritt. Sprotte, Hering und Dorsch bilden zusammen 90 % des Fischbestands und des Fischereiertrags der Ostsee.

In den süßeren Bereichen kommen Karpfenfische wie Rotaugen (=Plötze), Brassen (=Blei), aber auch

Barsch, Stint und im Osten auch Maränen in großer Zahl vor. Zu finden sind dort auch die häufigen großen Süßwasserraubfische Hecht und Zander.

### Bedrohte Arten und Neuzugänge

Der Baltische/Atlantische Stör ist in der Ostsee bereits vor Jahrzehnten ausgestorben. Für diese Art wird derzeit ein Wiederansiedlungsprogramm durchgeführt. Alle Arten, die wie der Stör zum Laichen die Flüsse hinauf wandern, sind auch in anderen Meeren durch Stauwehre und Wasserverschmutzung im Laichgebiet stark zurückgegangen. Lachs, Meerforelle und Ostseeschnäpel werden durch Besatz gut unterstützt. Ziege (ja, ein Fisch!), Alse und Finte sind stark bedroht oder ausgestorben. Auch der Europäische Aal, der zum Laichen ins Sargassomeer wandern muss, gilt mittlerweile als vom Aussterben bedroht.

Aber es gibt auch Neuzugänge: Seit einigen Jahren wandert die wärmeliebende Dicklippige Meeräsche regelmäßig in die Ostsee ein. Eine Grundelart wurde eingeschleppt und pflanzt sich inzwischen erfolgreich in der Ostsee fort.

### Gibt es in der Ostsee Haie?

In der Ostsee ist keine Haiart heimisch, jedoch verirren sich eine handvoll Arten selten in die westliche Ostsee: der Fuchshai, der Gemeine Dornhai und der Heringshai. Anders sieht es im Kattegat aus, dort treten mehrere Arten regelmäßig aber nur vereinzelt auf.

Haie und Rochen sind wichtige Mitglieder der Meereslebensgemeinschaft und keineswegs blutrünstige Menschenfresser. Durch die intensive und teilweise tierquälerische Befischung sind viele Arten heute bedroht.

Wer sich für diese eleganten Räuber interessiert, kann sich bei der Deutsche Elasmobranchier Gesellschaft (DEG) informieren (siehe Literaturquellen).

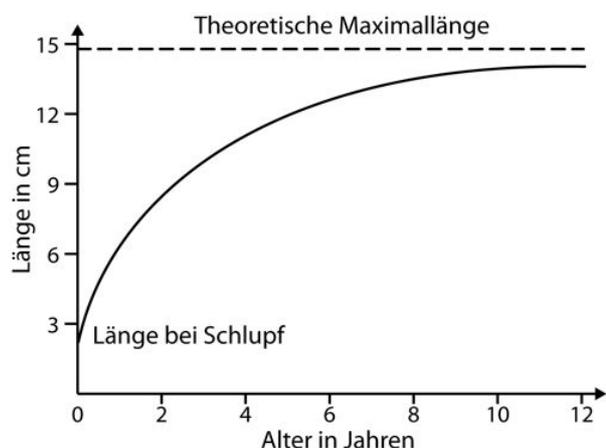


Abbildung H1: Schematischer Verlauf des Längenwachstums bei Fischen

Tabelle H1: Übersicht über Höchstalter, Länge und Alter bei der Geschlechtsreife verschiedener Meeresfischarten in Ostsee, Nordsee und Nordatlantik (fishbase.org, Muus & Nielsen 1999)

Art	max. Alter [Jahr]	Länge und Alter bei Eintritt in die Geschlechtsreife					
		Ostsee		Nordsee		Nordostatlantik	
		Länge [cm]	Alter [Jahr]	Länge [cm]	Alter [Jahr]	Länge [cm]	Alter [Jahr]
Dorsch/Kabeljau	>20	38	2-3	50-60	3-4	70-100	8-12
Hering	20-25	16-17	2-3	25	2-3	20-30	3-9
Sprotte	5-6 Ostsee bis 14	12	1	10-11	1	10-13	1
Flunder	15	25	2-4	20-30	2-4	20-30	2-4
<b>Tiefseefische</b>							
Rotbarsch (100-500m)	60	kommt nicht vor		kommt nicht vor		30-40	10-12
Granatbarsch (300-1700m)	>150	kommt nicht vor		kommt nicht vor		32	etwa 10-20

### Alter, Wachstum und Geschlechtsreife

Dass Fische sehr alt werden können, zeigt die bekannte Geschichte vom „uralten, bemoosten“ Karpfen im Dorfweiher. Dorsche und Heringe können beispielsweise über 20 Jahre alt werden.

Das Erreichen des möglichen Höchstalters ist für Fische heutzutage eher eine Art Super-Lottogewinn. Die Wahrscheinlichkeit, vom Schlupf bis zur Geschlechtsreife zu überleben, ist bereits extrem gering.

Fische wachsen nicht wie Säugetiere nach einem festen Schema, sondern ihr Wachstum wird stark von Temperatur und Nahrungsangebot bestimmt. Im ersten Lebensabschnitt wachsen Fische sehr schnell. Mit zunehmendem Alter verlangsamt sich das Längenwachstum des Fisches. Fische wachsen also ihr Leben lang.

Wann ein Fisch geschlechtsreif wird, hängt meist von seiner Länge ab. Ist die kritische Länge erreicht, wird der Fisch geschlechtsreif. Viele Fischarten sind bereits vor Eintritt in die Geschlechtsreife so groß, dass sie gefangen und gewinnbringend vermarktet werden können, z.B. Kabeljau/Dorsch, Tunfische, Rotbarsch. Etliche Meeresfischarten werden in der Ostsee in jüngeren Jahren und bei geringerer Länge geschlechtsreif als ihre Artgenossen im Atlantik und der Nordsee. Als Ursache gelten die unsichereren Lebensbedingungen und der niedrigere Salzgehalt.

### Fortpflanzung

Fast alle fischereilich genutzten Meeresfischarten betreiben keine Brutpflege. Die Weibchen laichen beim Dorsch je nach Größe 0,5 bis 2 Mio. Eier pro Tier, beim Hering 20.000 bis 50.000 Eier und bei der Sprotte 6000 bis 14 000. Die Eier werden bei den meisten Meeresfischen ins freie Wasser entlassen. Nur ganz wenige marine Arten wie Hering und Hornhecht kleben ihre Eier an Steine oder Pflanzen an geschützten Stellen im Flachwasser. In beiden Fällen schlüpfen die Fischlarven nach wenigen Wochen. Sie schwe-

ben frei im Wasser und ernähren sich vom kleinen Zooplankton. Die Lebensbedingungen für Eier, Larven und Jungfische sind sehr unsicher. Die enorme Sterblichkeit wird nur durch die hohe Fruchtbarkeit der Elterntiere ausgeglichen. Das Überleben der Eier und Fischlarven hängt einzig von Umweltfaktoren wie Wetter, Angebot an Zooplankton, Räubern, Konkurrenz mit anderen Fischen ab (siehe Kasten Dorsch und Sprotte). Einige wenige Arten betreiben Brutpflege, die Aalmutter ist lebendgebärend, die männliche Seenadel trägt die Eier am Körper und der männliche Seehase bewacht das an Steinen oder anderem Hartsubstrat befestigte Gelege.

Erstaunlich ist, dass Laich und Nachwuchs älterer Fische bessere Überlebenschancen haben als der jüngerer Artgenossen. Die Alten sind deshalb sehr wichtig für den erfolgreichen Erhalt eines großen Fischbestandes.

Die Größe eines Nachwuchsjahrgangs schwankt wegen der Abhängigkeit von Umweltfaktoren beträchtlich von Jahr zu Jahr. So kann unter außergewöhnlich guten Bedingungen aus einem relativ kleinen Elterntierbestand eine riesige Menge an Nachwuchs hervorgehen, bzw. bei schlechten Bedingungen aus einem großen Elterntierbestand eine geringe Menge. All dies macht es außerordentlich schwierig, die Menge des Nachwuchses aus der Menge der Elterntiere abzuleiten oder auf anderem Wege vorherzusagen. Die stark schwankenden Nachwuchsjahrgänge haben Folgen für das Fischereimanagement. Im Grunde müsste sich die Fischerei diesen Schwankungen anpassen. Dies wird jedoch aus verschiedenen Gründen verhindert, die in der Verwaltung und im Wirtschaftssystem liegen.

Wie kann man Alter, Länge und Wachstum von Fischen feststellen?

Zur Feststellung der Länge wird ein Messbrett benutzt, mit dem der Fisch vom Vorderende bis zur Schwanzspitze gemessen wird. Anhand einer Schuppenprobe (Süßwasserfische) oder dem Gehörsteinchen kann das Alter festgestellt werden, und zwar auf das Jahr genau. Fischereibiologen messen Jahr für Jahr riesige Mengen an Fischen durch. Aus ihren Daten werden die Wachstumskurven und Alters-Häufigkeitsgrafiken erstellt. Diese Daten werden auch benötigt, um die zukünftig entnehmbare Menge an Fischen vorherzusagen. Weil Fische ihr Wachstum an Wassertemperatur und das Nahrungsangebot anpassen, lassen sich aus diesen Daten wiederum Rückschlüsse ziehen etwa über das Nahrungsangebot.

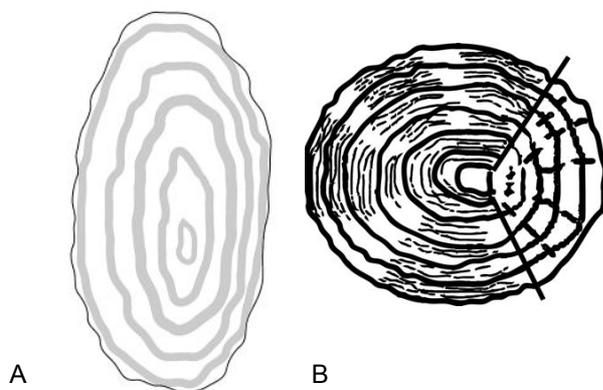


Abbildung H2: A Schema eines Gehörsteinchens mit deutlich erkennbaren „Jahresringen“, B Schema einer Schuppe mit Wachstumsringen

#### Wachstumsringe auf Gehörsteinchen

Gehörsteinchen (Otolithen) sind flache, rundlich-weiße Gebilde, die aus Kalk bestehen. Sie werden bei Fischen im Labyrinth des Innenohrs gebildet und dienen hauptsächlich dem Gleichgewichtssinn. Die Steinchen wachsen mit dem Fisch. In den nördlichen Breiten bilden sich im Winter weiß-opake und im Sommer dunkle Ringe, ein Muster ähnlich den Wachstumsringen bei Bäumen entsteht.

#### Wachstumsringe auf der Schuppe

Vergrößert man eine Schuppe, erkennt man zahlreiche Ringe, wenige dicke und viele dünne. Schuppen wachsen mit dem Fisch mit. Die dicken Ringe können als Jahresringe angesehen werden.

#### Sind Fische stumm?

Diese Frage mag etwas kurios erscheinen, schließlich hat wohl kaum jemand jemals einen Fisch „sprechen“ gehört. Dennoch: von etlichen Fischarten ist bekannt, dass sie Laute erzeugen können. Einige dieser Fische leben in der Ostsee und sollen hier vorgestellt werden: Der Dorsch (lateinisch *Gadus morhua*) er-

zeugt ein dumpfes vibrierendes „umph“. Diese Laute werden mit den starken Muskeln an der Schwimmblase erzeugt und dienen wahrscheinlich u.a. in der Laichzeit der Partnerfindung.

Heringe (lateinisch *Clupea harengus*) machen ein eher helles klopfendes Geräusch. Neuste Studien haben ergeben, dass Heringe wahrscheinlich über den Darm Gas aus ihrer Schwimmblase ablassen und dabei blubbern. Nur wenige Fischgruppen wie eben die Heringsartigen besitzen eine Verbindung zwischen Darm und Schwimmblase. Wer einen Hering oder Sprotte sezirt, wird diese Verbindung leicht finden. In den Achtziger Jahren glaubte die schwedische Marine feindliche U-Boote in schwedischen Gewässern zu hören, die sie aber nie aufspüren konnte. Meeresbiologen konnten die Geräusche schließlich als „Heringsfürze“ identifizieren.

„Jagd auf furzende Heringe“ von Reinhard Wolff in die tageszeitung Nr. 7479 vom 5.10.2004 Seite 14.

Dank der Datenbank [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) kann sich jeder Fischlaute als mp3 anhören. Fishbase ist auf Englisch und nur teilweise ins Deutsche übersetzt. Die Laute sind auf der Startseite unter „Information by topic“ / „Information nach Thema“: „fish sounds“/ „Fisch Laute“, anklicken, warten. Die dann erscheinende Liste enthält nur lateinische und englische Namen. Name wählen, es folgt eine Seite mit einer Liste. In der Spalte „Sound File“ den Text anklicken, warten, ein Foto des Fisches und Informationen zu den Lauten erscheinen. Der Download für die Laute versteckt sich unter „Click here to download sound file“ (einfach anklicken).

#### Was können Fische schmecken?

Süß, sauer, salzig, bitter, das sind die uns vertrauten Geschmacksreize. Wir Menschen schmecken gerade diese Reize, weil sie für uns besonders wichtige Informationen enthalten. Unser Körper benötigt Salz, süß sagt uns, wie reif die Frucht ist und wie viel Zucker, also Energie sie enthält. Ostseefische fressen aber keine Früchte und die Menge an Salz im Wasser können sie nicht ändern. Fische schmecken anders. Ihre Geschmacksknospen zeigen ihnen den Gehalt bestimmter Eiweiße an. Damit dient der Geschmack auch hier dazu, herauszufinden wie hochwertig die Nahrung ist. Angler und die Fischfutterindustrie können ein Lied davon singen, was Fischen alles nicht schmeckt.

Die Geschmacksknospen der Fische liegen im Maul und auf den Barteln. Ein Fisch mit Barteln muss sein Futter nicht erst ins Maul nehmen, er kann es bereits vorher prüfen. Dafür hat der Dorsch einen Faden unterhalb des Mauls.

## Dorsch und Sprotte

In der Ostsee tragen die drei Arten Hering, Sprotte und Dorsch mehr als 90 % zum Fischbestand und Fischerei-Ertrag bei. Die Bestandsentwicklung dieser Arten steht in komplexer Wechselwirkung mit den Umweltfaktoren der Ostsee und bedingt sich zusätzlich gegenseitig. Der Übersichtlichkeit wegen beschreiben wir hier die Einflussfaktoren und Abhängigkeiten von Dorsch und Sprotte.

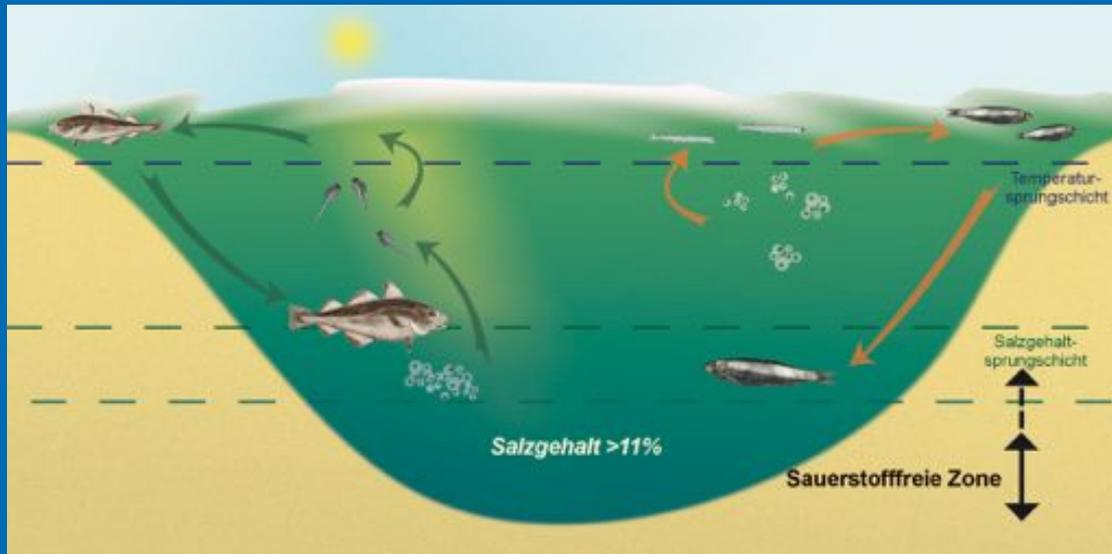


Abbildung H3: Schematische Darstellung der Einbindung von Dorsch und Sprotte in den Lebensraum der tiefen Becken in der zentralen Ostsee

Die Bestandsentwicklung der beiden Arten ist mit der hydrographischen Struktur der Ostsee eng verknüpft. Dorsche halten sich als erwachsene Tiere bevorzugt im tieferen Bereich der Salzgehaltssprungschicht (siehe Kapitel E Dem Wasser auf der Spur) auf und laichen auch hier ab. Für eine ausreichende Schwebfähigkeit der Eier ist ein Salzgehalt von über 11 ‰ erforderlich. Die Eier können also nur im salzreichen Tiefenwasser der Ostsee bis in die Sprungschicht hinein schweben und sich dort unter relativ konstanten Temperaturen entwickeln. Dies ist aber gleichzeitig der Bereich, in dem bei ungünstigen Bedingungen wie ausbleibenden Salzwasser-Einströmen schon Sauerstoffmangel herrschen kann. Aus den Eiern schlüpfen planktische Larven, die nach kurzer Zeit aufwärts in den Bereich unterhalb der Temperatursprungschicht schwimmen. Die weitere Entwicklung hier ist von einem guten Nahrungsangebot abhängig. Im weiteren müssen die Jungfische mit der Strömung in küstennahe Flachwassergebiete verdriftet werden. Hier können

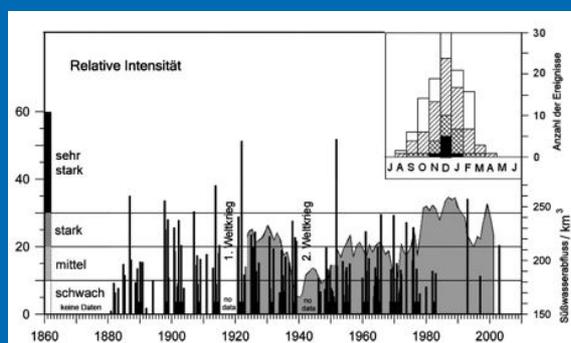


Abbildung H4: Salzwassereinstromereignisse seit 1880 (blaue Balken) und des Süßwassereinstroms seit 1922 (rote Fläche) bis 2003. (Quelle: Matthäus 2006)

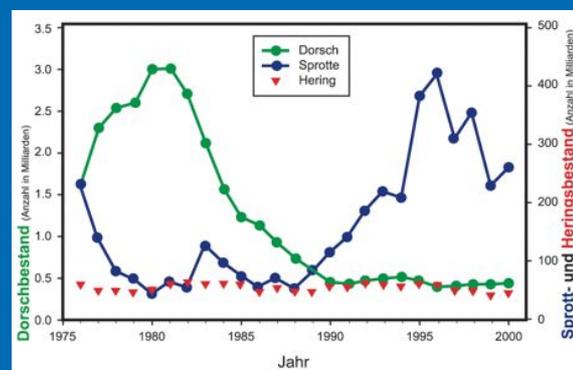


Abbildung H5: Bestandsentwicklung von Dorsch, Hering und Sprotte in der zentralen Ostsee, Anzahl Individuen ab einem Alter von 1 Jahr (Schnack, D. (2003): Ursachen großer Bestandsveränderungen bei Meeresfischen in der Ostsee. Meer und Museum Bd. 17)

sie im Schutz der Meeresvegetation weiter wachsen, gehen zum bodennahen Leben über und finden ein gutes Nahrungsangebot.

Sprotten sind an wärmere Bedingungen angepasst und laichen in der Ostsee deshalb in der Regel oberhalb der Temperatursprungschicht. Die Sprott-Eier haben eine deutlich höhere Schwebfähigkeit als die Dorsch-Eier, sinken aber zum Teil auch bis zur Salzgehaltssprungschicht ab, so dass sie fast über die gesamte Wassersäule verteilt auftreten. Ihr Entwicklungserfolg ist damit nicht vom Sauerstoffgehalt, sondern eher von zu niedrigen Temperaturen abhängig. Die Sprott-Larven schwimmen nach dem Schlüpfen sehr weit in die wärmeren oberen Wasserschichten und werden dort in die flachen, küstennahen Gewässer verdriftet. Hier behalten sie ihre pelagische Lebensweise bei, d.h. sie schwimmen weiterhin im freien Wasser, und sind so einem erhöhten Fraßdruck ausgesetzt.

Ausgewachsene Sprotten halten sich tagsüber im Bereich der Salzgehaltssprungschicht auf und befinden sich hier direkt im Aufenthaltsraum ihres Fressfeindes, des Dorsches. Andererseits finden sie hier auf einem relativ eng begrenztem Raum die Eier des Dorsches als ihre Nahrung. Somit befinden sich Dorsch und Sprotte in der Ostsee in einer wechselseitigen Räuber-Beute-Beziehung.

Die Entwicklung der Dorsch- und Sprottbestände in den letzten Jahrzehnten zeigen gegenläufige Tendenzen (siehe Abb. H5), die über die oben beschriebenen Wechselwirkungen gut zu interpretieren sind. Der Dorsch-Bestand der zentralen Ostsee hatte um 1980 ein historisches Maximum mit mehr als 3 Milliarden Individuen. Bis zum Anfang der 90er Jahre ist der Bestand dann auf einen historischen Tiefstand gefallen, von dem er sich bisher noch nicht wieder erholt hat. In der gleichen Zeit ist der Sprott-Bestand von einem sehr niedrigen Niveau in den 80er Jahren auf ein historisches Maximum Mitte der 90er Jahre angewachsen. Die gegenwärtige Tendenz ist wieder leicht abnehmend. Es hat ein Wechsel von einem Dorsch-dominierten zu einem Sprott-dominierten System stattgefunden.

Wie in Abbildung H4 zu sehen, fanden in den Jahren 1980 bis 1990 ausgesprochen wenig Einstromereignisse von salzigem, sauerstoffreichem Wasser aus der Nordsee statt, so dass die Sauerstoffkonzentration in den tiefen Becken kontinuierlich zurückging und stellenweise über mehrere Jahre bei 0 lag. Dieser Sauerstoffmangel in der für den Dorsch-Laich wichtigen Wasserschichten führte zu einem sehr geringen Nachwuchserfolg. Mit dem resultierenden Populationsrückgang nahm auch der Fraßdruck auf die Sprotten ab, die damit ihre Population vergrößern konnten. Dies führte dazu, dass der Fraßdruck auf die Eier des Dorsches zunahm und damit die Populationsgröße des Dorsches auf ein niedriges Niveau reguliert wurde.

(Text von Nicole Langhanki)

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfor
George, M.R. (2003): Die Ost- und Nordsee als Lebensraum für Haie, Rochen und Chimären. Meer und Museum Bd. 17, Seite 15-24	Gute Informationen über Haie und Rochen
Køie, M. & Kristiansen, A. (2001): Der große Kosmos Strandführer. Frankh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart	Abbildungen und Infos über einige wichtige Arten
Matthäus, W. (2006): The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea - from the early beginning to recent results. Meereswissenschaftliche Berichte, Warnemünde, No. 65, S. 39	Informationen über Einstromereignisse. Quelle der Abbildung H4
Muus, B. & J.G. Nielsen (1999): Die Meeresfische Europas - in Nordsee, Ostsee und Atlantik. Kosmos Naturführer Franckh-Kosmos Verlags-GmbH&Co., Stuttgart	Bestimmungsbuch mit schönen Zeichnungen und Infos über Nahrung, Lebensweise, Vorkommen, Fischerei
Pfaff, G. (1997): Perlglanzpigmente. Spektrum der Wissenschaft 10: 99-101	Vertiefende Informationen zum Thema Farbpigmente aus Fischschuppen (Fischsilber)
Rheinheimer, G. (Hrsg.) (1996): Meereskunde der Ostsee. (Kapitel „Fische“ von W. Nellen und R. Thiel, S.190-196 sowie D. Schnack „Reproduktionsbiologie der Fische“ S. 265-272). Springer, Berlin 2. Auflage.	Einführung in die Biologie der Ostseefische
Thiel, R., Winkler, H. & L. Uhro (1996): Zur Veränderung der Fischfauna. In J. L. Lozán et al. (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee. Parey Buchverlag Berlin 385 Seiten	Fischartengemeinschaften der Ostsee, Eutrophierung, Schadstoffbelastung, fremde Arten, Stör
Winkler, H.M. & Schöder, H. (2003): Die Fischfauna der Ostsee, Bodden und Haffe. Meer und Museum Bd. 17, Seite 25-35.	Vorkommen und Häufigkeit aller Fischarten der deutschen Ostsee
Winkler, H.M. (2001): Fischgemeinschaften und Fischerei in den Darß-Zingster Bodden. Meer und Museum Band 16, Seiten 76-84.	Fischarten der Bodden
Unterricht Biologie „Ostsee“, 186, 17. Jahrgang, Juli 1993.	Unterrichtsmaterialien zum Hering

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2011. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2011)	Datenbank, die wissenschaftliche Informationen über Fischarten der Öffentlichkeit zugänglich macht.
http://aquarium-kiel.de/startseite/startseite.php unter „Tiere“	Aquarium des Kieler Instituts für Meeresforschung: www.ifm-geomar.de Informationen und Fotos zu vielen Ostseefischen
http://www.guiamarina.com (auf die Fotos klicken, dann geht es weiter)	Schöne Fotos von vielen Ostseefischarten Private Website von Dirk Schories
http://www.unterwasser-welt-ostsee.de	Schöne Fotos von vielen Ostseefischarten Private Website von Peter Jonas
http://bookshop.europa.eu/de/home/ Titel „Ostseefische“ oder „Fish of the Baltic Sea“	Herunterladbare PDFs mit Abbildungen zu Ostseefischen. Seite der Fischereikommission der Europäischen Union
http://www.elasmo.de	Informationen zu Haien und Rochen, dort finden sich auch zahlreiche Links zu weiteren Haischutzprojekten Deutsche Elasmobranchier Gesellschaft (DEG)
http://www.improbable.com/2011/10/12/thursday-whales-herring-farts-in-copenhagen/	Informationen über die „furzenden“ Heringe

### III. Arbeitsanleitungen

#### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Die Fische der Ostsee können Teil des Themas „Kennenlernen des Ökosystems Ostsee“ sein. Über das Thema Nahrungskette kann eine Verbindung zu den anderen beiden Kapiteln „Plankton“ und „Der Boden der Ostsee“ geknüpft werden. Beispiele für solche Nahrungsketten:

- Phytoplankton/Kieselalgen - Zooplankton/Hüpfertinge - Hering oder Sprotte- Dorsch
- Phytoplankton/Kieselalgen - Zooplankton/Hüpfertinge - Hering oder Sprotte - Meeresvögel z.B. Seeschwalben
- abgestorbenes Plankton - Borstenwürmer, Krebstiere - Dorsch
- Kleine Bodenlebewesen - kleine Bodenfische wie Jungdorsche, Grundeln, ... - Meeresvögel
- Plankton - Muschel - Flunder

Eine Weiterführung kann es mit dem Thema Fischerei geben.

#### III.2 Methoden und Aktivitäten

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

##### Wo findet man Fische?

Um das Thema Fische möglichst lebendig zu gestalten, empfehlen wir, möglichst viele Berührungspunkte mit diesen Meeresbewohnern zu schaffen. Hierzu bietet sich zunächst der Besuch eines Aquariums an.

Uns bekannte Aquarien mit einer Auswahl an Ostseefischen:

- Deutsches Meeresmuseum Stralsund
- Meeresbiologische Station Laboe
- Sealifecenter Timmendorfer Strand
- Aquarium des Ifm-Geomar in Kiel

Frischtote Fische zu Untersuchungszwecken, aber auch zur Zubereitung eines thematisch integrierten Abendessens, können auf Wochenmärkten oder direkt von Fischern erworben werden. Möchte man versuchen, Fische selber zu angeln, besteht die Möglichkeit, einen Touristen-Angelschein zu erwerben. Informationen hierzu erhält man in den Touristeninformationen. Für eine bessere Vorplanung ist die Lage von Fischereihäfen, Kutterliegeplätzen und auch Wochenmärkten mit Frischfischständen interessant. Über Häfen mit Fischkuttern und Frischfischverkauf vom Kutter wissen oft die Skipper der Segeltourenanbieter Bescheid. Ansonsten können auch Tourismusinformationen weiter helfen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, über spezielle ein- oder mehrstündige Fangtouren auf kleinen Kuttern oder Schiffen an (lebende) Fische heranzukommen. Per Dredge, Netz oder Reuse werden Fische, aber teilweise auch Bodentiere und Wasserpflanzen gefischt. Das Material ist sehr reichhaltig. Wir möchten aber darauf aufmerksam machen, dass nur ein kleiner Teil der gefangenen Tiere wirklich zu Anschauungszwecken genutzt wird und ein relativ großer Anteil des Fangs tot und

ungenutzt wieder ins Wasser geworfen wird. Hier muss jeder selbst entscheiden, ob die Fülle des gebotenen Anschauungsmaterials den hohen Tierverbrauch aufwiegt.

### **Einige Argumente gegen das Keschern von Fischen:**

Es gibt einige wichtige Argumente, die unserer Meinung nach das Keschern und Hältern von Fischen nicht wünschenswert erscheinen lassen:

- Die kleinen Fischchen verlieren beim Fang immer einen Großteil ihres Schuppenkleides. Sie überleben zwar die Fangprozedur, aber wegen der fehlenden Schuppen werden sie in den kommenden Tagen von Pilzen befallen und verenden.
- Größere Fische wie Butterfische, Seenadeln und Aalmuttern stehen bei der Hälterung in Eimern und Aquarien unter erheblichem Stress. Meist steigt die Wassertemperatur in solchen Gefäßen stark an und es kommt zu Sauerstoffmangel. Oft werden die Tiere nicht wieder an Ort und Stelle ausgesetzt, so dass sie möglicherweise im falschen Lebensraum und sogar in einem veränderten Salzgehalt landen, was erheblichen Stress oder den Tod bedeutet.

Wir empfehlen: Zufällig gefangene Fische sofort aus dem Keschern in ein mit frischem Wasser gefülltes Gefäß geben, zügig Herumzeigen und sofort am Fangplatz aussetzen.

### Zusatzinformation: Gewinnung von Gehörsteinchen und Schuppen

#### *Ausgangsmaterial:*

Gehörsteinchen (=Otolithen): Dorschköpfe (diese haben große Gehörsteinchen, die gut zu finden sind), scharfes Messer, Pinzette

Schuppen: am besten von großschuppigen Fischen wie große Hechte, Brassens/Blei, Heringe, Schuppenkarpfen. Butterbrotpapier oder Pergamentpapier

#### *Materialgewinnung:*

In den Dorschkopf wird auf halbem Weg zwischen Auge und Kiemendeckelhinterrand ein tiefer Schnitt gemacht, der bis zur Mitte des Fischkopfes reicht. Dann werden die beiden Hälften auseinander gebogen. Die glasig weißen, sehr harten Gehörsteinchen (ca. 1 cm lang) befinden sich in zwei Kapseln am Gehirn des Fisches, die auf diese Weise angeschnitten wurden. Mit einer Pinzette können die Steinchen entnommen werden. Sie sollten nicht eintrocknen, denn dann können die Ringe nicht mehr gut erkannt werden. Ein mit Wasser gefülltes Gläschen reicht.

Schuppen: mit einer Pinzette, oft reichen auch die Finger, werden einige Schuppen in Richtung Schwanzflosse herausgezogen. Damit sie sich nicht einrollen und um den restlichen Schleim zu entfernen, legt man die Schuppen zum Trocknen am besten zwischen Butterbrotpapier.

## Die Fische der Ostsee - Einen lebendigen Überblick geben

<b>Kurzbeschreibung</b>	Gesammelte Vorschläge zur Gestaltung einer Einführung in die Welt der Ostseefische		
<b>Alter</b>	an alle Altersstufen anpassbar	<b>Zeitaufwand</b>	10 Minuten bis 2 Tage
<b>Gruppengröße</b>	beliebig, je nach Form	<b>Räumlichkeiten</b>	Exkursion, Schiffstour, Innenraum
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Anhang „Wunderliche Ostseefische“, der Steckbrief „Ostseedorsch“ aus dem Kapitel „Fischerei“, die Informationen aus dem Kapitel „Fische“*</li> <li>• Fischposter, Gräten, Schuppen,...*</li> <li>• Die Weblinks und die Literaturliste beinhaltet einen reichhaltigen Fundus an Quellen, auch für Abbildungen</li> </ul>		
<b>Arbeitsbögen</b>	Einige Aquarien stellen Arbeitsbögen für Schüler zur Verfügung		

### Durchführung

Anhand der vorliegenden Materialien stellt die Teamleitung eine entsprechende Einführung zusammen.

Es empfiehlt sich für Anschauungsmaterial zu sorgen, zum Beispiel:

- gekaufte Ostseefische, z.B. Flunder, Dorsch, Hering
- Besuch eines Aquariums mit Ostseefischen
- Besuch eines kleinen Hafens, in dem noch Ostseefische von kleinen Kuttern angelandet werden
- Es gibt einige Anbieter, z.B. Fischer, die Touren anbieten. Per Dredge, Reusen, Netze oder als Hochseeangeltour kann man einen kleinen Ausschnitt an Ostseefischen kennen lernen.

Die Informationen über einzelnen Fischarten (Lebensraum, Nahrung) können auch als Referate an die Teilnehmer vergeben werden.

### Weiterführung/Ergänzung: Die Teilnehmer erkunden die (lokale) Fischwelt

Nach einer kurzen Einführung in die Ostseefische allgemein können alle oder einige Teilnehmer die lokale Ostseefischfauna anhand der Materialien oder durch Exkursionen in den Fischhafen oder auf Märkte selbstständig erkunden. Die Ergebnisse werden zusammengetragen und in geeignetem Rahmen den anderen Teilnehmern vorgestellt bzw. gemeinsam diskutiert. Die Leitung kann die Ergebnisse der Teilnehmer ergänzen oder stellt ihnen Material zur Verfügung um ihre Eindrücke z.B. mit Abbildungen zu ergänzen.

Man kann die mitgebrachten Fische von den Teilnehmern untersuchen lassen. Siehe Methode „Ein Fisch - was ist das?“

## Befragung von Anglern oder Fischern

<b>Kurzbeschreibung</b>	Durch die Befragung oder Beobachtung von Anglern und Fischern vor Ort können die Teilnehmer sich ein Bild davon machen, welche Fischarten vorkommen		
<b>Alter</b>	Diese Arbeitsaufträge können an fast alle Altersstufen angepasst werden	<b>Zeitaufwand</b>	ein halber Tag bis .... Bitte genug Zeit für die Besprechung des Erlebten bereit stellen
<b>Gruppengröße</b>	Die Gruppe sollte in Untergruppen aufgeteilt werden	<b>Räumlichkeiten</b>	Schiffstour, Exkursion
<b>Voraussetzungen</b>	Wer in eine ihm /ihr unbekannt Region fährt, sollte lieber nicht die eigenständige Befragung von Fischern, Anglern oder Fischhändlern zum unverzichtbaren Bestandteil machen. Besser flexibel die sich bietenden Möglichkeiten ins Programm einbauen		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Sammlung an Beispielfragen *</li> <li>• Abbildungen von Fischarten *</li> <li>• Eventuell Digitalkamera, mit der die Teilnehmer ihre Eindrücke festhalten können</li> <li>• Abbildung von aktuellen Fanggeräten und Kuttern, siehe Kapitel Fischerei</li> </ul>		

### Durchführung

Es bietet sich an, dass sich die Teilnehmer eher wie neutrale Reporter verhalten, die etwas über die Fische der Region berichten möchten und den Befragten einfach zuhören. Es ist eher unproduktiv, die Befragten mit widersprüchlichen Fakten und Meinungen zu konfrontieren. Dies ist nicht das Ziel der Aufgabe. Die Widersprüche können in der Gruppe diskutiert werden. Wie kommen die Befragten zu dieser Meinung, welche anderen Erklärungen gibt es beispielsweise zum Rückgang der Fische? Was ist an den Erklärungen/ Beschuldigungen dran?

### Vorschlag für einen Ablauf:

Nach einer Einführung in die Ostseefische im Allgemeinen werden die Teilnehmer auf ihre Forschungstour geschickt. In der anschließenden Besprechung stellen die Teilnehmer ihre Erlebnisse vor. Als Erweiterung kann den Teilnehmern auch Infomaterial und Literatur zur Verfügung gestellt werden.

### Geräusche und Kommunikation im Meer: Fische

<b>Kurzbeschreibung</b>	Fischlaute kennen lernen		
<b>Alter</b>	Das Thema ist an alle Altersstufen anpassbar	<b>Zeitaufwand</b>	wenige Minuten
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Tagungshaus, Klassenraum, Schiff
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tragbarer CD oder Mp3 Player</li> <li>• CD oder andere Medien mit den Lauten von Dorsch, Hering und weiteren Fischen * unter <a href="http://www.fishbase.org">www.fishbase.org</a>. Genaue Informationen in „Fachlicher Hintergrund“ in diesem Kapitel</li> </ul>		

#### Durchführung

Den Teilnehmern wird das Thema vorgestellt. Im Abschnitt „Fachlicher Hintergrund“ sind weitere Informationen enthalten.

#### Einbindung/Weiterführung

Nicht in diesem Konzept enthalten, aber als Weiterführung für dieses Thema durchaus sinnvoll:

- Im Meer ist es nicht still. Wer macht welche Geräusche unter Wasser?
- Lärmquellen unter Wasser. Was könnte Schiffslärm für die Tiere bedeuten?

## Ein Fisch, was ist das?

<b>Kurzbeschreibung</b>	Als Ergänzung zu einem Aquariumsbesuch bietet sich die Untersuchung eines frischtoten Fisches an		
<b>Alter</b>	an jede Altersstufe anpassbar, für Kinder geeignet	<b>Zeitaufwand</b>	mindestens 30 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	pro Fisch etwa 5 bis 10 Personen	<b>Räumlichkeiten</b>	Klassenraum, Tagungsraum, Schiff
<b>Voraussetzungen</b>	<p>Zugang zu frischtoten Fischen, die nicht länger als wenige Stunden tot sein sollten. Nur in diesem frischen Zustand riechen die Fische angenehm nach Meerwasser und fassen sich fest an.</p> <p>Bezugsquellen von frischtoten Fischen: Verkauf vom Kuttern gibt es in vielen kleinen Häfen, meist am frühen Vormittag, Kontakte des Segelbootkapitäns zu lokalen Fischern, ferner Angelvereine, Teichwirte mit Direktverkauf, Binnenfischer mit Direktverkauf. Statt der teuren Speisefische kann man auch nach Beifang fragen.</p>		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablagefläche/Tische</li> <li>• Schalen *</li> <li>• Waschgelegenheit für die Hände, damit es nicht zu einer Verschmutzung der Kleidung kommt.</li> <li>• Frischtote Fische (ausgenommen oder unausgenommen): am besten eine Mischung, z.B. einen Plattfisch: Flunder, einen Raubfisch: Dorsch, Barsch (stachelig und rau), einen Benthos/Planktonfresser (Hering, Plötze) oder weitere Arten wie Hornhecht... Folgende Fische sind nicht verwendbar: Petermännchen (Giftstachel), Seebull und Seeskorpion (beide mit schmerzhaft scharfen Stacheln).</li> <li>• Nützlich: Lupen, große Pinzetten *, dünne Stäbchen, z.B. Schaschlikspieße *, um Maulhöhle zu erforschen, Schreibmaterial, Digitalkamera</li> </ul>		
<b>Arbeitsbögen</b>	Es gibt zahlreiche Lehrmaterialien, die den Bau von Fischen anschaulich erklären		

## Durchführung

Die frischtoten Fische werden in saubere Schalen gelegt, eventuell gemeinsam bestimmt.

Die Leitung muss sich darauf gefasst machen, dass zunächst Hemmungen abgebaut werden müssen. Meist entspannen sich die Teilnehmer, wenn sie merken, dass der unangenehme Geruch fehlt. Sind die Hemmungen überwunden, sollten die Teilnehmer die Fische selbst (auch mit den Händen) erforschen. Wichtiger ist es, dass sich am Ende die Teilnehmer getraut haben, den Fisch anzufassen, und sich mit eigenen Fragen auseinander gesetzt haben, als wenn jeder die Namen der verschiedenen Flossen aufsagen musste.

**Auswertung**

Musterfragen:

Wie fassen sich die Fische an? (Haut: rauh, glatt, schuppig; Flossen: stachelig, biegsam)

Wo sind die Schuppen und wie sehen sie aus?

Haben Fische Augenlider? Sind die Augen beweglich?

Wie verläuft der Weg der Nahrung, wie der des Wassers im Maul?

Haben Fische eine Zunge?

Haben Fische eine Nase?

Welche Körperteile können wie bewegt werden? Wie biegsam ist der Fisch?

Wie groß ist das Maul und wie sieht es geöffnet aus?

Wie groß ist der Fisch? Darf er schon gefangen werden (Mindestmaß)?

Wo sind die Kiemen?

Wo hat der Fisch Zähne?

**Einbindung/Weiterführung**

Die Messung der Gesamtlänge eines Fisches kann auf das Thema Fischerei und besonders des Fangs zu junger Fische überleiten. Siehe Kapitel „Fischerei“ in diesem Handbuch und dort speziell unter „Fischmaßband“.

Abbildung folgende Seite:  
Seehase: Wikipedia/NOAA,  
Hornhecht: Fishbase/FAO

## III.3 Anhang

## Wunderliche Ostseefische

Welcher Hase kann Eier legen?

Kann aus Fischen Silber hergestellt werden?

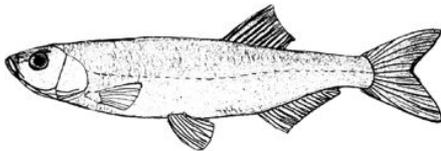
Hat das Seepferdchen Verwandte in der Ostsee?

Was ist ein Butterfisch?

Können Fische lebende Junge gebären?

Welcher Fisch hat Fusseln am Maul?

Sind grüne Gräten schädlich?



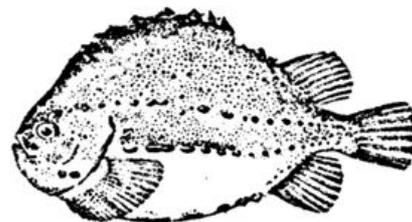
Die **Ukelei** ist ein kleiner Süßwasserfisch, der in größeren Schwärmen durch die Haffe zieht. Mit dem Silberglanz ihrer Schuppen wurden im 19. Jahrhundert Gegenstände „versilbert“. Auch heute kann man das Farbpigment „Fischsilber“ im Kunstbedarf kaufen. Es ist jedoch kein Silber sondern Guanin.



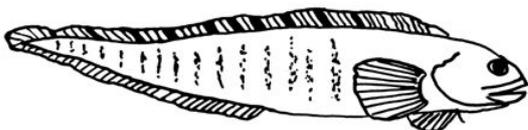
Der **Hornhecht** besitzt blau-güne Gräten. Ein ungiftiges Stoffwechselprodukt wird in die Gräten eingelagert und färbt diese. Hornhechte kommen im Mai/Juni aus der Nordsee an die Ostseeküsten. Den Sommer über jagen sie mit ihrem schnabelartigen Maul kleine Fische und verschwinden im Herbst wieder in die Nordsee.



Wer genau hinsieht wird am Maul des **Steinpickers** tatsächlich „Fusseln“ entdecken. Sie dienen zum Auffinden der Beute.



Die Weibchen der **Seehasen** legen ihre Eier an Steinen ab. Dort werden sie vom Männchen bis zum Schupf bewacht. Aus den kleinen körnigen Eiern isländischer und norwegischer Seehasen wird „Deutscher Kaviar“ hergestellt.



Die **Aalmutter** bewohnt die Algenzone. Sie wird meist nur 20-30 cm lang. Ihre Eier entwickeln sich in der Bauchhöhle des Weibchens zu kleinen Jungfischen.



In der Ostsee kommt der einzige **Butterfisch** vor, der seinen Namen zu Recht trägt. Er wird nur ca. 20 cm lang, lebt auf steinigem Grund und wird nicht befischt. Im Handel werden Schlangemakrelen (*Lepidocybium flavobrunneum*) wegen ihres weichen, fettigen Fleisches unter dem Handelsnamen „Butterfisch“ angeboten.



**Schlangen- und Grasnadeln** sind eng mit den Seepferdchen verwandt. Auch bei ihnen trägt das Männchen die Jungen aus. Die Eier werden in eine Falte am Bauch des Männchens gelegt.

## Befragung von Anglern, Fischhändlern und Fischern

### Angler

Erwartet werden können Informationen über die bevorzugten Angelfischarten: Hering, Dorsch, Meerforelle, Barsch, Zander, Aal.

1. Worauf fischen sie gerade/welche Fischart möchten sie fangen? (Je nach Köder werden andere Arten angelockt/Je nach Jahreszeit sind andere Arten häufig oder werden bevorzugt gefangen.)
2. Wenn der Angler auch ein Anwohner ist: was war „früher“ anders? (Diese Art war häufiger, jene seltener...)

### Fischhändler

Erwartet werden können Informationen über die gängigen Arten Dorsch, Hering und Flunder, je nach Region und Jahreszeit auch zu Meerforelle, Ostseelachs, Scholle, Hornhecht, Makrele, Steinbutt und eher selten auch zu Süßwasserarten aus der Ostsee: Hecht, Zander, Ostseeschnäpel.

1. Welche der angebotenen Fische stammen aus der Ostsee? (Im Hinblick auf: welche Fische werden in der Ostsee kommerziell befischt und auf dem deutschen Markt angeboten)
2. Bieten Sie zu anderen Jahreszeiten weitere Fischarten aus der Ostsee an? (Manche Fischarten werden nur zu bestimmten Jahreszeiten angeboten, z.B. Hornhecht, Meerforelle)
3. Fischerei: Die Art der Fischerei? Welche Geräte wurden benutzt?
4. Hat sich an den Preisen oder Fischen über die Jahre etwas geändert (teurer, kleiner)?
5. Interessant ist es auch, die Fischhändler (in neutralem Ton) zum Thema Überfischung und Ostseedorsch zu befragen. Wie nehmen sie das Thema wahr, welche Ursachen benennen sie?

### Fischer

Fischer können sehr redefaul sein. Bei vielen Fragen gibt es wahrscheinlich keine detaillierte Auskunft, da manche es vielleicht auch als Betriebsgeheimnis sehen.

1. Welche Fischarten fangen Sie?
2. Wo ungefähr fischen Sie?
3. Ändert sich der Fang über das Jahr? (Andere Arten/Menge)
4. Fangen Sie Süßwasserarten? Wenn ja: wo? Welche? (Welche Arten kommen z.B. in den Bodden vor, welche vor den Außenküsten)
5. Welche Fanggeräte benutzen Sie? Was wird mit diesen Geräten gefangen?
6. Welche Fischart ist Ihnen wichtig? (Viele Fischer fangen gezielt solche Arten, die Gewinn bringen. Das sind in der Ostsee besonders Dorsch, Aal, Hering, Sprotte)
7. Hat sich über die Jahre bei den Fischen oder in der Vermarktung etwas geändert?
8. Verbessert oder verschlechtert sich die Situation der Fischer? Was sind Ihrer Meinung nach die Ursachen?
9. Wenn möglich, kann man das Thema EU anschneiden. Viele Fischer fühlen sich „von Brüssel“ gegängelt und verwaltet.
10. Auch bei Fischern kann vorsichtig nach dem Thema Überfischung gefragt werden.

# Der Schweinswal

Zusammengetragen von Katharina Niederndorfer  
und Stefan Hansen



## Kapitel I Der Schweinswal

### I. Fachlicher Hintergrund

Der Schweinswal (*Phocoena phocoena*) ist einer der kleinsten Zahnwale und der einzige Wal, der regelmäßig in der Nord- und Ostsee vorkommt. Er sieht aus wie ein kleiner Delfin, gehört jedoch einer anderen Familie an (Phocoenidae) und unterscheidet sich von ihnen auch sichtbar durch seinen kurzen Schnabel. Schweinswale halten sich häufig nahe der Küste auf. Sie sind scheu und nur bei ruhigem Wetter gut zu beobachten. Allerdings sind sie auch neugierig und verspielt, so dass sie manchmal Segelschiffe auf ihrer Fahrt begleiten.

Ausgewachsene Schweinswale werden bis zu 1,90 m lang und wiegen um die 70 kg. Sie ernähren sich von Fischen, Tintenfischen und manchmal auch von Krebsen. Nach 3 bis 4 Jahren sind Schweinswale geschlechtsreif, und die Weibchen tragen ihre Jungen etwa 11 Monate aus. Das durchschnittliche Lebensalter der Schweinswale liegt zwischen 10 und 15 Jahren.

Der Schweinswal war einst so häufig in der Ostsee anzutreffen, dass er von vielen Anrainerstaaten gezielt gejagt wurde. Die intensive Jagd in früheren Jahren ist vermutlich ein Grund für sein seltenes Vorkommen heute (Kinze 1995). Doch obwohl der Schweinswalfang in den Vierziger Jahren gestoppt wurde, hat sich die Population bis heute nicht wieder erholt und scheint im Gegenteil sogar zu schrumpfen. Dies lässt sich vor allem auf die Beeinträchtigungen der Lebensbedingungen für Schweinswale zurückführen. Hierzu gehören:

- Lebensraumverlust
- Wasserverschmutzung bzw. Anreicherung von Schadstoffen durch die Nahrungskette
- Unterwasserlärm
- Nahrungsknappheit aufgrund von Überfischung
- Der Einsatz von für den Schweinswal gefährlichen Fischfangtechniken (z.B. Grundstellnetze, siehe auch Kapitel Fischerei).

Heute gibt es verschiedene Initiativen, den Schweinswalbestand der Ostsee zu retten. Auf europäischer Ebene haben sich die Staaten der EU durch die Habitatsrichtlinie (92/34/EEC) sowie durch das ASCO-BANS Abkommen (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic and North Seas) dazu verpflichtet, die Schweinswale zu schützen.

Auch viele Nichtregierungsorganisationen (NGO) setzen sich für den Schutz der Schweinswale ein. Ihre Forderungen beinhalten u.a. die Ausweisung von Meeresschutzgebieten und ein Verbot von gefährlichen Fischfangtechniken bzw. der Einsatz von Materialien, die von den Kleinwalen besser „gesehen“ werden können und so den Beifang von Schweinswalen ver-



(c) Günther Schmolders / GSM e.V.

mindern könnten (WWF Deutschland 2004). Die meisten NGO schätzen die Lage der kleinen Ostseewale als sehr kritisch ein und befürchten, dass der Bestand in der Ostsee ohne Schutzmaßnahmen vom Aussterben bedroht ist (NABU 2004).

Um bessere Informationen zur Verbreitung und eventuellen Wanderungen der Kleinwale zu bekommen, werden seit 2002 Segler gebeten, ihre Sichtungen zu melden. Bei der Gesellschaft zum Schutz der Meeressäuger e.V. (GSM) können Sichtungsbögen zur Auslage in Seglervereinen angefordert werden. Aber auch alle anderen Personen können ihre Sichtungen melden und zwar unter „Online-Formular zur Erfassung gesichteter Schweinswale“ beim Deutschen Meeresmuseum Stralsund

<http://www.meeresmuseum.de/sichtungen>

Zusammen mit dem Bundesamt für Naturschutz werden mit diesen Daten Sichtungskarten erstellt, die eine Übersicht über die Sichtungen pro Jahr geben. Im Jahr 2006 wurden über 1000 Sichtungen von Einzeltieren oder Gruppen gemeldet.

*Titelbild des Kapitels: Foto eines springenden Schweinswals. Schweinswale springen nur selten, und der Fotograf gewann damit den ersten Preis des Fotowettbewerbs der Gesellschaft zum Schutz der Meeressäuger (GSM).*

© Ulrik Ramsing / GSM e.V.

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Kinze, C.C. (1995): Exploitation of harbour porpoises ( <i>Phocoena phocoena</i> ) in Danish waters: a historical review. Reports of the International Whaling commission (Special Issue 16): 141-153.	Bericht über die historische Schweinswaljagd in dänischen Gewässern
NABU (2004): Treibnetzfisherei und Kiesabbau stoppen. <a href="http://www.nabu.de/themen/meere/walschutz/02273.html">http://www.nabu.de/themen/meere/walschutz/02273.html</a> (Abruf am 18.12.2007)	GSM, Deepwave und NABU fordern mehr Schutz für Wale in Nord- und Ostsee.
WWF Deutschland (Hrsg.) (2004): Zeit ist Leben. Schweinswale gewinnen kostbare Reaktionszeit durch reflektive Netze. <a href="http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf-alt/arten/bedrohtarten/Schweinswale_Reflektive_Netze.pdf">http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf-alt/arten/bedrohtarten/Schweinswale_Reflektive_Netze.pdf</a>	Eine Behandlung mit Bariumsulfat macht Netze für Schweinswale besser „sichtbar“..
<a href="http://gsm-ev.de/">http://gsm-ev.de/</a>	Gesellschaft zum Schutz der Meeressäuger e.V. (GSM)
<a href="http://www.habitatmarenatura2000.de">http://www.habitatmarenatura2000.de</a>	Bundesamt für Naturschutz Fachgebietes Meeres- und Küstennatur- schutz
<a href="http://www.bfn.de/habitatmare/de/spezielle-projekte-schweins-walsichtungen.php">http://www.bfn.de/habitatmare/de/spezielle-projekte-schweins-walsichtungen.php</a> (Abruf am 10.04.2010)	Ergebnisse der Schweinswalfragebögen
<a href="http://www.ascobans.org">http://www.ascobans.org</a>	Infoseiten des Abkommens zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See, ASCOBANS
<a href="http://www.schweinswale.com">http://www.schweinswale.com</a>	Alles über den Schweinswal. Homepage von Dr. Andreas Pfander

### III. Arbeitsanleitungen

#### Das Schweinswal-Spiel

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer können spielerisch erfahren, wie der Schweinswal durch Echolotung seine Beute findet.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	1/2 Stunde
<b>Gruppengröße</b>	mindestens 15 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	Es muss eine freie Fläche zur Verfügung stehen, auf der ein Kreis mit den Teilnehmern gebildet werden kann.
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Tuch zum Verbinden der Augen		

#### Durchführung

Die Teilnehmer stellen sich in einen Kreis und fassen sich an den Händen. Der Innenraum des Kreises stellt das Meer dar. Es wird ein Schweinswal gewählt, der die Augen verbunden bekommt und sich in den Kreis stellt. Außerdem werden 3-4 Heringe gewählt, die sich auch in den Kreis stellen. Aufgabe des Schweinswales ist es, die Heringe zu fangen, indem er „Hering“ ruft. Die Heringe sind verpflichtet, auf den Ruf des Schweinswals mit dem Echo „Hering“ zu antworten.

#### Variante

In einer weiteren Runde wird zusätzlich „Müll ins Meer geworfen“, indem einige Personen als Müll in den Kreis stehen und auf die Rufe des Schweinswales mit „Müll“ antworten. Außerdem können Teilnehmer des Kreises Schiffe spielen, die ständig über das Meer „brummen“.

# Das Nahrungsnetz in der Ostsee

## Kurzinformation

In allen Ökosystem leben verschiedene Lebewesen zusammen, die von einander abhängig sind. Zwischen ihnen bilden sich Beziehungen heraus, die oft sehr komplex und nur schwer zu durchschauen sind. Eine wichtige Beziehung zwischen verschiedenen Organismen ist das Fressen und Gefressen werden, auch Räuber-Beute-Beziehung genannt.

Im Folgenden wird eine kurze Übersicht über das Nahrungsnetz im Meer gegeben. Für ausführliche Darstellungen zu Nahrungsnetzen- und Beziehungen wird auf die Fachliteratur verwiesen.

## Kapitel J Das Nahrungsnetz in der Ostsee

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>J3</b>
<i>Die Nahrungskette</i>	J3
<i>Der Nährstoffkreislauf</i>	J4
<i>Einflüsse auf das Nahrungsnetz</i>	J4
<i>Umweltgifte im Nahrungsnetz</i>	J5
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>J6</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>J6</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Basteln eines Mobiles zur Veranschaulichung der Nahrungskette	J7
III.3 Anhang	
Vorlagen für verschiedene Lebewesen im Nahrungsnetz	J8

## I. Fachlicher Hintergrund

### Die Nahrungskette

Die einfachste Darstellung einer Nahrungsbeziehung zwischen verschiedenen Organismen ist das Modell einer Nahrungskette. Die Organismen einer Lebensgemeinschaft werden zur Erstellung einer Nahrungskette den Stufen der trophischen Ebenen zugeordnet. Ebene 1 bilden die Primärproduzenten, das sind jene Organismen, die mit Hilfe des Sonnenlichtes aus Kohlendioxid und Wasser energiereichen Traubenzucker aufbauen. Unter Verwendung dieser gespeicherten Energie, phosphor- und stickstoffhaltiger Nährstoffe sowie Spurenelementen bauen die Primärproduzenten neue Biomasse auf (neue Zellen, Speicherstoffe, neue Blätter). Nährstoffe, Spurenelemente, Kohlendioxid und Licht bilden die Ebene 0, die erst die Voraussetzung für pflanzliches Wachstum schafft. Diejenigen Organismen, die die Primärproduzenten fressen, werden der Ebene 2 zugeordnet und heißen Primärkonsumenten. Die Primärkonsumenten werden wiederum von den Sekundärkonsumenten gefressen (Ebene 3) und diese von den Tertiärkonsumenten (Ebene 4), weitere Ebenen können folgen. Neben die Produzenten und Konsumenten, die in einer direkten Fressbeziehung stehen, treten noch die Destruenten, die sich von abgestorbener Biomasse aus allen Ebenen ernähren.

Wie auf dem Festland, so sind es auch im Meer die Pflanzen, die am Anfang einer solchen Kette stehen. Neben den großen Algen und Blütenpflanzen, die in Küstennähe auf dem Grund festgewachsen sind, ist es vor allem das Phytoplankton, winzige freischwimmende Algen, das die Grundlage für die Nahrungskette ist (siehe Kapitel G Plankton).

Die Nahrungskette des freien Wassers, des Pelagials, beruht fast ausschließlich auf der Biomasseproduktion der schwebenden Planktonalgen. Die Nahrungsgrundlage der Lebewesen des Freiwassers wird folglich an Ort und Stelle in der lichtreichen Schicht des Freiwassers gebildet. In der klassischen Nahrungskette dieses Lebensraumes dienen die planktischen Algen als Nahrungsgrundlage für das Zooplankton (Primärkonsumenten), zum Beispiel kleine Krebse und Larven. Die nächste Ebene, die Sekundärkonsumenten, wird von kleinen Fischen gebildet, die sich von Zooplankton ernähren. Diese kleinen Fische werden dann wiederum von größeren Fischen gefressen (Tertiärkonsumenten). Die Fische können dann vom Menschen gefangen werden, der am Ende der Kette steht.

Anders sieht es am Meeresboden aus. Die Grundlage der Nahrungskette am Boden wird zu einem großen Teil von importiertem totem organischen Material aus dem Freiwasser gebildet. Dessen Grundsubstanz

sind Partikel aus abgesunkenen oder abgestorbenen Planktonzellen und Kotpartikel. Dieser Partikelregen transportiert quasi Sonnenenergie in die lichtarmen Bereiche eines Meeres und ermöglicht dort Leben. In den lichtreichen flachen Bereichen bedeutet der Partikelregen eine Zunahme der verfügbaren Nahrung. Der andere Teil stammt von Großalgen, bodenlebende einzellige Algen und Seegräsern, die die Primärproduzenten der lichtreichen Meeresböden bilden. Großalgen und Seegräser werden kaum von marinen Lebewesen genutzt, weil sie einen geringen Nährstoffgehalt haben und oft Abwehrstoffe enthalten. Die einzelligen Algen, die als hauchdünne Beläge auf dem Sediment, auf Steinen, Schalen und auf den Blättern der Seegräser wachsen, werden intensiv abgeweidet, aber die von ihnen produzierte Biomasse ist insgesamt gering.

Die wichtigste Nahrungskette verläuft vom toten organischen Material, der als Partikelregen auf den Meeresboden niedergeht über die Destruenten und Detritusfresser zu den Sekundärkonsumenten und zu weiteren Konsumentenebenen. Besonders gut können die Partikel über eine filtrierende Lebensweise genutzt werden, aber es gibt auch Lebewesen, die die Flokken über Mundlappen in sich aufnehmen oder über Siphone aufsaugen.

Hier einige Nahrungsketten als Beispiele:

#### Nahrungskette im freien Wasser:

- Plankton-Kieselalge - Hüpferling (Copepode) – räuberischer Hüpferling – Hering – Schweinswal
- Plankton-Kieselalge – Hüpferling (Copepode) – Sprotte – Dorsch – Schweinswal

#### Nahrungsketten am Boden

- Partikel aus totem organischen Material – Baltische Plattmuschel – Flunder - Dorsch
- Plankton-Alge und Partikel aus totem organischen Material – Miesmuschel – Strandkrabbe – Silbermöwe
- Partikel aus totem organischen Material – filtrierender Borstenwurm, z.B. Köcherwurm – Dorsch – Mensch
- Bodenlebende einzellige Alge– kleine Krebstiere, z.B. Schlickkrebse – Fisch
- Belag aus einzelligen Algen – Wattschnecke - Fisch

Sowohl im Freiwasser als auch am Meeresboden wird der Großteil des toten organischen Materials und damit auch der darin gespeicherten Energie von Bakterien verarbeitet. Bakterien sind die zentralen Organismen im Stoffumsatz der Ozeane, und ihre Erforschung ist ein hochaktuelles Thema der Meereswissenschaften.

Die Darstellung der Nahrungsbeziehungen zwischen den Lebewesen als Kette mit festen Ebenen ist sehr stark vereinfachend, weil sich die meisten Tiere nicht

nur einer trophischen Ebene zuordnen lassen. Kleine Fische können auf der Ebene 2 und 3 stehen, weil sie sowohl räuberisches Zooplankton fressen als auch herbivores Zooplankton, das sich direkt von den Planktonalgen ernährt. Einige Zooplankter ernähren sich sowohl von Tieren als auch von Pflanzen, sind also omnivor und gehören somit den Ebenen 2 und 3 an. Weil die meisten Tiere mehrere Nahrungsquellen nutzen, entsteht hier bildlich gesehen ein Netz, wenn man die wichtigsten Fressbeziehungen grafisch darstellt, das Nahrungsnetz.

Innerhalb des Nahrungsnetzes können sich auch reziproke Fraßbeziehungen zwischen Konsumenten ergeben. In der Ostsee trifft dies für die Beziehung zwischen Dorsch und Sprotte zu. Dorsche fressen Sprotten und Sprotten reduzieren ihrerseits den Dorschnachwuchs, indem sie Dorscheier fressen. Das hat Auswirkungen auf die Erholung des Dorschbestandes in der Ostsee (siehe Infokasten im Kapitel Fische der Ostsee).

#### Der Nährstoffkreislauf

Die Nahrungskette stellt die Fressbeziehungen allerdings nur unvollständig dar. Denn nicht jeder Krebs im Plankton wird gefressen, nicht jeder Fisch gefangen

(auch wenn es bei einigen Arten nur wenige sind, die überleben). Viele Tiere sterben einen natürlichen Tod. Außerdem scheiden alle Tiere die unverdauten Reste ihrer Nahrung wieder aus. Diese organische Biomasse wird – entweder schon im Wasser oder auf dem Grund – von Bakterien abgebaut und somit recycelt. Die darin enthaltenen Nährstoffe werden wieder mineralisiert (d.h. in ihre anorganischen Bestandteile zerlegt) und stehen somit wieder den Pflanzen zur Verfügung. Würden diese Vorgänge nicht stattfinden, dann würden dem System sehr schnell Nährstoffe entzogen und die Nahrungskette hätte keine Grundlage mehr.

#### Einflüsse auf das Nahrungsnetz

Ein Nahrungsnetz ist immer von verschiedenen Faktoren beeinflusst, so dass es zu unterschiedlichen Ausprägungen in seiner Struktur kommen kann. Zu diesen Faktoren gehören unter anderem die Verfügbarkeit von Licht und Nährstoffen. Diese wiederum hängen von den Jahreszeiten ab. Im Frühjahr kommt es in der Ostsee zum Beispiel zu einer Zunahme des Phytoplanktons. Das Nahrungsnetz, welches auf der Biomasse der Algen aufbaut, verändert sich also im Verlauf des Jahres (siehe Kapitel G Plankton).

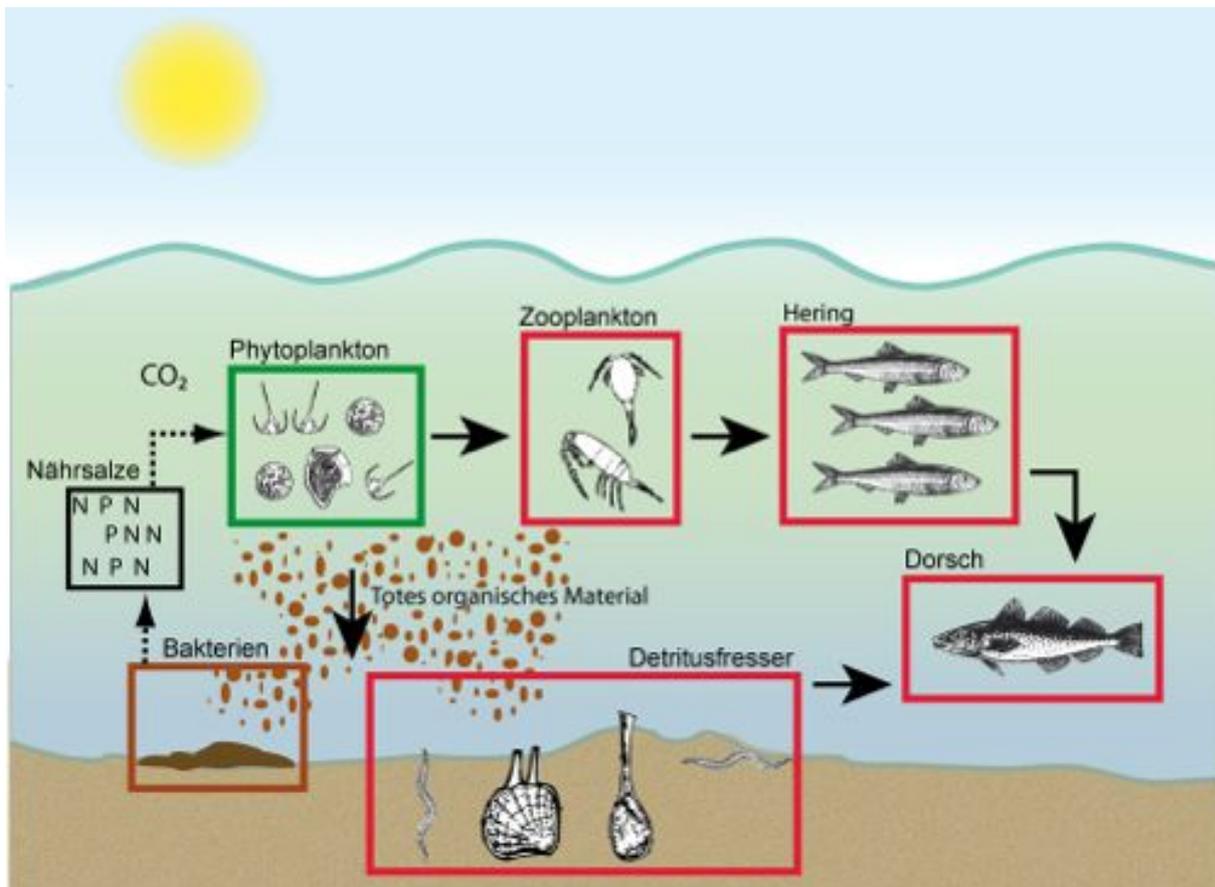


Abbildung J1: Ein vereinfachtes Schema der Nahrungskette im Meer (durchgezogene Pfeile bedeuten „wird gefressen von“, gepunktete Pfeile: Nährstoffkreislauf)

In der Ostsee spielt auch der Salzgehalt eine bedeutende Rolle (siehe Kapitel E Ozeanografie). Da der Salzgehalt nach Norden hin abnimmt, verändert sich auch die Zusammensetzung der Arten, und damit auch die Zusammensetzung des Nahrungsnetzes im Meer.

Auch der Mensch greift in das Gefüge des Nahrungsnetzes ein. So können sich Nahrungsnetze zum Beispiel durch die starke Befischung ändern, wenn dadurch ganze Glieder des Netzes vermindert oder entnommen werden (siehe Kapitel N Fischerei).

Die Effekte der Überdüngung werden im Kapitel „Eutrophierung“ angesprochen. Neben der Einleitung von Nährstoffen führt auch die Einleitung und der Eintrag von Giftstoffen zu einer Veränderung des Netzes, wenn dadurch bestimmte Arten besonders betroffen sind.

Ein weiterer Aspekt ist die Einschleppung fremder Arten in ein Gebiet, zum Beispiel durch Ballastwasser. Breiten sich diese Arten stark aus und verdrängen die einheimischen Arten, verändert auch dieses das Nahrungsnetz.

## Umweltgifte im Nahrungsnetz

Umweltgifte reichern sich besonders in den Konsumenten der höheren Nahrungsebenen an. So findet man das Insektengift DDT in der Arktis in Eisbären und Robben in zum Teil sehr hohen Konzentrationen. Als 1988 in Schleswig-Holstein an der Nordseeküste zahlreiche Seehunde einem Virus zum Opfer fielen, mussten 400 Tiere als Sondermüll entsorgt werden, da ihre Belastung mit Quecksilber zu hoch war, als das man sie zu Tiermehl verarbeiten konnte. Durch die Belastung mit den Giften wird das Immunsystem der Tiere geschwächt, so dass sie anfälliger werden für Krankheiten.

Übrigens: Ganz oben in der Nahrungskette steht der Mensch...

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Hempel, G. et al. (2006): Faszination Meeresforschung. H.M. Hausschildt GmbH, Bremen.	Ein spannendes und leicht zu lesendes Textbuch zu verschiedenen Aspekten der Meeresforschung.
Kreft, Milena: Marine Nahrungsnetze – Vom Fressen und gefressen werden. <a href="http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=oz-on_nahrnetz">http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=oz-on_nahrnetz</a> (Abruf am 15.01.2007)	Ausführliches Referat zum Thema
Lozan et al. (1996): Warnsignale aus der Ostsee. Parey, Berlin.	Verständliche Aufarbeitung wissenschaftlicher Fakten über die Ostsee und ihre Gefährdungen

## III. Arbeitsanleitungen

### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Das Thema Nahrungsnetz eignet sich hervorragend für die Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung von Plankton- und Bodenlebewesen. Die Antworten auf die Frage, wer frisst wen, ist für die meisten Teilnehmerkreise ein spannendes Lernziel. Von den einzelligen Planktonlebewesen kann ein Bogen hin zu den eigenen Essgewohnheiten geschlagen werden. Oder man beobachtet und erklärt die Fressetechniken einzelner Meereslebewesen am lebendigen Modell, z.B. die Filtertechnik der Miesmuscheln, ein Seestern frisst eine Miesmuschel, eine Schnecke beweidet ein veralgtes Aquarienglas, Quallen nesseln ihrer Beute.

Es können auch weitere Ostseetiere einbezogen werden: Möwen, Schweinswal, verschiedene Fischarten.

Im Kapitel „Eutrophierung“ finden Sie weitere Informationen zu den Folgen von hohen Nährstoffeinträgen in die Ostsee.

### III.2 Methoden und Aktivitäten

#### Basteln eines Mobiles zur Veranschaulichung der Nahrungskette

<b>Kurzbeschreibung</b>	Zur Festigung wird aus den einzelnen Elementen des Nahrungsnetzes ein Mobile gebaut.		
<b>Alter</b>	für Kinder ab 5 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	ca. 1 Stunde
<b>Gruppengröße</b>	für kleinere Kinder höchstens 6, sonst beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	jedes Kind muss genug Platz haben, um das Mobile vor sich ausbreiten zu können
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Wenn gewünscht, Bögen mit Vorlagen in ausreichender Zahl kopieren
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für jeden Teilnehmer 5 Stöcke oder dünne Stahldrähte</li> <li>• ausreichend Pappe und Bastelmaterial</li> <li>• Scheren</li> <li>• dünner Bindfaden</li> <li>• Kleber</li> </ul>		

#### Durchführung

Nachdem die Theorie des Nahrungsnetzes besprochen worden ist, stellt sich jeder Teilnehmer zunächst die Bestandteile des Nahrungsnetzes zusammen. Hierfür können Strandfunde gesammelt, Tiere, Algen und Pflanzen selbst gebastelt oder die kopierten Vorlagen im Anhang auf Pappe aufgeklebt und ausgeschnitten werden. An jedem einzelnen Teil wird ein Faden befestigt. Man legt das Mobile, so wie es später auch hängen soll, vor sich hin. Nun werden die Fäden an die Stöcke geknotet. Damit das Mobile austariert werden kann, fängt man von unten an. Jedesmal, wenn der Faden in die Mitte eines Stockes geknotet werden soll, muss austariert werden, in welcher Position des Fadens der Stock gerade hängt.

**Tipps:** Damit sich die Fäden nicht verschieben, können sie mit einem kleinen Tropfen Klebstoff fixiert werden.

Das **Fragezeichen** kann für den Einfluss des Menschen stehen, z.B. Fischfang, oder man kann stattdessen eine Nahrungskette vom Land (Gras-Kuh) anbringen.

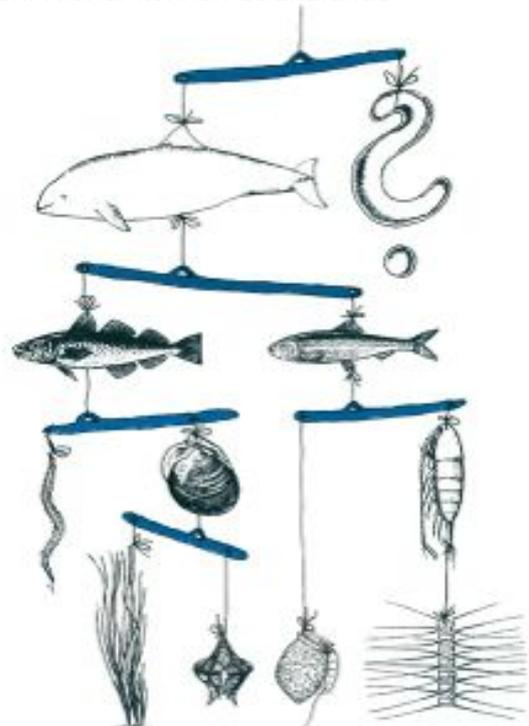
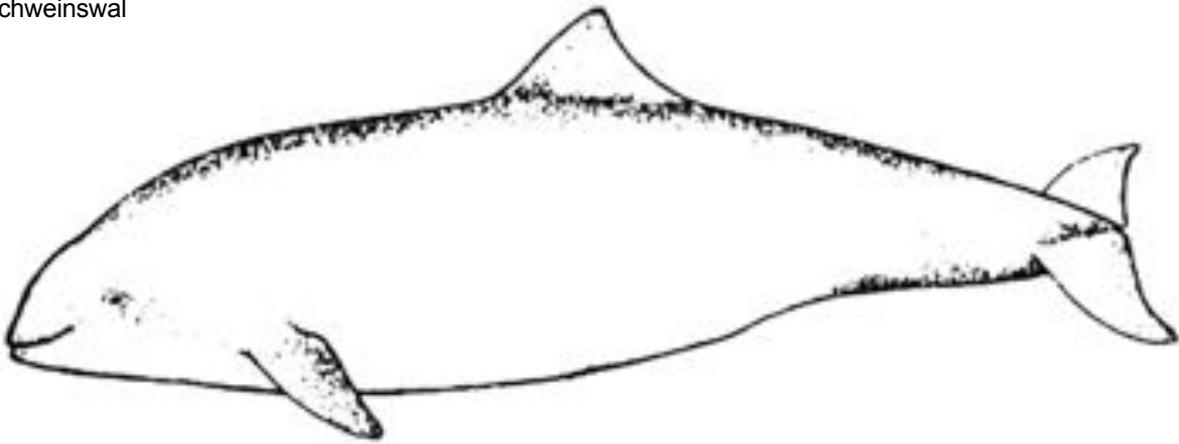


Abbildung J2: Beispiel eines Nahrungsnetz-Mobiles

### III.3 Anhang

#### Vorlagen für verschiedene Lebewesen im Nahrungsnetz

Schweinswal



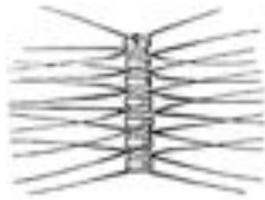
Dorsch



Hering



Hüpfertling  
(von der Seite)



Planktonalge



Islandmuschel



Seeringelwurm



Seegrass



Planktonalge



Planktonalge

# Der Vergleich von Standorten



## **Kurzinformation**

Die Untersuchung verschiedener Standorte in der Ostsee ermöglicht es, das Leben unter verschiedenen Bedingungen zu vergleichen. In diesem Kapitel finden Sie Anregungen und Vorschläge zum methodischen Vorgehen beim Vergleich verschiedener Standorte.

## Kapital K Vergleich von Standorten

### Arbeitsanleitungen für den Vergleich von Standorten

Die Untersuchung verschiedener Standorte in der Ostsee ermöglicht es, das Leben unter verschiedenen Bedingungen zu vergleichen. Dabei kann unterschiedlichen Fragestellungen nachgegangen werden, die von den Teilnehmern bearbeitet – unter Umständen auch erst erarbeitet – werden. Wir stellen Ihnen drei mögliche Konzepte vor:

- Einfacher Standortvergleich
- Standortvergleich für Fortgeschrittene
- Ein Beispiel für einen Standortvergleich in der Kieler Förde

Selbstverständlich sind dies nur Anregungen zur Orientierung. Je nach Interesse und Gegebenheiten können Sie die Methoden und Fragestellungen kombinieren und verändern. Die einzelnen Untersuchungsmethoden und weitere Anregungen finden Sie in den Grundlagenkapiteln und im Kapitel Eutrophierung.

### Einfacher Standortvergleich

<b>Geeignet für</b>	Gruppen, die sich im lockeren Rahmen über die Ostsee informieren möchten
<b>Zeitraumen</b>	mehrtägige Veranstaltungen, z.B. einwöchige Schiffstour, aber auch bei eintägigen Fahrten ausschnittsweise möglich
<b>Fragestellung</b>	Wie sieht eigentlich die Ostsee unter Wasser aus? Ist sie gleichmäßig besiedelt oder gibt es Unterschiede?
<b>Untersuchungsmethoden</b>	<p>Empfehlenswert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung des Salzgehalts und der Temperatur (siehe Kapitel E Dem Wasser auf der Spur)</li> <li>• Bodenprobe mit dem Bodengreifer (siehe Kapitel F Der Boden der Ostsee)</li> <li>• Fische: Befragung von Fischern oder Anglern (siehe Kapitel N Fischerei Anhang)</li> </ul> <p>Eingeschränkt empfehlenswert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachtung von Planktonorganismen unter dem Mikroskop/Binokular (siehe Kapitel G Ostseeplankton). Für Laien erkennbare Unterschiede zwischen Stationen sind selten, meist nur, wenn der Salzgehalt drastisch sinkt/steigt.</li> <li>• Messung der Sichttiefe (siehe Kapitel G Ostseeplankton) am besten nur in Verbindung mit dem Thema Nährstoffe.</li> </ul>

Titelfoto (c) I. Oelrichs/Geomar

<b>Gruppeneinteilung</b>	Erfahrungsgemäß ist damit zu rechnen, dass viele Teilnehmer „Alles“ sehen wollen. Wird die Gruppe in Untergruppen mit eingeschränkten Aufgaben unterteilt, entsteht bei den Teilnehmern leicht das Gefühl, etwas zu verpassen. Um Chaos zu vermeiden, bietet es sich an, Verantwortlichkeiten zu verteilen und Abläufe zu strukturieren. Wer achtet auf die Geräte? Wer führt, wenn nötig, Protokoll über die Messwerte? In welcher Reihenfolge wird gearbeitet, wer ist als erster an der Reihe?
<b>Ablaufschema</b>	<p>Auf einem Schiff ist der Kapitän unbedingt in die Planung mit einzubeziehen ! Welche Station kann überhaupt sicher angelaufen werden, wie lange kann das Schiff dort aufgestoppt liegen?</p> <p><u>Schritt 1</u> Die Gruppe lernt die Ostsee in Grundzügen kennen (Entstehung, Salzgehalt, Anrainerländer etc.), beispielsweise in Form von mehreren interaktiven Vorträgen und kleinen Experimenten.</p> <p><u>Schritt 2</u> An einer ausgewählten Station wird die Ostsee nach Anleitung untersucht. Die Teilnehmer lernen so die Geräte, die Tiere und Pflanzen und die Untersuchungsmöglichkeiten kennen. Ihre Neugierde wird geweckt. Für spätere Vergleiche sollten sich die Teilnehmer oder die Leitung über die Ergebnisse der Salzgehalt/Temperaturmessung, die gefundenen Arten oder Gruppen und die Bodenbeschaffenheit Notizen machen.</p> <p><u>Schritt 3</u> Nun sind die Teilnehmer an der Reihe. Sie wählen eine zweite Station aus und überlegen sich, was sie untersuchen möchten.</p> <p><u>Schritt 4</u> Gemeinsame Besprechung des Erlebten, eventuell Ausweitung auf die Frage nach dem Einfluss des Menschen.</p>
<b>Auswertung</b>	<p>Bei diesem Ansatz geht es vor allem darum, dass mehrere Bereiche der Ostsee kennen gelernt werden.</p> <p>Nach der ersten, angeleiteten Probenahme sollten die Beobachtungen gemeinschaftlich kurz zusammengetragen werden.</p> <p>Nach der zweiten Probenahme kann dann folgenden Fragen nachgegangen werden: Sieht die Ostsee an beiden Stationen gleich aus? Was unterscheidet die Stationen? Dann kann über verschiedene Faktoren spekuliert werden, z.B. über den Salzgehalt, den Bodentyp, die Wassertiefe, das Angebot an Nährstoffen. Weiterhin kann auf Lebensgemeinschaften eingegangen werden: welche Arten leben typischerweise auf hartem Untergrund, welche auf sandigem, etc.?</p>

**Standortvergleich für Fortgeschrittene**

<b>Geeignet für</b>	Schiffstouren mit Gruppen und Schulklassen, die sich intensiv mit der Ostsee beschäftigen wollen.
<b>Zeitraumen</b>	Es bietet sich eine mehrtägige Veranstaltung an, z.B. einwöchige Schiffstour.
<b>Fragestellungen</b>	<p>Folgende Themen können gut behandelt werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vergleich von inneren Küstengewässern mit der Außenküste im Hinblick auf: Salzgehalt, Wasserschichtung, vorkommende Arten/Gruppen.</li> <li>2. Vergleich der Bodenlebensgemeinschaft auf sandigem, steinig/kiesigem oder schlickigem Untergrund.</li> <li>3. Vergleich eines nährstoffarmen versus nährstoffreichen Standorts. Die Beschreibung dieser Methode befindet sich im Kapitel M Eutrophierung.</li> </ol>
<b>Untersuchungsmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Messung des Salzgehalts und der Temperatur (siehe Kapitel E Dem Wasser auf der Spur) bietet sich immer an, weil der Salzgehalt einen sehr großen Einfluss auf die Lebewesen hat.</li> <li>• Bodenproben mit dem Bodengreifer (siehe Kapitel F Der Boden der Ostsee)</li> <li>• Beobachtung von Planktonorganismen unter dem Mikroskop/Binokular (siehe Kapitel G Ostseeplankton). Für Laien erkennbare Unterschiede zwischen Stationen sind selten, meist nur, wenn der Salzgehalt drastisch sinkt/steigt.</li> <li>• Beim Vergleich von inneren Küstengewässern mit der Außenküste kann die Sichttiefe gemessen werden (siehe Kapitel G Ostseeplankton), wenn das Thema Nährstoffangebot/Eutrophierung thematisiert werden soll.</li> </ul>

<b>Gruppeneinteilung</b>	<p>Weil in diesem Umfeld gezielt Daten gesammelt werden sollen, bietet es sich an, die Gruppe in feste Untergruppen mit festen Aufgaben zu verteilen. Auf mehrtägigen Touren können die Gruppen getauscht werden.</p> <p>Beispiel:</p> <p>Gruppe 1: Beschäftigt sich mit dem Salzgehalt, der Temperatur und der Schichtung.</p> <p>Gruppe 2: Nimmt Bodenproben und untersucht sie.</p> <p>Gruppe 3: Nimmt Planktonproben und untersucht sie, bestimmt die Sichttiefe.</p>
<b>Auswahl der Stationen</b>	<p>Auf einem Schiff ist der Kapitän unbedingt in die Planung mit einzubeziehen ! Welche Station kann überhaupt sicher angelaufen werden, wie lange kann das Schiff dort aufgestoppt liegen?</p> <p>Wenn Plankton untersucht werden soll: Bitte auf eine ruhige Schiffslage achten, z.B. in eine windgeschützte Bucht fahren, manchmal kann auch kurzzeitig angelegt werden. Bei mehrtägigen Touren: Probe kann im Kühlschrank aufbewahrt und in einer ruhigen Situation ausgewertet werden.</p> <p><u>Zu Fragestellung 1 Vergleich von inneren Küstengewässern mit der Außenküste:</u></p> <p>Ein Küstenstreifen an der offenen Ostsee, aber auch an den Außenförden kann verglichen werden mit Boddengewässern, der Schleimündung, mit dem ostseefernsten Teil einer Förde oder mit der Mündung eines Süßwasserzuflusses.</p> <p><u>Zu Fragestellung 2 Vergleich der Bodenlebensgemeinschaften:</u></p> <p>Sandigen Ostseeboden findet man in strömungsarmen Bereichen: vor Sandstränden, in den Bodden und in der Schlei oft in unmittelbarer Ufernähe.</p> <p>Kiesigen Ostseeboden findet man an strömungsreichen Stellen, z.B. vor einem aktiven Kliff, einer Steilküste, einer Abbruchkante.</p> <p>Schlick findet man an Stellen ohne Strömung: in Häfen (meist extrem sauerstoffarm), in den zentralen Bereichen der Bodden, der Schlei und an bestimmten Stellen der inneren Förden.</p>

<b>Ablaufschema</b>	<p><u>Schritt 1</u> Die Gruppe lernt die Ostsee in Grundzügen kennen (Entstehung, Salzgehalt, Schichtung, Anrainerländer, Herkunft der Arten aus dem Meer und dem Süßwasser etc.) beispielsweise in Form von Vorträgen. Sie wird auf das Ziel der Probenahme vorbereitet und erhält oder erarbeitet sich einen Ablaufplan.</p> <p><u>Schritt 2</u> Es wird in Untergruppen gearbeitet. Zunächst lernt jede Untergruppe „ihre“ Geräte kennen, Zuständigkeiten werden eingeteilt (wer bedient das Gerät, wer führt Protokoll).</p> <p><u>Schritt 3</u> Station 1, Probenahme, Auswertung der Proben soweit möglich, Protokoll. Jede Untergruppe kann vertiefende Informationen zu ihrem Thema erhalten.</p> <p><u>Schritt 4</u> Station 2, Probenahme, Auswertung soweit möglich, Protokoll.</p> <p><u>Schritt 5</u> Zusammentragen der Ergebnisse und Diskussion im Rahmen der Fragestellung.</p>
<b>Auswertung</b>	<p>Gruppe 1: Welche Salzgehalte wurden gemessen? Ist der Probenahmeort eher süß oder salzreich? Gab es eine Schichtung?</p> <p>Gruppe 2: Welcher Untergrund wurde gefunden? Welche Arten, Pflanzen oder Tiergruppen wurden gefunden? Welche Arten, Pflanzen- oder Tiergruppen waren besonders häufig?</p> <p>Gruppe 3: Welche Planktongruppen wurden gefunden? Welche Planktongruppen waren besonders häufig? Sind Arten aufgefallen, die nur sehr niedrige Salzgehalte vertragen?</p> <p>Alle zusammen: Thema 1: Wie unterscheidet sich die Außenküste von den Inneren Küstengewässern Thema 2: Welche Lebensgemeinschaften habt ihr gefunden? Welche Lebewesen bevorzugen harten Untergrund, welchen sandigen und welche schlickigen? (siehe hierzu auch die Aufgabenzettel S. K8 bis K10)</p>

## Das Oberstufen-Konzept mit Schwerpunkt Eutrophierung

Hohe Tied e.V. bietet seit einigen Jahren ein eintägiges Programm an, das besonders von Lehrern der Oberstufen nachgefragt wurde, die im Unterricht folgende Themen behandelt hatten:

- Das Plankton in Binnenseen, Zusammenspiel von abiotischen und biotischen Faktoren, Jahresgang des Planktons
- Eutrophierung von Binnengewässern
- Die Ostsee

Im Folgenden möchten wir dieses Programm als Anregung vorstellen.

<b>Zeitraumen</b>	Wir führen das Programm mit vorbereiteten Gruppen in ca. 5 Stunden auf der Kieler Förde durch. Es ist mit ergänzendem Programm auch geeignet für längere Touren.
<b>Fragestellung</b>	Der Schwerpunkt liegt auf dem Vergleich eines stark eutrophen mit einem mesotrophen/schwach eutrophen Ostseeteil.
<b>Untersuchungsmethoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung des Salzgehalts und der Temperatur (siehe Kapitel E Dem Wasser auf der Spur)</li> <li>• Bodenproben mit dem Bodengreifer (siehe Kapitel F Der Boden der Ostsee)</li> <li>• Beobachtung von Planktonorganismen unter dem Mikroskop/Binokular (siehe Kapitel G Ostseeplankton)</li> <li>• Messung der Sichttiefe (siehe Kapitel G Ostseeplankton)</li> <li>• Optional: Im Aquarienbedarf können Testkits für Meerwasseraquarien erworben werden, mit denen Phosphat, Nitrat und Sauerstoffmessungen durchgeführt werden können.</li> </ul>
<b>Gruppeneinteilung</b>	<p>Weil in diesem Umfeld gezielt Daten gesammelt werden sollen, bietet es sich an, die Gruppe in feste Untergruppen mit festen Aufgaben zu verteilen. Auf mehrtägigen Touren können die Gruppen getauscht werden, auf eintägigen Touren sollte man dies aus Zeitmangel unterlassen.</p> <p>Es sollten Protokolle geführt werden.</p> <p>Gruppe 1 misst Salzgehalt und Temperatur von der Wasseroberfläche bis kurz über dem Grund.</p> <p>Gruppe 2 nimmt Bodenproben und untersucht sie.</p> <p>Gruppe 3 nimmt Planktonproben und untersucht sie, bestimmt die Sichttiefe.</p>

<b>Auswahl der Stationen</b>	<p><u>Station 1:</u> Die Schwentinemündung als ein stark oder extrem mit Nährstoffen belasteter Bereich mit Faulschlamm oder sauerstoffarmem Schlick (stark eutroph bis polytroph). Neben Mündungen kleiner Fließgewässer mit landwirtschaftlich geprägtem Einzugsgebiet findet man passende Standorte auch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in vielen Seglerhäfen mit geringem Wasseraustausch</li> <li>• an uferfernen Bereichen der Schlei und der ostseefernen Bodden.</li> </ul> <p><u>Station 2 (optional):</u> Wer die Möglichkeit hat, kann versuchen, einen Teil der ostseetypischen, thermohalinen Schichtung zu finden. Bei Wassertiefen über 15 m beginnt oft bereits die Sprungschicht mit steigendem Salzgehalt und sinkenden Temperaturwerten. Wir beproben einen zweiten Standort innerhalb der Kieler Förde.</p> <p><u>Station 3:</u> Der Falckensteiner Strand als ein nährstoffarmer Ostseebereich. Weite Teile der Küste zur offenen Ostsee hin sind nährstoffarm (mesotroph oder schwach eutroph). Zu bedenken ist immer, dass mehrere abiotische Faktoren eine Rolle spielen (siehe auch Methoden: Vergleich von nährstoffarmen und nährstoffreichen Standorten Kapitel M Eutrophierung).</p>
<b>Ablaufschema</b>	<p><u>Schritt 1</u> Vorbereitung auf das Ziel der Probenahme. Die Gruppe erhält oder erarbeitet sich einen Ablaufplan.</p> <p><u>Schritt 2</u> Es wird in Untergruppen gearbeitet. Zunächst lernt jede Untergruppe „ihre“ Geräte kennen, Zuständigkeiten werden eingeteilt (wer bedient das Gerät, wer führt Protokoll).</p> <p><u>Schritt 3</u> Station 1, Probenahme, Auswertung der Proben soweit möglich, Protokoll. Jede Untergruppe kann vertiefende Informationen zu ihrem Thema erhalten.</p> <p><u>Schritt 4</u> Station 2, Probenahme, Auswertung soweit möglich, Protokoll.</p> <p><u>Schritt 5</u> Präsentation der Ergebnisse und Diskussion im Rahmen der Fragestellung.</p>
<b>Auswertung</b>	<p>(siehe Aufgabenzettel und die Hinweise in den entsprechenden Kapiteln) Ein wichtiger Bestandteil des Programms ist die Präsentation der Ergebnisse. Jede Gruppe stellt ihre Ergebnisse den anderen in einem Kurzvortrag vor und orientiert sich dabei an wissenschaftlichen Maßstäben: welche Geräte wurden eingesetzt, Darstellung der Daten in Grafiken/Grafen, Stellungnahme zu den Fragestellungen, Einordnung der eigenen Daten in einen Gesamtrahmen und Diskussion der Qualität der Daten (Fehlerquellen).</p>

### Beispiele für Aufgabenzettel

#### Aufgabenzettel *Ozeanographiegruppe*

1. Macht euch mit den Probenahmegegeräten vertraut und besprecht mit der Betreuung den Ablauf und die Durchführung.
2. Tragt die Stationen in eine Karte ein. Kurze Beschreibung des Wetters (Bedeckung, Niederschlag, Windstärke und -richtung, Temperatur)
3. Macht den Schichtungsversuch und/oder das Ostseebeckenmodell, wenn diese nicht zuvor in der Vorbereitungsstunde besprochen worden sind. Besprecht kurz die Eigenheiten der Ostsee und wendet euer Wissen auf das Mittelmeer an (*Antwort: arides Klima, hohe Verdunstung, das Mittelmeer süßt deswegen nicht aus, sondern an der Oberfläche entsteht durch die Verdunstung salziges Wasser, das in die Tiefe sinkt und das Tiefenwasser des Mittelmeeres bildet, deshalb dort auch keine Sauerstoffprobleme. Der Wasserverlust durch den Verdunstungsüberschuss wird ausgeglichen vom Zustrom von ozeanischen Atlantikwassers*).
4. Messt die Temperatur und den Salzgehalt an zwei/drei Stationen, optional: Messung des Sauerstoffgehalts.
5. Diskutiert eure Ergebnisse: Welche Salzgehalte wurden gemessen? Ist der Probenahmeort eher süß oder salzreich? Gab es eine Schichtung? Welche Formen der Wasserschichtung habt ihr gefunden? Was bedeutet das im Hinblick auf die Versorgung mit Sauerstoff in den bodennahen Schichten? Ist der Salzgehalt eher niedrig oder hoch für die Ostseeverhältnisse?
6. Bereitet eure Präsentationen vor: den Schichtungsversuch/Ostseebeckenmodell, eure Messwerten, die Diskussion eurer Ergebnisse.

#### Aufgabenzettel *Planktongruppe*

1. Macht euch mit den Probenahmegegeräten vertraut und besprecht mit der Betreuung den Ablauf und die Durchführung.
2. Je Station drei verschiedene Proben: Secchitiefe, Zooplanktonprobe und Phytoplanktonprobe.
3. Wertet die Planktonproben aus. Welche Planktonarten wurden gefunden? Welche Planktongruppen waren besonders häufig? Sind Arten aufgefallen, die nur sehr niedrige Salzgehalte vertragen? Tragt die Ergebnisse in ein Protokoll ein.
4. Was bedeuten eure Ergebnisse im Hinblick auf nährstoffarm/nährstoffreich? Wie ist die Dichte des pflanzlichen Planktons und was bedeutet das für die Situation am Meeresboden? Könnt ihr in euren Ergebnissen noch andere Einflussfaktoren erkennen, z.B. Salzgehalt?

Bereitet eine Präsentation vor: Messwerte, Nennung der Faktoren, die Dichte und Artenzusammensetzung steuern (Nährstoffe, Salzgehalt, Jahreszeit). Wie ist das Nährstoffangebot einzuschätzen (Ergebnis der Secchitiefenmessung).

Weitere Themen, die bearbeitet werden können (siehe Kapitel Ostseeplankton):

- Der Jahrgang des Planktons in der Ostsee, entweder neu einführen oder Anwendung des Schülerwissens (Planktonzusammensetzung und Dichten der dt. Ostseeküste: Zustandsbericht Nord- und Ostsee 1999-2002, siehe „Einführung ins Ostseeplankton“).
- Wie verändert die Eutrophierung den Jahrgang (Informationen z.B. Sommer, U. (1998): Biologische Meereskunde.)
- Die Rolle des marinen Planktons in weltweiten Stoffkreisläufen (z.B. Smetacek 1991)
- Welche Planktonarten werden von wem gefressen. (*Antworten: Blaualgen werden nicht gefressen, bestimmte Kieselalgen werden vom Zooplankton bevorzugt gefressen, Fortsätze der*

*Phytoplankter sind ein Fraßschutz, Zooplankton entweder herbivor oder carnivor, Zooplankton ist Beute von Qualle und Fisch (Larven, Heringe))*

- Wiederholung: Aufbau einer Zelle einer höheren Pflanze, z.B. Kieselalge versus Bakterienzelle (hierher gehören auch die Blaualgen).

#### Aufgabenzettel Benthosgruppe

1. Macht euch mit den Probenahmegeräten vertraut und besprecht mit der Betreuung den Ablauf und die Durchführung.
2. Nehmt je Station mindestens eine erfolgreiche Bodenprobe. Wertet die Bodenprobe aus. Welcher Untergrund wurde gefunden? Welche Arten, Pflanzen oder Tiergruppen wurden gefunden? Welche Arten, Pflanzen- oder Tiergruppen waren besonders häufig? Ist eine Schwefelwasserstoffbildung im Sediment vorhanden? Hatte das Sediment einen hohen organischen Anteil? Tragt die Ergebnisse in ein Protokoll ein.
3. Was bedeuten eure Ergebnisse im Hinblick auf nährstoffarm/nährstoffreich? Wie sieht es mit der Sauerstoffversorgung aus? Wie könnte sich die Situation im Plankton darstellen?

Bereitet eine Präsentation vor: Daten, Einschätzung über die Sauerstoffversorgung, welche Faktoren steuern die Artengemeinschaft.

#### Weitere interessante Themen:

- Welche Ernährungstypen kommen vor? Pipettierer, Filtrierer...
- Bau der Organismen
- Lebensgemeinschaften

## Zeitplan für eintägige Schulklassentouren

Musterbeispiel anhand einer Tour von Hohe Tied e.V. auf der Kieler Förde. Zurückgelegte Strecke ca. 20 km.

In der Regel kommen die Schulklassen bereits vorbereitet auf das Schiff, entweder haben sie eine Einführungsstunde absolviert (Einführung in die Ostsee und Besprechung des Programms) oder die Ostsee war Thema des Unterrichts.

Zeitplan: Achtung, an einigen Schiffsliegplätzen müssen Klappbrücken passiert werden, die nur zu bestimmten Zeiten öffnen (Kiel Germaniahafen, Kappeln, Stralsund in Richtung Osten). Die Zeiten können bei den Schiffsvermietern erfragt werden.

Uhrzeit	Programmpunkt
8:30-9:00	Eintreffen der Fahrleitung auf dem Schiff, Geräte einräumen, Absprache mit dem Kapitän.
9:00	Schulklasse kommt an Bord, Kleidung und Rucksäcke werden unter Deck verstaut, Vorstellungsrunde
9:10	Sicherheitsbelehrung durch den Kapitän (Pflicht, immer <b>vor</b> dem Ablegen), Ablegen und Fahrt unter Motor zur ersten Probenahmestelle
9:30	Beginn der Einführung in das Programm, kurze Orientierung über die örtlichen Gegebenheiten (wo sind wir, wo fahren wir hin). Besprechung des Ausfahrtziels und des Zeitplans. Aufteilung in die Untergruppen: in den Untergruppen werden die Themen, eventuell auch die Geräte kurz durchgesprochen und fehlendes Wissen der Schüler ergänzt. Die Schüler haben anschließend eine kleine Pause, in der sie das Schiff und die Umgebung erkunden können.
10:00	Probenahme an der Station Schwentinemündung, dass Schiff liegt am Kai fest. Auswertung der Proben: Ozeanografie: kurze Messphase, dann Schichtungsversuch, dann Auswertung Der Boden der Ostsee: etwas längere Probenahmephase, Auswertung der Probe, diese kann während der Fahrt fortgesetzt werden. Plankton: kurze Probenahmephase, Auswertung der Probe unter dem Mikroskop/ Binokular muss vor der Weiterfahrt beendet werden.
11:00	Fahrt unter Motor zur zweiten Probenahme. Die Gruppen arbeiten an ihren Aufgaben oder haben frei. Optional: Messung der Salzgehalts/Temperaturschicht an einer tiefen Stelle (>15 m) der Förde.
12:00	Zweite Probenahme am Strand vor Falkenstein oder vor Möltenort (je nach Wind) im flachen Wasser < 10 m. Das Schiff liegt anschließend ruhig mit keiner/wenig Fahrt an einer windgeschützten Stelle. Anschließend kann es eine kurze Pause geben, dann erhalten die Schüler Zeit, ihre Abschlusspräsentation vorzubereiten.
12:30	Abschlussbesprechung
13:00	Je nach Wunsch und je nach Brückenöffnungszeiten sowie den Windverhältnissen ist nun Zeit, die Segel zu setzen und in Ruhe und ohne weiteres Programm zum Ablegeplatz zurückzufahren. Die Reihenfolge kann mit der Abschlussbesprechung getauscht werden.
zwischen 14:00 und 16:00	Saubermachen und aufräumen, Verabschiedung der Schulklasse, Geräte von Bord bringen.

**Erfahrungswerte: was erwartet mich wo?**

Die folgende Tabelle stellt Erfahrungswerte zusammen, welche Unterschiede an den Vergleichsstationen erwartet werden können, wenn die eine Station einen Salzgehalt zwischen 10 und 5 ‰ und die andere einen deutlich über 10 ‰ aufweist.

<b>Lebewesen</b>	<b>10 und 5 ‰</b>	<b>über 10 ‰</b>
<b>Süßwasserfische</b>	vorhanden	fehlend oder selten
<b>Meerwasserfische</b>	fehlend oder selten	vorhanden
<b>Borstenwürmer</b>	weniger zahlreich und meist kleiner	zahlreich vorhanden
<b>Süßwasserschnecken</b>	teilweise	fehlend
<b>Meeresschnecken</b>	nur einige Arten, z.B. Hydrobia	je nach Standort
<b>Schilf</b>	ja	nein
<b>Laichkraut</b>	ja	nein
<b>Blasentang</b>	klein und verkrüppelt	ja
<b>Seegras</b>	eher nicht	ja
<b>Süßwasserblualgen (Microcystis aeruginosa)</b>	Blüten können auftreten	nein
<b>Brackwasserblualgen (Spanalge, Geldrollenalge)</b>	eher nicht	Blüten können auftreten
<b>Plankton-Grünalgen</b>	ja	nein
<b>Panzerflagellaten</b>	eine Seltenheit	ja, z.B. Hörnchenalge kann sehr zahlreich sein

# Am Übergang zwischen Land und Meer – Die Küste

Zusammengetragen von Björn Steinborn

Mitarbeit: Katharina Niederndorfer

## Kurzinformation

Die Küsten stellen den Übergang zwischen Land und Meer dar. Diese Übergangszone besitzt eine hohe Artenvielfalt und Produktivität. Gleichzeitig steht sie unter hohem menschlichen Nutzungsdruck.

Im Vordergrund dieses Kapitels stehen die unterschiedlichen Küstenformen und deren Entstehung. Außerdem werden Maßnahmen des Küstenschutzes behandelt und abschließend auf die immer stärkere Nutzung der Küste durch den Menschen und die daraus folgenden Konflikte eingegangen.

## Kapitel L Am Übergang zwischen Land und Meer – Die Küste

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>L3</b>
<i>Wo hört das Meer auf, wo beginnt das Land?</i>	L3
<i>Küstenformen und Küstendynamik</i>	L3
<i>Küstenformen an der Ostseeküste</i>	L4
<i>Lebensräume an der Ostseeküste</i>	L5
<i>Sturmfluten an der Ostseeküste</i>	L6
<i>Küstenschutz</i>	L6
<i>Die Sturmflut von 1872</i>	L7
<i>Brennpunkt Küstenzone</i>	L8
<i>Tourismus</i>	L8
<i>Und wie sieht es woanders aus?</i>	L8
<i>Küstenschutzmaßnahmen</i>	L9
<i>Lösungsweg IKZM</i>	L10
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>L12</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>L14</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Küstenbeobachtungen	

## I. Fachlicher Hintergrund

### Wo hört das Meer auf, wo beginnt das Land?

Den Ort, wo die Wellen an den Strand oder auf die Felsen schlagen, würde vermutlich jeder als Küste bezeichnen. Aber wo fängt die Küste seeseitig an und wo hört sie auf dem Land auf? Diese Frage wird je nach Kontext unterschiedlich beantwortet, und es gibt daher auch keine verbindliche Definition des Begriffes.

Aus geographischer Sicht wird die Küste als die Zone zwischen äußerster landwärtiger und äußerster seewärtiger indirekter und direkter Brandungseinwirkung verstanden. Als Küstenlinie wird die Linie des mittleren Hochwassers, bei Gezeitenküsten des mittleren Tidehochwassers, bezeichnet.

Die politische Definition des Küstenstreifens ist von Land zu Land unterschiedlich. Während die seewärtige Ausdehnung der Küste im Allgemeinen durch die nationalen Hoheitsgrenzen oder die 12 Meilen-Zone begrenzt wird, ist die räumliche Breite an Land weitaus unterschiedlicher. Meist wird sie durch administrative Grenzen von Gemeinden oder Kreisen oder durch eine Raumplanungsregion festgelegt. Die Zone, die konkreten Schutzmaßnahmen oder Planungen unterliegt, ist meist sehr schmal. Während sie z.B. in Lettland eine Breite von 5-7 km aufweist, beträgt sie in Mecklenburg-Vorpommern 200 m, in Schleswig-Holstein 100 m.

### Küstenformen und Küstendynamik

Die deutsche Ostseeküste hat eine Gesamtlänge von 2349 km. Davon sind 1358 km Boddenküste in Mecklenburg-Vorpommern, und 162 km gehören zur Schlei. Der Rest ist Außenküste, welche direkt an die offene Ostsee grenzt.

Die Küste der Ostsee weist eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen und Strukturen auf, beispielsweise Sandstrände, Felsen, Geröll, Buchten, Haffe und Bodden. Ebenso vielfältig sind die unterschied-

lichen Lebensbedingungen, die die Tiere und Pflanzen hier vorfinden. Einen kurzen Überblick über die wichtigsten Küstenformen gibt der Infokasten auf den folgenden Seiten.

Die Küste ist einer ständigen Veränderung unterworfen. An einigen Stellen wäscht das Meer anstehendes Material oder Sediment aus und transportiert es fort, um es an anderer Stelle wieder anzuspülen. Dort, wo der Sand wieder angespült wird, wächst das Land, in den Bereichen wo Material abgetragen wird, geht das Land zurück.

Etwa 70% (249 km) der Außenküste in Mecklenburg-Vorpommern ist im Rückgang begriffen, nur 26 km gehören zur wachsenden Küste. In Schleswig-Holstein befinden sich ca. 182 km im Abbruch, während etwa 128 km anlanden.

Im gesamten Ostseebereich wird der Verlauf der Küstenlinie von kontinuierlicher Landhebung bzw. Landsenkung verändert. In Schweden und Finnland, heben sich die Landmassen, in Russland, Estland, Litauen, Lettland Dänemark, Deutschland und Polen senken sie sich langsam ab. Die Ursache liegt im immensen Druck, den die Gletschermassen der letzten Eiszeit ausgeübt haben. Durch das Gewicht wurde die Erdkruste eingedrückt und hob sich an den Rändern der Gletscher. Nach dem Abtauen der Gletscher bewegen sich die Landmassen wieder in ihre alte Lage zurück. Das Ausmaß der Hebung und Senkung ist verschieden und kann einschlägigen Karten entnommen werden.

Hafenanlagen, die sich im frühen Mittelalter direkt am Meer befanden, liegen heute in den Bereichen der stärksten Landhebung einige Meter vom Meer entfernt. Die deutsche Ostseeküste dagegen senkt sich grob gesagt um etwa einen Millimeter pro Jahr.

*Strand bei Maasholm, Foto (c) unbekannt*



## Küstenformen an der Ostseeküste

### Steilküste

Eine Steilküste kann aus Lockermaterial bestehen, wenn zum Beispiel die Brandung auf eine Endmoräne auftrifft und diese abträgt. Oder aus festem Gestein, wie zum Beispiel der Kreidefelsen auf Rügen. Die Wand der Steilküste wird Kliff genannt. Wird diese Wand noch vom Wasser erreicht und bearbeitet, spricht man von einem aktiven Kliff. Ein inaktives Kliff nennt man die Wand, die nicht mehr durch das Meer verändert wird.

Aktive und inaktive Kliffe aus Moränenmaterial kann man unter anderem dadurch unterscheiden, dass aktive Kliffe weniger oder gar nicht mit Vegetation, besonders Sträuchern und Bäumen, bewachsen sind, da immer wieder Teile der Steilwand abrutschen.



Abbildung L1: Steilküste bei Wladyslawowo, Polen.

Foto (c) G. Schernewski, EUCC-D

### Förden

Förden sind im allgemeinen ehemalige Gletschertäler, die später überflutet wurden. Im Unterschied zu den Fjorden bewegte sich das Eis hier nicht vom Land weg, sondern zum Land hin. Ein Kennzeichen der Förden ist die Stauchwallmoräne an ihrem landseitigen Ende. In Schleswig-Holstein findet man Förden von Flensburg bis Lübeck.

### Schären

Schären sind kleine felsige Inseln, die von den Gletschern abgeschliffen wurden und eine typische Kuppelform aufweisen. Zu finden sind sie in Schweden und Finnland in der zentralen, nördlichen und östlichen Ostsee.

### Bodden

Durch die Überflutung von Grundmoränenlandschaften entstanden vor ca. 7000 Jahren Inseln, welche durch küstenparallelen Sedimenttransport über sogenannte Nehrungen allmählich miteinander verbunden wurden. Eine Ausgleichsküste entstand, die noch heute hoch aktiv ist. Dabei wurden die landseitigen Gewässer fast vollständig von der Ostsee abgetrennt. Diese Bereiche werden Bodden genannt. Es gibt sie v.a. an der Ostseeküste Mecklenburgs.

### Ausgleichsküsten

Ausgleichsküsten entstehen, wenn Sand und Kies an einer Stelle abgetragen und an anderer Stelle wieder abgelagert werden. Sie haben einen flachen und geraden Küstenlinienverlauf, weil Vorsprünge durch die Meeresbrandung zurückverlegt und die Buchten durch Sandablagerungen ausgeglichen werden. Wenn der Wind schräg auf die Küste auftrifft, wird auch der Sand schräg angespült. Er fließt jedoch mit dem Wasser der



Abbildung L2: Bildung einer Nehrung und eines Haffs.

Schwerkraft folgend gerade wieder zurück in das Meer (roter Pfeil in der Abbildung). Dadurch wird der Sand in einer Zick-Zack-Linie parallel zum Strand transportiert. Nimmt die Strömung ab, z.B. vor einer Bucht oder einem Bodden, sinkt der Sand zu Boden und es bildet sich ein Nehrungshaken, der immer weiter wächst. Das Gewässer, das von der Nehrung abgetrennt wird, heißt Haff. Ausgleichsküsten finden sich vor allem zwischen Danzig und Klaipeda, aber in weniger stark ausgeprägten Formen auch an vielen anderen Stellen der Ostseeküste.

## Lebensräume an der Ostseeküste

### Windwatt

Nicht nur an der Nordsee gibt es Watt, sondern auch an der Ostsee. Allerdings sind diese Bereiche wesentlich kleiner als das Watt der Nordseeküste. Und während das Watt an der Nordsee aufgrund der Tide regelmäßig überflutet wird und trockenfällt, ist es an der Ostseeküste der Wind, der dafür sorgt, dass der Meeresboden zeitweise nicht von Wasser bedeckt ist. Die Zeit, die der Boden dann nicht vom Wasser überflutet ist, kann je nach Wetterlage bis zu einigen Tagen oder auch länger dauern. Die Tiere, die hier leben, müssen sich also gut an diese Bedingungen anpassen. Das Watt ist eine wichtige Nahrungsquelle für viele Zugvögel, die im Frühjahr und im Herbst an der Küste Rast machen.

Windwatten findet man z.B. in den Bodden in Mecklenburg-Vorpommern und in der Schleimündung.

### Salzwiesen

Salzwiesen entwickeln sich dort, wo das Vorland mit Schlick endet. Die Wiesen werden an der Ostseeküste abhängig vom Wind immer wieder überflutet. Das bedeutet für die hier wachsenden Pflanzen, dass sie unter extremen Bedingungen leben. Denn sie müssen nicht nur die Überflutung und den daraus entstehenden Sauerstoffmangel ertragen, sondern auch das Salz, das viele Pflanzen nicht vertragen. Die Pflanzen der Salzwiesen haben deshalb verschiedene Strategien entwickelt. So können einige Pflanzen, wie der Queller, das Salz speichern und sterben im Herbst, nachdem sie ihre Samen in die Umgebung freigelassen haben, ab. Andere Pflanzen scheiden das Salz über spezielle Drüsen aus oder verhindern von vornherein die Aufnahmen der Salz-Ionen.



Queller

Auch müssen die Pflanzen gegen besondere mechanische Beanspruchungen gewappnet sein. Dem Wasser bei Überflutungen und dem Wind setzen sie besondere Stützgewebe entgegen.



Strandflieder

### Strand und Dünen

Ist es im Meer das Wasser, welches für den Transport des Sandes sorgt, übernimmt an Land der Wind diese Aufgabe. Je nach Stärke treibt er die Sandkörner vor sich her, bis sie sich im Windschatten von Pflanzenbüscheln oder angespültem Treibsel ablagern. So entstehen am oberen Strand zunächst kleine Primärdünen, die von den mitwachsenden Pflanzen verfestigt werden. Durch die zunehmende Vegetation werden aus der Primärdüne mit der Zeit eine Weißdüne, die sich weiter zur Graudüne und letztendlich zur relativ stabilen Braundüne entwickelt. Da Dünen auch einen Schutz vor Hochwasser darstellen, hilft der Mensch an vielen Stellen durch den Bau von Sandfangzäunen nach.

Die höchsten Dünen an der Ostsee findet man auf der Kurischen Nehrung, hier werden die Wanderdünen bis zu 60 m hoch.



Abbildung L3: Düne bei Nida auf der Kurischen Nehrung, Litauen.  
Foto (c) R. Thamm, EUCC-D

## Sturmfluten an der Ostseeküste

Die Küsten sind einer ständigen Veränderung mit Abtragungen und Anspülungen unterworfen. Besonders deutlich sieht man die Veränderungen, wenn sie in kurzer Zeit stattfinden, zum Beispiel bei Stürmen.

Bei dem Begriff „Sturmflut“ denken die meisten Menschen wohl am ehesten an die Nordsee mit den Halligen und dem durch hohe Deiche geschützten Festland. Aber auch an der Ostseeküste können durch starke Stürme aus nordöstlichen Richtungen „Sturmfluten“ entstehen. Im engeren Sinne handelt es sich dabei allerdings nicht um „Fluten“, da der Tidenhub an der Ostsee kaum von Bedeutung ist. Es handelt sich vielmehr um Hochwasser, die alleine durch den Wind verursacht werden. Extreme Hochwasserereignisse treten an der Ostsee relativ selten auf, da die vorherrschende Windrichtung auch hier westlich ist. Allerdings sollte man die Sturmhochwasser nicht unterschätzen. Sie treten zwar seltener auf, da sie aber nicht vom Tidehub abhängig sind, haben sie eine bis zu 20fach längere Verweilzeit als eine normale Flut an der Nordsee. Außerdem sind sie schwieriger vorherzusagen und kommen deshalb überraschender.

Hochwasser an der Ostseeküste können durch verschiedene Faktoren zustande kommen.

Der Wasserstand kann durch Windstau, also anhaltenden Wind aus einer Richtung in einigen Bereichen um bis zu 2 m angehoben werden. Bei starkem Ostwind zum Beispiel wird das Wasser an die Schleswig-Holsteinische Küste gedrückt, während im Baltikum Niedrigwasser herrscht. Insbesondere in Buchten und Förden kann das Wasser durch Staueffekte besonders hoch auflaufen.

Lässt der Wind nach, fließt dieses aufgestaute Wasser wieder zurück. Es kommt zu einem Hin- und Herschwingen des Wasserkörpers (Badewanneneffekt). Das kann jeder in der Badewanne einmal ausprobieren. Bewegt man sich in der Wanne einmal nach vorne, schwappt das Wasser ebenfalls nach vorn. Dort herrscht dann Hochwasser, an der anderen Seite dagegen Niedrigwasser. Danach kommt es zu einem Zurückschwingen, das Wasser staut sich an der anderen Seite der Wanne auf. Wenn also ein starker Westwind das Wasser der Ostsee zunächst in den Bottnischen Meerbusen gedrängt hat, kann es bei nachlassendem Wind zurückschwingen und an der Deutschen Küste ein Hochwasser verursachen. Bei einer solchen Schwingflut im Januar 1976 erreichte der Wasserstand der Ostsee in Kiel bei fast ruhiger See einen Pegel von 1,5 m ü. NN.

Bei starken und anhaltenden Westwinden kann durch das Absinken des Meeresspiegels in der westlichen Ostsee zudem Wasser aus der Nordsee einströmen und den Gesamtwasserstand um bis zu 15 cm erhöhen. Genauso kann bei anhaltenden Nordstürmen das Abfließen des Oberflächenwassers aus der Ost-

see in die Nordsee verhindert werden, so dass sich der Meeresspiegel der Ostsee dadurch hebt.

Die höchsten Wasserstände erreichen Sturmfluten, bei denen mehrere dieser Faktoren zusammen auftreten. Zum Beispiel, wenn starke Westwinde das Wasser tagelang nach Osten drängen, Nordseewasser in die Ostsee einfließt und anschließend der Wind auf Nordost dreht und das zurückschwingende Wasser gegen die Küste drückt. Dieses war der Fall bei der sehr schweren Sturmflut 1872.

Eine Sturmflut von solchem Ausmaß gab es seitdem nicht mehr. Die letzten schweren Sturmfluten ereigneten sich 1995 und 2002. Allerdings haben sich in den letzten 25 Jahren mehr schwere Sturmfluten an der deutschen und polnischen Ostseeküste ereignet als zuvor. Und es ist sehr wahrscheinlich, dass bei ähnlichen Wetterlagen wie 1872 jederzeit wieder eine „Jahrtausendflut“ eintreten kann. Die Frage ist nicht ob, sondern wann. Die Schäden, die daraus resultieren, werden heute um ein Vielfaches höher sein als vor 140 Jahren, denn zum einen liegt der Meeresspiegel der Ostsee um etwa 15-25 cm (die Werte schwanken von Ort zu Ort) höher als vor 100 Jahren, zum anderen siedeln immer mehr Menschen immer näher am Wasser.

## Küstenschutz

„Küstenschutz“ bedeutet eigentlich Schutz des Menschen und seiner Güter vor dem Meer. Die Küste selbst ist einem ständigen Wandel unterworfen. Das Meer nimmt Teile des Landes auf und spült sie an einem anderen Ort wieder an. Diese Vorgänge bedürfen von sich aus keines Schutzes. Der Begriff meint somit „das Grundbedürfnis der Bevölkerung, sich und ihr Eigentum gegen Überflutungen und irreversible Landverluste zu schützen.“ (Generalplan Küstenschutz Schleswig-Holstein).

In Anbetracht des globalen Klimawandels und dem damit verbundenen Anstieg des Meeresspiegels wird dem Küstenschutz eine immer größere Bedeutung in den betroffenen Gebieten zukommen. Die globale Temperatur stieg in den letzten 100 Jahren im Mittel um 0,6 C°. Der Meeresspiegel erhöhte sich in der gleichen Zeit um ca. 10-20 cm. Es wird geschätzt, dass er bis zum Ende des 21. Jh. um 10-90 cm ansteigen wird. Kinder, die heute geboren werden, haben also gute Chancen, das zu erleben.

## Geschichte und Bedeutung des Küstenschutzes

Der Schutz vor dem Meer hat in weiten Teilen der Küstenregion das Landschaftsbild geprägt und ist eng verbunden mit der Landschaftsgeschichte. Im Gegensatz zur Nordseeküste, wo die Bewohner schon seit über 1000 Jahren versuchen, sich gegen die zerstörerischen Kräfte des Meeres zu schützen, bekam

## Die Sturmflut von 1872

Anfang November des Jahres 1872 fegte ein Südweststurm über das Land und die Ostsee und drückte das Wasser an die Küsten des Baltikums und Finnlands. Gleichzeitig sorgte er dafür, dass große Wassermengen aus der Nordsee in die Ostsee flossen. Am 10. November ließ der Wind etwas nach. Es war die Ruhe vor dem nächsten Sturm, der am 12. November auf Nordost drehte und auf Orkanstärke zunahm. In der Nacht vom 12. auf den 13. November schob der Sturm mit bis zu 120 km/h die zurückfließenden Wassermassen auf die Küste zu. Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Dänemark erlebten in dieser Nacht das bisher stärkste Ostseehochwasser in ihrer Geschichte. Bis zu 3,30 m über NN (normal Null) lief das Wasser an einigen Orten auf, wo es bis zu 18 Stunden verblieb. 271 Menschen starben in den Fluten, zahlreiche Häuser wurden zerstört. Am stärksten betroffen war Eckernförde, bedingt durch die Lage der Stadt an der durch die nach Nordosten geöffnete Eckernförder Bucht. Hier stieg das Wasser auf fast 4 m. Auch Lübeck, Kiel und Flensburg standen unter Wasser. An zahlreichen Stellen dieser Städte (wie hier in Eckernförde) erinnern Flutmarken an Häusern an den Wasserstand dieser Flut.



Abbildung L4: Hochwassermarken in Eckernförde  
Foto (c) unbekannt

der Küstenschutz an der Ostseeküste erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine größere Bedeutung, als die Küstenniederungen zunehmend besiedelt und landwirtschaftlich genutzt wurden.

Heute leben in Schleswig-Holstein etwa 92 000, in Mecklenburg-Vorpommern 90 000 Menschen in den überflutungsgefährdeten Gebieten an der Küste. Insgesamt liegen in beiden Ländern etwa 1338 km<sup>2</sup> innerhalb dieser Flächen. Allein in Schleswig-Holstein befinden sich in den Küstenniederungen 87 000 Arbeitsplätze und Sachwerte in Höhe von 15 Mrd. €. Der Schutz dieser Menschen und ihrer Wohnungen hat in den Zielen des Küstenschutzes oberste Priorität. Eine hohe Bedeutung wird auch dem Schutz von Sachwerten und Landflächen beigemessen.

### Küstenschutzmaßnahmen

Der Schutz der Menschen vor dem Meer kann in zwei Arten unterteilt werden. Zum einen in den Hochwasserschutz, der vor den Folgen von Sturmhochwasserereignissen schützt, zum anderen in den Schutz der Küste vor Erosion.

Unterschieden wird zwischen wasserseitigen Küstenschutzmaßnahmen wie Buhnen und Steinwällen und landseitigen Maßnahmen. Zu letzteren gehören Deiche, Dünen und Sandaufspülungen.

Allein in Mecklenburg-Vorpommern sind 70 % der Außenküste im Rückgang begriffen. Die Werte des Rückganges können dabei erheblich schwanken, im Mittel liegen sie bei 34 m in 100 Jahren. Dies bedeutet, dass die Belastungen, die auf die Küstenschutzbauwerke einwirken, immer größer werden, wenn diese nicht weiter in das Landesinnere zurück gelegt werden können. Dabei ist es nicht nur der Wasserstand alleine, sondern vor allem auch der Seegang, der auf die Küste einwirkt. Deshalb sind Vorlandflä-

chen für den Küstenschutz besonders wichtig. Sie nehmen der Brandung die Kraft.

Schutzmaßnahmen werden vor allem in Bereichen der Flachküste getroffen. Steilküsten werden in Deutschland grundsätzlich nicht geschützt. Zum einen liegt das dahinter liegende Land meist hoch genug, als dass ein Hochwasser Schaden an menschlichen Gebäuden anrichten könnte, zum anderen dienen sie als Materiallieferanten für die Flachküsten. Ausnahmen bestehen, wenn das Steilufer bebaut ist. Dann werden häufig Maßnahmen getroffen, um den Rückgang des Kliffs zu verhindern. Dazu gehören zum Beispiel Ufermauern, Steinwälle oder Spundwände.

### Der Küstenschutz im Spannungsfeld zwischen Menschenschutz und Naturschutz

Die Maßnahmen des Küstenschutzes stehen häufig in Konflikt mit den Absichten des Naturschutzes. Oft haben die Küstenschutzmaßnahmen entscheidenden Einfluss auf die Ökologie der betroffenen Lebensräume, so dass hier - wie auch an anderen Stellen, an denen der Mensch baut - Lebensräume für Tiere und Pflanzen verloren gehen. Gerade in Schutzgebieten steht das Leitbild des Küstenschutzes oft in Konkurrenz zu den Leitbildern des Naturschutzes.

Einige Beispiele wurde oben schon angeführt, andere lassen sich leicht finden. Natürliche Dünenkomplexe werden im Zuge von Küstenschutzmaßnahmen verändert, ebenso die Lebensräume eines aktiven Kliffs, wenn durch Küstenschutzmaßnahmen der Abtrag behindert wird.

Ein weiteres Beispiel, in das auch die ökonomischen Interessen einfließen, sind Eindeichungen von Küstenüberflutungsräumen. Küstenüberflutungsmoore und Salzwiesen wurden an der Ostseeküste jahrhundertlang als Weiden genutzt. Auf ihnen bildete sich eine an die besonderen Gegebenheiten (Überflutung,

Salzwassereinfluss) angepasste Flora und Fauna aus. Im Zuge der Intensivierung der Landwirtschaft wurden diese Flächen eingedeicht, und die Ökosysteme gingen verloren.

Heute wird angestrebt, die Belange des Naturschutzes im Küstenschutz zu bewahren. Im Leitbild zum Küstenschutz in Schleswig-Holstein heißt es, dass Natur und Landschaft bei der „Ausführung von Küstenschutzmaßnahmen soweit wie möglich geschont werden“ sollen. Außerdem sollen alle Küstenschutzmaßnahmen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung durchgeführt werden. Küstenschutz hat jedoch immer Vorrang vor anderen Interessen, auch vor denen des Naturschutzes.

Küstenschutzmaßnahmen sind nur einer von vielen Faktoren, durch die der Mensch das Erscheinungsbild der Küste prägt. Der Tourismus, die Landwirtschaft und die Besiedlung sind weitere. Die Menschen rücken immer näher an die Küste heran. Hotelanlagen oder Golfplätze werden häufig direkt an die Uferlinie gebaut. Dieses zieht wiederum die Notwendigkeit nach sich, Maßnahmen gegen Hochwasser zu ergreifen. Auch Hafenanlagen, Windkraftanlagen und andere Wirtschaftsjekte führen zu einer Bebauung der Küste und den vorgelagerten Gewässern. Oft werden bei der Erschließung bisher unberührter Küstenabschnitte Naturräume zerstört und verändert.

### Brennpunkt Küstenzone

Weltweit leben 20 % aller Menschen weniger als 25 km und 39 % weniger als 100 km von der Küste entfernt. Während in Deutschland nur ca. 15 % aller Einwohner innerhalb eines 100 km breiten Streifens an der Küste wohnen, sind es z.B. in Dänemark 100 %, in Schweden 88 % oder 99 % in Großbritannien. Dies zeigt, wie wichtig dieses Gebiet für den Menschen ist, und gibt einen Hinweis auf die ökonomische Bedeutung der Küstengebiete. Das Bevölkerungswachstum und die ökonomische Bedeutung der Küstenregionen werden in Zukunft noch ansteigen. Dabei wird davon ausgegangen, dass in Europa gerade der Ostseeregion eine zentrale Rolle zukommt.

Die Ostsee ist seit dem Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts kein politisch trennendes Meer mehr, sondern das, was sie auch über die Jahrhunderte vorher gewesen ist: ein Gewässer, das die



Abbildung L5: Im Hafen von Gdansk, Polen.  
Foto (c) G. Schernewski, EUCC-D

## Und wie sieht es woanders aus?

Auch wenn der Meeresspiegelanstieg in unseren Breiten einiges an Land verschlingen wird, sind wir doch in der Lage, uns in den nächsten Jahrzehnten mehr oder weniger dagegen zu schützen. Anders sieht es in anderen Gegenden der Welt aus, in denen die bewohnten Gebiete nur knapp über dem Meeresspiegel liegen oder in Ländern, die nicht, wie die westlichen Industrienationen die Mittel besitzen, um jedes Jahr Millionen in den Küstenschutz zu investieren.

Ein Anstieg des Meeresspiegels um 30-50 cm würde einer australischen Studie zufolge dazu führen, dass große Teile Bangladeschs, Indiens und Vietnams überschwemmt würden und die Inselgruppe Kiribati, die Malediven und die Fidschi-Inseln auf einen Bruchteil ihrer heutigen Fläche reduziert werden. Hunderte Millionen Menschen wären dann davon betroffen.

Länder an ihren Ufern verbindet. Dies gilt nicht nur in kultureller und politischer Hinsicht, sondern auch in einem großen Maße für die wirtschaftlichen Aktivitäten.

Aus diesem Grund wird in Europa besonders der Ostseeregion ein starker Anstieg der Bevölkerungszahlen und ein starkes wirtschaftliches Wachstum in der Küstenregion vorhergesagt. Bereits im Jahr 2000 wurden 6 % des Welthandels im Ostseeraum erwirtschaftet, und durch die Erweiterung der EU hat die Bedeutung der Region noch einmal zugenommen.

Dieses führt zu einer vielfältigen Nutzung der Küstenregion durch den Menschen. Zu den Einflüssen, Interessen und Nutzungen in den europäischen Küstenzonen gehören unter anderem Häfen und maritime Industrien, Küstenfischerei, öffentlicher Strand- und Wasserzugang, Verkehr, öffentliche Gesundheit, Ausbreitung von Städten und der Schutz von Landschaften und Kulturerbe. Die Themen Überdüngung und Fischerei sind in den entsprechenden Kapiteln (siehe Kapitel M Eutrophierung, Kapitel N Fischerei) ausführlich erläutert. Im Folgenden soll als Beispiel auf eine weitere wichtige Nutzung der Küste eingegangen werden, den Tourismus.

### Tourismus

Gerade in den ländlichen Regionen der deutschen Ostseeküste ist neben der Landwirtschaft der Tourismus einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren. Nach

Bayern liegen die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf dem 2. und 3. Platz der beliebtesten Reiseziele der Bundesbürger im Jahr 2005. Dabei ist sicher auch der Zugang zur Küste von großer Bedeutung.

## Küstenschutzmaßnahmen

### Buhnen

Buhnen sind Reihen von Holzpfählen, die quer zur Küste in das Wasser gezogen werden. Sie bewirken eine seewärtige Verlagerung der uferparallelen Brandungsströmung. Dadurch lagert sich in den Buhnenfeldern Sand ab und die Wassertiefe nimmt ab. Die Folge ist eine Abnahme der Kraft der Wellen, die dann gebremst an Land auflaufen und einen Teil ihrer Energie bereits verloren haben. In Mecklenburg-Vorpommern gibt es ungefähr 1000 Buhnen, die 40-80 m weit in die See hineinreichen. Die Lebensdauer dieser Anlagen beträgt etwa 40-80 Jahre.



Abbildung L6: Buhnen auf der Halbinsel Hel.  
Foto (c) G. Schernewski, EUCC-D

Allerdings sind viele der Buhnen von der Bohrmuschel *Teredo navalis* befallen. Diese Muschelart bohrt sich in das Holz und zerstört auf diese Weise die Anlagen.

Versuche mit Kunststoff und Stahl erbrachten noch keine brauchbaren Ergebnisse. Als Alternativen kämen nur imprägnierte Kiefernholzpfähle oder bohrmuschelresistentes Holz in Frage. Das Imprägnieren der Pfähle birgt jedoch die Gefahr, dass die Gifte in das Wasser ausgewaschen werden. Aus diesem Grund hat man sich entschieden, FSC-zertifiziertes (FSC – Forest Stewardship Council) Tropenholz aus nachhaltiger Bewirtschaftung als Übergangslösung zu verwenden, bis eine Methode gefunden wird, das Holz so zu imprägnieren, dass der Befall verhindert werden kann.

### Sandaufspülungen

Sandaufspülungen erhöhen den Grund und nehmen so den anlaufenden Wellen die Energie, bevor sie auf das Ufer prallen. In Mecklenburg-Vorpommern werden etwa ein Drittel der für den Küstenschutz zur Verfügung stehenden Gelder für Sandaufspülungen verwendet, das sind zur Zeit etwa 15 Mio. €. Aufspülungen finden auch in Buhnenfeldern statt, wo der Sand nicht leicht wieder weggespült wird.

Der Sand wird mit Hilfe von Saugbaggern vom Meeresgrund gewonnen. Hierbei wird allerdings nicht nur der Sand, sondern auch alle Tiere, die in ihm siedeln, mit aufgesaugt. Damit stellt er einen erheblichen Eingriff in das Ökosystem dar.

### Deiche

Die Seedeiche an der Ostseeküste haben eine Höhe von etwa 3,5-4,5 m. Die Höhe richtet sich nach dem Bemessungshochwasserstand. Das heißt aus dem höchsten gemessenen Hochwasserstand plus dem Meeresspiegelanstieg. Im Fall der Ostseeküste ist dies das Hochwasser von 1872 plus 15 – 25 cm.

### Dünen

Neben den Deichen oder in Kombination mit diesen sorgen in den Flachküstenabschnitten der Ostsee auch Dünen für den Schutz vor Hochwasser. Als „Küstenschutzdüne“ werden dabei solche Dünen bezeichnet, die bestimmte Mindestwerte an Höhe, Breite und Volumen vorweisen können, um den Belastungen standzuhalten. So muss eine Düne, bei einer Höhe von 3,5 m ü. NN 40-45 m breit sein, da bei einer Sturmflut ein erheblicher Teil der Düne weggespült wird. Neben den Deichen werden oft auch andere Schutzmaßnahmen (Sandvorspülungen, Deckwerk) mit den Dünen kombiniert.

Die deutsche Ostseeküste ist die am stärksten genutzte Küste von allen Anrainerstaaten. Das erste deutsche Seebad wurde 1793 in Heiligendamm (Mecklenburg) gegründet. Auch vorher hatte es schon Besucher an der Ostsee gegeben, aber mit dem Bau spezieller Siedlungen und Anlagen für die Gäste be-

gann die Umstrukturierung nicht nur der Landschaft, sondern auch der sozialen Strukturen. Fischer und Bauern wurden zu Dienstleistern, die bald im Hauptberuf im Erholungsbetrieb arbeiteten.

Im Jahr 2005 wurden in Mecklenburg-Vorpommern

insgesamt 5,1 Mio. Gäste und 21,2 Mio. Übernachtungen gezählt. In Schleswig-Holstein waren es an der Ostseeküste 2,3 Mio. Gäste und insgesamt fast 10 Mio. Übernachtungen. Die wichtigsten Reiseziele in Mecklenburg-Vorpommern sind Usedom und Rügen. Wenn man sich einmal die Zahlen der Übernachtungen in Binz auf Rügen ansieht, wird die Bedeutung des Tourismus für die Regionen deutlich: 1998 gab es hier 3,4 Mio. Übernachtungen, rund ein Viertel der Gesamtzahl in Mecklenburg-Vorpommern. Auf 6027 Einwohner kamen 1 369 805 Übernachtungen.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Tourismus in der Küstenregion wird deutlich, wenn man bedenkt, dass der Gesamtjahresumsatz durch Tourismus allein in Schleswig-Holstein 2005 rund 4,5 Mrd. Euro betrug. Doch der Tourismus hat auch vielfältige negative Auswirkungen, mit denen sich die Küstenbewohner – und auch die Besucher – auseinandersetzen müssen. Im Folgenden sind nur einige Beispiele genannt.

Die Auswirkungen auf Natur und Landschaft sind auch für den Gast an einem Ferienort oft deutlich zu sehen. Vor allem Bauprojekte wie Hotels, Straßen und Parkplätze brauchen Platz und führen zu einem Verlust von Natur- und Kulturlandschaften. Auch ist oft eine erhöhte Erosion an den Dünen touristisch genutzter Strände festzustellen, zum Beispiel durch „wilde“ Strandzugänge. So ist in Deutschland seit 1900 aufgrund von Tourismus ein Rückgang der Dünen um 15-20 % zu verzeichnen.

Noch immer nutzen die meisten Urlauber das Auto zur Anreise, und auch am Ferienort wird es gebraucht, um verschiedene Ziele anzusteuern. Dieses führt zu einer hohen Belastung mit Abgasen und Lärm in den betroffenen Gebieten, besonders, wenn es sich um Orte mit wenigen Zufahrten (z.B. auf Inseln) handelt. Auch der Wasserverbrauch und das Abfallaufkommen erhöht sich in der Saison erheblich.



Abbildung L7: Tourismus in Zelenogradsk, Russland.  
R. Thamm, EUCC-D ([www.eucc-d.de](http://www.eucc-d.de))

Neben diesen Effekten auf Landschaft und Natur führt der Massentourismus auch zu sozialen Veränderungen. Hierzu gehört der Verlust der kulturellen Identität durch die Aufgabe von Traditionen und Berufen und die Vereinheitlichung des Erscheinungsbildes der Küstenstädte durch Hotels und Gaststätten. Steigen die Grundstückspreise, so dass sich die einheimische Bevölkerung es nicht mehr leisten kann, hier zu leben, kommt es zu einer Verdrängung der einheimischen Bevölkerung.

Um diesen Problemen zu begegnen und Lösungen zu entwickeln, braucht die Küstenregion nachhaltige Tourismuskonzepte und ein nachhaltiges Tourismusmanagement. Auch der Tourismus selbst profitiert davon, denn Natururlaub steht auf Platz zwei der Rangliste der meist gewünschten Urlaubsformen. Immer mehr Urlauber möchten gerne Naturerlebnisse in ihrer Freizeit haben.

Weitere Probleme und Konflikte der Küstenregionen werden im Bericht der Europäischen Kommission (2001) aufgeführt.

- Rückgang der Fischwirtschaft
- schlechte Planung der Verkehrsnetze
- zunehmende „Verstädterung“
- Erosion
- Verschmutzung
- Zerstörung von Lebensräumen

Alle Interessen und Nutzungen an der Küste interagieren miteinander und stehen wegen gegensätzlicher Ansprüche häufig im Konflikt. Um diese unterschiedlichen Interessen und Konflikte zu managen, bedarf es verschiedener Maßnahmen und Vorgehensweisen. Eine davon ist das Integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM), das im Folgenden kurz vorgestellt wird.

### Lösungsweg IKZM

Das Integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM) ist eine Methode, den unterschiedlichen Ansprüchen an die Küste gerecht zu werden. Dabei bietet das IKZM keine pauschale Lösungen, sondern fördert vielmehr einen Prozess, in dem alle beteiligten Interessenten gemeinsam Lösungen für die jeweiligen Probleme finden sollen.

Das IKZM stützt sich auf folgende Grundsätze (Europäische Kommission 2001):

- umfassende ganzheitliche Betrachtung der Probleme in ihrem wechselseitigen Zusammenhang
- Entscheidungsfindung aufgrund verlässlicher Daten und Informationen

- Ausnutzung natürlicher Prozesse
- Anpassungsfähigkeit für unvorhersehbare künftige Entwicklungen
- Einbeziehung aller Akteure und sämtlicher in Frage kommenden Verwaltungsstellen
- Einsatz einer Kombination von Instrumenten (Gesetze, Pläne, Wirtschaftsinstrumente, Informationskampagnen, Lokale Agenda 21, freiwillige Abkommen, Förderung vorbildlicher Vorgehensweisen usw.)

IKZM heißt demnach nicht nur Umweltpolitik. „Zwar ist der Schutz der natürlichen Ökosysteme eines der wichtigsten Ziele der Strategie, doch zielt ein IKZM auch auf die Verbesserung des wirtschaftlichen und sozialen Wohlergehens der Küstenzonen ab (...). In den Küstenzonen sind die ökologischen und sozio-ökonomischen Ziele von vornherein miteinander verknüpft.“ (Europäische Kommission 2001)

Diese Grundsätze machen deutlich, dass es sich beim IKZM nicht um ein einheitliches allumfassendes Konzept handelt, sondern dass das Küstenzonenmanagement grundsätzlich regionalen Charakter haben muss, um den besonderen Problemen und Konflikten einer Region gerecht zu werden.

Wer sich intensiver mit dem Thema befassen möchte, dem seien die Internetseiten [www.ikzm-d.de](http://www.ikzm-d.de) empfohlen. Hier finden sich Informations-, Lern-, und Lehrmodule zu den Themen Küste, Meer und Integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM) mit einem großem Fundus an Hintergrundwissen und Fallbeispielen zu den verschiedenen Konflikten in der Küstenzone.

## II. Literatur und Internetquellen

Da das Thema eine weitaus größere Dimension hat als hier dargestellt, möchten wir allen, die sich näher dafür interessieren, das Informationsportal zum Integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM) [www.ikzm-d.de](http://www.ikzm-d.de) und die Seiten des Vereins EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V. unter [www.eucc-d.de](http://www.eucc-d.de) empfehlen, aus denen wir einen großen Teil der hier zusammengetragenen Informationen entnommen haben. Hier ist eine große Vielfalt an Informationen, Lehr- und Lehrmaterialien und aktuellen Darstellungen zum Thema zu finden.

---

### **Titel / Webadresse**

---

Anonymus (2000): Die Ostseeregion – Chancen und Risiken einer Wachstumsregion zunehmender weltweiter Bedeutung. Deutscher Bundestag Drucksache 14/4460, Nov. 2000 :  
[http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Bundestag\\_Ostsee.pdf](http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Bundestag_Ostsee.pdf)  
(Abruf am 01.04.2007)

---

Sturmfluten an der Ostsee häufen sich. Ostseezeitung vom 31.08. 2005  
online unter [www.ikzm-d.de/infos/pdfs/6\\_Presse\\_K\\_stenschutz.pdf](http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/6_Presse_K_stenschutz.pdf)  
(Unter „Küstenschutz und Hochwasser“)

---

„Der Klimawandel droht Inseln und Atolle zu versenken“  
<http://www.3sat.de/3sat.php?www.3sat.de/nano/bstuecke/104687/index.html> (Abruf am 01.04.2007)

---

EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V. unter [www.eucc-d.de](http://www.eucc-d.de)

---

Europäische Kommission (Hrsg.) (2001): EU-Brennpunkt – Küstenzonen. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. 29 S.  
[http://www.ikzm-strategie.de/dokumente/eu\\_2001\\_eu\\_brennpunkt\\_kuestenzonen.pdf](http://www.ikzm-strategie.de/dokumente/eu_2001_eu_brennpunkt_kuestenzonen.pdf) (Abruf am 9.04.2010)

---

Heinrich, K., Hofer, N. & Kirschner, C. (2006): Küstenschutzwälder - Biologischer Küstenschutz in Mecklenburg-Vorpommern.  
<http://www.ikzm-d.de/main.php?page=129> (Abruf am 01.04.2007)

---

Hempel, G. et al. (2006). Faszination Meeresforschung. Verlag H.M. Hausschildt GmbH, Bremen.

---

Informationsportal zum Integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM) [www.ikzm-d.de](http://www.ikzm-d.de)

---

Kremer, B., Gosselck, F. & Janke, K. (2005): Der große Kosmos Naturführer Strand und Küste Nord- und Ostsee. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & CoKG, Stuttgart.

---

Kolf, C. (2006): Meeres- und Küstentourismus.  
<http://www.ikzm-d.de/main.php?page=49,911> (Abruf am 31.3.2007)

---

Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (1995): Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz Mecklenburg-Vorpommern. (steht online)

---

---

**Titel / Webadresse**

---

Ministerium für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (2001): Generalplan Küstenschutz. Integriertes Küstenschutzmanagement in Schleswig-Holstein. (steht online)

---

Reynolds, A. (2004): Meeres- und Küstentourismus: Entwicklungen und Perspektiven.  
[http://www.ikzm-d.de/seminare/pdf/MS\\_Ostseeregion\\_Reynolds.pdf](http://www.ikzm-d.de/seminare/pdf/MS_Ostseeregion_Reynolds.pdf) (Abruf am 01.04.2007)

---

Rohde, N.-C. (2001): Badetourismus an der südlichen Ostsee.  
[http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/tourismus\\_sued.pdf](http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/tourismus_sued.pdf)  
(Abruf am 01.04.2007)

---

„Ostsee-Sturmflut 1872“ von Thomas Sävert  
<http://www.naturgewalten.de/sturmflut1872.htm>

---

Schernewski, G.: Integriertes Küstenzonenmanagement. Lehrbrief und Lernmodul für die weiterbildenden Fernstudiengänge Umweltschutz (Diplom) und Umwelt & Bildung (Master) der Universität Rostock.  
<http://www.ikzm-d.de/main.php?page=1,40> (Abruf am 01.04.2007)

---

Schernewski, G., Bock, S. & H. Sterr: Küstenatlas Ostsee  
Online unter: <http://www.ikzm-d.de/kuestenatlas/>

---

Schumacher, S. (2008): Sandstrände der deutschen Ostseeküste – Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. IKZM-Oder Berichte 53.  
<http://www.ikzm-oder.de/download.php?fileid=3400> (Abruf am 09.04.2010)

---

Steigüber, K. (2001): Badetourismus in der nördlichen Ostsee.  
[http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/tourismus\\_nord.pdf](http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/tourismus_nord.pdf)  
(Abruf am 01.04.2007)

---

Urban, C. (2001): Küstenschutz im Ostseeraum: Landseitige Maßnahmen.  
[http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/kuestenschutz\\_land.pdf](http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/MSOstsee/texte/kuestenschutz_land.pdf)  
(Abruf am 01.04.2007)

---

Unterrichtsmaterial für den 7.-9. Jahrgang zum Thema Strand (Sand, Pflanzen und Dünenentstehung)  
Reihe: Unterricht Biologie (1993), Heft 186. Thema des Hefts: „Ostsee“  
Inhaltsverzeichnis und Zusammenfassungen stehen im Internet auf den Seiten des Friedrich Verlag.

---

Vorlauf, A. (2005): Fallstudie Bürgerbeteiligung im Küstenschutz - Timmendorfer Strand & Scharbeutz.  
<http://www.ikzm-d.de/modul.php?show=16> (Abruf am 06.05.2010)

---

Weiss, D. (1996): Küstenschutz und Großbaumaßnahmen im Seeraum. In: Lozán et al. (1996):  
Warnsignale aus der Ostsee. Parey.

---

Die Webseite WEBGEO stellt internetbasierte Lehr-/Lernmaterialien zur Geographie zur Verfügung.  
Unter anderem zur Küstenklassifikation und zum Darß  
[http://www.webgeo.de/g\\_006/](http://www.webgeo.de/g_006/) (Abruf am 09.04.2010)  
<http://www.webgeo.de/darss/> (Abruf am 09.04.2010)

---

### **III. Arbeitsanleitungen**

#### **III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen**

Wenn man die Küste nicht nur als einen Ort betrachtet, an dem Meer und Land unmittelbar zusammenstoßen, sondern auch als einen Raum, in dem natürliche Prozesse und menschliche Aktivitäten in engem Zusammenhang stehen, ergeben sich daraus viele Anknüpfungspunkte zu den anderen Themen dieses Handbuchs.

Bei einer eher wissenschaftlichen und naturkundlichen Betrachtung bietet sich die Verknüpfung der Küstenformen mit der Geologie und Entstehung der Ostsee an (Kapitel D). Auch die Ozeanografie (Kapitel E) lässt sich hier einbringen.

Die Einflüsse menschlicher Nutzung auf die Küstenregion lassen sich mit den Themen Eutrophierung (Kapitel M) und Fischerei (Kapitel N) erweitern.

Einige Spiele und Aktionen, die Sie am Strand durchführen können, finden Sie im Kapitel C Spiele und Aktivitäten.

#### **III.2 Methoden und Aktivitäten**

Die Küste hat auf viele Menschen eine besondere Wirkung. Der Blick auf das Meer, der Wind und das Geräusch der Wellen laden dazu ein, die Gedanken einmal schweifen und – wo möglich – loszulassen und Luft zu holen vom Alltag.

An der Küste gibt es viele Orte, die von uns Menschen als „schön“ empfunden werden. Das sind nicht nur die natürlichen Dinge, wie ein Küstenwald, der bis an den Strand heranreicht, der Blick von einem Steilufer zum Horizont oder der kleine Kieselstein, den wir mit nach Hause nehmen. Auch alte Fischerhäuser, Leuchttürme oder die Kutter im Hafen bilden immer wieder Ansichten, die als Motiv für Fotos und gemalte Bilder oder als schöne Erinnerungen mitgenommen werden können.

Auf einer Ausfahrt oder einem Aufenthalt am Meer sollten diese Aspekte nicht vernachlässigt werden. Allen Teilnehmern sollte immer genügend Zeit eingeräumt werden, das Meer und die Küste zu erleben, sei es in eigener Freizeit oder unter der Anleitung des Fahrtleiters.

Das IKZM-Oder Projekts beschäftigt sich mit Nutzungskonflikten an der Odermündung (Tourismus, Küstennutzung, Klimaänderung). <http://www.ikzm-oder.de/startseite.html>

Auch die feste Fehmarnbeltquerung ist ein Beispiel für einen Nutzungskonflikt.

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

## Küstenbeobachtungen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Teilnehmer werden zur eigenen Beobachtung der Küste angeregt.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	beliebig
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	vom Schiff aus	<b>Vorbereitungen</b>	Bildung von Gruppen Austeilung der Arbeitsbögen.
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anregende Infomaterialien *</li> <li>• Fernglas</li> <li>• Schreibmaterial</li> <li>• Digitalkamera</li> <li>• Arbeitsbögen (siehe auch Literatur und Internetquellen)</li> </ul>		

### Hintergrund

Meist segelt man während einer Ausfahrt in der Nähe der Küste und fährt oft an Dingen vorbei, die man nicht wahrnimmt oder nicht richtig einordnen kann. Dabei gibt es in den Häfen und am Ufer Vieles zu entdecken. Mit Hilfe von kleinen Aufträgen lässt sich der Blick der Teilnehmer leicht auf bestimmte Dinge oder Zustände lenken, die sonst nicht wahrgenommen werden.

### Durchführung

Die Teilnehmer bilden Gruppen und bekommen den Auftrag, auf bestimmte Aspekte der Küste besonders zu achten oder diese näher zu untersuchen. Als Anregungen werden Bögen mit Aufgaben verteilt.

Die Durchführung kann auf eine kurze Zeitspanne beschränkt sein (z.B. während einer bestimmten Fahrtstrecke) oder sich auf die ganze Ausfahrt erstrecken. Während der Landgänge können ebenfalls Beobachtungen gemacht oder Informationen gesammelt werden.

Je nach Schwerpunkt können verschiedene Themen behandelt werden. Als Beispiel werden folgende Aufgaben genannt:

#### Küstenstrukturen:

Die Küste weist verschiedene Strukturen auf. Welche kann man vom Schiff aus erkennen?  
Wie entstehen diese Strukturen? Welche Kräfte formen die Küste?

#### Vogelbeobachtung:

Gerade am Ufer und in geschützten Bereichen sieht man – je nach Jahreszeit – verschiedene Vögel.

Welche Vögel sehen Sie?

Wo befinden sich diese Vögel?

#### Küstennutzung:

Welche verschiedene Arten von Nutzungen (Hotels, Badestrand, Landwirtschaft, Häfen,...) kann man an der Küste erkennen? Wie beeinflusst diese Nutzung die Küste?

**Fischerei:**

In den Küstengewässern stehen verschiedene Fanggeräte im Wasser.

Welche unterschiedlichen Arten kann man erkennen? Wo stehen besonders viele?

Welche Fische werden in der Region gefangen?

Fragen Sie im Hafen die ansässigen Fischer, welche Fische sie fangen. Welche Geräte benutzen sie dazu?

Gab es Veränderungen in der Fischerei in den letzten Jahren?

**Auswertung**

- Die Teilnehmer stellen sich gegenseitig ihre Beobachtungen vor, eventuell mit der Hilfe von Zeichnungen, Collagen und anderen kreativen Ideen
- Die Beobachtungen können Ausgangspunkt für ein Rollenspiel sein. Material hierfür finden Sie in der Ausfahrtenkiste.

**Weitere Aktivitäten**

In der Ausfahrtenkiste finden Sie Material und eine Anleitung für ein Rollenspiel, bei dem es um die verschiedenen Interessen und Ansprüche bei der Einrichtung eines Schutzgebietes an der Küste geht.

# Eutrophierung

Zusammengetragen von Anne Wagner,  
Björn Steinborn und Nicole Langhanki

## Kurzinformation

Der erste Teil gibt eine kurze Einführung in die Grundlagen: Begriffsdefinition Eutrophierung, Pflanzennährstoffe, Düngung sowie Herkunft und Menge der Einträge in die Ostsee.

Im zweiten Teil werden die Auswirkungen des Nährsalzeintrages auf das Ökosystem der Ostsee dargestellt.

Der dritte Teil zeigt nachvollziehbare Zusammenhänge zwischen eutrophierungsbedingten Veränderungen in der Ostsee und negativen Folgen für die Wirtschaftszweige Tourismus und Fischerei auf.

Der vierte Teil benennt Maßnahmen zur Senkung der Einträge und der internen Belastung der Ostsee und beschäftigt sich mit dem Erfolg der bisherigen Maßnahmen.

## Kapitel M Eutrophierung

### Inhaltsverzeichnis

<b>Teil 1 Grundlagen</b>	<b>M3</b>
<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>M3</b>
<i>Definition Eutrophierung</i>	M3
<i>Was ist Düngung</i>	M3
<i>Was haben Pflanzennährstoffe mit meinem Körper zu tun?</i>	M3
<i>Einträge</i>	M4
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>M6</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>M7</b>
Entfärben von Sand	M7
Erosion zum Anfassen	M8
Düngung eines Aquariums	M9
<b>Teil 2 Die Auswirkungen auf das Ökosystem</b>	<b>M10</b>
<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>M10</b>
<i>Zunahme des Phytoplanktons</i>	M11
<i>Rückgang der Blasentang- und Seegrass-bestände</i>	M11
<i>Zunahme fädiger benthischer Makroalgen</i>	M11
<i>Zunahme des Zooplanktons</i>	M12
<i>Blualgen und Eutrophierung</i>	M12
<i>Sauerstoffmangel</i>	M13
<i>Änderung der Bodenlebensgemeinschaften</i>	M13
<i>Änderung der Fischartengemeinschaft</i>	M13
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>M14</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>M17</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Erarbeitung eines Schaubildes zu den Folgen der Eutrophierung	M18
Vergleich eines nährstoffarmen mit einem nährstoffreichen Standort	M19
Gruppendiskussion	M20
III.3 Anhang	
Fließschema Folgen der Eutrophierung	M21
<b>Teil 3 Auswirkungen auf die menschliche Gesellschaft</b>	<b>M22</b>
<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>M22</b>
<i>Auswirkungen auf den Erholungswert einer Küstenregion</i>	M22
<i>Auswirkungen auf die Fischerei</i>	M22
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>M23</b>
<b>Teil 4 Maßnahmen zur Senkung der Belastung und ihre Erfolge</b>	<b>M25</b>
<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>M25</b>
<i>Internationale Vereinbarungen</i>	M25
<i>Ausgewählte Maßnahme: Kläranlagen</i>	M25
<i>Ausgewählte Problematik: konventionelle Landwirtschaft und Tierproduktion</i>	M26
<i>Wie können Nährstoffe aus der Ostsee verschwinden?</i>	M26
<i>Was kann der Einzelne zur Minderung der Nährstoffeinträge tun?</i>	M27
<i>Welche Erfolge konnten durch die Maßnahmen erzielt werden?</i>	M27
<i>Rückgang der eutrophierungsbedingten Veränderungen im Ökosystem Ostsee</i>	M28
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>M29</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>M32</b>
II.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
Vorschläge für weitere Projekte	M32

## Teil 1 Grundlagen

### I. Fachlicher Hintergrund

#### Definition Eutrophierung

Eutrophierung, umgangssprachlich auch als Überdüngung bezeichnet, meint die Zunahme von düngenden stickstoff- und phosphathaltigen Stoffen in einem Gewässer und die damit einhergehende Steigerung des Pflanzenwachstums. Eine mögliche Definition für Eutrophierung ist: „Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen, insbesondere mit Stickstoff- und/oder Phosphorverbindungen, die zu einem vermehrten Wachstum von Algen und höheren Formen des pflanzlichen Lebens und damit zu einer unerwünschten Beeinträchtigung des biologischen Gleichgewichts und der Qualität des betroffenen Gewässers führt“. Weitere Definitionen sind auf den Seiten des EUCC/IKZM zu finden. Mit Nährstoffen sind in diesem Kontext immer stickstoff- oder phosphorhaltige mineralische Pflanzennährsalze gemeint.

Ein Gewässer kann verschiedene Stufen des Nährstoffgehalts aufweisen, von sehr nährstoffarm zu sehr nährstoffreich. Die Fachbegriffe sind: oligotroph, mesotroph, eutroph, hypertroph. Die Einstufung erfolgt anhand von Referenzwerten und ausgewählten Parametern. Bevor der Mensch massiv Pflanzennährstoffe freisetzte, war die Ostsee ein sehr nährstoffarmes Meer, also oligotroph.

#### Was ist Düngung

Für ein besseres Verständnis ist es sinnvoll, sich mit den Grundlagen der Düngung und des Pflanzenwachstums vertraut zu machen.

Pflanzen betreiben Photosynthese, bei der aus Lichtenergie, Wasser und Kohlendioxid Glukose aufgebaut wird ( $C_6H_{12}O_6$ ). Zusätzlich werden Stickstoff und Phosphor von den Pflanzen in Form wasserlöslicher anorganischer Salze aufgenommen, Nitrat- und Ammoniumionen ( $NO_3^-$  bzw.  $NH_4^+$ ) dienen als Stickstoffquelle und Phosphationen ( $PO_4^{3-}$ ) als Phosphorquelle. Pflanzen benötigen noch Mikronährstoffe wie z.B. Kalium und Silizium. Diese spielen bei der Eutrophierung keine Rolle.

Stickstoff und Phosphor werden in eine Vielzahl organischer Verbindungen eingebaut, beispielsweise in die Erbsubstanz, Eiweißverbindungen (Aminosäuren) und den Energieträger der Zelle (ATP).

Um optimal wachsen zu können, brauchen Pflanzen Stickstoff (N) und Phosphor (P) in dem Verhältnis, in dem sie es auch in ihre Biomasse einbauen, nämlich im Verhältnis N:P=16:1. Dies bezeichnet man als das sogenannte Redfield-Verhältnis. Die tatsächlichen Verhältnisse in der Ostsee sind aber anders und variieren von Standort zu Standort. Der jeweils zu gering

vorliegende Nährstoff begrenzt so das Wachstum der Pflanzen einschließlich des Phytoplanktons. Dieses Prinzip wird (nach Liebig 1855) auch das Prinzip des Minimumfaktors genannt.

Möchte man erreichen, dass Pflanzen besonders gut wachsen, dass die Produktion also gesteigert wird, muss man jeweils den Nährstoff zugeben, der nicht in ausreichender Menge vorliegt. Diesen Vorgang nennt man Düngung, die in der Landwirtschaft schon lange genutzt wird.

#### Was haben Pflanzennährstoffe mit meinem Körper zu tun?

Konsumenten, wie der Mensch, müssen ihren Stickstoff- und Phosphorbedarf über die Nahrung decken. Könnte man unseren Körper in seine Elemente zerlegen, so enthielten 70 kg Körpergewicht einen Anteil von 1,4 kg Stickstoff und 0,7 kg Phosphor. Neben den oben genannten Beispielen findet sich im tierischen bzw. menschlichen Körper besonders viel Stickstoff in Proteinen, aus denen unsere Muskeln aufbauen sind, und in der Erbsubstanz DNA und besonders viel Phosphor in Knochen und Zähnen (Calciumphosphat). Stickstoff verlässt den Körper im Urin (Harnstoff). Aus toter organischer Masse, d.h. Kot, Blätter, tote Tiere, abgestorbene Pflanzen, wird Stickstoff und Phosphor im Zuge des bakteriellen Abbaus wieder freigesetzt.

Einträge

Das Problem der Eutrophierung beginnt nicht erst im Gewässer oder Meer selbst, sondern an Land. Eine Vielzahl menschlicher Aktivitäten setzt Stoffe frei, die als Pflanzennährstoffe wirken und so ist mittlerweile nahezu jedes Oberflächengewässer und Küstengebiet betroffen, das im Bereich von intensiver Landwirtschaft und hoher Besiedlungsdichte liegt. Die Ostsee ist als Binnenmeer mit einer geringen Wasseraustauschrate und einem im Verhältnis zur Größe des Meeres sehr großen Wassereinzugsgebiet besonders stark belastet.

Man trennt in Punktquellen, also Verursacher, die ihre Abwässer konzentriert an einer Stelle eingeleiten (Klärwerk, Industrieabwässer), und diffuse Quellen, also flächenhafte Verursacher (Abgase, Landwirtschaft). Die Eintragswege führen entweder über die Atmosphäre oder über belastetes Wasser der Flüsse und der Direkteinleiter. Insgesamt werden der Ostsee derzeit über belastetes Wasser jährlich 650 000 t Stickstoffverbindungen und 30 000 t Phosphatverbindungen zugeführt. Hinzu kommen noch 200 000 t Stickstoffverbindungen über die Atmosphäre. Zum Vergleich: mit der gesamten Stickstoffmenge könnten 40 000 km<sup>2</sup> Ackerfläche, also ein Drittel der

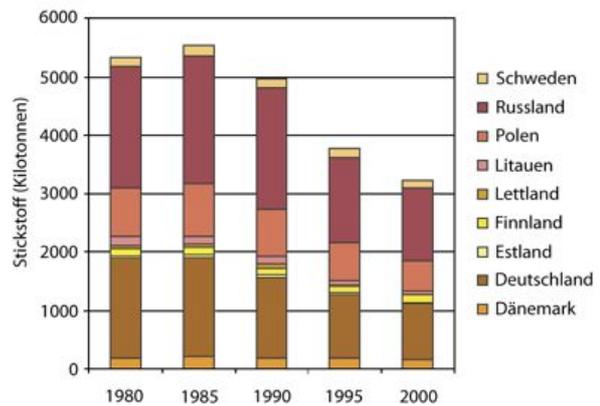


Abbildung M1: Jährlicher Stickstoff-Eintrag der HELCOM-Mitgliedsstaaten in die Atmosphäre zwischen 1980 und 2000 (aus HELCOM (2000): Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000. Baltic Sea Environment Proceedings No. 100)

Ackerfläche Deutschlands, gedüngt werden. Nach Informationen des WWF befindet sich heute in der Ostsee viermal so viel Stickstoff und achtmal so viel Phosphor als es zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Fall war.

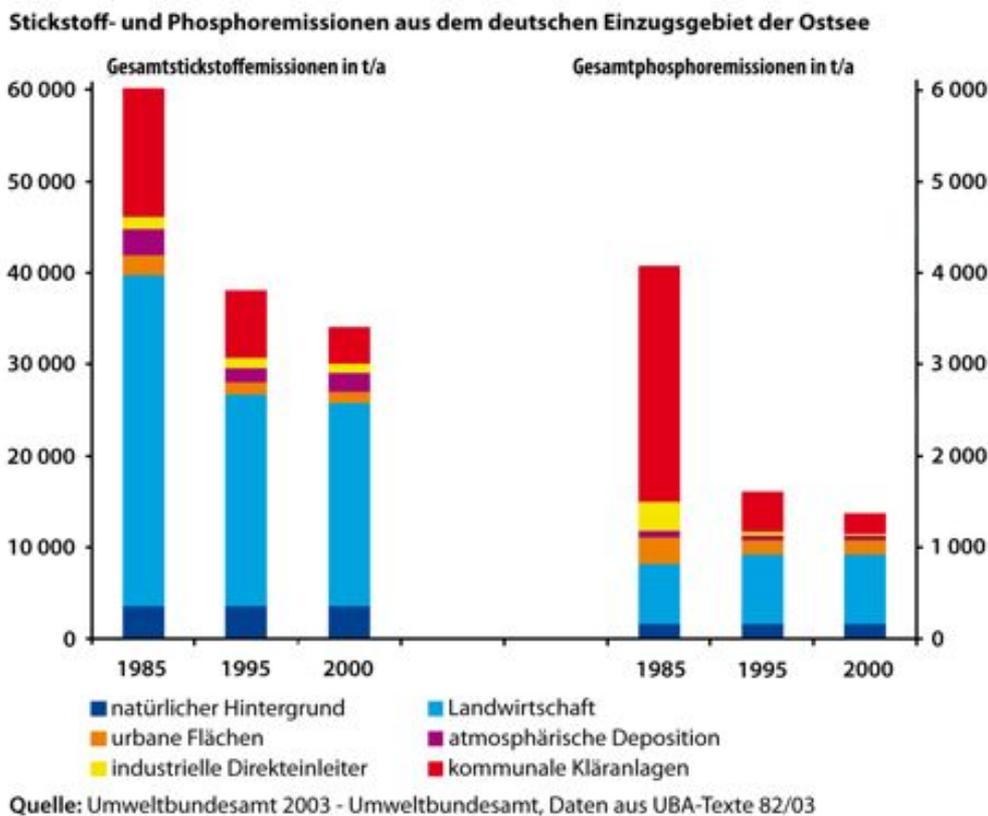


Abbildung M2: Stickstoff- und Phosphoremissionen aus verschiedenen Quellen, aus dem deutschen Einzugsgebiet der Ostsee

### Atmosphärische Einträge

Bei der Verbrennung von organischen Brennstoffen wie Erdöl, Kohle und Holz werden Stickoxide freigesetzt. Diese gelangen mit dem Wind über das Meer, wo sie mit dem Regen ins Meer gewaschen werden. Bei der intensiven landwirtschaftlichen Tierhaltung werden die Ausscheidungen der Tiere auf Felder ausgebracht und düngen große Mengen an Ammoniakdämpfen aus, die ebenfalls mit dem Niederschlag wieder in die Gewässer gelangen.

Diese Einträge nennt man atmosphärische Einträge. Sie machen im Falle der Ostsee fast ein Viertel aller Stickstoffeinträge aus. Phosphathaltige Stoffe werden in sehr viel geringerem Maß über den Luftweg transportiert, weil sich Phosphationen an Bodenpartikel binden und kaum leichtflüchtige Verbindungen bilden.

### Einträge über Zuflüsse

Wie im Kapitel „Dem Wasser auf der Spur“ (Kapitel E) beschrieben, hat die Ostsee ein Einzugsgebiet, das viermal so groß ist wie sie selbst. Alle Stoffe, die in die Flüsse gelangen, werden mit dem Wasser weitertransportiert. Werden sie dann nicht auf dem Weg zur Mündung auf dem Grund des Flusses abgelagert, gelangen sie in die Ostsee.

Ein Großteil der Nährstoffe, die so über die Flüsse eingetragen werden, stammt aus der Landwirtschaft. Mineraldünger und Gülle werden zur Düngung der Felder benötigt, und Gülle wird auf Feldern entsorgt. Die darin in großer Menge enthaltenen Nitrat- und Phosphatverbindungen werden aus dem Boden ausgewaschen und gelangen über das Grundwasser in die Flüsse. Stickstoffverbindungen wie Nitrat sind wesentlich wasserlöslicher als Phosphat, das sich an Bodenpartikel bindet. Deshalb gelangen ungleich mehr Stickstoffverbindungen in die Ostsee als düngende Phosphorverbindungen.

### Direkte Einleitungen

Menschliche Exkrememente, Grauwasser (Spülwasser, Waschwasser) und Abwässer aus den verschiedensten Industrien wurden in der Vergangenheit, d.h. vor dem Bau kommunaler Kläranlagen, meist direkt in Flüsse oder ins Meer geleitet. Durch die Abbauarbeit von Bakterien entstehen aus vielen der eingeleiteten Stoffe die Stoffwechselprodukte der Bakterien Ammonium, Nitrat und Phosphat, die wiederum in die Ostsee gelangen. Aus den direkten Einleitungen stammt ein Großteil des Phosphats in der Ostsee.

Auch heute ist der Einsatz von Kläranlagen nicht überall eine Selbstverständlichkeit. Der Grad der Entfernung von Pflanzennährstoffen aus dem Wasser richtet sich nach der technischen Ausstattung einer Anlage. Je nach Gesetzesvorgaben und finanzieller Ausstattung eines Landes ist der Nährstoffausstoß einer Kläranlage noch vergleichsweise hoch oder niedrig.

Ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Problem ist die Rodung der Wälder und die dadurch verursachte Erosion. Nach der Rodung wird die schutzlose nährstoffreiche Erde durch Niederschläge abgetragen und in Bäche und Flüsse gespült, die sie ins Meer transportieren. Wald wird in Europa für neues Ackerland und Holzgewinnung bereits seit über 3000 Jahren gerodet.

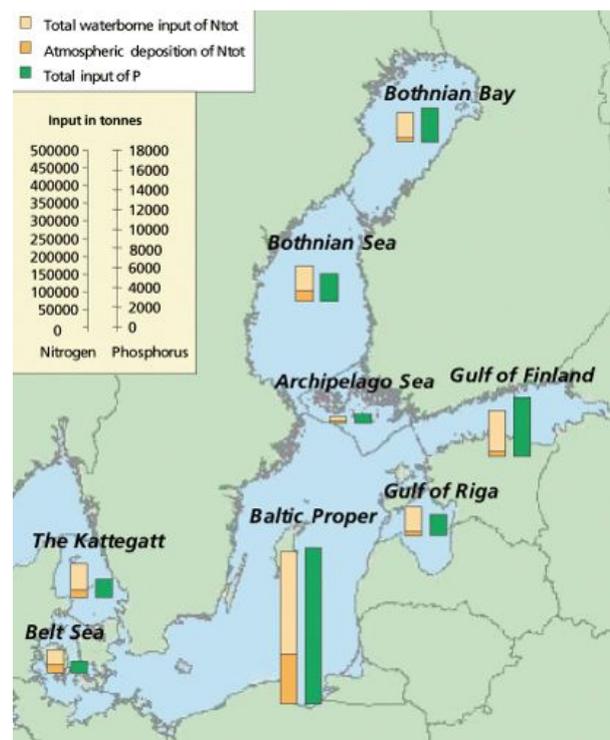


Abbildung M3: Gesamteintrag an Stickstoff und Phosphor in die Ostsee, aufgeteilt nach Unterregionen (aus HEL-COM (2000): Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000. Baltic Sea Environment Proceedings No. 100)

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfor
Helsinki Commission (2000): Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000. Baltic Sea Environment Proceedings No. 100 <a href="http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep100.pdf">http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep100.pdf</a> (Abruf am 06.05.2010)	Bericht der Helsinki Kommission zur Situation der Ostsee, der alle 5 Jahre aktualisiert wird
Herata, H. & U. Claussen (2006): Nährstoffbelastung und Eutrophierungszustand der Ostsee Online unter (Abruf am 06.05.2010) <a href="http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/a3_pub_gewsymp11_vortrag05_herata.pdf">http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/a3_pub_gewsymp11_vortrag05_herata.pdf</a>	Vortrag über den Eutrophierungsprozess in der Ostsee
Larcher, W. (1994): Der Mineralstoffhaushalt. In: Ökophysiologie der Pflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.	Weiterführendes Kapitel zum gesamten Mineralstoffhaushalt der Pflanzen mit guten Abbildungen.
Lozan, J.L. (1996): Warnsignale aus der Ostsee - Wissenschaftliche Fakten. Parey Buchverlag, Berlin.	Umfassendes und fundiertes Werk über den Lebensraum Ostsee, die anthropogenen Einflüsse und deren Auswirkungen
Maack, S. (2007): Eutrophierung in Meeren und Küstengewässern. Online unter: <a href="http://www.ikzm-d.de/modul.php?show=5">http://www.ikzm-d.de/modul.php?show=5</a>	Lernmodul des EUCC - Die Küsten Union Deutschland e.V. zur Eutrophierung. Gute Übersicht.
Nausch, G. (2006): Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2005. In: Meereswissenschaftliche Berichte No.66. Institut für Ostseeforschung Warnemünde. <a href="http://www.io-warnemuende.de/zustand-der-ostsee-2008.html">www.io-warnemuende.de/zustand-der-ostsee-2008.html</a>	Umfangreiche und fundierte wissenschaftliche Messdaten zu verschiedenen Parametern der Ostsee
Sommer, U. (2005): Nutzung mineralischer Nährstoffe. In: Biologische Meereskunde. Springer Verlag	Weiterführendes Kapitel zu Nährstoffen speziell im Meereskunde-Rahmen.
Umweltbundesamt: Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz – Schadstoffeinträge in die Meere. <a href="http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/sseidm/sseidm.htm">http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/sseidm/sseidm.htm</a> Dort auch als PDF	Seite des Umweltbundesamtes mit informativen Abbildungen zu Stickstoff- und Phosphateinträgen.
<a href="http://www.helcom.fi">http://www.helcom.fi</a>	Internet-Auftritt der Helsinki-Kommission, Wissenschaftliche Berichte, Hintergrundinformationen, Daten, Statistiken über den Zustand der Ostsee.

### III. Arbeitsanleitungen

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### Entfärben von Sand

<b>Kurzbeschreibung</b>	Durch das Entfärben von Sand wird das Auswaschen von Nährstoffen aus dem Boden nachempfunden.		
<b>Alter</b>	ab 4 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	15 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	2-6 Personen	<b>Räumlichkeiten</b>	
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	Am Tag zuvor muss Sand gefärbt und wieder angetrocknet werden.
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sand</li> <li>• Feines Sieb *</li> <li>• Farbe wie Tusche oder Tinte zum Färben des Sandes *</li> <li>• Gefäße zum Gießen und Flüssigkeit Auffangen *</li> </ul>		

#### Hintergrund

Die im Boden gebundenen Nährstoffe werden durch Regen ausgewaschen und über das Grundwasser in die Flüsse gespült, von wo sie weiter in die Ostsee transportiert werden. Das Auswaschen der Nährstoffe kann mit dieser Aktion veranschaulicht werden.

#### Durchführung

Zur Vorbereitung wird mindestens einen Tag vorher der Sand mit der Farbe gefärbt. Hierzu füllt man am besten den Sand in ein Gefäß und lässt ihn dort einige Zeit in gefärbtem Wasser stehen. Dann wird das Wasser über ein Sieb abgegossen und der Sand zum Trocknen stengelassen. Am kommenden Tag wird der Sand in ein feines Sieb gefüllt und mit klarem Wasser übergossen. Das Wasser wird in einem Behälter wieder aufgefangen und die Farbe beobachtet.

## Erosion zum Anfassen

<b>Kurzbeschreibung</b>	Waldboden und unbewachsener Erdboden werden im Hinblick auf die Erosion durch Wasser miteinander verglichen.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	ca. 20 Minuten
<b>Gruppengröße</b>	bis 30 Personen	<b>Räumlichkeiten/ Platzbedarf</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	In der Nähe muss ein Wald sein.	<b>Vorbereitungen</b>	2 Holz-Obstkisten folgendermaßen vorbereiten: mit Folie auslegen, am schmalen Ende eine Aussparung für den Wasserabfluss einsägen
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser</li> <li>• vorbereitete Obstkisten</li> <li>• 3 Messbecher</li> <li>• 2 Küchensiebe</li> </ul>		

### Durchführung

In die eine Obstkiste wird blanke Erde gefüllt, in die zweite möglichst natürlicher Waldboden (mit Bodenpflanzen, vielleicht kleinem Bäumchen, Moos, Laubstreu usw.).

Nun werden die Kisten so aufgestellt, dass sie ca. 45° aufrecht stehen, der Wasserabfluss nach unten zeigt und darunter ein Messbecher stehen kann.

Nacheinander werden in jede Kiste von oben 2 Liter Wasser gegossen und das Wasser dann in dem jeweiligem Messbecher, über dem das Sieb liegen soll, aufgefangen.

Nachdem bei beiden Kisten kein Wasser mehr läuft, können die beiden Messbecher und Siebe miteinander verglichen werden.

### Auswertung

Der Waldboden speichert einen Teil des Wassers, das den Boden außerdem wesentlich klarer wieder verläßt. Die ungeschützte Erde erodiert stark: fast das gesamte Wasser läuft schnell und stark verschmutzt in den Messbecher.

Quelle: Bayerische Staatsforstverwaltung: Waldpädagogischer Leitfaden - Waldpädagogik nicht nur für Förster.

## Düngung eines Aquariums

<b>Kurzbeschreibung</b>	Durch Zugabe von Spülmittel werden Aquarien unterschiedlich stark gedüngt.		
<b>Alter</b>	ab 6 Jahren	<b>Zeitaufwand</b>	mindestens eine Woche Beobachtungszeit, je nach Außentemperatur
<b>Gruppengröße</b>	beliebig	<b>Räumlichkeiten</b>	Die Aquarien müssen im Tageslicht stehen
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleine Aquarien *</li> <li>• Stifte zur Beschriftung der Aquarien</li> <li>• Spülmittel</li> <li>• Beobachtungsbögen und Stifte</li> <li>• Meerwasser</li> </ul>		

### Durchführung

Füllen Sie zwei oder mehr kleine Aquarien mit Ostseewasser und stellen sie diese an eine warme, helle Stelle. Fügen Sie den Aquarien unterschiedliche Mengen von Spülmittel zu (Mit Tropfen arbeiten! Und nicht vergessen, die Aquarien zu beschriften!). Ein Aquarium dient dabei zur Kontrolle und wird nicht mit gedüngt.

### Auswertung

Beobachten und dokumentieren Sie die Entwicklung des Planktons (= Grünfärbung des Wassers) in den unterschiedlichen Aquarien über mehrere Tage und mehrere Wochen.

## Teil 2 Die Auswirkungen auf das Ökosystem

### I. Fachlicher Hintergrund

Ursprünglich war die Ostsee in fast allen Bereichen ein an Pflanzennährstoffen armes Meer. Die Tier- und Pflanzengemeinschaften wurden von Arten getragen, die an diese Bedingungen gut angepasst sind. Als Folge des jahrzehntelangen kontinuierlichen Nährstoffeintrages kam es zu Verschiebungen im gesamten Ökosystem, mit denen sich das folgende Kapitel auseinandersetzt.

Die Einträge phosphor- und stickstoffhaltiger Stoffe aus der Industrie, dem Haushalt und der intensiven Landwirtschaft stehen den Pflanzen entweder direkt oder nach dem Abbau durch Bakterien zur Verfügung. Die Nährsalze wirken primär auf die Pflanzen des Meeres und sekundär, bedingt durch das veränderte Pflanzenwachstum, folgen dann die Auswirkungen auf die anderen Glieder der Nahrungskette. Die Effekte der Eutrophierung in der Ostsee sind: eine übermäßige Zunahme von fädigen benthischen Makroalgen, ein verstärktes Wachstum des pflanzlichen Planktons und damit einhergehend eine Zunahme von organischem Material, dessen Abbau zu Sauerstoffmangel führt, und schlussendlich eine veränderte Tier- und Pflanzenartengemeinschaft. Weil Nährstoffarmut ein wesentlich häufigerer Zustand in

der von Menschen unbeeinflussten Natur ist als Nährstoffreichtum, nimmt die Artenzahl in einem nährstoffreichen System in der Regel ab. Eine gute Übersicht über die Folgen bietet die Grafik im Anhang.

Lokale Eutrophierungsphänomene gab es wohl schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts in den stark mit Abwässern belasteten Bereichen. 1965 konnte man Veränderungen in der Bodenfauna in der Ostsee feststellen. Es gab damals aber keine gezielte Überwachung und Erforschung dieses Prozesses.

Die Einträge erhöhten zwar in allen Bereichen das Angebot an Pflanzennährstoffen, es bestehen jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Küstengewässern und der offenen Ostsee. Die offene Ostsee ist heute trotz gesteigerter Nährsalzkonzentrationen noch nährstoffarm. In den inneren Küstengewässern der Ostsee, den Bodden und Haffen, hat eine deutliche Verschiebung der sogenannten Trophiestufen je nach Ausgangslage von nährstoffarm (oligo- bis mesotroph) zu nährstoffreich (eutroph) bzw. von nährstoffreich zu sehr nährstoffreich (eutroph zu hypertroph) stattgefunden. Die Trophiestufe eines Gewässers wird aus verschiedenen Messwerten berechnet, u.a. Sichttiefe, Phosphat- oder Nitratkonzentration, Chlorophyll- und Sauerstoffgehalt. In Lampe (1996) findet sich eine anschauliche Grafik, wie sich die Trophiestufen in Mecklenburger Küstengewässern (Bodden und Außenküste) verschoben haben.

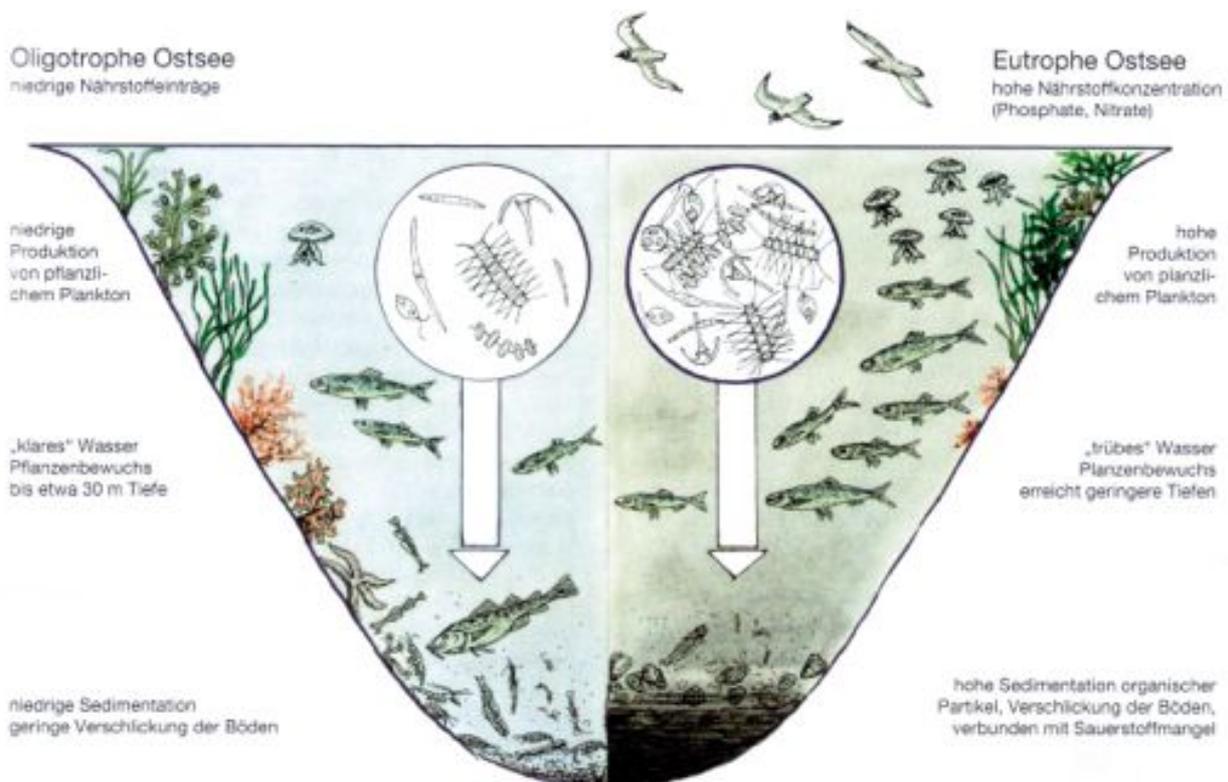


Abbildung M4: Sichtbare Folgen der Eutrophierung in der Ostsee. Links nährstoffarmer (oligotropher) und rechts nährstoffreicher (eutropher) Bereich der Ostsee (Schema). (Aus: F. Gosselck und M. von Weber (1997): Die Eutrophierung - ein Problem in der Wismar-Bucht. Meer und Museum, Band 13. Mit freundlicher Genehmigung.)

Die Gründe für die höheren Nährsalzkonzentrationen liegen in der Rückhaltefunktion der Küstengewässer. Die Böden speichern stickstoff- und phosphathaltige Stoffe (Faulschlamm, Bindung an Bodenpartikel), der Verdünnungseffekt ist nicht so groß, und der Wasseraustausch mit der offenen Ostsee ist besonders in den Bodden und Haffen eingeschränkt. Neben diesen groben Mustern ist die Ostsee, bedingt durch die unterschiedliche Besiedlung und Nutzung des Hinterlandes sowie der Artenzusammensetzung nicht überall gleichermaßen durch die Nährstoffeinträge verändert. Auf diese regionalen Unterschiede wird hier nicht eingegangen und im Zentrum stehen die Probleme der westlichen Ostsee. Eine gute Übersicht bietet die Arbeit der HELCOM zu diesen Spezialfragen.

### Zunahme des Phytoplanktons

Das pflanzliche Plankton (Phytoplankton) kann durch seine schnelle Teilungsrate die Nährsalze im Wasser besonders gut in Biomasse umsetzen und profitiert deshalb wesentlich stärker von den zusätzlichen Nährstoffen im System als Makroalgen und Seegräser. Die Gesamtbioasse des pflanzlichen Planktons und seine Produktivität ist in vielen Teilen der Ostsee stark angestiegen. Bedingt durch die Unterschiede in der Nährsalzkonzentration ist das Planktonwachstum in den Bodden, Haffen und anderen küstennahen Gebieten deutlich stärker als im offenen Meer.

Der Biomasseanstieg kann indirekt über die Abnahme der Sichttiefe nachgewiesen werden, mit der die Trübung des Wassers bestimmt wird. Je mehr Schwebstoffe im Wasser sind, z.B. pflanzliches Plankton, desto weniger tief kann man ins Wasser sehen. Das simple Verfahren (siehe auch Kapitel Ostseep plankton) wird bereits seit ca. 100 Jahren eingesetzt und erlaubt einen Vergleich der Sichttiefen von Anfang des 20. Jh. bis heute. Eine Ostseekarte, in der die Entwicklung der Sichttiefen seit 1900 eingetragen ist, findet sich bei Laamanen et al. 2005 (in den Literaturangaben). In den dort untersuchten acht Untergebieten der küstenfernen Ostsee ist heute die Sichttiefe, gemessen im Sommer, etwa um 2 bis 5 m geringer als zu Beginn des 20. Jh.

Eine bessere Methode ist die Bestimmung der Produktivität. Sie ist erst seit den 1950er Jahren technisch möglich. Die Phytoplanktonproduktion ist im zentralen Teil der Ostsee in der Zeit von 1970 bis 1985 etwa auf das 1,8fache der früheren Raten angestiegen. Eine Tabelle, in der die Verschiebung der Jahresprimärproduktion verschiedener Gebiete der offenen Ostsee von 1970-75 versus 1980-85 gezeigt wird, ist zu finden bei Horstmann & Hübel (1996).

### Rückgang der Blasentang- und Seegrasbestände

Seegras und Blasentang, die wichtigsten großen Bo-

denpflanzen der Ostsee, sind stark zurückgegangen und können offenbar nicht vom gestiegenen Nährsalzangebot profitieren. Weil die Seegraswiesen und Tangbestände vielen Arten als Nahrung, Schutz und Kinderstube dienen, verkleinerten sich wichtige Lebensräume mit dieser Entwicklung.

Über folgende Mechanismen wirkt sich die Eutrophierung negativ auf die Seegraswiesen und Tangbestände aus. Bedingt durch die Zunahme des pflanzlichen Planktons hat, wie bereits erklärt, die Wassertrübung zugenommen. Somit gelangt weniger Licht zum Boden bzw. die Eindringtiefe des Lichts nimmt ab. Die sogenannte euphotische Zone, in der die Lichtmenge für das Pflanzenwachstum ausreichend ist, reicht in der offenen Ostsee etwa 20-30 m tief, in den küstennahen Gewässern beträgt sie etwa 4-8 m.

Neben dem fehlenden Licht durch die Zunahme des Planktons sind es auch die oft in Massen auftretenden, auf den Pflanzen lebenden fädigen Makroalgen, die durch ihr Gewicht die Wirtspflanzen beschatten und zu Boden drücken und so an ihrer Entwicklung hindern. Auch die Zunahme an Miesmuscheln, welche durch die Eutrophierung profitieren und sich gerne am Blasentang ansiedeln, hat den gleichen Effekt.

Bereits in den 1960er und 1970er Jahren wurde der Rückgang des Blasentangs (*Fucus vesiculosus*) besonders in Schweden, Finnland und Deutschland beobachtet. In der Kieler Bucht ergaben Untersuchungen Ende der 1980er Jahre, dass sich innerhalb von etwa 35 Jahren die untere Verbreitungsgrenze der Art von etwa 10 Meter auf maximal 2 Meter Wassertiefe verschoben hatte. Gleichzeitig nahm die Biomasse der Bestände um 95 % ab.

In der inneren Wismar-Bucht reichten die Seegraswiesen in den 1930er Jahren noch bis in eine Tiefe von sieben Metern, während ihre Ausdehnung heute bei 4 Metern endet. (Näheres zu den Veränderungen der Makroalgen- und Seegrasbestände bei Schramm, 1996)

### Zunahme fädiger benthischer Makroalgen

Neben dem pflanzlichen Plankton begünstigt die Eutrophierung das Wachstum fädiger benthischer Ma-

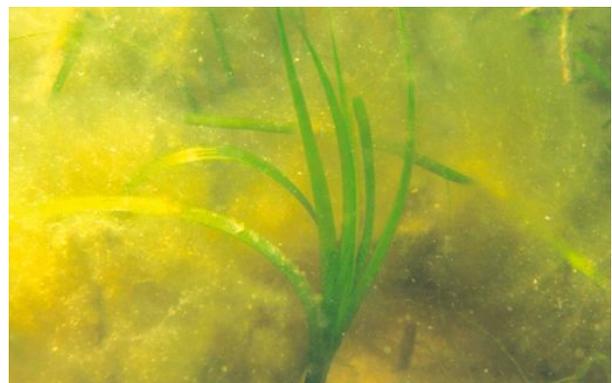


Abbildung M5: Wattige Makroalgen überwuchern eine Seegraswiese.

## Blualgen und Eutrophierung

### Offene Ostsee

Fast jedes Jahr bilden sich im Sommer auf der Ostsee riesige Teppiche aus aufgerahmten Blualgen, die sogar auf Satellitenaufnahmen deutlich zu erkennen sind. Blualgenmassenentwicklungen in den Sommermonaten konnten schon für die Zeit vor Beginn der Nährstoffeinträge nachgewiesen werden. Man geht heute allgemein davon aus, dass Massenentwicklungen von Blualgen ein natürliches Phänomen in der sommerlichen Ostsee sind. Lediglich die zeitlichen und räumlichen Ausmaße haben zugenommen.

Die Blualgenteppe bilden sich in einem nährstoffarmen Meeresgebiet und sind folglich kein Hinweis darauf, dass die offene Ostsee extrem mit Nährstoffen belastet ist. Die Nährstoffeinträge begünstigen aber über folgenden Mechanismus die Blualgen: Blualgen zeigen generell meist erst dann eine Massenentwicklung, wenn noch Phosphat aber kaum noch Nitrat im Wasser vorhanden ist. Sie können ihren Stickstoffbedarf über elementaren Stickstoff aus der Luft decken. Wenn Phosphat und Nitrat in ausreichenden Konzentrationen vorliegen, kommen in der Regel andere Phytoplankter zum Zuge. Offenbar verschoben sich im Verlauf der Nährstoffeinträge die sommerlichen Verhältnisse und es steht heute mehr Phosphat zur Verfügung.

### Küstengewässer

In vielen nährstoffreichen inneren Küstengewässern treten sommerliche Blualgenblüten auf. Auch in diesen Gewässern sind es nicht die hohen Nährstoffmengen an sich, die die Blualgen begünstigen, sondern Verschiebungen im Verhältnis stickstoffhaltiger zu phosphathaltiger Pflanzennährsalze. Im Boden der inneren Küstengewässer sind durch die jahrelange Zufuhr an organischem Material große Mengen an Phosphat gebunden. Während der sommerlichen Stagnationsphase werden die Phosphate, bedingt durch ein Sauerstoffdefizit im Sediment, wieder freigesetzt. Stickstoffhaltige Nährsalze werden dagegen nur schlecht im Boden gespeichert. In den Küstengewässern waren Blualgenblüten vor den Nährstoffeinträgen durch den Menschen seltene Randerscheinungen. Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts traten in der Nähe großer Städte und Flüsse Blualgenblüten auf.



Abbildung M6: Blualgenteppe in der Ostsee im Sommer

kroalgen (z.B. die fädige Braunalge *Pilayella littoralis* und die Grünalge *Cladophora glomerata*). Diese Arten siedeln bevorzugt im Flachwasser und können die Seegraswiesen und Blasentangbestände in ihrer ökologischen Bedeutung nicht ersetzen. Einige Arten wachsen auf anderen Wasserpflanzen und haben den oben beschriebenen negativen Effekt auf ihren Wirt.

Werden die Algen in großen Mengen vom Wind und der Strömung abgerissen und zusammen getrieben, dann legen sie sich wie ein Teppich über den Grund. Der sauerstoffzehrende Fäulnisprozess führt zum Absterben der darunter liegenden Bodenlebewesen.

### Zunahme des Zooplanktons

Es erscheint folgerichtig, dass mit dem gestiegenen Angebot an pflanzlichem Plankton auch die Menge

an tierischem Plankton steigt. Die Zooplanktonmenge in der offenen Ostsee hat wahrscheinlich tatsächlich zugenommen, doch betrifft die Zunahme nur wenige Arten. In der östlichen und südöstlichen Ostsee stieg die Biomasse des Copepodenplanktons um das 1,5fache. In den stark eutrophen inneren Küstengewässern ist die Situation unklar.

Für das verstärkte Auftreten der Ohrenqualle *Aurelia aurita* werden drei mögliche Faktoren genannt, die alle zusammen wirken können: die Überfischung des Nahrungskonkurrenten Hering, der Klimawandel, der milde Winter mit besseren Überlebenschancen mit sich bringt und eben die Eutrophierung, die wahrscheinlich ein gestiegenes Nahrungsangebot für die Quallen bedeutet.

## Sauerstoffmangel

Aufgrund der stabilen Salzgehaltssprungschicht waren die tiefen Becken der Ostsee seit jeher sporadisch von Sauerstoffmangel betroffen. Am Boden der lichtlosen und damit pflanzenlosen Ostseebecken verrotten Würmer, Muscheln und Krebse sowie Mikroorganismen die Biomasse, die aus der lichtreichen Oberflächenschicht absinkt und zehren dabei den Sauerstoff durch ihre Atmung nach und nach auf. Bleibt der Nordseewassereinstrom entsprechend lange aus, kommt es zum Sauerstoffmangel. Viele mobile Tiere wandern ab, manche sessilen Tiere können sich kurzzeitig schützen bis auch sie absterben. Der bakterielle Abbau kann den Sauerstoff anschließend vollständig aufzehren. Dann übernehmen Bakterienarten den Abbau, die nur unter sauerstofffreien Bedingungen wachsen und giftigen Schwefelwasserstoff als Stoffwechselprodukt bilden. Die Ostseebecken werden nach und nach zu lebensfeindlichen Zonen bis wieder Nordseewasser einströmt. Die Eutrophierung hat den Prozess vom Mangelgebiet zur toten Schwefelwasserstoffzone beschleunigt, weil ein erhöhter Eintrag von Biomasse zu einer stärkeren Zersetzung und damit zu einem erhöhten Sauerstoffbedarf führt. Die toten Zonen, die sich nach einem längeren Ausbleiben eines Einstroms bilden, haben sich stark vergrößert.

In den flacheren Becken der westlichen Ostsee und der abgeschlossenen Förden kann es über einen ähnlichen Mechanismus ebenfalls zu Sauerstoffmangel am Grund kommen. Im Spätsommer bildet sich oft eine stabile thermische Schichtung aus, die keinen Sauerstofftransport zum Grund zulässt. Erst die Herbststürme durchbrechen die Schichtung und durchmischen die Wassersäule. Die Häufigkeit und Ausdehnung dieser Sauerstoffmangelgebiete hat in den vergangenen 30 Jahren stark zugenommen und erreichte 2002 einen vorläufigen Höhepunkt.

## Änderung der Bodenlebensgemeinschaften

Die Lebensgemeinschaften am Boden sind aufgrund der besonderen Eigenschaften der Ostsee schon immer schwankenden Bedingungen ausgesetzt gewesen, die zu Veränderungen in den Beständen führten. Historische Vergleiche von Untersuchungsergebnissen haben jedoch ergeben, dass sich die Lebensgemeinschaften besonders in den letzten Jahrzehnten zum Teil grundlegend geändert haben. Entscheidendes Merkmal für die Qualität des Meeresbodens ist das Vorhandensein von Makrofauna, also der mit dem bloßen Auge sichtbaren Tiere. Das Erscheinungsbild des Benthos ist heute ein anderes als noch vor 150 Jahren und gerade die langlebigen großen Bodenlebewesen sind vielerorts verschwunden. Die Gründe dafür sind vielfältig. So wird angenommen, dass die Fischerei mit Grundschleppnetzen die langlebige Bodenfauna durch das Umpflügen des Meeresbodens zerstört. Als der wichtigste Faktor

wird jedoch die Eutrophierung angesehen. Die Verbreitung des Zoobenthos in der Ostsee ist vor allem von drei natürlichen Faktoren abhängig: der Substratbeschaffenheit, dem Sauerstoff- und dem Salzgehalt am Meeresboden. Gerade auf den Sauerstoffgehalt hat die Eutrophierung erhebliche Auswirkungen. Oberhalb der Salzgehaltssprungschicht hat eine Zunahme der Makrofaunabiomasse in jenen Gebieten stattgefunden, die gerade nicht von Sauerstoffmangel betroffen sind. Die gestiegene Menge an pflanzlichem Plankton führte wahrscheinlich zu einem verbesserten Nahrungsangebot. Die spätsommerlichen Sauerstoffmangelsituationen in der westlichen Ostsee begünstigen jene Arten, die kurzzeitigen Sauerstoffmangel überstehen können und opportunistische Arten, die die abgestorbenen Flächen rasch wiederbesiedeln können. Die Biomasse des Zoobenthos steigt zwar, es finden sich jedoch weniger Arten. Unterhalb der Salzgehaltssprungschicht verkleinern die wachsenden sauerstofffreien Zonen den Lebensraum für Bodenlebewesen drastisch. Ein Standort, der aufgrund von Sauerstoffmangel kein tierisches Leben mehr aufweist, kann unter verbesserten Bedingungen rasch wieder besiedelt werden. Es werden auch hier kurzlebige Arten begünstigt und solche, die zeitweiligen Sauerstoffmangel tolerieren können.

## Änderung der Fischartengemeinschaft

Die Anzahl und das Vorkommen von Fischen in einem Gebiet werden von vielen Faktoren beeinflusst. Hierzu gehören zum Beispiel das Wetter, der Salzgehalt oder das Nahrungsangebot. Die Eutrophierung ist in Bezug auf Fische meist nicht der Hauptgrund für menschengemachte Veränderungen. Die intensive Fischerei sowie Verbauung, Begradigung und Verschmutzung der Flüsse und Küstenlinien sind in der Regel die Hauptursachen. Aufgrund fehlender verlässlicher Daten ist es kaum möglich, eine gesicherte Aussage über die Entwicklung mariner Fischarten zu machen.

Manche Wissenschaftler nehmen an, dass die Masse der planktonfressenden Fische wie Hering und Sprotte etwas zugenommen hat, weil ihr Nahrungsangebot aller Wahrscheinlichkeit nach gestiegen ist. Besonders negativ wirkt sich der verstärkte Sauerstoffmangel auf die Fischfauna aus. Dorsche laichen in den tiefen Becken der Ostsee, da ihre Eier einen bestimmten Salzgehalt zum Schweben benötigen. Bei starkem Sauerstoffmangel im Tiefenwasser werden viele Dorscheier geschädigt (siehe Infokasten „Dorsch und Sprott“ im Kapitel „Fische der Ostsee“). Fischsterben in Küstennähe treten auf, wenn durch Stürme sauerstoffarmes Tiefenwasser an der Küste an die Oberfläche gedrückt wird und dabei Fischen den Fluchtweg abschneidet. Der Anteil der toten Fische am gesamten Fischbestand in den betroffenen Gebieten wird allerdings als verschwindend gering angesehen.

Gut beschrieben ist der Zusammenhang zwischen Eutrophierung und Artenverschiebung bei den Süßwasserfischen der Ostsee. Arten, die besser mit den neuen Bedingungen zurechtkommen, nehmen zu, während andere zurückgehen. So haben Weißfische/Karpfenartige (z.B. Rotaugen) und Barschartige (z.B. Zander) stark zugenommen, während Hecht, Quappe, Lachsartige und Maränen deutlich zurückgegan-

gen sind. Die Hechterträge der südlichen Ostsee sind seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts rückläufig, während die Erträge des Zanders zunehmen. Der Zander bevorzugt trübes, planktonreiches Wasser, während der Hecht auf klare Sicht und eine gute Ufervegetation angewiesen ist.

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Baumann, S. (2010): Quallen an deutschen Ostseeküsten - Auftreten, Wahrnehmung, Konsequenzen. IKZM-Oder Berichte 59 <a href="http://www.ikzm-oder.de/dokumente.php?dokid=366">http://www.ikzm-oder.de/dokumente.php?dokid=366</a>	Alles über Quallen in der Ostsee
Christen, U.B.: „Der Ostsee geht die Luft aus“, Hamburger Abendblatt 04.09.2002, Online-Content. <a href="http://www.abendblatt.de/region/norddeutschland/article437862/Der-Ostsee-geht-die-Luft-aus.html">http://www.abendblatt.de/region/norddeutschland/article437862/Der-Ostsee-geht-die-Luft-aus.html</a>	Bericht über Fischsterben durch Sauerstoffmangel in Dänemark
Dahlke, S. (1998): Eutrophierungsphänomene in Bodden und küstennaher Ostsee unter Wasser betrachtet. Online unter (Abruf am 06.05.2010): <a href="http://www.uni-greifswald.de/~ifoehidd/BODDEN.pdf">http://www.uni-greifswald.de/~ifoehidd/BODDEN.pdf</a>	Kurzer, interessanter Vortrag. Viele informative Unterwasserbilder.
Messprogramm Meeresumwelt : Zustandsbericht für Nordsee und Ostsee / Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Sekretariat BLMP Nord- und Ostsee ; 4.1999/2002 online unter <a href="http://www.blmp-online.de/Seiten/Berichte.html">http://www.blmp-online.de/Seiten/Berichte.html</a>	Monitoringprogramm für die deutsche Ostseeküste. Nährsalzkonzentrationen, Sauerstoffmangel.
Finni, T., Kononen, K., Olsonen, R. und Wallström, K. (2001): The history of cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. <i>Ambio</i> 30 (4-5): 172-178.	Beobachtungen und Messungen von Blaualgenblüten in der offenen Ostsee seit etwa 1850
Gosselck, F. & H. Sordyl (2005): Vom heimlichen Leben am Meeresgrund. <i>Meer und Museum</i> , Band 18. Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums Stralsund	Artikel über die Tiere im Strelasund und Kubitzer Bodden.
Gosselck, F. & M. von Weber (1997): Die Eutrophierung- ein Problem in der Wismar-Bucht. <i>Meer und Museum</i> , Band 13. Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums Stralsund.	Verständlich geschriebener Artikel über die Auswirkungen der Eutrophierung an einem konkreten Beispiel.
Hansson, S. & Rudstam, L.G. (1990): Eutrophication and Baltic Fish Communities. <i>Ambio</i> Band 19 (3) Seite 123-125	Fischartengemeinschaft und Eutrophierung (auf Englisch)

Titel / Webadresse	Kurzinfo
<p>HELCOM (2009): Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. No. 115B  <a href="http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en_GB/front/">http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en_GB/front/</a></p>	<p>Detaillierte und mit zahlreichen Grafiken und Karten versehene Darstellung der Eutrophierung in der Ostsee. Auch eine Kurzversion steht online.</p>
<p><a href="http://www.helcom.fi/GIS/en_GB/HelcomGIS/">http://www.helcom.fi/GIS/en_GB/HelcomGIS/</a>          „Start HELCOM Map and Data Service“</p>	<p>GIS Datenbank der HELCOM, auf Englisch und für Computererübte (man klicke die Kästchen und Pfeile an)</p>
<p>Horstmann, U. &amp; H. Hübel (1996): Die Primärproduktion des Phytoplanktons. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) (1996). Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin</p>	<p>Pflanzliches Plankton und Eutrophierung</p>
<p>Intitut für Ostseeforschung IOW Faktenblätter zur Eutrophierung  <a href="http://www.io-warnemuende.de/faktenblaetter.html">http://www.io-warnemuende.de/faktenblaetter.html</a></p>	<p>Gute Übersicht, auf Deutsch und auch als PDF erhältlich</p>
<p>Laamanen, M., Fleming, V. &amp; R. Olsonen (2005): Water transparency in the Baltic Sea between 1903 and 2005. HELCOM Indicator Fact Sheets 2005. Online (Abruf am 3.11.2011) <a href="http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/archive/ifs2005/en_GB/transparency/">http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/archive/ifs2005/en_GB/transparency/</a></p>	<p>Wissenschaftlicher Bericht über die Abnahme der Sichttiefe in der Ostsee</p>
<p>Lampe, R. (1996): Bodden und Haffe: Veränderungen durch Überdüngung. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) (1996). Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin</p>	<p>Wissenschaftliche Details über die Eutrophierung</p>
<p>Nausch, G. &amp; K. Lochte (1999): Der Stoffhaushalt der Ostsee- natürliche und anthropogene Einflüsse. Geografie und Schule, Heft 120: Marine Ökosysteme.</p>	<p>Überblick über die Stoffumsätze in der Ostsee und die Auswirkungen der Eutrophierung und Schadstoffeinleitungen, sowie über Schutzmaßnahmen.</p>
<p>„Die Ostsee in Not?“ Private Internetseite von Gisbert Jäger  <a href="http://www.ostseevision.de/EXC5.html">http://www.ostseevision.de/EXC5.html</a></p>	<p>Dokumentiert die Veränderungen photographisch.</p>
<p>Petenati, T. (2009): Sauerstoffverhältnisse im bodennahen Wasser der westlichen Ostsee im September 2009. Onlineveröffentlichung des Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein  <a href="http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/07_KuestengewMeere/02_Meeresmonitoring/03_ChemischesKuestenGewMonitoring/ein_node.html">http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/07_KuestengewMeere/02_Meeresmonitoring/03_ChemischesKuestenGewMonitoring/ein_node.html</a></p>	<p>Mit guten Abbildungen versehene Übersicht          Chemisches Küstengewässermonitoring des Landes Schleswig-Holstein</p>

Titel / Webadresse	Kurzinfor
Poutanen, E.-L., und Nikkilä, K. (2001): Carotenoid Pigments as Tracers of Cyanobacterial Blooms in the Recent and Post-glacial Sediments of the Baltic Sea. <i>Ambio</i> 30 (4-5): 179-183	Sedimentkern aus dem Gotlandtief wurde bis 8000 Jahre zurück auf Blaualgenblüten untersucht
Rheinheimer, G. (1995): <i>Meereskunde der Ostsee</i> . 2. Auflage, Springer Lehrbuch	
Ruhmor, H. (1996): Veränderungen des Lebens am Meeresboden. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) (1996). <i>Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten</i> . Parey, Berlin.	Auswirkungen auf die Bodenfauna
<a href="http://www.saveourbalticsea.com/index.php/tv-a-film/dirty-waters">http://www.saveourbalticsea.com/index.php/tv-a-film/dirty-waters</a> Vollversion des Films „Dirty Waters“ plus Lernmaterial (derzeit auf Englisch und Schwedisch)	Das Projekt Save Our Baltic Sea präsentiert den Film „Dirty Waters“ über den Zusammenhang Fleischproduktion / Ostseeeutropierung.
Schiewer, U. (2001): Phytoplankton, Produktivität und Nahrungsnetze. <i>Meer und Museum</i> Band 16: 39-45	Veränderungen in Produktivität und Nahrungsnetz durch die Eutrophierung in der Darß-Zingster Boddenkette
Schramm, W. (1996): Veränderungen von Makroalgen- und Seegrassbeständen. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) (1996). <i>Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten</i> . Parey, Berlin.	Auswirkungen auf die Bodenflora
Schmidt, L. (2005): Zur Blaualgenproblematik im Strelasund. <i>Meer und Museum</i> Band 18: 75-82. Hübel, H. & Wolff, C. (2001): Blaualgen und Stickstoff-Fixierung in den Darß-Zingster Boddengewässern. <i>Meer und Museum</i> Band 16: 46-51.	Blaualgen in den Küstengewässern: Arten, Photos, Fischsterben/Toxine, Berechnung der Stickstoffixierung
Thiel, R., Winkler, H. & Urho, L. (1996): Zur Veränderung der Fischfauna, Seite 181-188. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) (1996). <i>Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten</i> . Parey, Berlin.	Änderung in der Artenzusammensetzung der Fischfauna
Winkler, H.M. (2001): Fischgemeinschaften und Fischerei in den Darß-Zingster Bodden. <i>Meer und Museum</i> Band 16, Seiten 76-84.	Änderung in der Artenzusammensetzung der Fischfauna

### **III. Arbeitsanleitungen**

Während einer Schiffstour können folgende Beobachtungen vor Ort als Einleitung oder Hinleitung zum Thema Eutrophierung verwendet werden: Algenteppiche, Abwasserbehandlung an Bord, schwarze Flecken im Flachwasser am Strand, große Mengen fädiger Algen am Strand oder im Wasser, sehr trübes Wasser.

#### **III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen**

Das Thema Eutrophierung kann auch das zentrale Thema einer Abschlussbesprechung sein. Nach der Untersuchung der Bodenflora und -fauna, der Bodenbeschaffenheit, des Planktons und der Wasserschichtung werden die Ergebnisse im Hinblick auf die Auswirkungen der Eutrophierung zusammengetragen und ausgewertet. Die Methoden zur Benthosuntersuchung finden Sie in Kapitel F. Die Methoden zur Planktonuntersuchung finden Sie in Kapitel G. Gute Anknüpfungspunkte ergeben sich in Verbindung zum Thema Sauerstoffmangel unterhalb der Salzsprungschicht (Kapitel E Ozeanographie). Informationen zum Thema Dorscheier im Zusammenhang mit der Salzsprungschicht finden Sie im Kapitel H Fische der Ostsee.

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

### III.2 Methoden und Aktivitäten

#### Erarbeitung eines Schaubildes zu den Folgen der Eutrophierung

<b>Kurzbeschreibung</b>	Erarbeitung eines Schaubildes/Fließschemas zu den Folgen der Eutrophierung. Das Fließschema eignet sich, um die verschiedenen Aspekte der Eutrophierung noch einmal zu wiederholen.		
<b>Alter</b>	etwa ab 14	<b>Zeitaufwand</b>	30 min
<b>Gruppengröße</b>		<b>Räumlichkeiten</b>	Strand, Schiff, Innenraum
<b>Voraussetzungen</b>	Die Methode ist als Ergebnis-Zusammenfassung gedacht	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großes Stofftuch mit einem Küstenrelief *</li> <li>• Kärtchen mit verschiedenen Tieren, Pflanzen, Symbolen für Lichteinstrahlung, Nährstoffen und abgestorbenem Material *</li> <li>• Fließschema (siehe nächste Seite) *</li> </ul>		

#### Durchführung

Das Fließschema eignet sich, um die verschiedenen Aspekte der Eutrophierung noch einmal zu wiederholen. Auch lassen sich dabei die Ergebnisse einzelner Untersuchungen noch einmal zusammenfassen und in ein Gesamtbild einfügen.

Die Teilnehmer erarbeiten in einer Kleingruppe oder in der großen Gruppe anhand der Materialien ein Schaubild mit den verschiedenen Auswirkungen der Eutrophierung.

Dafür kann das Stofftuch mit dem Küstenrelief ausgebreitet werden. Die Kärtchen werden dann auf dem Stofftuch so ausgebreitet, so dass die einzelnen Wechselwirkungen deutlich werden. Das Ergebnis kann mit der Grafik im Anhang dieses Kapitels verglichen werden, um festzustellen, ob alle wichtigen Auswirkungen der Eutrophierung von den Teilnehmern benannt worden sind.

#### Ergänzung

Die Folgen der Eutrophierung können auch in anderen Meeren festgestellt werden. Sogenannte „Tote Zonen“, die durch die starke Sauerstoffzehrung wegen der erhöhten Produktion von Biomasse entstehen, sind mittlerweile aus vielen Küstengebieten bekannt.

„Todeszone im Golf von Mexiko breitet sich aus“ von Ralf Streck 28.07.2007. Online unter: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/25/25820/1.html>

UNEP Geo Yearbook 2003 „The nitrogen cascade: impacts of food and energy production on the global nitrogen cycle“. Online unter: <http://www.unep.org/yearbook/2003/089.htm>

## Vergleich eines nährstoffarmen mit einem nährstoffreichen Standort

Es handelt sich bei dieser Methode um eine Abwandlung der Methode „Vergleich verschiedener Standorte“. Bitte informieren Sie sich im entsprechenden Kapitel K über das generelle Vorgehen beim Vergleich verschiedener Standorte.

### Ziel

Die Eutrophierung ist ein Prozess, der die gesamte Ostsee betrifft und entsprechend verändert hat. Dies macht es unmöglich, den Urzustand irgendwo vorzufinden und über einen direkten Vergleich zwischen einem veränderten und einem unbeeinträchtigten Gebiet die Folgen der Eutrophierung zu erforschen. Um den Eutrophierungsprozess zu verdeutlichen und die Auswirkungen zu untersuchen, ist es dennoch sinnvoll, Untersuchungen an verschiedenen eutrophen und weniger eutrophen Standorten durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen. Wichtig ist, dass es sich hier um keinen Vergleich im eigentlichen Sinne handelt, bei dem der Eutrophierungsprozess direkt aus den Beobachtungen abgeleitet werden könnte oder der wissenschaftlichen Ansprüchen standhält. Es geht darum, sich vor Ort ein Bild zu machen und die negative Wirkung zumindest einschätzen zu können.

### Auswahl der Probenahmeorte

Für das Vorhaben bietet es sich an, Standorte in geschützten Küstengewässern, die einen geringeren Wasseraustausch mit der Ostsee haben, mit jenen zu vergleichen, die zur offenen See hin liegen. Sehr nährstoffreiche Gewässer sind zum Beispiel: viele Hafenbecken, Mündungsbereiche von Flüssen, ostseeferne Boddengebiete, die Schlei, die ostseefernen Bereiche der Förden und das Oderhaff.

Folgende Effekte der Eutrophierung können nachvollzogen werden:

- Messen der Sichttiefe: deutlich geringere Sichttiefe in den inneren Küstengewässern.
- Abnahme der Anwesenheit von großen Bodenpflanzen dort wo das Wasser trüber ist. Hier sollte der Salzgehaltsunterschied zwischen den Probestellen möglichst gering sein.
- Beobachtung eines wesentlich häufigeren und dichteren Bewuchses mit fädigen benthischen Makroalgen in den inneren Küstengewässern.
- Abwesenheit der Besiedlung mit Bodenlebewesen in besonders belasteten Gebieten, z.B. Hafenbecken.
- Feststellen des Faulschlammanteils in der Bodenprobe und eines Geruchs nach Schwefelwasserstoff. Solche schlickigen, schlecht belüfteten Böden sind ebenfalls in den inneren Küstenbereichen meist an tieferen, strömungsfreien Stellen zu finden und in Hafenbecken.
- Auch die Messung der Temperatur und/oder Salzgehaltssprungschicht und deren Bedeutung für die Versorgung mit Sauerstoff am Boden sollte mit einbezogen werden.

Nicht möglich sind hingegen Vergleiche zu folgenden Punkten, da sie in hohem Maße von anderen Umweltbedingungen (Salzgehalt, Bodenbeschaffenheit, etc.) abhängig sind:

- Artenvielfalt, Mengenunterschiede auf Art/Gattungsniveau, z.B. Vergleich der Miesmuschelmenge oder der Vergleich der Dichte einer Algengattung, Zooplanktonvergleiche.

### Gruppendiskussion

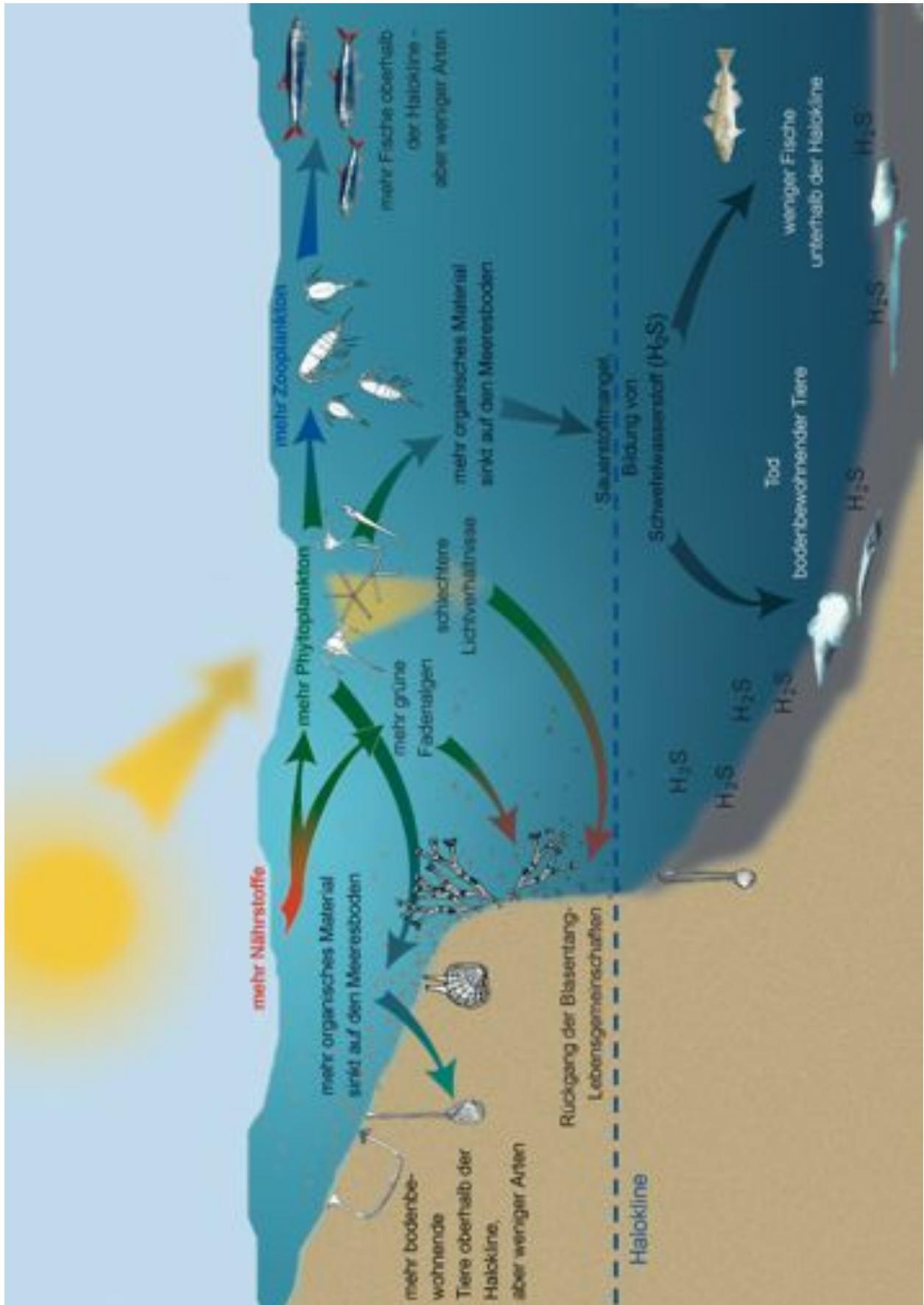
<b>Kurzbeschreibung</b>	Wenn das Thema Eutrophierung Schwerpunkt oder Hauptthema ist, rundet die Bearbeitung der Maßnahmen gegen die Eutrophierung und der Erfolge der Ostseeschutzarbeit das Thema ab. Vorschlag: Gruppenarbeit der Teilnehmer mit Referaten und Diskussion.		
<b>Alter</b>	Schüler ab Kl. 9, Erwachsene	<b>Zeitaufwand</b>	bitte selbst anpassen
<b>Gruppengröße</b>	beliebig, die Möglichkeit zur Bildung von Untergruppen sollte gegeben sein	<b>Räumlichkeiten</b>	Innenraum, Schiff
<b>Voraussetzungen</b>	Die Teilnehmer sollten an intensiver Gruppenarbeit Interesse haben	<b>Vorbereitungen</b>	
<b>Material</b>	Es ist sinnvoll, den Teilnehmern anregendes Material zur Verfügung zu stellen. Das Unterkapitel „Senkung der Nährstoffbelastung“ bietet zahlreiche Quellenangaben.		

### Durchführung

Die Teilnehmer verschaffen sich selbst einen Überblick über die gemeinsamen Anstrengungen der Ostseeanrainerstaaten oder anderer Nichtregierungsorganisationen zur Bekämpfung der Eutrophierung. Entweder wählen sie das Thema frei oder bekommen Themen vorgeschlagen. In einer Abschlussdiskussion werden die möglichen Maßnahmen vorgestellt und diskutiert.

III.3 Anhang

Fließschema Folgen der Eutrophierung



## Teil 3 Auswirkungen auf die menschliche Gesellschaft

### I. Fachlicher Hintergrund

#### Auswirkungen auf den Erholungswert einer Küstenregion

Menschen zieht es aus vielen Gründen ans Meer. Besonders bei der Suche nach Erholung kommt einer intakten, ansprechenden Natur eine zentrale Bedeutung zu. Einige Folgen der Eutrophierung beeinträchtigen den erholsamen Aufenthalt am Meer doch zunehmend. Hierher gehören in ihrer direkten Wirkung besonders die potentiell toxischen Blaualgenblüten, sehr trübes Wasser und das übermäßige Wachstum fädiger Großalgen. Indirekt lösen Medienberichte über Verschmutzungsprobleme Zweifel aus, ob das Meer, an dem man ein schönes Naturerlebnis sucht, noch dafür taugt.

Auch wenn Algen- und Pflanzenreste zu einem normalen Strandbild dazugehören, stören sie doch viele Erholungssuchende durch ihren Geruch und schleimige Masse. Seegras und Blasentang, wichtige Bestandteile der intakten Ostsee, werden im Herbst am Ende ihrer Vegetationsperiode massenhaft an den Strand gespült. Die Eutrophierung begünstigt dagegen die sommerliche Massenentwicklung fädiger benthischer Großalgen. Bei einer entsprechenden Windlage türmen sich die abgerissenen Algenreste schon während des Sommers an den Stränden in meterbreiten Streifen. Die verrottenden, stinkenden Algenreste werden von Anwohnern und Touristen negativ bewertet. „Saubere Strände“ sind ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Urlaubsorte. Für eine erfolgreiche Nutzung eines Strandes für Tourismus und Naherholung werden solche Algenreste aufwendig und kostenintensiv entfernt.

Einige Beispiele sind:

In Boltenhagen an der mecklenburgischen Ostseeküste wurden aufgrund von Beschwerden von Touristen 1999 mehr als 5000 t Seegras, Algen, Seetang und Schlick geräumt (Ostseezeitung 18.08.00)

Die Gemeinde Kellenhusen (Lübecker Bucht) musste für die Strandreinigung im Jahr 1995, als die Algenteppe aus fädigen benthischen Braun- und Rotalgen (*Ectocarpus siliculosus* und *Ceramium rubrum*) und fädigen planktischen Blaualgen (*Spirulina*) durch den Wind an den Strand gespült wurden, etwa 60 000 DM ausgeben. Im Jahr 1993, als die Algen im Wasser verblieben, waren es nur 20 000 DM (Zander & Blessin 1996).

Die meisten Badestellen in der Darß Zingster Boddenkette und dem Oderhaff werden Jahr für Jahr eine Stufe niedriger eingestuft als die äußeren Strände zur offenen Ostsee hin. In den inneren Küstengewässern

führt die Belastung mit Pflanzennährstoffen zu trübem Wasser mit einer hohen Menge an pflanzlichem Plankton. Das wirkt sich auf einige Kriterien der Badewasserqualität aus. Erstens kann durch die Zersetzung des abgestorbenen pflanzlichen Planktons die bakterielle Belastung erhöht sein, zweitens ist das Wasser teilweise so trüb, dass die Rettung von Personen sehr erschwert ist, falls sich überhaupt jemand ins Wasser wagt.

Massenentwicklungen potentiell toxischer Blaualgen kommen gelegentlich, wie in den Kapiteln G „Plankton“ und „M Eutrophierung Teil 2“ bereits besprochen, in der Ostsee vor. Wird eine stark erhöhte Menge dieser Blaualgen im Wasser festgestellt, wird ein Badeverbot ausgesprochen. In einer solchen Situation dürften sicher einige Urlauber den betroffenen Stränden fern bleiben, was sich auch auf die strandnahen Restaurants etc. negativ auswirken kann.

In den Jahren 2000 und 2001 drifteten Blaualgenteppe bis dicht an die Küste Mecklenburg-Vorpommerns, gelangten aber nicht an die Badestrände. Im Jahr 2006 waren die Wetterbedingungen im August dann so, dass Blaualgenteppe an die Badestrände am Darß und auf Hiddensee angetrieben wurden. Das gleiche passierte in der Eckernförder Bucht. An den betroffenen Stränden wurden die Wasseruntersuchungen verstärkt und Badewarnungen oder Badeverbote ausgesprochen.

Etliche Begleiterscheinungen der Eutrophierung sind extrem genug, um den Weg in die regionalen und überregionalen Medien zu finden. Von Blaualgentepichen, Fischsterben und Badeverboten wird teilweise mit dramatischer und reißerischer Tendenz berichtet. Auch wenn die Ostseeküste zur Zeit einen normalen Zulauf von Touristen hat und medienwirksame „Katastrophen“ eher selten und lokal begrenzt sind. Das Image einer Region, bzw. die vorgefertigte Meinung, spielt bei der Wahl einer Urlaubsregion eine erhebliche Rolle. Beispielsweise wird die Urlaubsregion Nordsee, die häufiger mit negativen Schlagzeilen in den Medien ist (Schiffsuntergänge, Ölverunreinigungen), schlechter bewertet als die stärker verschmutzte Ostsee.

#### Auswirkungen auf die Fischerei

Weil die Fischfauna und die Fischerei von vielen Faktoren beeinflusst werden, ist es schwierig, negative Veränderungen in den Fangzahlen und in der wirtschaftlichen Situation der Fischer sicher auf eutrophierungsbedingte Veränderungen zurückzuführen. Zumal die Fischerei ein viel größeres Strukturproblem hat. Studien, die eutrophierungsbedingte Veränderungen Fangeinbußen oder finanzielle Verluste zuordnen, sind offenbar bisher nicht erstellt worden. Dem Sauerstoffmangel am Grund und in den tiefen Becken, weichen Fische normalerweise aus. Kleinere

Fischsterben sind zwar möglich, wenn Fische überraschend von sauerstoffarmem Wasser eingeschlossen werden, sie sind aber für den Gesamtbestand völlig unbedeutend. Für die Fischerei sind die fischfreien Gebiete höchstens ein Ärgernis, weil Fanggebiete zeitweilig verloren gehen. Eine Fischerei auf die stärker betroffenen Muscheln und Krebse findet praktisch nicht statt. Vom Sauerstoffmangel ruiniert wurde eine kleine lukrative Fischerei auf den wertvollen Kaisergranat (*Nephrops norvegicus*), der vom Atlantik her bis ins Kattegat vorkommt. 1988 brach die Fischerei nach einigen Monaten absoluten Sauerstoffmangels komplett zusammen und bis 1989 hatte sich der Bestand nicht wieder erholt. (aus Baden et al. 1990). Der Sauerstoffmangel in den tiefen Ostseebecken verringert auch den Fortpflanzungserfolg beim Ostseedorsch und behindert die Erholung des überfischten Bestandes. Der Rückgang von Blasentang und Seegras, die vielen Fischarten Schutz und Nahrung bieten, verändert sicher auch den Fischbestand vor Ort.

Eine Umfrage unter Hobbyfischern (Anglern, Stellnetz- und Reusenstellern) in der finnischen Küstenregion um Helsinki ergab, dass sie die Verunreinigung ihrer Fanggeräte mit Algenresten als besonders störend bewerten. In dieser Küstenregion haben die fädigen benthischen Algen als Folge der Eutrophierung zugenommen.

### Verknüpfungen

Hier bietet es sich an das Thema mit folgenden Punkten zu verbinden:

Wie kann Natur einen Wert haben? Gibt es noch andere Werte als den wirtschaftlichen Nutzen?

Was ist eine intakte Natur? Welche Unterschiede bestehen zwischen dem eigenen Eindruck und den wissenschaftlichen Maßstäben? Welche wissenschaftlichen Maßstäbe gibt es und zu welchen Schlüssen kommen sie?

Wie könnte eine allgemeinverständliche Bewertung der Wasserqualität aussehen? Sollte die Badewasserbewertung, die heute in erster Linie dem Schutz der Gesundheit dient, auch etwas über den ökologischen Zustand des Strandes aussagen?

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Baden, S.P., Loo, L-O., Phil, L & Rosenberg, R. (1990) Effects of Eutrophication on Benthic Communities Including Fish: Swedish West Coast. <i>Ambio</i> 19 (3): 113-122	Kaisergranat, Fische und Sauerstoffmangel
Dolch, T. (2004): Die Auswirkungen der Wasserqualität auf den Tourismus - Eine Studie am Beispiel des Oderästuars. In: Schernewski, G. & T. Dolch (Hrsg.): <i>The Oder Estuary - against the background of the European Water Framework Directive</i> . <i>Marine Science Reports</i> 57. <a href="http://databases.eucc-d.de/plugins/documents/index.php?show=62">http://databases.eucc-d.de/plugins/documents/index.php?show=62</a>	Blualgen und Tourismus Interesse von Touristen an der ökologischen Wasserqualität
Dolch, T. & Schernewski, G. (2003): Hat Wasserqualität eine Bedeutung für Touristen? Eine Studie am Beispiel des Oderästuars. In: Daschkeit, A., Sterr, H. (Hrsg.) <i>Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung</i> . 20. AMK-Tagung Kiel, 30.5.-1.6.2002 in <i>Berichte Forschungs- und Technologiezent. Westküste der Univ. Kiel</i> Nr. 28, Büsum <a href="http://databases.eucc-d.de/files/documents/00000670_AMK2002_Dolch_Schernewski.pdf">http://databases.eucc-d.de/files/documents/00000670_AMK2002_Dolch_Schernewski.pdf</a>	Blualgen und Tourismus Interesse von Touristen an der ökologischen Wasserqualität

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Die umweltgerechte Räumung, Lagerung, Aufbereitung sowie die anschließende Verwertung von Algenanschwemmungen im Amtsbereich Nord- Rügen. Vortrag von Prof. Hartmut Eckstädt <a href="http://www.eucc-d.de/tl_files/eucc/pdf/Aktuelle%2520Projekte/WSIRostock-Warnemuende/Strandreinigung_Eckstaedt.pdf">www.eucc-d.de/tl_files/eucc/pdf/Aktuelle%2520Projekte/WSIRostock-Warnemuende/Strandreinigung_Eckstaedt.pdf</a>	Ökonomische Verwertung von „Algenanschwemmungen“ (Seegras, Blaualgen)
Lappalainen, A. (2000): Eutrophication and recreational fishing on the Finnish coast of the Gulf of Finland: a mail survey. Fisheries Management and Ecology 7:323-335	Fädige Algen stören Hobbyangler
Schernewski, G. (2003) Zentrale Problemfelder für regionales Management und eine nachhaltige Entwicklung der mecklenburgischen Ostseeküste. <a href="http://www2010.eucc-d.de/plugins/kuestenmanagement/ikzmdokument.php?inford=70">http://www2010.eucc-d.de/plugins/kuestenmanagement/ikzmdokument.php?inford=70</a>	Subjektive Qualität: Quallen und Makroalgen als Problem? Ferner Ölunfälle, Tourismus...
Schernewski, G., Neumann, T. & M. Wielgat (2003): Zustand und modell-gestützte Prognosen zur Wasserqualität in der Ostsee und ihren Küstengewässern. Berichte Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Univ. Kiel, Nr. 28, 189-195 <a href="http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Schernewski_AMK_Ostsee.pdf">www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Schernewski_AMK_Ostsee.pdf</a>	Badewasserqualität und Wasserqualität, was ist das? Wie entwickelt sich die Ostsee bei fortgesetzter Eutrophierungsbekämpfung
Ostsee-Zeitung vom 18.08.2000 „Kaum Seegras in Boltenhagen-Südliche Winde sorgen für saubere Strände im Seeheilbad“	Strandreinigungskosten
Zander C.D. & Blessin, H. (1995): Abgestorbene Algenmatten - Leichentuch im Flachwasser. In (Lozán, J.L. et al. (Hrsg.)) Warnsignale aus dem Wattenmeer, Parey 385 S.	Algenteppiche und Strandreinigungskosten in der Lübecker Bucht

## Teil 4 Maßnahmen zur Senkung der Belastung und ihre Erfolge

### I. Fachlicher Hintergrund

#### Internationale Vereinbarungen

Erst Ende der 1970er begann man, die Eutrophierung auch im marinen Bereich als Problem zu erkennen. Anfang der 1980er Jahre verschlechterte sich während einer langen Phase ohne Salzwassereinstrom der Zustand der Ostsee dramatisch, und es kam wiederholt zum Massensterben von Bodentieren durch Sauerstoffmangel. Daraufhin wurden Wissenschaftler mit einer Bestandsaufnahme beauftragt. Ihre Befunde und der Druck von Öffentlichkeit und Umweltverbänden führten zu ersten gezielten Maßnahmen gegen die hohe Belastung mit Pflanzennährstoffen. Auch Deutschland verpflichtete sich in der Folge zur Verbesserung der Gewässerqualität. Die Helsinki Konvention und die Wasserrahmenrichtlinie sollen im Folgenden genauer vorgestellt werden, weil sie die Ostsee direkt betreffen.

Mit dem Begriff Nährstoffe bzw. Pflanzennährstoffe sind auch in diesem Kapitel jene stickstoff- und phosphorhaltigen Verbindungen gemeint, die düngend wirken.

#### Helsinki Konvention

Alle Anrainerstaaten der Ostsee unterzeichneten im Jahre 1974 die Helsinki Konvention. Die Konvention hat zum Ziel, die Meeresumwelt der Ostsee zu schützen. Die HELCOM, das ausführende Organ der Konvention, sammelt Daten über die Ostsee, lässt Messprogramme durchführen und veröffentlicht alle 5 Jahre Berichte über den Zustand der Ostsee. Sie organisiert Konferenzen mit Entscheidungsträgern aus den Mitgliedsländern, auf denen Beschlüsse zur Verringerung der Ostseeverschmutzung ausgearbeitet werden. 1992 wurde die Helsinki Konvention zusammen mit den neu entstandenen baltischen Staaten und Russland neu aufgelegt. Bereits 1988 hatte es eine Vereinbarung zur Senkung der Schad- und Nährstoffeinträge gegeben. Das Ziel war die Senkung der Einträge bis zum Jahr 1995 um 50% im Vergleich zu den Einträgen Ende der 1980er Jahre. Dieses Ziel wurde nur bei einigen Schadstoffen erfüllt. In der Neuauflage der Konvention wurde erneut vereinbart, dass die Einträge an Schad- und Nährstoffen um 50% in Bezug auf die Werte Ende der 1980er Jahre gesenkt werden sollen.

1990 startete die HELCOM ein Aktionsprogramm gegen die „hot spots“, also gegen die kommunalen, industriellen und landwirtschaftlichen Belastungsschwerpunkte (Schwermetalle, Chemikalien, Nährstoffe). Die HELCOM identifizierte die „hot spots“ und veröffentlichte eine Liste, die 132 Stellen enthielt. Etwa 50% der gelisteten Stellen sind mittlerweile von

der Liste gestrichen, weil sie erfolgreich beseitigt oder saniert wurden, darunter die Abwassersysteme der Städte Rostock, Lübeck und Stralsund. Der Zeitrahmen war zum Zeitpunkt des Beschlusses, von 1993 bis 2013 die Liste abgearbeitet zu haben. 1999 wurde mit einem Finanzvolumen von 36 Milliarden DM / 18 Mrd. ECU gerechnet. Die Staaten des ehemaligen Ostblocks stellte diese Vereinbarung jedoch vor ein gewaltiges Finanzierungsproblem.

#### Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union

Die EU Wasserrahmenrichtlinie ist besonders unter drei Gesichtspunkten wichtig: erstens weil eine Steigerung der Gewässergüte der Binnengewässer langfristig auch den Meeren zugute kommt, in die diese Gewässer fließen, zweitens weil seit Kurzem auch einige (innere) Küstengewässer der Ostsee mit in die Richtlinie aufgenommen wurden und drittens, weil sich auch die Öffentlichkeit sowie Schulen beteiligen können.

Die Richtlinie fordert, einen „Guten ökologischen Zustand“ aller Oberflächengewässer, Küstengewässer und des Grundwassers bis zum Jahr 2015 herzustellen. Nicht davon betroffen sind vom Menschen angelegte Gewässer, wie Entwässerungsgräben und Fischteiche. In den vergangenen Jahren wurde die Erfassung und Bewertung der Gewässer durchgeführt. Unter Einbeziehung der Gewässernutzer sollen nun die ehrgeizigen Ziele der Richtlinie umgesetzt werden. Seit Juli 2008 ist die EU Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in Kraft. Sie stellt die übergeordnete Anforderung an die Mitgliedstaaten, für ihren Meeresbereich den guten Umweltzustand festzulegen und bis 2020 zu erreichen oder zu erhalten.

#### Ausgewählte Maßnahme: Kläranlagen

Nicht nur häusliche sondern auch industrielle Abwässer enthalten organische Abfälle. Noch bis Mitte des 20. Jh. hat man für die Entsorgung dieser Abfälle die Ostsee genutzt. Der bakterielle Abbau im Meer ersetzte die Kläranlage. Die Folgen waren stark bakteriell belastetes Wasser, Faulschlamm und umhertreibende Exkremente.

Viele einfache Klärwerke wurden in den 1960ern und 1970ern mit dem Ziel der Erhaltung stadtnaher Badestrände und der Sicherung der Gesundheit gebaut. Der Ausstoß von Pflanzennährstoffen bei einfachen Kläranlagen mit mechanischer und biologischer Reinigungsstufe ist allerdings immer noch erheblich. Es werden nur die festen Bestandteile abgetrennt und im flüssigen Rest bauen Bakterien die organischen Bestandteile zu eben jenen anorganischen Pflanzennährstoffen ab. Solche Anlagen wurden Ende der 80er in den meisten westlichen Ostseerainern mit verbesserter Technik zur Nährstoffentfernung ausgestattet. In den Ostblockstaaten hatten die meisten Anlagen bis in die 90er Jahre auf nur eine einfache

Ausstattung und haben es teilweise auch heute noch. Nährstoffentfernung bedeutet, dass über Zusatzreinigungsstufen Phosphate chemisch ausgefällt und Stickstoffverbindungen bakteriell zu elementarem Stickstoff (ohne Nährstoffwirkung) abgebaut werden. Beispiel für Einträge der Kläranlage Bülk bei Kiel: 1972/73 wurden jährlich 2427 t Stickstoff und 252 t Phosphor eingeleitet, 1990 wurden im Jahr 1306 t Stickstoff und 9 t Phosphor eingeleitet (Rückgang durch Nährsalzelimination) (nach Gerlach 1996).

In den ehemaligen Ostblockstaaten, Finnland und Schweden waren und sind viele Häuser und kleinere Fabriken nicht an ein Abwassersystem angeschlossen, weil sie zu verstreut und abgeschieden liegen.

#### Beispiele:

- Torsten Kallmeyer (1997): „Probleme der Abwasserentsorgung und Gewässerbelastung aus historischer Sicht am Beispiel Kiels und der Kieler Förde“, Diplomarbeit im Fach Geographie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. [www.valt.helsinki.fi/projects/enviro/articles/a-kiel2.pdf](http://www.valt.helsinki.fi/projects/enviro/articles/a-kiel2.pdf)
- „The Sea and the Cities“, einem Angebot der Universität Helsinki, beschäftigen sich mit den Abwassersystemen der wichtigsten großen Ostseestädte (historisch und aktuell, auf englisch) <http://www.valt.helsinki.fi/projects/enviro/>
- Umweltfreundliche Toilettensysteme und Abwasseranlagen bei der Coalition Clean Baltic <http://www.ccb.se/ccbpubl.html>
- Unterrichtsanleitung zur Kläranlage „Wie wird Abwasser wieder sauber?“ von Walter Wagner online unter <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/abwasser/abwasser.htm>

#### Ausgewählte Problematik: konventionelle Landwirtschaft und Tierproduktion

Wenig erfolgreich waren und sind die Versuche, den Ausstoß von Pflanzennährstoffen in der konventionellen Landwirtschaft zu reduzieren. Aus der Landwirtschaft werden in erster Linie stickstoffhaltige Nährstoffe freigesetzt. Wenn die Ziele der Helsinki Konvention und der Wasserrahmenrichtlinie erreicht werden sollen, müssen besonders die stickstoffhaltigen Einträge aus der Landwirtschaft drastisch sinken.

Rein statistisch betrachtet sanken die Einträge aus der Landwirtschaft bisher nur leicht. Die Ursache liegt im Wesentlichen in den ehemaligen Ostblockstaaten. Dort verringerte sich im Zuge der Umstellung der Wirtschaft in den 80er Jahren der Düngemittelverbrauch deutlich und die Tierproduktion brach wegen Vermarktungsschwierigkeiten ein. Dieser Prozess ist jedoch umkehrbar und möglicherweise werden die Einträge aus der Landwirtschaft nach einer wirtschaftlichen Umstrukturierung wieder steigen.

Die massive Nährstofffreisetzung aus der konventio-

nellen Landwirtschaft ist nicht zuletzt eine Folge der intensiven Produktionsweise. Politiker, Landwirte, die EU-Agrarverwaltung und die Wissenschaft müssen noch viele Schritte gehen, um hier echte Alternativen zu finden und vor allen Dingen auch anzuwenden. Der ökologische Landbau hat auch hier viele Vorteile, weil er auf geschlossene Kreisläufe setzt.

Die folgenden Maßnahmen sind bisher angedacht oder teilweise schon in der Anwendung:

- Die Einbringung der Gülle in den Boden über spezielle Schläuche verringert die Ammoniakausdünstung.
- Durch wissenschaftliche, detaillierte Bodenanalysen und Beratung sollen die Landwirte effizienter düngen. Mit dieser Maßnahme sollen die Unsicherheiten im Düngereinsatz verringert werden, die in der Vergangenheit oft zu einem übermäßigen Einsatz von Dünger geführt haben.
- Technische Neuerungen erlauben heute, die Düngermenge metergenau auf die Bodenbeschaffenheit einzustellen.
- Derzeit werden Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis erarbeitet, die ein Auswaschen des Düngers reduzieren können.
- Eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien hat gezeigt, dass bei entsprechender Planung Uferrandstreifen und andere Pufferzonen zwischen Acker und Gewässer Nährstoffe zurückhalten.
- Künstliche Feuchtgebiete („constructed wetlands“) und Sammelbecken an der Mündung eines Fließgewässers zur Ostsee hin können ebenfalls Nährstoffe aus der Landwirtschaft zurückhalten (Retention).

#### Wie können Nährstoffe aus der Ostsee verschwinden?

Weil Pflanzennährstoffe normalerweise ein knappes Gut sind, hat die Natur viele Wege gefunden, diese zu recykeln und im Umlauf zu halten. Dennoch gibt es einige Wege, auf denen die Nährstoffe dem System Ostsee langfristig entzogen werden.

#### Phosphate:

- Bindung an Bodenpartikel und Einlagerung in die Sedimente. Diese Bindung ist nur in Anwesenheit von Sauerstoff dauerhaft. Bei fehlendem Sauerstoff werden die Phosphatmoleküle wieder freigesetzt. So kann es zu einer verhängnisvollen Rückkopplung kommen, wenn die durch die Eutrophierung verstärkte Biomasseproduktion zu Sauerstoffmangel am Grund führt.

#### Stickstoffhaltige Nährsalze:

- Nitrat/Nitrit wird im Sediment unter bestimmten Bedingungen von speziellen Bakterien zu elementarem Stickstoff abgebaut (Denitrifikation). Elementarer Stickstoff hat keine Düngewirkung.

- Organisches Material:
- Einlagerung in die Sedimente

### Nährstoffe im Wasser:

Wasseraustausch mit nährstoffärmeren Ostseegebieten, z.B. Austrag von Nährstoffen aus den stark eutrophen Küstengewässern in die offene Ostsee und der Ausstrom von Ostseewasser über die Belte in den Atlantik. Der Wasserausstrom in ein anderes Meeresgebiet entlastet zwar die Ostsee lokal, ist aber im Grunde nur eine Problemverlagerung.

Bei der sogenannten Selbstreinigung eines Gewässers handelt es sich nicht um einen Prozess, der der Eutrophierung entgegenwirkt. Die Selbstreinigungsfähigkeit eines Gewässers meint die Fähigkeit, organisches Material (Gülle, Blätter, abgestorbenes Plankton, häusliche Abwässer) abzubauen zu können. Am Ende dieses Abbauprozesses, der von Bakterien geleistet wird, stehen eben jene Pflanzennährstoffe, die nur über die oben aufgezählten Möglichkeiten dem Gewässer/Meer entzogen werden können.

### Beispiel

Vorschläge für die Sanierung der Schlei in Schleswig Holstein Feibicke, M. (2005): Konzept zur Restaurierung des Schlei-Ästuars. Rostocker Meeresbiologische Beiträge Heft 14 Seite 69-82.

[www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/RMB.htm](http://www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/RMB.htm)

Was kann der Einzelne zur Minderung der Nährstoffeinträge tun?

Ein Großteil der Einträge von Pflanzennährstoffen gelangt über Niederschläge und Fließgewässer in die Ostsee. Diese indirekten Einträge stammen aus dem Binnenland, wo auch die Lösungen zu suchen sind. Für folgende Themen stehen bereits umfangreiche Informationen und Arbeitsmaterialien anderer Umweltbildungseinrichtungen zur Verfügung:

- Nitrat/Nitrit im Grundwasser, Sicherung der Trinkwasserversorgung
- Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität von Flüssen und Seen,
- Wasserkreislauf
- Stickoxide in der Luft, Abgase und „saurer Regen“
- Ammoniakgase aus der intensiven Viehhaltung, wohin mit der Gülle?

Die Unterstützung von Umweltschutzorganisationen ist ebenfalls eine Möglichkeit für den Einzelnen, die Eutrophierung der Ostsee zu mindern. Einige Umweltschutzorganisationen arbeiten speziell zum Thema Ostsee und erarbeiten auch Konzepte gegen die Eutrophierung. Eine Liste befindet sich im „Literatur und Internetquellen“ Abschnitt dieses Kapitels.

### Beispiele für erfolgreich umgesetzte Maßnahmen:

### men:

- Anfang der 1980er Jahre entschieden sich die Verbraucher wegen der alarmierenden Veränderungen in Flüssen und Meeren phosphatfreie Waschmittel zu kaufen. So konnten bereits vor dem flächendeckenden, kostenintensiven Ausbau der Kläranlagen die Einträge an Phosphor deutlich gesenkt werden.
- Das große Interesse und die Nachfrage der Verbraucher hat zur Entscheidung der EU Staaten, Katalysatoren zur Abgasreinigung gesetzlich vorschreiben, erheblich beigetragen. Zudem versuchen heute viele Menschen, das Auto aus Umweltgründen weniger zu nutzen.
- Der Wechsel vieler Verbraucher zu ökologisch erzeugten Lebensmitteln trägt zur Senkung der Nährstoffeinträge bei. Aufgrund der Bewirtschaftungsweise fallen bei vielen Formen des ökologischen Landbaus nicht so viele Abfallprodukte an, die die Eutrophierung fördern, wie bei der konventionellen Landwirtschaft. Besonders die angestrebte Kreislaufwirtschaft und eine geringere Viehdichte sind hier als Faktoren zu nennen. Die Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) betreibt die Seite [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) mit vielen grundlegenden Informationen.

Welche Erfolge konnten durch die Maßnahmen erzielt werden?

### Senkung der Einträge

Wie viel Nährstoffe von Land in die Flüsse und in die Ostsee gelangen, hängt stark vom Wetter, insbesondere den Niederschlägen ab. Trends in der Eintragsmenge sind deshalb erst im Vergleich mehrerer Jahre zu erkennen.

Die Senkung der Gesamteinträge in die Ostsee gemäß den Verpflichtungen aus dem Helsinki Abkommen wird folgendermaßen beurteilt:

Die Phosphatfrachten wurden bis 1995 um 39 % und die Stickstofffrachten um 30 % gesenkt. Der Eintrag von Phosphor aus Punktquellen in die Ostsee wurde in den meisten Staaten seit 1987 um 50 % reduziert, die Einträge aus diffusen, landwirtschaftlichen Quellen hingegen lediglich um 20 %. Die Senkung der Nährstoffeinträge basierte im Wesentlichen auf dem Ausbau kommunaler Kläranlagen.

Umweltbundesamt. Einträge in die Oberflächengewässer im Ostsee-Einzugsgebiet. Gute Grafiken <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2410>

### Nährstoffkonzentrationen in der Ostsee

Über Jahre hinweg hat die winterliche Konzentration an ausgewählten mineralischen Stickstoffverbindungen und Phosphat zugenommen (gemessen im Winter, weil dann kaum pflanzliches Plankton und

Pflanzen wachsen, die die Werte verringern). Die höchsten Einträge und der schlechteste Zustand der Ostsee wurden Ende der 1980er Jahre festgestellt.

Für die Winterkonzentration von Phosphat konnte in den Jahren vor 1999 eine abnehmende Tendenz festgestellt werden, sowohl in den küstennahen Regionen als auch in der offenen Ostsee (Nausch & Lochte 1999):

Der Vergleich von Zeitserien (1985-2002 und 1995-2002) über die winterliche Konzentration von Nitrat und Phosphat in den Küstengewässern zeigt bei 80 % der verglichenen Messstationen weder eine Zu- noch Abnahme. Rückgänge der Konzentrationen sind selten (Datenbank der European Environment Agency (europäischen Umweltbüros)

[www.eea.europa.eu/](http://www.eea.europa.eu/) „Trends in winter nitrate and phosphate concentrations, and N/P ratio in coastal waters of the North Atlantic, the Baltic Sea, the North Sea and the Mediterranean“

Messreihen des Bundesministeriums für Umwelt in der deutschen Ostsee zeigen für den Zeitraum 1978 bis 2003 in der Mecklenburger Bucht und in den Inneren Küstengewässern der Mecklenburger Küste (Bodden etc.) eine Abnahme der phosphorhaltigen Stoffe und gleichbleibende Werte für stickstoffhaltige Stoffe.

Eutrophierung der Ostsee. Umweltbundesamt:  
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2412>

### Rückgang der eutrophierungsbedingten Veränderungen im Ökosystem Ostsee

Die zentrale Frage ist, ob das eutrophierte Ökosystem Ostsee bereits Anzeichen für eine Erholung zeigt. Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, denn auf die Lebewesen der Ostsee wirken viele Faktoren ein. Der Salzgehalt, ein außergewöhnlich kalter oder warmer Winter, weitere Verschmutzungen durch Schadstoffe usw. spielen eben auch eine Rolle.

In dem Buch „Warnsignale aus der Ostsee“ (Lozan (Hrsg.) 1996) werden einige regionale Fallbeispiele behandelt und die Entwicklung der Eutrophierung bis Anfang der 1990er Jahre nachgezeichnet: Die Regionen sind: Deutsche Bodden und Oderhaff, Kieler Bucht, zentrale Ostsee (Arkona-, Bornholm- und Gotlandsee), Rigaer Meerbusen, Newa-Mündung und Finnischer Meerbusen. Die allgemeine Tendenz in diesen Berichten ist, dass keine weiteren Verschlechterungen eingetreten sind, aber trotz der erfolgten Maßnahmen zu diesem Zeitpunkt noch keine wirklich deutlichen Verbesserungen im Ökosystem erkennbar sind. Aktuelle Studien zeigen:

Die Blaualgenblüten in der offenen Ostsee zeigen keine Abnahme, eher eine Zunahme. Hier spielt der Phosphatüberschuss im Verhältnis zum Stickstoff

eine wichtige Rolle, nicht die absolute Konzentration der Nährstoffe.

Die Sichttiefe ist in vielen Gebieten der Ostsee gleichbleibend erniedrigt. In den 10 bis 15 Jahren vor 2005 ist keine wesentliche Veränderung zu erkennen (Laamanen et al. 2005).

In Teilen den Mecklenburger Bodden spricht Einiges dafür, dass die dort wichtigen Bodenpflanzen wie Armeleuchteralgen und Blasentang wieder zunehmen (Schubert 2001), was auf eine Erholung des Systems hinweist.

### Ausblick

Die HELCOM hat nun umfangreiche Referenzwerte für eine Verbesserung der eutrophierungsbedingten Schäden erstellt und einen Managementplan erarbeitet (siehe Literaturangaben).

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
Bundesministerium für Umwelt „Kurzinformation zum Helsinki-Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets“ (2004). <a href="http://www.bmu.de/meeresumweltschutz/downloads/doc/2847.php">www.bmu.de/meeresumweltschutz/downloads/doc/2847.php</a>	Helsinki-Konvention
Bundesministerium für Umwelt „Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in Deutschland“. <a href="http://www.bmu.de/binnengewasser/gewaesserschutzpolitik/europa/doc/3063.php">http://www.bmu.de/binnengewasser/gewaesserschutzpolitik/europa/doc/3063.php</a> ,	Wasserrahmenrichtlinie
Graf, E. (1994): Stickstoff aus der Landwirtschaft. Unterricht Biologie 199 Seiten 42-46	Rollenspiel
HELCOM (2009): Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. No. 115B. Online unter (Abruf am 06.05.2010) <a href="http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en_GB/front/">http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication/en_GB/front/</a>	Eine fundierte und detaillierte Dokumentation der Eutrophierung in der Ostsee, Referenzwerten und Maßnahmen.
„Hot Spots“ <a href="http://www.helcom.fi/projects/jcp/hotspots/en_GB/hotspots/">www.helcom.fi/projects/jcp/hotspots/en_GB/hotspots/</a>	Seite der HELCOM zu den aktuellen Hot Spots, sehr ausführlich.
Das IKZM: „Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets“ <a href="http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/HELCOM.pdf">http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/HELCOM.pdf</a>	Helsinki-Konvention
Laamanen, M., Fleming, V. & R. Olsonen (2005): Water transparency in the Baltic Sea between 1903 and 2005. HELCOM Indicator Fact Sheets 2005. Online. [18.09.2006] <a href="http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/archive/ifs2005/en_GB/transparency/">http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/archive/ifs2005/en_GB/transparency/</a>	Wissenschaftlicher Bericht über die Sichttiefe in der Ostsee
Lethmate, J. (2005): Stickstoff-Regen - Ein globales Eutrophierungsexperiment. Biologie in unserer Zeit 35(2): 108-117	Stickstofffreisetzung aus der Landwirtschaft und seine Folgen in Mitteleuropa/Deutschland
Lozán, J.L. (1996): Warnsignale aus der Ostsee. Parey, Berlin.	Buch, das zu fast allen angesprochenen Themen etwas berichtet
<a href="http://www.meeresschutz.info">http://www.meeresschutz.info</a>	Europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in Deutschland
<a href="http://www.bfn.de/habitatmare/de/eu-meerespolitik-rahmenrichtlinie.php">http://www.bfn.de/habitatmare/de/eu-meerespolitik-rahmenrichtlinie.php</a>	Europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in Deutschland

Titel / Webadresse	Kurzinfor
Nausch, G. & K. Lochte (1999): Der Stoffhaushalt der Ostsee-natürliche und anthropogene Einflüsse. Geografie und Schule, Heft 120: Marine Ökosysteme.	Überblick über die Stoffumsätze in der Ostsee und die Auswirkungen der Eutrophierung und Schadstoffeinleitungen, sowie über Schutzmaßnahmen.
Schernewski, G., Neumann, T. & M. Wielgat (2003): Zustand und modell-gestützte Prognosen zur Wasserqualität in der Ostsee und ihren Küstengewässern. Berichte Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Univ. Kiel, Nr. 28, 189-195 <a href="http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Schernewski_AMK_Ostsee.pdf">www.ikzm-d.de/infos/pdfs/Schernewski_AMK_Ostsee.pdf</a>	Wie entwickelt sich die Ostsee bei fortgesetzter Eutrophierungsbekämpfung
Schubert, H. (2001): Unterwasservegetation der Darß-Zingster Bodden. Meer und Museum Bd. 16, S. 53-59	Erholung der großen Unterwasserpflanzen
Schiewer, U. (2001): Phytoplankton, Produktivität und Nahrungsnetze. Meer und Museum Band 16 Seiten 39-45	Veränderungen in Produktivität und Nahrungsnetz durch die Eutrophierung in der Darß-Zingster Boddenkette
<a href="http://www.wasser.sh">http://www.wasser.sh</a>	Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein
<a href="http://www.wrrl-mv.de/">http://www.wrrl-mv.de/</a>	Wasserrahmenrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern

### Natur- und Umweltschutzverbände

Webadressen	Kurzinfor
<a href="http://www.bund.net">http://www.bund.net</a>	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
<a href="http://www.bund.net/themen_und_projekte/landwirtschaft/naturschutz/">http://www.bund.net/themen_und_projekte/landwirtschaft/naturschutz/</a> <a href="http://www.ostseeschutz.de">http://www.ostseeschutz.de</a>	„Mehr Naturschutz in der Landwirtschaft“
<a href="http://www.ccb.se">http://www.ccb.se</a>	Internetauftritt der Coalition Clean Baltic
<a href="http://www.eucc-d.de">http://www.eucc-d.de</a>	EUCC - Die Küsten Union Deutschland e.V.
<a href="http://www.greenpeace.de">http://www.greenpeace.de</a> <a href="http://www.greenpeace.de/themen/meere/nachrichten/artikel/kein_aufatmen_fuer_das_leben_in_der_ostsee/">http://www.greenpeace.de/themen/meere/nachrichten/artikel/kein_aufatmen_fuer_das_leben_in_der_ostsee/</a> <a href="http://www.greenpeace.de/tip/themen/landwirtschaft/presseerklaerungen/artikel/deutsche_landwirte_duengen_den_klimawandel/">http://www.greenpeace.de/tip/themen/landwirtschaft/presseerklaerungen/artikel/deutsche_landwirte_duengen_den_klimawandel/</a>	Greenpeace „Kein Aufatmen für das Leben in der Ostsee“ „Deutsche Landwirte düngen den Klimawandel“
<a href="http://www.helcom.fi">http://www.helcom.fi</a>	Internetauftritt der Helsinki Kommission (HELCOM)

---

<b>Webadressen</b>	<b>Kurzinfo</b>
<a href="http://www.nabu.de">http://www.nabu.de</a> <a href="http://www.nabu.de/themen/">http://www.nabu.de/themen/</a> <a href="http://www.nabu.de/themen/landwirtschaft/europaeischeagrarpolitik/11823.html">http://www.nabu.de/themen/landwirtschaft/europaeischeagrarpolitik/11823.html</a>	NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V. „So wird Agrarpolitik zukunftsfähig“ Strategiepapier „Landwirtschaft und Umwelt“
<a href="http://www.wwf.de">http://www.wwf.de</a> <a href="http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/baltic/">http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/baltic/</a> <a href="http://www.wwf.de/regionen/ostsee/">http://www.wwf.de/regionen/ostsee/</a>	WWF World Wide Fund for Nature Die Ostseeseite des WWF mit vielen Infos.  Die deutschen Seiten zum Ostseeschutz des WWF. Mehr Infos verbergen sich in der rechten Spalte der Internetseite.

---

### III. Arbeitsanleitungen

#### II.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

1. Innerhalb des Schulthemas „Wie funktioniert eine Kläranlage“ kann speziell das Thema Kläranlagenbau an der Ostsee und die damit erzielten Erfolge bearbeitet werden.
2. Das Thema Eutrophierung der Ostsee kann eine Weiterführung des Themas Eutrophierung von Binnengewässern sein.
3. Das Thema Selbstreinigung eines Fließgewässers kann mit der Frage „was passiert mit den Abbauprodukten des Selbstreinigungsprozesses“ zum Thema Nährstoffeinträge in die Ostsee übergeleitet werden.
4. Ausgehend von Beobachtungen oder Fragen der Teilnehmer kann die Leitung auf aktuelle Entwicklung des Ostseeschutzes anhand der Informationen aus diesem Kapitel zu sprechen kommen. Beobachtungen, die eine Überleitung ermöglichen:
  - Faulschlamm in einer Bodenprobe: Besprechung der internen Belastung und Information über die wenigen Möglichkeiten gegen diese Belastung aktiv vorzugehen.
  - Beobachtung von fädigen Algen am Strand: Information über den Zusammenhang zwischen Nährstoffeintrag und Zunahme dieser Algen. Diskussion über das Thema „sauberer Strand“ und die Kosten für die Strandreinigung.
  - Sichtung eines Blaualgent Teppichs oder aktuelle Medienberichterstattung über eine „Blaualgenpest“: Diskussion des Zusammenhangs zwischen Nährstoffeinträgen und Blaualgen. Diskussion im Hinblick auf Auswirkungen auf den Tourismus. Überleitung in das Thema „Was wird gegen Nährstoffeinträge getan?“.
  - Sichtung einer Kläranlage: Besprechung der Auswirkungen der Kläranlage auf die angrenzende Ostsee. Besprechung der Situation früher und heute. Diskussion der Abwasserkosten.
  - Aufgreifen von Fragen: Eine häufig geäußerte Frage ist: Wird etwas gegen die Verschmutzung der Ostsee unternommen?

#### Vorschläge für weitere Projekte

Die Untersuchung und Besprechung der Eutrophierung der Ostsee kann zu weiteren Projekten anregen.

- Das Thema kann mit der Frage verbunden werden, anhand welcher Kriterien eigentlich die Qualität eines Gewässers beschrieben werden soll. Was kann, was sollte ein Qualitätsmerkmal sein? Was interessiert den Strandtouristen, was den Angler, was den Biologen. Die Teilnehmer können dazu angeregt werden, ihre eigenen Kriterien zu erarbeiten. Worüber soll ihrer Meinung nach eine Strand- oder Badewasserbewertung informieren.
- Das Thema kann zu einer globalen Sicht übergeleitet werden. Die Eutrophierung von Gewässern und Meeresgebieten ist weltweit ein wichtiges Thema. Beispiele: Die intensive Rinderhaltung in Südamerika eutrophiert die dortigen Gewässer, auf den Seiten der UNEP ist ein Verzeichnis sauerstofffreier Zonen im Meer weltweit, Giftalgenblüten und Red Tides sind in vielen Meeresgebieten auf die Nährstoffeinträge zurückzuführen, in Australien leidet das Great Barrier Reef unter dem Nährstoffeintrag aus den Zuckerrohrfeldern.

# Fischerei

Zusammengetragen von Anne Wagner



## Kurzinformation

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- Ostseefischerei - Daten zu fischereilich wichtigen Arten, Anlandungen, Fangmengen, Industriefischerei
- Erklärung des Begriffs Überfischung
- Fischereimanagement im Ostseeraum (Höchstfangmengen, Quoten, Strukturen)
- Die Arbeit der Fischereibiologen in der Ostsee
- Übersicht über die Fangmethode und ihre ökologischen Auswirkungen
- Informationen über Maßnahmen und Initiativen für eine umweltverträglichere Fischerei in der Ostsee.

## Kapitel N Fischerei

### Inhaltsverzeichnis

<b>I. Fachlicher Hintergrund</b>	<b>N3</b>
<i>Genutzte Fischarten</i>	N3
<i>Industriefischerei</i>	N3
<i>Wer fischt wo?</i>	N4
<i>Die Fangmethoden und ihre problematischen Auswirkungen</i>	N4
<i>Der Fisch und die Quote</i>	N5
<i>Was bedeutet Überfischung?</i>	N6
<i>Wissenschaftliche Bewertung des Zustands der Ostseefischbestände</i>	N6
<i>Der Einfluss von Fischerei auf andere soziale Bereiche</i>	N7
<b>II. Literatur und Internetquellen</b>	<b>N8</b>
<b>III. Arbeitsanleitungen</b>	<b>N11</b>
III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen	
III.2 Methoden und Aktivitäten	
Beobachtung der Fischereiaktivität durch die Teilnehmer	N11
Videomaterial	N13
Fischerei-Simulationsspiele	N13
III.3 Anhang	
Steckbrief Ostseedorsch	N14
Fischereigeräte	N15
Ökologische Bewertung der Fanggeräte	N16
Was kann für eine nachhaltigere Fischerei getan werden?	N17

## I. Fachlicher Hintergrund

Unter der Überschrift Fischerei versammelt sich eine Vielfalt von Einzelthemen, wie Fangtechniken, soziokulturelle Bedeutung der Fischerei, das Management der Fischbestände und die ökonomische Seite. Daneben tritt die aktuelle Diskussion um die Überfischung und die umweltschädigenden Auswirkungen auf das Ökosystem Meer. Der Text beschränkt sich auf einige Fakten zu den Themen fischereiliche Praxis und Fischwirtschaft und versucht, ein Grundverständnis für einige der zahlreichen denkbaren Veränderungen hin zu einer umweltverträglicheren und bestandschonenden Fischerei zu vermitteln. Die Unterschiede zwischen den Regionen, den Fischereitypen und Fischarten sind sehr groß und sollten nicht verallgemeinert werden. Es gibt leider keine einfachen Lösungen und klar zu benennende „Schuldige“.

Als die baltischen Staaten der Europäischen Union beitraten, wurde das bis dahin gültige Fischereiabkommen der Ostsee (IBSFC) aufgelöst. Die im Jahre 2002 überarbeitete gemeinsame Fischereipolitik der EU ist seitdem in Abstimmung mit Russland gültig. Der Wandel in den neuen EU-Ländern ist jedoch noch nicht abgeschlossen.

Weltweit steht die Fischerei zunehmend in der öffentlichen Kritik und der Ruf nach tiefgreifenden Änderungen wird immer lauter. Das Internet ist in diesem Fall die beste Informationsquelle, die wirklich Zugang zur aktuellen Situation und Diskussion bietet.

### Genutzte Fischarten

Viele Fischarten der Ostsee werden durch die Berufsfischerei aber auch durch die zahlreichen Hobbyfischer befischt. Die Berufsfischerei muss über ihre Fänge genau Buch führen, während die Fangmengen der Hobbyfischer bisher nicht protokolliert werden mussten.

Für die Berufsfischerei sind besonders die marinen Arten wichtig: Hering, Sprotte, Dorsch und Plattfische (Flunder, Steinbutt, Scholle und Kliesche). Hering, Sprotte und Dorsch machen zusammen 90% der Fangmenge in der Ostsee aus. In Regionen mit niedrigerem Salzgehalt können auch Süßwasserfische von Bedeutung sein, besonders die teureren Fischarten wie Aal, Hecht und Zander. In den baltischen Staaten werden sogar die grätenreichen Karpfenfische Plötze und Blei vermarktet. Aber nur wenige Arten sind echte „Brotfische“. Als solche werden umgangssprachlich jene Arten bezeichnet, mit denen Fischer ihr Haupteinkommen erzielen können. Solche Arten müssen in großen Mengen vorkommen und zu einem ausreichend hohen Preis verkauft werden können. An der deutschen Ostsee sind Dorsch oder Hering der „Brotfisch“ vieler Fischereibetriebe. In den

süßeren Bereichen sind es Aal, Zander und Hecht. Miesmuscheln werden derzeit nur in dänischen Ostseegewässern genutzt. Bis 1955 wurden sie in der Flensburger Förde in größeren Mengen (2000 t pro Jahr) geerntet. Ostseegarnelen (*Palaemon adspersus*) werden auf der Insel Poel und in Dänemark in sehr kleinen Mengen gefischt. Im Kattegat werden Taschenkrebs, Kaisergranat, Hummer und Tiefseegarnele gefischt.

Lozán, J.L. (1995): *Nutzung und Veränderung von Mollusken und Krebsen der Ostsee*. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus der Ostsee*. Parey Buchverlag Berlin. (guter Überblick)

Walter, U. (1997): *Fische, Fischerei und Garnelenfang in der Wismarbucht*. Meer und Museum Band 13, Seiten 53- 61. (*Ostseegarnelenfischerei und -vermarktung in der Wismar Bucht*)

### Industriefischerei

In der Ostsee gibt es neben der Vermarktung für den menschlichen Verzehr seit Anfang der 1990er Jahre eine sogenannte Industriefischerei auf die Sprotte. Hauptfangnationen sind Dänemark, Schweden und Polen. Bei dieser Form der Fischverwertung werden die Fische zerkocht und als Fischmehl und Fischöl fast ausschließlich an die Futtermittelindustrie verkauft. Fischöl und Fischmehl sind unverzichtbare Bestandteile im Futter für die Aquakultur von Raubfischen (Lachs, Forelle). Viele Umweltverbände bewerten Industriefischerei als reine Verschwendung, die es zu unterbinden gilt. Von den rund 90 Mio. Tonnen Fisch, die pro Jahr in den Weltmeeren gefangen werden, werden etwa 30 Mio. Tonnen zu Fischmehl und Fischöl verarbeitet. Dabei handelt es sich um Fischarten, die sich für den menschlichen Konsum nur bedingt eignen (klein, grätig, tranig) oder für die es keine Nachfrage gibt (Sandaale, Peruanische Sardine und Sardelle, Sprotten, Stintdorsche, Stöcker). Wer sich mit dem Thema beschäftigt, wird folgende Punkte entdecken:

- Für die Zucht von Raubfischen wie Lachs und Forelle sind Futtermittel aus Fisch unabdingbar. Bei der derzeitigen Zuchtmenge muss Industriefisch gefischt werden. Wer gegen die Industriefischerei ist, sollte keine gezüchteten Raubfische (Lachs, Forelle, Wolfsbarsch, ...) kaufen und sich über Alternativen informieren. Es gibt auch zertifizierte Züchter/Verbände, die auf Industriefisch weitgehend verzichten und auf Speisefischabfälle zurückgreifen. Letztere können nur einen winzigen Bruchteil der Nachfrage decken.
- Sprotten sind sehr schmackhaft. Bei entsprechender Nachfrage können sie auch als Speisefisch genutzt werden.
- Anders als in der Nordsee und anderen Meeresgebieten bedroht die Industriefischerei in der Ostsee nicht die Nahrungsgrundlage der Seevögel. Es gibt einen Zusammenhang mit dem Dorschbe-

stand, der jedoch ambivalent ist (Dorsche fressen Sprotten, Sprotten fressen Dorscheier).

### Wer fischt wo?

In der Ostsee fischen fast ausschließlich die Anrainerländer, also jene Staaten, die direkt an der Ostsee liegen. Das Seevölkerrecht teilt das Meer in Bereiche ein. In der 12-Seemeilen-Zone hat das jeweilige Land volle Hoheitsbefugnisse. Dort dürfen bis auf Ausnahmen nur die Fischer dieses Landes fischen. Der Rest der Ostsee besteht aus den Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) der Anrainerstaaten. Durch den Beitritt zur EU wurden diese zum EU-Meer. Desweiteren bestehen Vereinbarungen mit dem Nicht-EU-Mitglied Russland über die gegenseitige Nutzung der Ostseegebiete.

Deutsche Fischer fischen fast ausschließlich zwischen den Belten und Bornholm (etwa 90 % des Gesamtfangs entfallen auf diesen Bereich). Nur ein kleiner Bruchteil der deutschen Hering-, Dorsch- und Sprottfänge wird weiter östlich gefangen. Folgende Gründe können dafür angeführt werden, dass viele Fischer nicht weit entfernt von ihren Heimathäfen fischen:

- Das Heimatland hat oft keinen Zugang zu weiter entfernt liegenden Fischbeständen. Deutsche Fischer können z.B. nicht in die Bottenwiek im nördlichen Teil der Ostsee fahren und dort Heringe fischen, weil sie keinen Zugang zu den dortigen Heringsquoten haben.
- Die meisten Fischkutter sind klein und nicht für mehrtägige Fangfahrten geeignet. Ein entsprechend ausgerüstetes, großes Schiff wird aus verschiedenen Gründen in der Ostsee eher selten eingesetzt (EU-Regulationen, ökonomische Ursachen).

### Die Fangmethoden und ihre problematischen Auswirkungen

Die Schleppnetzfisherei ist die wichtigste Fangmethode gemessen an der Fangmenge und der Anzahl der Fischereifahrzeuge. Der Anteil der Grundsleppnetzfisherei am Gesamtaufwand in der deutschen Fischerei beträgt ca. 28 %. Kleine Boote unter 10 m, hauptsächlich für die Stille Fischerei (siehe Anhang Fischereigeräte), dominieren die deutsche Ostseefischerei. In Deutschland gibt es etwa 100 leistungsfähige Kutter mit Grundsleppnetz und 1600 kleine Boote. Im Jahr 2002 operierte nur ein großes deutsches Fischereifahrzeug über 300 BRZ (Brutto-Raum-Zahl) zeitweilig in der Ostsee.

Die einzelnen Fangtechniken haben aus der Sicht eines ökonomisch handelnden Fischers, im Hinblick auf die Erhaltung der Fischbestände sowie aus naturschutzfachlicher Sicht jeweils verschiedene Vor- und Nachteile. Diese sind im Anhang dieses Kapitels in einer Tabelle zusammengestellt.

Tabelle N1: Größenordnung der Anlandungen pro Jahr in der gesamten Ostsee in den Jahren 2002 bis 2005. (Daten verändert nach ICES 2006 und ICES FishStat Datenbank)

Art		Anlandungen in Tonnen	Hauptfanggebiete
<b>Dorsch</b>	<b>M</b>		
westlicher Bestand		22 000	westlich Bornholm
östlicher Bestand		65 000	östlich Bornholm
<b>Hering</b>	<b>M</b>		
Bestand 1		43 000	westlich Bornholm
Bestand 2		100 000	östlich Bornholm bis Alandinseln
Bestand 3		55 000	nördlich Alandinseln
<b>Sprotte</b>	<b>M</b>	350 000	gesamte Ostsee
<b>Flunder</b>	<b>M</b>	17 000	zentrale Ostsee
<b>Scholle</b>	<b>M</b>	2500	Belte bis Öland
<b>Kliesche</b>	<b>M</b>	1500	bis Bornholm
<b>Hornhecht</b>	<b>M</b>	700	gesamte Ostsee
<b>Steinbutt</b>	<b>M</b>	550	bis Alandinseln
<b>Glattbutt</b>	<b>M</b>	35	westliche Ostsee
<b>Makrele</b>	<b>M</b>	10	westliche Ostsee
<b>Lachs</b>	<b>W</b>	1600	Ostsee
<b>Meerforelle</b>	<b>W</b>	1300	Ostsee
<b>Barsch</b>	<b>S</b>	5000	Küstengewässer
<b>Zander</b>	<b>S</b>	1500	Küstengewässer
<b>Aal</b>	<b>W</b>	1000	Küstengewässer
<b>Hecht</b>	<b>S</b>	2000	Küstengewässer

**M** Meeresfisch, **S** Süßwasserfisch, **W** Wanderfisch

Zur Zeit wird intensiv diskutiert, mit welchen Fanggeräten überhaupt eine nachhaltige und nicht (selbst) zerstörerische Fischerei in der Ostsee erreicht werden kann. Am schlechtesten schnitten bei verschiedenen Studien die Grundsleppnetze ab. Durch diese effiziente und wirtschaftliche Technik können große Mengen bodenlebender Fische gefangen werden. Aber die Grundsleppnetze verändern den Meeresboden stark, weil die Scherbretter den Boden durchpflügen. Im Fang sind oft große Mengen an Fischen und Meerestieren, die nicht vermarktet werden können und überwiegend tot ins Meer zurückgeworfen werden (discard = Beifang). Es wird derzeit angestrebt, durch technische Verbesserungen die gängigen Fangmethoden selektiver zu machen. Selektiver bedeutet, dass der Anteil an ungewollten Fischen (zu klein, falsche Art, Jungfische) möglichst gering ist. Für die Vorschriften zu Fangtechniken ist die EU-Fischereikommission zuständig.

## Der Fisch und die Quote

Bevor ein Fisch gefangen ist, gehört er niemandem, auch nicht dem Staat. Erst mit dem Fang geht er in den Besitz des Fischers/Anglers über und wird sein Eigentum. Die Süßwasserfischarten leben so dicht an der Küste, dass ihre Fischerei vom jeweiligen Land verwaltet wird. Die Regulation findet meist über die Zahl der vergebenen Lizenzen statt. Ein Fischer oder eine Fischereigenossenschaft verfügt über ein größeres Gebiet. Ein Küstengebiet, z.B. einen großen Bodden, teilen sich meist mehrere Fischer. Dem Fischer gehören auch hier die Fische in seinem Gebiet nicht, er erwirbt lediglich die Berechtigung, dort zu fischen.

Die wichtigsten marinen Fischarten werden im Quotensystem verwaltet. Das sind Sprotte, Dorsch, Hering, Lachs und Scholle. Fischen mit Quote bedeutet, dass zwar jeder, der eine Lizenz zum Fischen bzw. Fahren von Fischereifahrzeugen hat, fischen gehen darf, aber nur, solange die Quote nicht ausgeschöpft ist. Die Quote ist der Anteil eines Landes an der jährlich festgelegten Gesamtfangmenge (TAC=total allowable catch). Sie ist quasi „nationales Eigentum“ und wird entsprechend verteidigt. Deutschland bekommt ca. 14 % der Gesamtfangmenge des Herings in der westlichen Ostsee, 13 % der Dorschgesamtfangmenge und 6 % der Sprotten. In Deutschland ist der Zugang zu den deutschen Quoten kostenfrei. In einigen Ländern müssen die Fischer für ihren individuellen Anteil an der Landesquote zahlen, z.B. in Estland.

Die Gesamtfangmenge wird auf politischer Ebene verhandelt. Seit 2004 sind alle Anrainerstaaten der Ostsee außer Russland Mitglieder der Europäischen Union (EU). In den EU-Mitgliedsländern liegt die alleinige Kompetenz für die Fischerei im EU-Meer bei der Europäischen Union. Das bedeutet, dass alle grundsätzlichen und wesentlichen Entscheidungen durch die EU getroffen werden (Generaldirektion Fischerei und maritime Angelegenheiten).

Vor der EU-Osterweiterung bestand seit 1974 ein regionales Fischereiabkommen. In der IBSFC (International Baltic Sea Fisheries Commission = Internationale Kommission für die Fischerei in der Ostsee) verhandelte die EU mit Vertretern der baltischen Staaten und Russland jährlich über Gesamtfangmengen und Quoten. 2005 endete das Abkommen. Zur Zeit gibt es mehrjährige Verträge mit Russland.

Für ihre Entscheidungen erhalten die Politiker seit 1974 Rat vom ICES (International Council for the Exploration of the Sea) = Internationaler Rat für Meeresforschung). Wissenschaftler nationaler Institute erforschen die Fischbestände und die Ergebnisse werden vom ICES ausgewertet. Auf Basis dieser Informationen berät der ICES die EU Generaldirektion Fischerei und veröffentlicht seinen Rat. Der Rat des ICES und die ausgearbeiteten Vorschläge der Generaldirektion gehen an die Mitglieder des EU Fischereirats. Der Fischereirat setzt sich aus den zuständigen Landwirtschaftsministern der EU-Mitgliedsstaaten zusammen und entscheidet letztendlich über die Gesamtfangmenge.

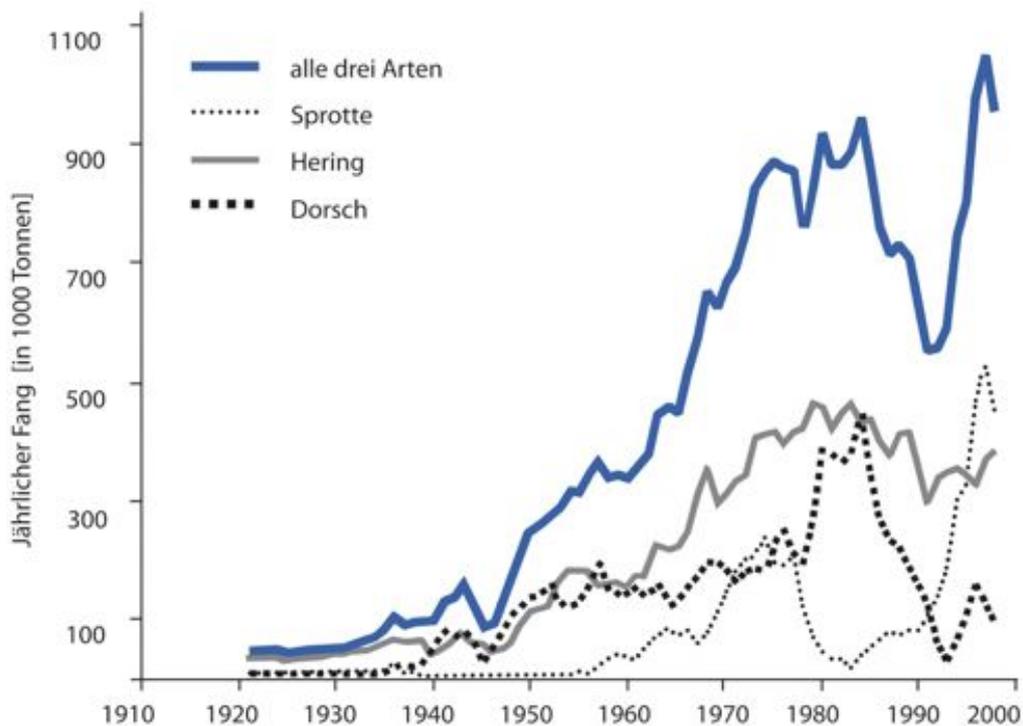


Abbildung N1 : Entwicklung der jährlichen Fänge in der gesamten Ostsee seit 1920. (Entnommen aus CCB Development of Sustainable Fisheries in the Baltic Sea, updated version by Sture Hansson (2003) )

## Was bedeutet Überfischung?

In den Medien und umgangssprachlich wird das Wort „Überfischung“ manchmal gleichbedeutend mit „vom Aussterben bedroht“ verwendet. Die eigentliche Bedeutung ist eine andere. Wenn ein Fischbestand dauerhaft genutzt werden soll, muss die Zahl der Elterntiere ausreichend hoch sein, um genügend Nachwuchs zu haben. In einem überfischten Bestand ist die Menge der Elterntiere unter einen kritischen Wert gesunken, das „Kapital“ ist aufgezehrt. Weil in diesem Zustand die Zahl der nachwachsenden Jungtiere stark sinkt („die Zinsen“), nehmen auch die Fänge der Fischer stark ab. Wenn der Aufwand den Ertrag nicht mehr lohnt, bricht die Fischerei auf diese Fischart zusammen. Die Menge an Fischen, die ein überfischter oder zusammengebrochener Bestand noch enthält, kann durchaus zigtausend Tonnen, also Millionen von Individuen betragen. Bei drastisch verringerter oder verbotener Befischung stehen die Chancen gut, dass sich ein solcher Bestand erholt. Erholung bedeutet hier: wieder produktiver wird. Weil vielerorts die Fischerei erheblich von „Subventionen“ gestützt wird, greift das ökonomische Regulativ des Aufwands-Ertrags-Verhältnisses nicht mehr und es wird weiter gefischt. „Überfischung“ darf allerdings nicht nur als ökonomisches Problem gesehen werden. Wenn eine Fischart drastisch schrumpft, kann sich das gesamte Ökosystem ändern. Ist beispielsweise ein Raubfisch betroffen, kann die Zahl seiner Beutetiere stark zunehmen. Es ist möglich, dass diese Veränderung sich stabilisiert und sich nicht oder nur extrem langsam umkehrt. Leider ist dieses Risiko nicht vorhersagbar.

Ein Beispiel ist der Kabeljau auf den Grand Banks vor Kanada. Bis in die 1980er Jahre wurden vor Kanada gewaltige Mengen an Kabeljau gefischt. Dann brach der überfischte Bestand zusammen, die Kabeljaufischerei wurde 1991 verboten und Tausende verloren ihre Arbeit. Bis heute hat sich der Bestand nicht mehr erholt. Nachfolgend nahm die Zahl der Hummer und der Tiefseeshrimps stark zu. Beide sind heute eine wesentlich lukrativere Einkommensquelle als der Kabeljau. Das Ökosystem hat bis heute den Kabeljau als einen wichtigen Räuber verloren. Zusätzlich werden bei den Tiefseeshrimps erhebliche Mengen an Jungkabeljau mitgefangen (Pauly 2006).

Den langfristigen Rahmen und Entscheidungsgrundlage bildet die Gemeinsame Fischereipolitik (GFP), auf die sich die EU-Länder geeinigt haben. Seit der letzten Überarbeitung der GFP gibt es einen technischen Ausschuss mit Wissenschaftlern (STECF), der beratend tätig ist, und Regionalräte, z.B. der Baltic Sea Regional Advisory Council (BS RAC), in denen die „Stakeholder“ sich beteiligen dürfen, also Vertreter von Genossenschaften, Verbänden, Vereinigungen der Angler, Fischer und Fischverarbeiter sowie Umweltschutzverbände. Das soll zu mehr Transparenz und Mitarbeit führen.

Die Fischer erfahren von den Beschlüssen durch Veröffentlichungen. Kontrolliert wird die Umsetzung von der Fischereiaufsicht und auf See durch die Küstenwache oder Wasserschutzpolizei. In der Regel darf jedes Land nur die eigenen Fischer kontrollieren, es gibt aber auch Regionalabkommen.

Die Quote soll im Endeffekt die entnommene Fischmenge begrenzen. Leider hat dieses System große Lücken und Schlupflöcher. Wenn größere Fische einer Art mehr Gewinn bringen als kleinere, dann lohnt es sich für den Fischer, letztere wieder über Bord zu geben, selbst wenn diese die Mindestlänge überschritten haben (high grading genannt). Die meisten Fische überleben diese Prozedur nicht und sollten, weil sie ja dem Bestand verloren gehen, eigentlich Teil der Quote sein. Bisher ist die Quote nämlich eine Anlandequote und keine echte Fangquote. Der Fischer hat zwei Vorteile: er kann seinen Fang teurer verkaufen

und die Quote ist nicht so schnell ausgeschöpft. Das Highgrading kann zwar verboten werden, ist aber in der Praxis nur mit großem Aufwand zu kontrollieren. In der Ostsee spielt es beim Dorsch eine, wenn auch geringe, Rolle. Andere Möglichkeiten, die Quote zu umgehen sind illegale Anlandungen, Umdeklariieren des Fanggebiets etc. Es gibt andere Regulationsmöglichkeiten für die entnommene Fangmenge als die Quote, aber jede hat ihre Nachteile. Die besten Möglichkeiten erfordern meist einen hohen Kontrollaufwand. Illegale und nicht gemeldete Anlandungen waren bis 2007 in der Ostsee ein großes Problem und trugen erheblich zum schlechten Zustand der Dorschbestände bei (siehe Tabelle N2).

Weitere gängige Methoden zur Regulierung der kommerziellen Fischerei sind:

Vergrößerung der minimalen Maschenweite/Mindestlänge, Begrenzung der Motorleistung der Fangschiffe, Ausweisung von für die Fischerei dauerhaft oder kurzzeitig gesperrten Gebieten (Gebietsschließung), Verringerung der maximalen Fangtage auf See, Verbot von Fangtechniken, weitere Vorschriften zu den Fanggeräten. In der EU war das gezielte Abwracken von Kuttern mit Hilfe von Prämien möglich.

Wissenschaftliche Bewertung des Zustands der Ostseefischbestände

Bevor überhaupt eine wissenschaftliche Bewertung abgegeben werden kann, benötigt der Fischereibiologe eine Menge Daten. Fische können nicht direkt

gezählt werden, sondern die Mengen müssen aus Stichproben berechnet werden. Aus den Fischereistatistiken kann abgeleitet werden, wie es um die aktuelle Menge an fangbaren Fischen steht. Für die Bewertung der Fischbestände muss die Anlandestatistik mit zahlreichen weiteren Daten aufbereitet und erweitert werden. Zu viele Faktoren bewirken eine Zu- oder Abnahme der gemeldeten Fänge. Gründe für eine Abnahme können zum Beispiel auch der schlechte Preis und geringe Nachfrage sein. Als Basis für Vergleiche wird die Fangmenge pro benötigtem Aufwand genommen (catch per unit effort CPU). Der Aufwand kann je nach Fischereityp verschieden bemessen werden, z.B. Tage auf See, Anzahl der Reusen, ...). Darüber hinaus sind Forschungsfahrten notwendig, um zu ermitteln, wie viel Nachwuchs zu erwarten ist, wie die Fische wachsen und wie alt sie sind. Alle diese Zahlen fließen in Modelle ein, die eine Abschät-

*Tabelle N2: Gegenüberstellung der empfohlenen, abgeschlossenen und tatsächlichen Fänge des Dorschs in der Ostsee (Zusammengestellt aus Danielson et al. 2004 und Döring et al. 2005)*

	2001	2002	2003	2004
Wissenschaftliche Empfehlung (ICES)	87 600	36 300	28 800	42 600
Gesamtfangmenge (= TAC)	105 000	76 000	75 000	75 000
offizielle Anlandungen	?	91 900	93 611	88 768
Anlandungen (inkl. illegale u. sonstige)	160 000	116 000	119 000	?

zung der zukünftigen Entwicklung ermöglichen. Um eine Bewertung abgeben zu können, werden Kriterien und Referenzwerte benötigt. Häufig wird diese Bewertung so gestaltet, dass sie eine Einschätzung über den größtmöglichen Dauerertrag liefert (maximum sustainable yield MSY). Nach den negativen Erfahrungen der vergangenen Jahrzehnte mit diesem Referenzwert wurde in der EU der „Vorsorgeansatz“ eingeführt. Man nimmt nun Referenzpunkte, die eine Einschätzung darüber geben, wie nah man bereits an oder in der Überfischung ist, also an dem Risiko, den Bestand für die Fischerei zu verlieren. Die Kriterien sind: Menge der Elterntiere (Laicherbiomasse) und der Anteil der durch die Fischerei entnommenen Fische (Fischereiliche Sterblichkeit). Dazu soll das Prinzip gelten: je weniger über einen Fischbestand bekannt ist, desto schonender sollte er befischt werden.

Die großen meereskundlichen Institute der Anrainerstaaten teilen sich die Aufgaben. Die Arbeit wird vom ICES (Internationaler Rat für Meeresnutzung) in Kopenhagen koordiniert und dort werden auch die Ergebnisse gesammelt, aufbereitet und veröffentlicht (auf englisch).

*Ein gute Einführung in die Bestandsberechnung und -bewirtschaftung sowie den Vorsorgeansatz geben: Gröger, J. (2003): Grundzüge der Populationsdynamik*

*genutzter Bestände. Meer und Museum Band 17, Seiten 60-78.*

*Hubold, G. (2000): Nachhaltige Entwicklung der Hochseefischerei. Informationen für die Fischwirtschaft Bd. 47(4): 163-179. Online unter: [www.vti.bund.de](http://www.vti.bund.de) (vTI Publikationen)*

Welchen Stellenwert diese fundierten und berechtigten Empfehlungen im politischen Tauziehen um die jährlichen Gesamtfangmengen hatten, zeigt die Tabelle N2: Die Empfehlungen wurden regelmäßig überschritten, um kurzfristig Arbeitsplätze zu erhalten. Mit der Einführung des neuen EU-Managementplans für den Ostseedorsch ab 2007 wurde auch eine schärfere Überwachung und bessere Einhaltung vereinbart und entsprechende Maßnahmen in Kraft gesetzt.

2007 gaben die Wissenschaftler des ICES folgende Beurteilung ab:

*Dorsch in der westlichen und zentralen Ostsee:* Sowohl die Elterntiermenge (Laicherbiomasse) als auch der Anteil der durch die Fischerei entnommenen Tiere (fischereiliche Sterblichkeit) sind außerhalb der sicheren Grenzwerte, der Dorsch ist überfischt. Die Bestände können sich nur durch drastische Reduktion der Fänge und Fangverbote wieder erholen.

2011 zeigten sich die Erfolge dieses verschärften Vorgehens. Für 2012 schlug die EU-Kommission vor, die TAC für Dorsch in der östlichen/zentralen Ostsee um 15 % (auf 67 850 t) und in der westlichen Ostsee um 13 % (auf 21 300 t) zu erhöhen. Diese Anhebungen sind möglich, weil der langfristige Bewirtschaftungsplan für Dorsch geholfen hat, den fischereilichen Druck auf ein nachhaltiges Niveau abzusenken, und dem Bestand Zeit gegeben hat, sich zu erholen.

Informationen über den Zustand von Fischbeständen in der Ostsee können eingeholt werden über:

Pressemitteilungen der EU-Kommission:

[http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr\\_releases/10185\\_de.htm](http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr_releases/10185_de.htm)

<http://fischbestaende.portal-fischerei.de/fischarten/>

### Der Einfluss von Fischerei auf andere soziale Bereiche

Deutschland ist keine Fischereination. Die Arbeitsplätze, die direkt vom Fischfang abhängen, sind sehr gering. Die lokale Bedeutung für den Tourismus (Hafenbild, Erwartungen der Urlauber) sowie in einigen strukturschwachen Gebieten kann aber sehr hoch sein. In der Fischverarbeitung nimmt Deutschland einen mittleren Platz in der EU ein. Deutschland importiert erhebliche Mengen Fisch für den eigenen und den europäischen Markt.

Die immense geschichtliche und kulturelle Bedeutung der Fischerei, besonders auf Dorsch und He-

ring, kann hier nicht dargestellt werden. Bei Interesse finden sich weitere Informationen in den folgenden Literaturquellen:

Wegner, G. (2003): *Zur Geschichte der Fischerei in der Nordsee und der Ostsee. Meer und Museum Band 17, Seite 45-59 (kurzer, informativer Abriss von der Steinzeit bis heute)*

Pelzer-Reith, B. (2005): *Sex, Lachs & Kabeljau. Marebuchverlag, Hamburg 298 S. (der Hering in der Mitteleuropäischen Kultur und Geschichte)*

## Glossar

**Bestand:** Die Fische einer Art in der Ostsee bilden keine einheitliche Masse. Je nach Region wandern, laichen, wachsen etc. sie anders, so dass auch die Fischmenge regional unterschiedlich schwankt. Um diesen Unterschieden im Fischereimanagement gerecht zu werden, werden die Fische in Bestände unterteilt.

**EU:** Europäische Union

**Gesamtfangmenge, Höchstfangmenge:** bezeichnet die am Verhandlungstisch erzielte Menge, die in einem Jahr von einer Fischart bzw. einem Bestand gefangen werden darf. In der Realität kann dieser Wert über- oder unterschritten werden.

**Anlandungen, Fänge, Gesamtfang (etliche Begriffe möglich):** bezeichnet die tatsächlich gefangene Menge Fisch. Hier gibt es große Unterschiede in der Zusammensetzung. Manche Statistiken verzeichnen nur die offiziellen Mengen, d.h. was den Behörden freiwillig gemeldet wurde. Realistischer sind jene Zahlen, in die fachmännische Schätzungen der illegalen und nicht gemeldeten Anlandungen eingerechnet wurden.

**ICES Untergebiete:** Der ICES sammelt die Daten zur Fischerei in der gesamten Ostsee, die zu diesem Zweck in 11 Untergebiete, den Subdivisions 22 bis 32, aufgeteilt wurde. 22 bezeichnet die Belte, 31 die nördlichste Bottenwieck. Gebiet IIIa: Kattegat

## II. Literatur und Internetquellen

Titel / Webadresse	Kurzinfo
„Nationaler Strategieplan Fischerei für Deutschland“ vorgelegt vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Erscheinungsdatum: 07.02.2007 <a href="http://www.portal-fischerei.de/fileadmin/redaktion/dokumente/fischerei/07-12-04-NSP_01.pdf">http://www.portal-fischerei.de/fileadmin/redaktion/dokumente/fischerei/07-12-04-NSP_01.pdf</a> (Abruf am 12.04.2010)	Aktuelle Daten und Angaben zur Fischerei und zur Zukunft der Fischerei in Deutschland aus Sicht der Bundesregierung
Danielsson, S. (Hrsg.) (2004): Sustainable Baltic Sea Fisheries - the way forward. Veröffentlicht von Coalition Clean Baltic ISBN 91-975214-0-X <a href="http://www.ccb.se">http://www.ccb.se</a> unter Publications	Wissenschaftler erarbeiteten konkrete Empfehlungen, wie die Ostseefischerei nachhaltiger werden kann (auf Englisch).
Döring, R., Laforet, I., Bender, S., Sordyl, H., Kube, J., Brosda, K. Schulz, N., Meier, T., Schaber, M. & G. Krauss (2005): Wege zu einer natur- und ökosystemverträglichen Fischerei am Beispiel ausgewählter Gebiete der Ostsee. Endbericht des F&E Vorhabens des BfN <a href="http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/Oekosystemvertraegliche_Fischerei_Ostsee_2005.pdf">http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/Oekosystemvertraegliche_Fischerei_Ostsee_2005.pdf</a>	Ausführliche Informationen zur Fischerei in der Ostsee
Europäische Kommission (2009): Die Gemeinsame Fischereipolitik – Ein Leitfaden für Benutzer. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Als Pdf zu finden bei: <a href="http://bookshop.europa.eu/de/home/">http://bookshop.europa.eu/de/home/</a> <a href="http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/tacs/index_de.htm">http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/tacs/index_de.htm</a>	Verständliche Beschreibung der GFP aus Sicht der Europäischen Kommission. Informationen über TAC und Quoten

Titel / Webadresse	Kurzinfo
<p>Hansson, S. (2003): Development of Sustainable Fisheries in the Baltic Sea, updated version.  <a href="http://www.ccb.se">http://www.ccb.se</a> unter Publications  <a href="http://www.ccb.se/downloads/sustainable_fisheries_updated.PDF">http://www.ccb.se/downloads/sustainable_fisheries_updated.PDF</a></p>	<p>Eine Art Bestandsaufnahme mit ersten Ansätzen für Verbesserungen</p>
<p>Hempel, G., Hempel, I. &amp; S. Schiel (2007) (Hrsg.): Faszination Meeresforschung. Verlag Hauschild GmbH, Bremen, 462 Seiten.  - Köster, F.: Dorsch in der Zentralen Ostsee, S. 334-335.  - Zimmermann, C. &amp; C. Hammer: Zum Beispiel Kabeljau und Hering: Überfischung und Fischereimanagement im Nordostatlantik. S. 329-338  - Pauly, D.: Nachhaltiges Fischereimanagement - kann es das geben? S. 321-327</p>	<p>Zur Biologie des Ostseedorschs  Fischereimanagement des Ostseedorschs  Weltweite Überfischung</p>
<p>ICES (2006): Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, 2006. ICES Advice. Books 1 - 10. 8, 119 pp.  Online unter <a href="http://www.ices.dk/products/icesadvice.asp">www.ices.dk/products/icesadvice.asp</a></p>	<p>Umfangreiches Datenmaterial auf Englisch.  Dort sind auch die Reports neueren Datums.</p>
<p>Muus, B. &amp; J.G. Nielsen (1999): Die Meeresfische Europas - in Nordsee, Ostsee und Atlantik. Kosmos Naturführer Franckh-Kosmos Verlags-GmbH&amp;Co., Stuttgart</p>	<p>Kurze informative Darstellung der Fangtechniken und Fischen</p>
<p>„Fische und Fischerei in Ost- und Nordsee“ aus der Reihe Meer und Museum (Band 17, 2003) des Deutschen Meeresmuseums in Stralsund.  - Rechlin, O. (2003): Zur Situation der kommerziell genutzten Fischbestände der Ostsee. S.86-95  - Ritterhoff, J. &amp; H. von Nordheim (2003): Die Ostsee als Beispiel für eine natur- und ökosystemverträgliche Fischerei. S. 194-202.  - Schnack, D. (2003): Ursachen großer Bestandsveränderungen bei Meeresfischen in der Ostsee. S. 96-103</p>	<p>Umfassende Informationen zu Fischen und Fischerei in der Ostsee von Wissenschaftlern zusammengetragen  Beschreibt das Wechselspiel zwischen Sprotte und Ostseedorsch</p>
<p>Weber, W. &amp; O. Bagge (1995): Belastungen durch die Fischerei. In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee. Parey Buchverlag Berlin.</p>	<p>Geht speziell auf die Gefährdung der Ostsee durch die Fischerei ein.</p>
<p>Wißmann, R. (2006): Dorsch in der Ostsee. „Ozean Online“  <a href="http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=oz-on_dorsch">http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=oz-on_dorsch</a></p>	<p>Der Dorsch und die aktuelle Krise der Dorschfischerei werden fachkundig und allgemeinverständlich vorgestellt .</p>

Titel / Webadresse	Kurzinfo
<a href="http://www.greenpeace.de">http://www.greenpeace.de</a>	Ein Schwerpunktthema von Greenpeace ist die Fischerei, Greenpeace arbeitet auch konkret zur Fischerei in der Ostsee
<a href="http://www.wwf.de">http://www.wwf.de</a>	Ein Schwerpunktthema des World Wide Fund for Nature sind Meere und Küsten. Der WWF arbeitet regionale Vorschläge aus.
<a href="http://www.wwf.de/themen/meere-kuesten/fischerei-und-fischzucht/fischerei/">http://www.wwf.de/themen/meere-kuesten/fischerei-und-fischzucht/fischerei/</a>	Informationen und Material über Beifang, Fischereimethoden, MSC, Fischerei in Europa usw.
<a href="http://www.ccb.se">http://www.ccb.se</a>	Die „Coalition Clean Baltic“, ein Zusammenschluss mehrerer Organisationen aus allen Anrainerstaaten, mit Sitz in Schweden, arbeitet konkret zur Fischerei in der Ostsee
<a href="http://portal-fischerei.de/">http://portal-fischerei.de/</a>	„Fischerei in Deutschland“. Die Seite enthält Daten, Fakten und umfangreiche Informationen zur Fischerei, Fischbeständen und Management. Herausgeber: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
<a href="http://www.msc.org">http://www.msc.org</a>	Hauptseite des Gütesiegels für nachhaltige Fischerei des „Marine Stewardship Council“
<a href="http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_de.htm">http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_de.htm</a>	Startseite der Europäischen Kommission für Fischerei und Maritime Angelegenheiten. Gemeinsame Fischereipolitik der Europäischen Union, Reform der Gemeinsamen Fischereipolitik, Fischereivorschriften, TAC, Vorgaben für Fischereigeräte etc.
<a href="http://www.vti.bund.de/de/">http://www.vti.bund.de/de/</a>	Internetauftritt des Johann Heinrich von Thünen-Instituts. Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Viele Informationen rund um die Fischerei aus wissenschaftlicher Sicht
<a href="http://www.ices.dk">http://www.ices.dk</a>	International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Wissenschaftliche Bewertung und Beratung für die Bestandserhaltung

### III. Arbeitsanleitungen

Die mit \* gekennzeichneten Materialien sind in der Ausfahrtenkiste von Hohe Tied e.V. enthalten.

#### III.1 Anknüpfungspunkte zu weiteren Themen

Das Thema Fischerei kommt bei der Bearbeitung des Themas Fische fast von selbst auf. Die Verbindung zum Kapitel „Der Boden der Ostsee“ ergibt sich durch die massiven Schäden, die die Scherbretter der Grundschleppnetze am Ostseegrund verursachen. Mit dem Kapitel „Schweinswal“ ist das Kapitel „Fischerei“ über die Schweinswalbeifänge in Treib- und Stellnetzen verbunden.

Das Kapitel „Ozeanographie“ ist mit dem Thema Fischerei über die Auswirkungen des Salzwassereinstroms und des Salzgehalts auf die Fischwelt verknüpft.

#### III.2 Methoden und Aktivitäten

##### Beobachtung der Fischereiaktivität durch die Teilnehmer

<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Anleitung zeigt Möglichkeiten auf, wie die Teilnehmer sich einen eigenen kleinen Einblick in die lokale Fischerei verschaffen können.		
<b>Alter</b>	je nach Ausgestaltung der Arbeitsaufträge etwa ab 10 Jahre	<b>Zeitaufwand</b>	Entweder fest, z.B. 1 Std. für einen bestimmten Rahmen, z.B. in einem Hafen, (Fisch-) Markt, oder frei einteilbar (1-2 Std.)
<b>Gruppengröße</b>	Für Untergruppen von 2-5 Personen	<b>Räumlichkeiten</b>	auf einer Schiffstour oder Exkursion
<b>Voraussetzungen</b>	Wieviel Fischereiaktivität beobachtet werden kann, ist sehr abhängig von der Region. In den Bodden, Förden und Buchten findet man überwiegend passives Fischereigerät und etwas entfernt von der Küste aktive Fischerei.		
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infotext zu den Fischereigeräten in diesem Handbuch *</li> <li>• Abbildungen von Fischereigeräten *</li> <li>• Beispielfragen für die Befragung von Anglern und Fischern im Kapitel „Fische der Ostsee“</li> </ul> <p>Das Deutsche Meeresmuseum Stralsund bietet eine Ausstellung von Fischereifahrzeugen und Fanggeräten speziell des Ostseeraumes.</p>		

##### Durchführung

Die Kleingruppe informiert sich über die verschiedenen Fischereitechniken in der Region und beginnt eine selbständige Beobachtungsphase. Die Fragestellungen helfen, die Beobachtungen zu strukturieren.

Die Auswertung kann als Referat der Gruppe erfolgen.

### Auswertung

Diese Aufgaben zielen nicht darauf ab, ein konkretes Ergebnis zu erzielen, sondern die Aufmerksamkeit zu schulen und eigene Eindrücke zu sammeln und zu diskutieren.

Wo konntet ihr passive Fischereigeräte (Reusen, Stellnetze) feststellen, wie funktionieren diese, was wird mit ihnen gefangen und warum hat der Fischer sie an dieser Stelle aufgestellt.

Wie kommt Beifang zustande und wobei fällt besonders viel an?

Welche Fischerboote konntet ihr beobachten, wieviele/pro Zeiteinheit/Gebiet? Was haben die gemacht (gefischt, durchgefahren..)

Die Beobachtungen sollen bewertet werden. Waren es viele Boote? Wie intensiv findet ihr die Fischerei aufgrund eurer Beobachtungen, welchen Eindruck machen die Boote (eher klein/ unbedeutend, groß, viele, wenige). Was kann man daraus über die Fischerei sagen (intensiv, kaum noch vorhanden, .... )?

### Einbindung/Weiterführung

Ausgehend von den Beobachtungen können Maßnahmen zur Verbesserung von Fischereigeräten erarbeitet und diskutiert werden. Die Fangtechniken verursachen auch in anderen Meeren ähnliche Schäden wie in der Ostsee. Viele große Umweltschutzorganisationen bieten ausführliches Informationsmaterial zu den Themen Zerstörung des Meeresbodens durch Fischereigeräte und Beifang von Meeressäugern und -vögeln an.

Lösungsansätze finden sich unter:

- Dahm, E. & O. Gabriel (2003): Entwicklung bestandsschonender, umweltverträglicher und energiesparender Fangtechniken für die Seefischerei. Meer und Museum Band 17 S. 176-185
- Der WWF setzt sich für innovative technische Lösungen zur Verringerung des Beifangs ein. <http://www.wwf.de/themen/meere-kuesten/fischerei-und-fischzucht/fischerei/beifang/>
- Auch die Europäische Union und Deutschland lassen umweltverträgliche Fischereitechniken erforschen. Ein Beitrag bei 3sat nano „Schlaue Netze „Topless“ passt sich ans Verhalten der Fische an“ <http://www.3sat.de/page/?source=/nano/astuecke/140599/index.html>
- Der seltene Schweinswal wird durch Stellnetze gefährdet. Informationen bieten die Internetseiten u.a. der folgenden Organisationen: WWF, Greenpeace, Gesellschaft zum Schutz der Meeressäuger e.V. (<http://gsm-ev.de/>), Gesellschaft zur Rettung der Delphine e.V. ([www.delphin-schutz.org/start.html](http://www.delphin-schutz.org/start.html)). Koschinski, S. & Stempel, R. (ohne Jahr). Strategien zur Vermeidung von Beifang von Seevögeln und Meeressäugern in der Ostseefischerei. <http://www.delphin-schutz.org/wissen/fischerei/index.htm>

Es sind auch völlig andere Diskussionsschwerpunkte denkbar.

Welche Möglichkeiten wären für die Erholung des Dorschbestandes in der Ostsee denkbar, welche Ansätze werden tatsächlich diskutiert und warum werden manche Lösungen nicht umgesetzt.

Es kann den Teilnehmern auch ein Referat, Collage oder Ähnliches über die Fischerei in der Ostsee aufgetragen werden, das sie mit eigenen Beobachtungen vor Ort ergänzen.

Es können die Probleme der Ostseefischerei herausgearbeitet und anschließend Lösungsansätze auf der Verbraucherebene diskutiert werden. Welche Möglichkeiten hat der Einzelne, sich zu engagieren?

## **Videomaterial**

Das Projekt „Save our Baltic Sea“ hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Ostsee und ihre Probleme medial aufzubereiten. Dabei entstand der Film: For Cod's Sake, der die EU-Dorschfischerei dokumentiert und kommentiert. Leider bisher nur auf Englisch und Schwedisch zu finden unter: <http://www.saveourbalticsea.com/index.php/tv-a-film/for-cods-sake>  
Es gibt auch Lernmaterialien.

## **Fischerei-Simulationsspiele**

### **Fishbanks (für den Computer)**

Fishbanks ist ein Gruppenspiel, das ein spezielles Dilemma des Fischereimanagements verdeutlicht: den unbeschränkte Zugang und die Tatsache, dass Fisch niemandem gehört. Das Spiel regt an, über Fischereipolitik und das Verhalten von Fischern vertieft zu diskutieren. Das Spiel ist in der Anschaffung sehr teuer. Es ist möglich, das Spiel zu leihen oder als Tagesseminar zu buchen, z.B. beim Deutschen Meeresmuseum Stralsund.  
Informationen stellt folgender Link zur Verfügung  
<http://www.umweltschulen.de/net/fishbanks.html>

### **Simulationsspiele (ohne Computer)**

Für die kirchliche Bildungsarbeit wurden Spiele, Diskussionen und Denkanstöße rund um die sozialen Probleme in der Fischerei entwickelt. Die Ideen und Vorstellungen der christlichen Religion zur Bewältigung der Probleme werden herausgestellt, aber nicht als einzige Lösung präsentiert. Es finden sich auch für Nicht-Christen zahlreiche gute Anregungen.  
Das Heft enthält auch eine Fishbanks-Variante, die man in ca. 1 Stunde ohne PC spielen kann: „Fischereiwirtschaft: Eine Arbeitshilfe für die Gemeindeglieder zur Studie 'Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt'“.  
Herausgeber: Brot für die Welt und Evangelischer Entwicklungsdienst, Autoren: Francisco Marí und Katja Breyer, erschienen 2009.  
Download unter  
[http://www.eed.de/fix/files/doc/EED\\_BfdW\\_06\\_ZD-Mappe\\_Fischereiwirtschaft\\_09.pdf](http://www.eed.de/fix/files/doc/EED_BfdW_06_ZD-Mappe_Fischereiwirtschaft_09.pdf)

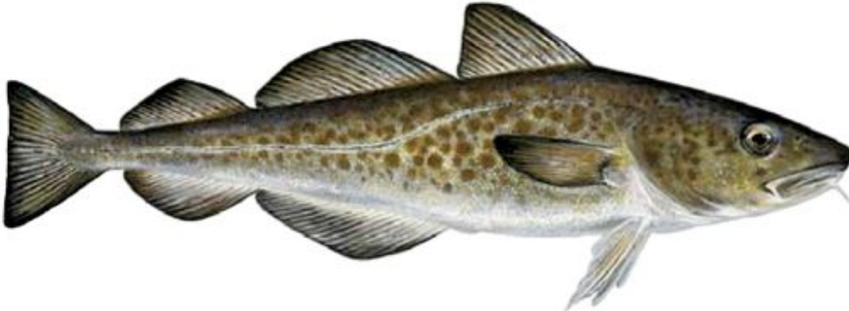
### **Die Allmendegüter (ohne Computer)**

Thema sind Allmendegüter und die Problematik der Übernutzung von frei zugänglichen Ressourcen. Ausführliches Material für Schulklassen bietet:  
Ziefle, W. (2000): Das Fischerspiel. In: Werte in der politischen Bildung, Hrsg. Breit, G. & S. Schiele Didaktische Reihe Bd. 22 LpB, 2000, 464 S. Anleitung zu finden bei: Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg [http://www.lpb-bw.de/publikationen/did\\_reihe/band22/ziefle.htm](http://www.lpb-bw.de/publikationen/did_reihe/band22/ziefle.htm)  
Das Spiel Fischteich von iconomix, eine Bildungsinitiative der Schweizerischen Nationalbank <http://www.iconomix.ch/de/module/detail/m06a/>

## III.3 Anhang

## Steckbrief Ostseedorsch

Im Deutschen wird diese Art auch als Kabeljau bezeichnet, nur der Ostseekabeljau heißt Dorsch. Verwandte des Dorschs sind Seelachs, Wittling, Schellfisch. Lateinischer Name: *Gadus morhua*.



Ostseedorsch (1)

- Dorsche sind Grundfische, die sich tagsüber in kleinen Gruppen sammeln und sich nachts verteilen. Sie sind Allesfresser (Bodenlebewesen: Krebstiere, Würmer, Weichtiere). Größere Exemplare fressen vorwiegend Fisch.
- Geschlechtsreif werden sie im Alter von 2-3 Jahren bei einer Länge von 38 - 43 cm. Dorsche laichen in den tiefen Becken der Ostsee wie z.B. Bornholmbecken, Gotlandbecken, tiefe Rinnen der westlichen Ostsee. Laichzeit im Bornholmbecken: Juni-August. Das Mindestmaß für die Fischerei, ab der ein Dorsch angelandet werden darf, ist 38 cm.
- Der Dorsch findet nicht immer gute Lebensbedingungen in der Ostsee vor. In den Jahren mit ausgedehnten sauerstofffreien Zonen im Tiefenwasser verkleinern sich zum einen die Nahrungsgründe zum anderen können die Eier geschädigt werden, die sich nur bei > 11 % in etwa 40 -60 m Tiefe kurz oberhalb des Tiefenwassers entwickeln. Im Kapitel Fische der Ostsee ist ein Schaubild dazu abgebildet. Desweiteren kann es zu Nahrungsmangel für die Dorschlarven kommen. Die Larvendichte lag seit den 1980er Jahren beim Dorschbestand in der östlichen Ostsee weit unter dem, was zuvor heranwuchs.
- Es gibt zwei Bestände, die getrennt gemanagt werden: *westliche Ostsee (Belte bis Bornholm)* Elterntiermenge (2003) 23 000 t und vereinbarte Gesamtfangmenge (2003) 29 600 t, *Zentrale/östliche Ostsee (östlich von Bornholm)* Elterntiermenge (2003) ca. 120 000 t, vereinbarte Gesamtfangmenge (2004) 32 000 t. Bis 2008 überstieg die politisch festgesetzte Gesamtfangmenge (TAC) regelmäßig die wissenschaftlich empfohlene, außerdem überschritten die tatsächlichen Anlandungen die TAC und zusätzlich wurden in manchen Regionen bis zu 40 % des Dorsches illegal angelandet. Alles in allem gab es kein zielgerichtetes Management und kein Interesse oder Möglichkeit, die bestehenden Regularien durchzusetzen. Ab 2008 wurden langfristige Managementpläne eingesetzt und eine effektive Überwachung gewährleistet.
- Es gibt kaum 4-5 jährige Dorsche, also Tiere die mehr als einmal gelaicht haben. Ein hoher Anteil der gefangenen Dorsche hat noch nie oder erst einmal gelaicht. Fangzusammensetzung zentrale Ostsee: 1jährig 3 %, 2jährig 37 %, 3jährig 45 %, 4jährig 15 %.
- Dahm & Gabriel (2003) zitieren eine Studie, die schätzt, dass in der westlichen Ostsee 13 % des Fangs bzw. 6,8 Mio. Jungdorsche pro Jahr untermaßige (< Mindestmaß) Rückwürfe sind. Die zurückgeworfenen Jungdorsche sind überwiegend tot und damit für Fischerei und Fortpflanzung verloren.
- Der WWF hat folgende Rechnung aufgemacht: die langfristig mögliche Fangmenge von 165 000 t pro Jahr bei nachhaltiger Bewirtschaftung und erholtem Bestand wurden den realen Anlandungen von 70 000 t im Jahr 2001 gegenübergestellt. Daraus errechnet sich ein jährlicher Verlust von 175 Mio. Euro.
- In den Jahren 2007 bis heute (2011) hat sich der Bestand in der östlichen Ostsee dank eines langfristigen und gut überwachten Managementplans sowie guter Umweltbedingungen, die starke Nachwuchsjahrgänge hervorbrachten, gut erholt. Der Bestand gilt derzeit als stabil. Eine Zertifizierung durch den Marine Stewardship Council wurde erfolgreich durchgeführt.
- Seit wenigen Jahren wird der Erhalt der Fischbestände endlich zumindest in einigen Meeresgebieten der EU ernst genommen. Besonders für den Ostseedorsch gibt es derzeit zahlreiche Bemühungen, dass bisherige nicht nachhaltige Techniken und Praktiken ersetzt werden.
- Aktuelle Informationen gibt es unter <http://fischbestaende.portal-fischerei.de/fischarten/>

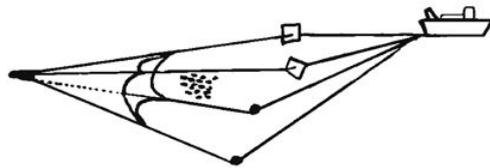
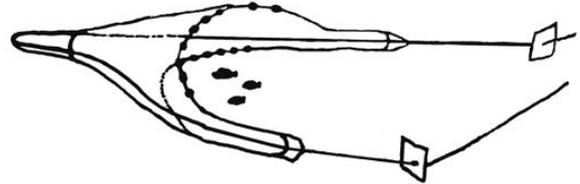
(1) European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (2004): *Fish of the Baltic Sea*. © European Communities. Source: EU Bookshop, <http://bookshop.europa.eu/>

## Fischereigeräte

### Aktive Fischerei

Ein *Schleppnetz* besteht aus einem trichterförmigen Netzsack, der über zwei Leinen von einem oder zwei Schiffen durch das Wasser gezogen wird. Weil dieser Vorgang im Englischen „to trawl“ heißt, nennt man die Schiffe auch Trawler. Zwei sogenannte Scherbretter, die wie Türen aus Holz oder Metall aussehen, befinden sich an den Leinen und halten die Öffnung auf. An der oberen Netzkante sind Schwimmkörper. Man unterscheidet zwei Grundtypen:

**Grundschleppnetz:** Das Dach des Netzes ragt über die Unterseite hinaus, damit die Fische nicht nach oben entkommen können. Typisch sind auch die beiden Flügel. In der Ostsee beträgt die Größe der elliptischen Netzöffnung in der Vertikalen etwa 2 bis 6 m. Es wird für den Fang von Plattfischen und Dorsch eingesetzt.



**Schwimmschleppnetz/Pelagisches Schleppnetz:** Diese Netze haben oft vier Seiten und ähneln eher einer spitzen Pyramide. Die Netzöffnung ist eher viereckig und die Oberseite überragt nicht die Unterseite. In der Ostsee ist die Öffnung üblicherweise zwischen 12 und 25 m hoch. Es wird für den Fang von Dorsch, Hering und Sprotte verwendet.

### Stille Fischerei

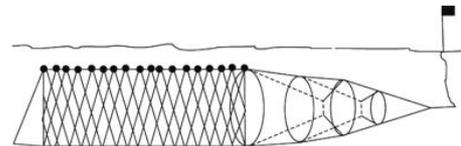
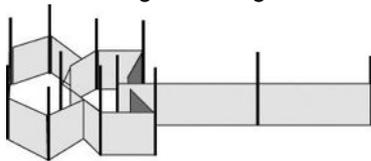
An den Küsten kann im flachen Wasser sogenanntes passives Gerät eingesetzt werden, d.h. Fanggeräte, die nicht aktiv von einem Schiff bewegt werden. Diese Fischerei heißt stille Fischerei. Die eingesetzten Fanggeräte fangen sehr selektiv erst Fische ab einer bestimmten Größe. Diese wird durch die Weite der Maschen bestimmt. Eine weitere Einflussmöglichkeit auf die Fangzusammensetzung ist der Standort. Aalreusen werden mit kleinen schwarzen Flaggen, Bundgarn und Stellnetze mit kleinen roten Flaggen gekennzeichnet.

#### Reusen

Reusen gibt es in vielen Größen und Varianten, je nach Region und Fischart. Typischerweise bestehen sie aus einem Leitnetz, das den Fischen den Weg versperrt und sie zum eigentlichen Fanggerät leitet. Dieses ist so konstruiert, dass die Fische zwar hinein aber nicht wieder hinaus schwimmen können. Das Leitnetz kann auch aus einem geflochtenen Weidenzaun bestehen.

#### Aalreusen:

Das Leitnetz ist meist nur wenige Dezimeter hoch und schließt am Grund ab. Die Reuse ist ein mehrkammeriger Schlauch, der mit Metallringen offen gehalten wird.



#### Bundgarn/Kastenreusen:

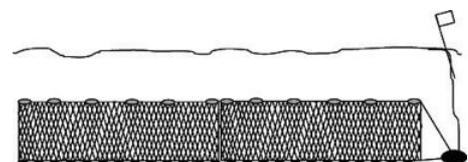
Das Leitnetz sowie die Fangkammer werden mit Pfählen im Boden befestigt. Diese mehrere Meter große Anlagen werden besonders dort eingesetzt, wo Fische in Schwärmen wandern, z.B. in der Nähe der Laichplätze von Heringen.

### Stellnetze/Treibnetze

Diese Netze hängen wie Wände im Wasser. Oben werden sie von Schwimmkörpern gehalten, Bleigewichte an der Unterkante ziehen es senkrecht. In den nahezu unsichtbaren Maschen bleiben Fische mit ihren Köpfen stecken, deshalb auch Kiemennetz genannt. Im Küstenbereich werden die Netze mit Steinen oder Ankern fixiert und heißen Stellnetze. Diese Netze können auch im offenen Meer verwendet werden, dann lässt man sie treiben, das Treibnetz.

Während der Laichwanderung werden Heringe mit Stellnetzen gefangen, z.B. im März/April in der Schlei, der Kieler Förde und dem Greifswalder Bodden. Stellnetze werden in der Küstenfischerei eingesetzt besonders für den Fang der großen Raubfische Steinbutt, Hecht, Zander und Dorsch.

2002 wurden ca. 6.300 km Treibnetze zum Fang von Ostseewildlachsen ausgesetzt (gsm online Juni 2007). 2008 wurde die Treibnetzfisherei in der Ostsee verboten, weil Schweinswale in den Netzen ertrinken.



## Ökologische Bewertung der Fanggeräte

Angaben zusammengestellt nach Danielson 2004 und Hanson 2003

	<b>Stellnetz</b>	<b>Reuse</b>	<b>Schwimmschleppnetz</b>	<b>Grundschieppnetz</b>
<b>Ökonomische Bedeutung</b>	Hohe Bedeutung. Geringer Spritverbrauch. Arbeitsaufwändig.	Geringe Bedeutung. Geringer Spritverbrauch. Arbeitsaufwändig.	Hohe Bedeutung. Sehr effizient. Wenig Personal notwendig. Hoher Spritverbrauch.	Hohe Bedeutung. Sehr effizient. Wenig Personal notwendig. Hoher Spritverbrauch.
<b>Auswirkung auf das Ökosystem</b>	Geringe Auswirkung	Geringe Auswirkungen, weil die Reusen an einem Ort stehen.	Geringe Auswirkungen	Meeresboden wird umgepflügt. Bodenlebewesen werden gestört und zerstört.
<b>Beifang an nicht genutzten Fischen</b>	Gering, wenn der Fangplatz entsprechen d gewählt wurde.	Gering, der Beifang überlebt	Hängt von der Ma- schenweite ab. Entkommene Fische überleben meist nicht. Regional kann der Anteil an uner- wünschten Jung- fischen sehr hoch sein.	Je nach Zielart meist hoch. Die kleinen Fische können nicht ent- kommen. Beim Plattfischfang können 95% Bei- fang sein.
<b>Beifang an Meeressäugern und Vögeln</b>	Teilweise hoch, Schweinswale kön- nen ertrinken.	Reusen müssen abgedeckt sein, da- mit keine Seevögel ertrinken. Gefährlich für tau- chende Enten. Gefahr für Meeres- säuger unbekannt.	Gering	Gering

## Was kann für eine nachhaltigere Fischerei getan werden?

Wegen der zentralen Regelung der Ostseefischerei durch die Europäische Union ist die „Marktmacht“ der Verbraucher eingeschränkt. Wir zeigen hier einige Möglichkeiten für Verbraucher auf, interessant ist es aber auch, die Ansätze der „Fischlobby“ zu diskutieren und zu unterstützen. Die Befürworter einer nachhaltigeren Fischerei sind nicht nur bei den Umweltorganisationen zu finden, sondern auch bei Fischerverbänden und in der fischverarbeitenden Industrie. In der Liste der Webadressen finden sich Organisationen und Initiativen.

### Das „Fischmaßband“

Das Thema Geschlechtsreife und Wachstum von Fischen ist weltweit mit besonderen Problemen der Fischerei verbunden. Es werden immer kleinere Exemplare gefischt, die sich oft noch nicht fortpflanzen konnten, alte Tiere sind bei vielen Fischarten mittlerweile selten und die langsamwüchsigen Tiefseefische werden massiv überfischt. Das Angebot der Website: <http://www.fisch-o-meter.de> informiert Verbraucher, ab welcher Länge eine Fischart laicht. Es wird ein Fischmaßband zur Verfügung gestellt, mit dem man nachmessen kann, ob der Fisch bereits einmal theoretisch die Möglichkeit des Abblühens gehabt, sich also vermehrt hat.

Eine weitere Version findet sich beim Institut für Meereskunde Geomar Kiel unter dem Namen Fischmax: [www.ifm-geomar.de/fileadmin/ifm-geomar/allgemein/udeinet/FischMax\\_neu.pdf](http://www.ifm-geomar.de/fileadmin/ifm-geomar/allgemein/udeinet/FischMax_neu.pdf)

### Gütesiegel für nachhaltige Bewirtschaftung Marine Stewardship Council (MSC)

Ähnlich eines BIO Gütesiegels wird hier die bestandsschonende Fischerei zertifiziert. Die international arbeitende Organisation vergibt ihr Siegel für die Fischerei auf eine bestimmte Fischart in einem bestimmten Gebiet, wie z.B. die neuseeländische Fischerei auf den Blauen Seehecht im Südpazifik. Das Siegel ist bei Verbrauchern noch wenig bekannt. Es gilt trotzdem als ein erfolgreiches Beispiel, weil sich einige Großkonzerne beim Einkauf ihrer Grundprodukte für Fertiggerichte bereits an den Empfehlungen dieser Organisation orientieren.

Mittlerweile wurden sogar einige Fischereien auf den Dorsch in der östlichen Ostsee erfolgreich zertifiziert: die „Küstenfischer Nord eG Heiligenhafen“, die „DFPO Denmark Eastern Baltic cod fishery“ und die „Erzeugergemeinschaft der Nord- und Ostseefischer GmbH“ (siehe Pressemitteilungen des MSC).

Die deutschen Seiten sind unter <http://www.msc.org/de> zu finden.

Der MSC hat auch eine eigene Seite für Lehrer mit anschaulichen Unterrichtsmaterialien und wie sich Schüler engagieren können <http://www.fishandkids.org> (auf Englisch)

Kritische Stimmen zum MSC unter Zeit Online: „Fragwürdiges Ökosiegel“ von Daniel Lingenhöhl 03. September 2010.

<http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2010-09/sd-oekosiegel-fischerei> (abgerufen am 30.10.2011)

### Einkaufsführer

Einige Umweltschutzorganisationen geben Einkaufsführer heraus. In den kleinen übersichtlichen Heftchen oder Handy-Apps kann der Verbraucher zügig nachschlagen, wie es um eine Fischart steht und bekommt eine Einkaufsempfehlung. Bekannte Herausgeber:

Greenpeace unter <http://www.greenpeace.de/themen/meere/fischerei/>

WWF unter:

[www.wwf.de/themen/meere-kuesten/fischerei-und-fischzucht/jeder-kann-handeln/neu-fischratgeber/](http://www.wwf.de/themen/meere-kuesten/fischerei-und-fischzucht/jeder-kann-handeln/neu-fischratgeber/)

# Umweltbildungseinrichtungen an der deutschen Ostseeküste



## Kapitel O Umweltbildungseinrichtungen an der deutschen Ostseeküste

### Liste mit Adressen und Kurzinformationen

Einrichtung	Kurzinfor
<p>Aquarium des Institut für Meereskunde (IfM-Geomar) Düsternbrooker Weg 20 24105 Kiel</p> <p>0431-600 1637 E-mail: kontakt@aquarium-kiel.de <a href="http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=5017">http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=5017</a> <a href="http://aquarium-kiel.de/startseite/startseite.php">http://aquarium-kiel.de/startseite/startseite.php</a></p>	<p>Das Aquarium des Instituts zeigt eine kleine Auswahl an Meeresfischen (v.a. aus der Ostsee) und bietet Führungen an.</p> <p>Auf den Internetseiten des Instituts finden sich Informationen und Experimente rund ums Meer mit wissenschaftlichem Anspruch für Schüler.</p>
<p>Darßer Arche „Darßer Arche“, Nationalpark- und Gästezentrum Bliesenrader Weg 2 D-18375 Wieck a Darß</p> <p>Tel.: 038233-70380</p> <p>info@darsser-arche.de <a href="http://www.darsser-arche.de/">http://www.darsser-arche.de/</a></p>	<p>Informationszentrum mit Ausstellung zur Landschaft des Darß.</p> <p>Umweltbildungsveranstaltungen.</p>
<p>Deutsches Meeresmuseum Katharinenberg 14-20 18439 Stralsund</p> <p>Tel.: 03831 - 26 50 210 E-Mail: info@meeresmuseum.de <a href="http://www.meeresmuseum.de">http://www.meeresmuseum.de</a></p>	<p>Großes Naturkunde-Museum mit Aquarium. Die Ausstellungen behandeln das Thema Leben im Meer sowie die Nutzung und Erforschung des Meeres. Die Ostsee ist ein Schwerpunktthema. im Ozeaneum. Zahlreiche museumspädagogische Angebote.</p>
<p>Kieler Umweltbildungsverein „Geo step by step e.V.“ Kollhorster Weg 1 24109 Kiel</p> <p>Tel.: 0431/36 31 18 E-mail: buero@geostepbystep.de <a href="http://www.geostepbystep.de">www.geostepbystep.de</a></p>	<p>In Kiel tätiger Umweltbildungsverein mit vielfältigem Veranstaltungsprogramm, besonders im Bereich Geologie und Steine.</p>

Einrichtung	Kurzinfo
<p>Meeresbiologische Station Laboe Strand 1 24235 Laboe</p> <p>04343/429321 <a href="http://www.meeresbiologie-laboe.de">http://www.meeresbiologie-laboe.de</a></p>	<p>In informativen Führungen wird das Leben in der Ostsee anhand von zahlreichen Aquarien erläutert. Weitere Angebote: meeresbiologische Ausfahrten mit einem Motorboot, spezielle Veranstaltungen für Schulklassen.</p>
<p>Nationalpark-Zentrum KÖNIGSSTUHL Stubbenkammer 2 18546 Sassnitz</p> <p>Tel.: 038392 / 66 17 66</p> <p>E-Mail: <a href="mailto:info@koenigsstuhl.com">info@koenigsstuhl.com</a> <a href="http://www.koenigsstuhl.com/">http://www.koenigsstuhl.com/</a></p>	<p>Nationalparkzentrum des Nationalparks Jasmund auf Rügen mit einer großen Ausstellung über die Natur an der Kreideküste.</p>
<p>Naturerlebniszentrum Maasholm-Oehe-Schleimünde Exhöft-Seeberg 1 24404 Maasholm</p> <p>Tel. 04642-921680 E-Mail: <a href="mailto:nez-maasholm@t-online.de">nez-maasholm@t-online.de</a> <a href="http://www.nez-maasholm.de/">http://www.nez-maasholm.de/</a></p>	<p>Eine ehemalige militärische Raketenstation, die in ein Naturerlebniszentrum umgewandelt wurde. Ausstellungen und Naturerlebnisveranstaltungen. In einer halben Stunde Entfernung Fußmarsch liegt der Hafen Maasholm.</p>
<p>Naturfreundehaus Kalifornien e.V. Deichweg 1 24217 Schönberg/ Kalifornien</p> <p>Tel.: 04344/1342 E-Mail: <a href="mailto:info@naturfreundehaus-kalifornien.de">info@naturfreundehaus-kalifornien.de</a> <a href="http://www.naturfreundehaus-kalifornien.de">http://www.naturfreundehaus-kalifornien.de</a></p>	<p>Unterkunft für Familien, Einzelreisende sowie Gruppenaufenthalte. Vielfältiges Umweltbildungsangebot, nicht nur zum Thema Ostsee.</p>
<p>Naturschutzgebiet Oehe-Schleimünde (Verein Jordsand)</p> <p>Tel.: Vogelwärterhütte: (04642) 6117 Tel.: Lotsenhaus: (04642) 6817 <a href="mailto:info@jordsand.de">info@jordsand.de</a> <a href="http://www.jordsand.eu/">http://www.jordsand.eu/</a></p>	<p>Direkt an der nördlichen Schleimündung gelegenes Naturschutzgebiet. Der Verein Jordsand betreut in der Vogelwärterhütte und im Lotsenhaus Ausstellungen. Das Lotsenhaus ist nur per Schiff von Kappeln oder Maasholm zu erreichen. Vogelkundliche Führungen.</p>

Einrichtung	Kurzfinfo
<p>Ostsee Info-Center (OIC)            Jungfernstieg 110 (Am Seesteg)            24340 Eckernförde</p> <p>Tel.: 04351/72 62 66            E-mail: <a href="mailto:info@ostseeinfocenter.de">info@ostseeinfocenter.de</a>  <a href="http://www.ostseeinfocenter.de/">http://www.ostseeinfocenter.de/</a></p>	<p>Das neueröffnete Center bietet neben Aquarien auch Aktivitäten wie Bernsteinschleifen, Keschern, Kutterfahrten inkl. Fischzug, Versteinerungen sammeln. Familienfreundlich.</p>
<p>Sea Life Timmendorfer Strand            Kurpromenade 5            23669 Timmendorfer Strand</p> <p>SEA LIFE Timmendorfer Strand: 04503 35 88 0            Reservierung Schulen &amp; Gruppen: siehe unter „Kontakt“  <a href="http://www.visitsealife.com/Timmendorfer-strand/timmendorf@sealife.de">http://www.visitsealife.com/Timmendorfer-strand/timmendorf@sealife.de</a></p>	<p>Großes Aquarium</p>
<p>Tauchgondel in Zinnowit, Grömitz und Sellin            An der Strandpromenade 0, 17454 Zinnowitz. 038377 / 37861            Wilhelmstr. 25 18586 Ostseebad Sellin. 038303 / 92 77 7            Kurpromenade 0 23743 Grömitz. 045 62 / 22 51 30</p> <p><a href="http://www.tauchgondel.de/">http://www.tauchgondel.de/</a></p>	<p>Mit einer Tauchgondel in die Ostsee tauchen und vor Ort etwas über den Lebensraum Meer erfahren.</p>
<p>Umwelthaus Neustädter Bucht            Am Strande 9            23730 Neustadt/Holstein</p> <p>Telefon: 04561-50565  <a href="http://www.bund-umwelthaus.de/">http://www.bund-umwelthaus.de/</a>            E-Mail: <a href="mailto:umwelthaus@bund.net">umwelthaus@bund.net</a></p>	<p>Hier können Klassenfahrten veranstaltet werden oder Naturerlebnisveranstaltungen zum Thema Ostsee gebucht werden.</p>