

Zum Nacherfinden.
Konzepte und Materialien für Unterricht und Lehre

Das UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer

Eine Stationsarbeit zu diesem einzigartigen Ökosystem
für den naturwissenschaftlichen Unterricht

Till Schmäing^{1,*} & Norbert Grotjohann¹

¹ Universität Bielefeld

* Kontakt: Universität Bielefeld,

Fakultät für Biologie,

Biologiedidaktik (Botanik/Zellbiologie),

Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld

till.schmaeing@uni-bielefeld.de

Zusammenfassung: Ein Kennzeichen der deutschen Nordseeküste ist das Wattenmeer. Dieses Ökosystem wird vor allem aufgrund seiner zahlreichen zoologischen, botanischen sowie geologischen Besonderheiten und der damit einhergehenden Relevanz nicht nur seit den Achtzigerjahren in Deutschland im Rahmen von drei Nationalparks geschützt, sondern wurde im Jahr 2009 darüber hinaus von der UNESCO zum Weltnaturerbe ernannt. Trotz der internationalen Bedeutung dieses Lebensraums liegen wenige unterrichtspraktische Materialien für eine Thematisierung im schulischen Kontext vor. Dieser Beitrag bietet die Möglichkeit einer ausführlichen Erarbeitung des Wattenmeers im Schulunterricht der höheren Jahrgänge der Sekundarstufe I. Dabei können ausgewählte Inhalte des Themengebiets mit Hilfe einer Stationsarbeit in den Unterricht transferiert werden. So wird unter anderem auf die globale Relevanz des Wattenmeers, den Wattboden, charakteristische Tier- und Pflanzenarten, die Salzwiese als Lebensraum sowie die verschiedenartigen Gefährdungen des Ökosystems fokussiert. Einige der vorgestellten Materialien können in Abhängigkeit von den vorhandenen Möglichkeiten der Lehrenden optional mit originalen Objekten (z.B. Präparaten von Strandkrabben oder Muschelschalen) oder mit leicht umsetzbaren Experimenten unterstützt werden. Im Allgemeinen werden mit den verschiedenen Modifizierungen der Arbeitsblätter durchgängig zahlreiche Differenzierungsmöglichkeiten gegeben.

Schlagerwörter: Wattenmeer; Biologie; Umweltbildung; Bildung für nachhaltige Entwicklung; Stationsarbeit; UNESCO-Weltnaturerbe; Nationalpark



1 Einleitung

Aus einer umweltpolitischen Perspektive ist Bildung ein zentraler Anknüpfungspunkt, um einen gesellschaftlichen Wandel in Richtung Nachhaltigkeit vorantreiben zu können (Nachreiner et al., 2020, S. 102). In der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird in diesem Kontext die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als Querschnittsaufgabe des Bildungssystems dargestellt und soll in sämtliche Bildungsbereiche integriert werden, damit dazugehörige Inhalte in das Alltagsbewusstsein und in entsprechende Denk- und Handlungsweisen der Menschen aufgenommen werden können (Die Bundesregierung, 2021, S. 49). Ein Leitbild der Fachdidaktiken, welche unter anderem einen Fokus auf BNE richten, lässt sich frei mit den folgenden Worten nach Konrad Lorenz beschreiben: „Man liebt nur, was man kennt, und man schützt nur, was man liebt“.

Trotz der Einzigartigkeit des Wattenmeeres ist dieses bei vielen Schüler*innen weitgehend unbekannt oder wird mit fachfremden Konzepten beschrieben (Schmäing & Grotjohann, 2021a). Da diesem besonderen Ökosystem jedoch sowohl auf einer nationalen als auch auf einer internationalen Ebene für den Schutz von Natur eine große Relevanz zukommt, ist diese Erkenntnis aus der empirischen Forschung ein Anlasspunkt, um Bildungsangebote zum Wattenmeer zu konzipieren. Eine Möglichkeit zum Erleben des Wattenmeeres kann im Rahmen einer Exkursion erfolgen. An der Küste und auf den Inseln der Nordsee gibt es zahlreiche außerschulische Lernorte, die moderne Bildungsveranstaltungen für Lernende aller Altersstufen anbieten. Neben der Möglichkeit des informellen Lernens (beispielsweise während eines Urlaubs) können unterschiedliche Formen des formalen Lernens umgesetzt werden. Die Bildungseinrichtungen des „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer“ sind außerschulische Lernorte, die solche Veranstaltungen anbieten. Das zugrundeliegende Bildungskonzept der Nationalparkeinrichtungen gewährleistet dabei einen konkreten methodischen Bezug zur BNE (NNW, 2017, S. 12). Nicht nur infolge der COVID-19-Pandemie ist es für Lehrkräfte eine Herausforderung, außerschulisches Lernen umzusetzen, da mit diesem im Allgemeinen diverse organisatorische Hindernisse und teilweise langfristige Absprachen mit verschiedenen Akteur*innen verbunden sind. Darüber hinaus sind vielseitige Kriterien zum sinnvollen Ausschöpfen des Potenzials an außerschulischen Lernorten zu beachten (Diersen & Paschold, 2020, S. 18).

Das außerschulische Lernen bietet in Hinblick auf die vielseitigen Möglichkeiten an Primärerfahrungen ein besonderes Potenzial. Wenngleich diese Prozesse an außerschulischen Lernorten kaum durch den schulischen Unterricht ersetzt werden können, ist es aufgrund der geringen Bekanntheit des Ökosystems trotzdem sinnvoll, die Option einer anschaulichen Thematisierung der Inhalte für den schulischen Kontext – sei es für den Regelunterricht oder die Vor- bzw. Nachbereitung einer Exkursion – bereitzustellen. Das Anliegen des vorliegenden Vorhabens ist die Ableitung von Unterrichtsmaterialien aus der Praxis des außerschulischen Lernens. Dazu wurden in Kooperation mit den Expert*innen des UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer-Besucherzentrums Cuxhaven auf Basis von jahrzehntelanger Lehr- und Lernerfahrung mit dem Wattenmeer zentrale Inhalte ausgewählt, die in der Schule sinnvoll aufgegriffen werden können. Die Arbeitsmaterialien lassen sich von den Schüler*innen selbstständig in der vorgeschlagenen Reihenfolge erarbeiten. Um eine Form der Anschaulichkeit zu gewährleisten, wurde eine große Anzahl an Fotos eingebunden. Je nach Möglichkeit der Lehrenden können gängige Präparate aus schulbiologischen Sammlungen unterstützend eingesetzt oder kleinere Experimente ohne einen hohen zusätzlichen Aufwand durchgeführt werden. Die vollständige Umsetzung der Stationsarbeit ist unter Zunahme der vorliegenden Materialien auch ohne diese beiden Optionen möglich.





Im Anschluss an die nachfolgende methodisch-didaktische Kommentierung werden weitere Hinweise zum Material gegeben. Bevor abschließend die bisherigen Erfahrungen aus dem Einsatz der Stationsarbeit in der Praxis reflektiert werden, erfolgt eine schwerpunktmäßige fachwissenschaftliche Erörterung der Inhalte.

2 Didaktischer Kommentar

Die Zielgruppe der Stationsarbeit sind Schüler*innen der höheren Jahrgänge der Sekundarstufe I. Je nach Bundesland gibt es zum Beispiel im Fach Biologie verschiedene Anknüpfungspunkte im jeweiligen Kernlehrplan. In Nordrhein-Westfalen ist es am Gymnasium oder an der Gesamtschule möglich, Bezüge zum Inhaltsfeld „Ökologie und Naturschutz“ zu nehmen und auf diese Weise den thematischen Anforderungen in Bezug auf die Teilinhalte „Charakteristische Arten und ihre Anpassung an den Lebensraum“, „Biotische Wechselwirkungen“, „Ausgewählte Wirbellosen-Taxa“, „Artenkenntnis“, „Nahrungsbeziehungen und Nahrungsnetze“, „Veränderungen von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen“ sowie „Biotop- und Artenschutz“ gerecht zu werden (MSB NRW, 2019, S. 30). Mit diesem Vorgehen können verschiedene Kompetenzen aus den Bereichen „Umgang mit Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ berücksichtigt werden (MSB NRW, 2019, S. 30). Aufgrund der antizipierten breiten Einsatzmöglichkeit der Materialien wird an dieser Stelle und in den weiteren Ausführungen auf eine bundeslandspezifische Darstellung verzichtet.

Nachfolgend werden die einzelnen Stationen methodisch-didaktisch kommentiert. Neben einer Ausführung der didaktischen Intention erfolgt eine explizite Formulierung von Lernzielen, sodass den Lehrenden eine Verknüpfung mit den jeweils zu berücksichtigenden Vorgaben erleichtert wird. Die Arbeitsblätter gibt es in einer Basisfassung („AB-Basis“). Diese beinhaltet neben einem ausführlichen Informationstext die wichtigsten Aufgabenstellungen. Dazu enthält eine Vielzahl der Arbeitsblätter eine Vertiefung in Form einer Aufgabenerweiterung, die als „AB-Plus“ bezeichnet wird. Auf den Arbeitsblättern bietet außerdem die Modifizierung „AB-Hilfe“ eine weitere Umsetzungsmöglichkeit der Binnendifferenzierung, da mit dieser zusätzliche Unterstützungsimpulse für die Bearbeitung aller Aufgaben gegeben werden. Die Ergänzungen „AB-Praxis“ umfassen darüber hinaus eine praktische Komponente, welche je nach gegebenen Möglichkeiten mit einem relativ geringen Aufwand umgesetzt werden kann. Der anschließenden methodisch-didaktischen Kommentierung ist bei den dazugehörigen Stationen ein Hinweis für die benötigten Materialien zu entnehmen. Die Tabelle auf der folgenden Seite gibt einen Überblick über die dargestellten Ausführungen der Arbeitsblätter und illustriert die auf den Arbeitsblättern abgebildete grafische Kennzeichnung. Mit dieser wird nicht nur für die Lehrenden, sondern auch für die Lernenden Transparenz und Struktur geschaffen. Das beigefügte Online-Material kann problemlos vor einem Einsatz im Unterricht an die jeweiligen Bedürfnisse einzelner Schüler*innen angepasst werden.

Tabelle 1: Erläuterungen der Modifizierungen auf den Arbeitsblättern

Element	Komponenten	Kennzeichen
AB-Basis	Informationstext, zentrale Aufgabenstellungen	
AB-Plus	Erweiterung um vertiefende Aufgabenstellungen	
AB-Praxis	Einbezug praktischer Umsetzungsmöglichkeiten	
AB-Hilfe	Impulse für das Lösen der Aufgaben	

2.1 Das Wattenmeer – ein Lebensraum mit einer ganz besonderen Bedeutung

Die Stationsarbeit beginnt mit einer allgemeinen Einleitung zum Wattenmeer. Aus der fachdidaktischen Forschung geht hervor, dass die beiden Schutzauszeichnungen des Wattenmeeres bei vielen Schüler*innen unbekannt sind (Schmäing & Grotjohann, 2021b). Daher ist es sinnvoll unter einer Berücksichtigung von diesen mit übergeordneten Inhalten den Lebensraum mit seinen wichtigsten Kennzeichen vorzustellen.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- erörtern unter der exemplarischen Bezugnahme auf Tierarten die Relevanz des Lebensraums Wattenmeer.
- nennen die Herausforderungen, die mit einem Leben im Watt einhergehen.
- nennen die beiden Schutzauszeichnungen des Wattenmeeres und erklären deren Bedeutung.
- vergleichen das Wattenmeer mit dem Ökosystem Wald.

2.2 Die Wattwanderung – erlebe das Wattenmeer!

Mit diesem Arbeitsblatt werden weitere elementare fachliche Grundlagen erarbeitet. Infolge der komplexen Anforderungen bei der definitorischen Erschließung der unterschiedlichen Begrifflichkeiten wird an dieser Stelle bewusst auf eine vertiefende Aufgabenstellung verzichtet.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- definieren die Begriffe Gezeiten, Ebbe, Flut, Niedrigwasser und Hochwasser.
- nennen die Gefahren, welche bei einem Betreten des Wattenmeeres auftreten können, und erläutern angemessene Vorsichtsmaßnahmen.

2.3 Direkt am Wattenmeer: die Salzwiese

Salzwiesen bilden in einem natürlichen Lebensraum in der Regel den Übergang zwischen dem Land und dem Meer. Mit Hilfe eines einfachen Experiments sollen sowohl die Herausforderungen an die Pflanzen als auch ihre Anpassungsmechanismen nachvollzogen werden können.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- beschreiben die herausfordernden Lebensbedingungen für Pflanzen in Salzwiesen und vergleichen diese mit denen in anderen Lebensräumen.
- entwickeln ein Experiment zur Veranschaulichung der Problematik in Bezug auf die Regulation des Salzhaushaltes von Pflanzen.
- führen dieses Experiment durch, protokollieren die Ergebnisse und werten sie fachgerecht aus.
- stellen verschiedene Anpassungsmechanismen von Pflanzen dar.

Materialien: Gurke und Salz

2.4 Der Wattboden und die Grundlagen des Lebens im Watt

Um das Erleben des Wattenmeeres im Unterricht skizzieren zu können, werden Sinneseindrücke beschrieben. Diese können im Experiment zumindest teilweise erlebt werden. Mit der Thematisierung der Fotosynthese kann an vorherige unterrichtliche Einheiten angeknüpft werden.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- erklären die Geruchsbildung im Wattenmeer.
- erörtern die Relevanz der Kieselalgen für das Leben im Wattenmeer und beziehen sich dabei auf den Prozess der Fotosynthese.
- beschreiben den bei der Verkostung wahrgenommenen Geschmack von Meersalat und stellen Vermutungen für die Abnahme der heutigen Nutzung auf.

Materialien: getrockneter Meersalat in Lebensmittelqualität

2.5 Die Wattschnecke

Das Leben im Wattenmeer findet meist im Verborgenen statt. Um diesen Kerngedanken aufzunehmen, wurde mit dem Foto der Wattschnecke auf einer Fingerkuppe ein Größenvergleich ermöglicht. Im Experiment kann die Dichte an Wattschnecken auf dem Wattboden in besonderer Weise nachvollzogen werden. Zudem bietet sich eine Bezugnahme zum Kontext der Nahrungsbeziehungen an.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- beschreiben die Strategie der Nahrungsaufnahme von Wattschnecken.
- leiten aus dem Experiment die Dichte an Wattschnecken auf dem Boden ab.
- erklären die Relevanz der Wattschnecke für die Nahrungsbeziehungen im Ökosystem Wattenmeer.

Materialien: leer Häuser von Wattschnecken

2.6 Die Würmer des Watts

Das charakteristischste Tier des Wattenmeeres ist der Wattwurm (Schmäing & Grotjohann, 2021a). Neben dem Wattwurm wird mit dem schillernden Seeringelwurm ein weiterer Wurm betrachtet, und es wird die jeweilige Bedeutung für das Ökosystem illustriert.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- erklären, was die „Spaghetti-Häufchen“ im Wattenmeer sind.
- vergleichen kriteriengeleitet den Wattwurm mit dem schillernden Seeringelwurm.
- stellen Vermutungen für die Ursachen der hellen Färbung des Sandes in den Wohnröhren der Würmer auf.

2.7 Schneller als gedacht: die Muscheln im Watt

Das Wattenmeer ist der Lebensraum von vielen verschiedenen Muschelarten, von denen eine Auswahl mit diesem Arbeitsblatt vorgestellt wird. Dabei wird nicht nur auf eine Benennung und einen Vergleich abgezielt; auch die Auswirkungen der Aufnahme von Mikroplastik sind relevant. Sofern keine Muschelschalen vorhanden sind, können die Abbildungen aus den Lösungen zur Veranschaulichung genutzt werden.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- beschreiben die Nahrungsaufnahme von Muscheln.
- diskutieren die Konsequenzen der Aufnahme von Mikroplastik für Muscheln und für andere Organismen (Anreicherung über die Nahrungskette).
- vergleichen Schalen von verschiedenen Muschelarten miteinander und ordnen diesen eine Artbezeichnung zu.
- vergleichen die Anpassungen verschiedener Vogelarten für die Nahrungssuche und die Aufnahme der Muscheln mit Hilfe einer Tabelle.

Materialien: Schalen von verschiedenen Muschelarten

2.8 Der bekannteste Krebs des Watts: die Strandkrabbe

Dieses Arbeitsblatt widmet sich wiederum einer konkreten Art, der Strandkrabbe. Neben einer morphologischen Ausführung werden verschiedene Verhaltensweisen aufgegriffen. Daneben sind weitere Bezüge zu anderen Themenbereichen aus dem Inhaltsfeld „Ökologie und Naturschutz“ möglich (z.B. zu den Nahrungsbeziehungen).

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- nennen und beschreiben vier spezifische Verhaltensweisen von Strandkrabben.
- beschreiben die Strandkrabbe mit einem morphologischen Schwerpunkt und bestimmen das Geschlecht.
- beschreiben und erörtern den Begriff des Hyperparasitismus mit einer exemplarischen Bezugnahme zu den dargestellten Organismen.

Materialien: Präparat von einer Strandkrabbe

2.9 Weitere Krebse im Wattenmeer

Um einen tiefgründigen Einblick in die Vielfalt der besonderen Lebewesen des Wattenmeeres erhalten zu können, wird neben der Nordseegarnele die Seepocke thematisiert. Erneut sind weitreichende Bezüge zu anderen ökologischen Inhalten (z.B. zu der Anpassbarkeit von Arten an ihren Lebensraum) umsetzbar.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- erläutern unter Bezugnahme zur Nordseegarnele die Bedeutung des Wattenmeeres als „Kinderstube“ für bestimmte Lebewesen.
- nennen, beschreiben und vergleichen die Anpassungen von Nordseegarnele und Seepocke an den Lebensraum.

2.10 Die Gefährdungen des Wattenmeers

Zum Abschluss der Stationsarbeit wird erneut ein unmittelbarer Bezug zur BNE genommen. Verschiedene Aspekte anderer Arbeitsblätter werden zusammengeführt und die Gefährdungen des Wattenmeeres geschlussfolgert. Aufgrund der elementaren Bedeutung sämtlicher Inhalte dieses Arbeitsblatts erfolgt keine Differenzierung in Bezug auf eine Vertiefungsmöglichkeit. Vielmehr sollen von jedem*jeder Lernenden alle Aufgaben bearbeitet werden.

Lernziele: Die Schüler*innen ...

- nennen und erläutern die Gefährdungen des Wattenmeeres unter Darstellung des jeweils Verursachenden.
- fassen die im Rahmen der Stationsarbeit thematisierten Lebewesen in einer tabellarischen Übersicht zusammen und erörtern exemplarisch die Nahrungsbeziehungen.
- beschreiben die Auswirkungen der Gefährdungen auf die Nahrungsbeziehungen und diskutieren diese.
- erörtern die Rolle des Menschen als Verursachenden und diskutieren die – auch für den Menschen selbst – weitreichenden Konsequenzen der Gefährdungen.

Wie bereits aus der Einleitung hervorgegangen ist, erhält BNE eine besondere Relevanz im schulischen, aber auch allgemein im gesellschaftlichen Kontext. Die letzte Station des didaktischen Vorhabens verdeutlicht explizit die Zusammenhänge, welche die Gefährdungen dieses einzigartigen Ökosystems beschreiben und darüber hinaus ebenso auf einer Metaebene relevant sind. So können vom Wattenmeer ausgehend globale Problemfelder (wie der Klimawandel und diverse Umweltverschmutzungen) thematisiert und deren Ausmaß für andere Lebensbereiche erschlossen werden. Unter einer Hinzunahme der Inhalte der gesamten Stationsarbeit können daher im Sinne der BNE Implikationen für nachhaltige Handlungsweisen gegeben werden. Aus dem einleitenden Zitat von Lorenz abgeleitet sind Kenntnisse über Ökosysteme unerlässlich, um Anreize für den Schutz von diesen zu schaffen. Daher leistet die vorliegende Stationsarbeit in ihrer Gesamtheit einen Beitrag zur Umsetzung von BNE im Schulunterricht. Das letzte Arbeitsblatt kann als eine Zusammenführung dieser Perspektiven betrachtet werden.

3 Das Material

Für jede Station wurde ein Arbeitsblatt entwickelt. Die Materialien stehen in einer gesonderten Datei als Online-Supplement 1 zur Verfügung. Der einleitende Laufzettel bietet die Gelegenheit für eine Dokumentation des individuellen Lernfortschritts. Außerdem ist ein Deckblatt vorangestellt, sodass für die Lehrkräfte die Möglichkeit besteht, die Stationsarbeit als zusammengehörige Einheit in einem separaten Heft zur Verfügung stellen zu können. Darüber hinaus gibt es für jedes Arbeitsblatt einen Lösungsvorschlag, der eine Orientierung für die Lehrenden bietet und von den Schüler*innen zur Selbstkontrolle genutzt werden kann (s. Online-Supplement 2).

4 Fachlicher Hintergrund

Bei der Stationsarbeit werden vielseitige Inhalte zum Ökosystem Wattenmeer auf unterschiedlichen Ebenen berücksichtigt. Daher und infolge des begrenzten Umfangs des Beitrags kann es an dieser Stelle nicht der Anspruch sein, eine ausführliche fachwissenschaftliche Analyse zu allen Teilbereichen vorzunehmen. Um dennoch eine wissenschaftliche Fundierung gewährleisten zu können, erfolgen eine übergeordnete Darstellung sowie eine exemplarische Ausführung ausgewählter Kernaspekte in Anlehnung an die inhaltliche Gestaltung der Arbeitsblätter.

Das Wattenmeer verläuft auf einer Strecke von etwa 450 Kilometern vom dänischen Skallingen über die deutsche Nordseeküste hinweg bis nach Den Helder in den Niederlanden (Hofstede, 2005, S. 185). Somit ist es das größte zusammenhängende Wattgebiet der Welt. Im Ökosystem leben insgesamt über 10.000 verschiedene Tier-, Pflanzen- und Pilzarten (Reise et al., 2010, S. 9). Darüber hinaus besitzt es eine internationale Relevanz für den ostatlantischen Vogelzug. Bis zu zwölf Millionen Wasservögel rasten, mausern oder überwintern im Watt (Laursen et al., 2010, S. 7). Um das Wattenmeer zu schützen, wurden in Deutschland in Schleswig-Holstein bereits im Jahr 1985 erste Flächen zum

Nationalpark erklärt (Goeldner, 1999, S. 26). Ein Jahr später folgte die Gründung des „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer“ (Südbeck & Rahmel, 2018, S. 283); im Jahr 1990 wurden die vor Cuxhaven liegenden Wattflächen Hamburgs ebenso zu einem Nationalpark erklärt (Körber, 1995, S. 121). Das Wattenmeer in Deutschland wird nicht nur in dieser Form geschützt. Im Jahr 2009 wurde es gemeinsam mit dem der Niederlande zum UNESCO-Weltnaturerbe erklärt (The World Heritage Committee, 2009, S. 1–4); die Wattflächen Dänemarks folgten fünf Jahr später (The World Heritage Committee, 2014, S. 175–177). Zwischen den beteiligten Ländern herrscht seit Jahrzehnten eine trilaterale Kooperation (Südbeck & Bunje, 2015, S. 66).

Die Lebensbedingungen im Wattenmeer sind mit den Gezeiten Ebbe und Flut gekennzeichnet. Diese entstehen durch die Einwirkungen der Gravitationskräfte des Mondes und der Sonne auf die Erde und durch die Fliehkräfte aus dem Verbund von Mond und Erde (Müller, 2017, S. 55). Der Wechsel zwischen Überflutung und Trockenfall sowie die starken Schwankungen der Temperatur und des Salzgehalts stellen die Lebewesen vor große Herausforderungen. Die Pflanzen der Salzwiese haben daher unterschiedliche Strategien, um ihren Salzhaushalt zu regulieren (Kremer, 2001, S. 245–246).

Der größte Anteil an der Primärproduktion im Wattenmeer kommt den Kieselalgen (*Bacillariophyta*) zu. Dieses Diatomeen ist eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Fauna des Wattenmeeres (Asmus & Asmus, 2017, S. 262). Ein Konsument der ersten Ordnung ist die Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*). Mit ihrer Raspelzunge nimmt sie unter anderem Kieselalgen vom Wattboden auf. Wattschnecken hängen sich kopfüber mit ihrem Fuß an die Wasseroberfläche und lassen sich, von den Gezeiten angetrieben, innerhalb von kürzester Zeit über weite Strecken bewegen (Richarz & Kremer, 2019, S. 31).

Der Verursacher für die auffälligen „Spaghetti-Häufchen“ auf dem Wattboden ist der Wattwurm (*Arenicola marina*). Dieser lebt in einer U-förmigen Wohnröhre. Auf der einen Seite der Wohnröhre befindet sich der Einsturztrichter. Dort fällt der Sand in den Fraßgang ein. Auf der anderen Seite ist der durchfilterte Sand als Kothaufen in „Spaghetti-Form“ auf der Oberfläche sichtbar (Hildebrandt & Grieshaber, 2009, S. 331). Neben dem Wattwurm kann während einer Wattexkursion auch der schillernden Seeringelwurm (*Nereis diversicolor*) entdeckt werden. Wie der Wattwurm lebt er etwa 30 cm tief im Wattboden, allerdings nicht in einer einzigen Wohnröhre, sondern in einem Gangsystem (Gehrmann, 2011, S. 130). Sowohl der schillernde Seeringelwurm als auch der Wattwurm besitzen wie Menschen den roten Blutfarbstoff Hämoglobin. Das Hämoglobin des Wattwurms kann deutlich mehr Sauerstoffmoleküle binden als das menschliche und ist daher – auch innerhalb der COVID-19-Pandemie – im besonderen medizinischen Interesse (Batool et al., 2020, S. 1).

Im Wattenmeer gibt es eine Vielzahl an Muschelarten; dazu gehören die gemeine Herzmuschel (*Cerastoderma edule*), die baltische Plattmuschel (*Limecola balthica*) und die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*). Diese Muscheln leben in verschiedenen Tiefen im Wattboden vergraben und filtrieren das Meereswasser nach Nahrung (Schlotterbeck, 2014, S. 158). Hingegen heftet sich die gemeine Miesmuschel (*Mytilus edulis*) mit ihren Byssusfäden an den Untergrund, um nicht weggespült zu werden (Onusseit, 2004, S. 310). Die pazifische Auster (*Crassostrea gigas*) ist ein Neozoen und konnte sich aufgrund der aus ökonomischen Interessen umgesetzten Zucht durch den Menschen im Wattenmeer verbreiten (Damm & Neudecker, 2006, S. 47). Beide Arten stehen nun in unmittelbarer Konkurrenz zueinander. Diese Entwicklung hat unter anderem Auswirkungen auf den Vogelzug. Zum einen bieten die dicken und scharfkantigen Schalen der pazifischen Austern einen Schutz vor Fraßfeinden. Zum anderen finden Miesmuscheln zwischen den Austern eine gute Deckung und sind daher eine weniger leichte Nahrungsquelle (Buschbaum & Reise, 2010, S. 205).

Weitere das Wattenmeer kennzeichnende Tiere sind verschiedene Krebsarten. Bei einer Wattwanderung können an Buhnen und Pricken vor allem im Frühjahr und Sommer Strandkrabben (*Carcinus maenas*) beobachtet werden. Die Strandkrabbe ist die häufigste

Krabbe an den deutschen Küsten (Türkay et al., 2019, S. 568). Die Geschlechtsbestimmung kann bei Strandkrabben im Gegensatz zu anderen Crustaceen an ihrem Äußeren ausgemacht werden. Das Abdomen ist beim Weibchen deutlich breiter als beim Männchen; das Telson ist bei männlichen Strandkrabben spitzer als bei den weiblichen Tieren (Storch & Welsch, 2014, S. 233–234). Andere Krebstiere, die sowohl in der Nordsee als auch in den Prielen und den Pfützen des Wattenmeeres leben, sind die Nordseegarnelen (*Crangon crangon*). In der warmen Jahreszeit wachsen die juvenilen Garnelen in großen Mengen auf den flachen Wattflächen heran (Asmus & Asmus, 2017, S. 264). Erneut wird die Bedeutung des Ökosystems für Jungtiere nachvollziehbar. Verborgenes Leben im Wattenmeer stellen mit den gemeinen Seepocken (*Semibalanus balanoides*) weitere Krebstiere dar. Dieser Rankenfußkrebs heftet sich als Larve an einen festen Gegenstand und bildet eine Schale aus Kalkplatten aus (Kremer & Richarz, 2016, S. 236).

Das Wattenmeer ist in der Gegenwart und wird in der Zukunft diversen Gefährdungen ausgesetzt sein. Der anthropogene Klimawandel wird das Ökosystem vor allem aufgrund des Meeresspiegelanstiegs und der Temperaturerhöhung vor existenzielle Herausforderungen stellen (Hofstede et al., 2019, S. 19). In diesem Kontext ist ebenso die Ausbreitung gebietsfremder Arten zu nennen (Busch & Bostelmann, 2019, S. 42). Weitere Bedrohungen gehen von der Schifffahrt, von Bohrinseln und von Pipelines aus (Schlotterbeck, 2014, S. 162–163). Auch Verschmutzungen verschiedenster Art gefährden das Wattenmeer. An den Stränden der OSPAR-Region sind auf einer Strecke von 100 Metern im Durchschnitt 712 Müllteile zu finden (OSPAR Commission, 2010, S. 116). Den größten Anteil daran hat Plastikmüll. Es konnte ermittelt werden, dass 94 Prozent aller in der Nordsee tot aufgefundenen Eissturmvögel (*Fulmarus glacialis*) Plastik im Magen haben (van Franeker & SNS Fulmar Study Group, 2008, S. 10). Daneben ist Mikroplastik als eine weitere Gefährdung herauszustellen. Dieses kann beispielsweise in die Verdauungsorgane von Miesmuscheln gelangen und dort eine Entzündungsreaktion hervorrufen (Gutow et al., 2017, S. 139). Letztlich könnte Mikroplastik über die einzelnen Trophieebenen der Nahrungsketten angereichert und eine Gefahr für den Menschen werden (Fath, 2019, S. 25). Verstärkt wird dies mit der Tatsache, dass Mikroplastik im Meer Schadstoffe absorbieren kann (Stöven et al., 2015, S. 246).

Als Verursacher dieser skizzierten Problemfelder ist in aller Deutlichkeit der Mensch zu nennen. An der Nordseeküste wird das Konsumverhalten mit seiner vollkommenen Abstrusität erkennbar. Die Nordseegarnelen eines Krabbenbrötchens werden zwar direkt in der Nordsee gefangen, bringen meist jedoch im Anschluss eine Weltreise hinter sich. So werden sie in der Regel aufgrund der deutlich geringeren Personalkosten zum Puhlen bis nach Marokko oder Tunesien transportiert, bevor sie auf das Krabbenbrötchen gelangen. Die potenziell toxischen Schalenabfälle verbleiben hingegen in Afrika und belasten nicht nur die dortige Umwelt, sondern sind zudem ein Risiko für die heimische Bevölkerung (Brück et al., 2015, S. 160).

5 Erfahrungen

Die Stationsarbeit wurde bisher in mehreren neunten Klassen an Gymnasien im Bundesland Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Eine Zuordnung zum Kernlehrplan wurde gemäß der in Kapitel 2 einführenden Erläuterung umgesetzt. In einigen Klassen erfolgte die Bearbeitung ausschließlich in der Schule; die Schüler*innen anderer Klassen haben auf Grundlage der Stationsarbeit ebenso Hausaufgaben erhalten. Je nach Leistungsstärke der Lerngruppe sowie den ergänzenden Interventionen (wie Anbindungen an Inhalte des vorherigen Unterrichts oder Vertiefungen infolge von Wünschen der Lernenden) betrug der zeitliche Bedarf für die Durchführung der gesamten Stationsarbeit zwischen drei und sechs Doppelstunden.

Von den Lehrkräften wurden trotz der weitreichenden Inhalte im besonderen Maße die Anschaulichkeit der Materialien sowie die zielgerichteten Aufgabenstellungen positiv herausgehoben. Als größtes Lernhindernis konnte die Problematik der Unbekanntheit des Wattenmeers identifiziert werden. Primärerfahrungen mit dem Wattenmeer scheinen – auch im Gegensatz zu denen mit anderen Ökosystemen wie mit einem Wald oder mit einem See – kaum ersetzbar zu sein.

Literatur und Internetquellen

- Asmus, H. & Asmus, R. (2017). Muschelbänke, Seegraswiesen und Watten an Sand- und Schlickküsten. In G. Hempel, K. Bischof & W. Hagen (Hrsg.), *Faszination Meeresforschung* (S. 261–272). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49714-2_25
- Batool, F., Stutz, C., Petit, C., Benkirane-Jessel, N., Delpy, E., Zal, F., Leize-Zal, E. & Huck, O. (2020). A Therapeutic Oxygen Carrier Isolated from *Arenicola Marina* Decreased P. *Gingivalis* Induced Inflammation and Tissue Destruction. *Scientific Reports*, 10 (1), 14745. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71593-8>
- Brück, W., Bracharz, F., Brück, D.W. & Brück, T.B. (2015). Von der Krebschale in die Creme. *Biologie in unserer Zeit*, 45 (3), 160–167. <https://doi.org/10.1002/biuz.201510561>
- Busch, J.A. & Bostelmann, A. (2019). Das Wattenmeer als gemeinsame Verantwortung verstehen. *Biologie in unserer Zeit*, 49 (1), 40–47. <https://doi.org/10.1002/biuz.201910666>
- Buschbaum, C. & Reise, K. (2010). Neues Leben im Weltnaturerbe Wattenmeer. Globalisierung unter Wasser. *Biologie in unserer Zeit*, 40 (3), 202–210. <https://doi.org/10.1002/biuz.201010424>
- Damm, U. & Neudecker, T. (2006). Zweikampf im Wattenmeer: Wird die heimische Miesmuschel verdrängt? In Bundesforschungsanstalt für Fischerei (Hrsg.), *Informationen aus der Fischereiforschung*, 53, 46–48. https://doi.org/10.3220/Inf53_46-48_2006
- Die Bundesregierung. (2021). *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie: Weiterentwicklung 2021*. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/7c0614aff0f2c847f51c4d8e9646e610/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-barrierefrei-data.pdf?download=1>
- Diersen, G. & Paschold, L. (2020). Außerschulisches Lernen – ein Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung und Inklusion. *ZEP – Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, (1), 11–19. <https://doi.org/10.31244/zep.2020.01.03>
- Fath, A. (2019). *Mikroplastik*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57852-0>
- Gehrmann, S. (2011). *Die Fauna der Nordsee: Niedere Tiere & Wirbeltiere*. epubli GmbH.
- Goeldner, L. (1999). The German Wadden Sea Coast: Reclamation and Environmental Protection. *Journal of Coastal Conservation*, 5 (1), 23–30. <https://doi.org/10.1007/BF02802736>
- Gutow, L., Gerdts, G. & Saborowski, R. (2017). Mikroplastikmüll im Meer. In G. Hempel, K. Bischof & W. Hagen (Hrsg.), *Faszination Meeresforschung. Ein ökologisches Lesebuch* (2. Aufl.) (S. 135–142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49714-2_12
- Hildebrandt, T. & Grieshaber, M.K. (2009). Die vielen Seiten des Sulfids. Tödlich und doch lebensnotwendig. *Biologie in unserer Zeit*, 39 (5), 328–334. <https://doi.org/10.1002/biuz.200910403>

- Hofstede, J. (2005). Danish-German-Dutch Wadden Environments. In E.A. Koster (Hrsg.), *The Physical Geography of Western Europe* (The Oxford Regional Environments Series, Bd. 6) (S. 185–205). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199277759.003.0020>
- Hofstede, J., Matelski, B. & Stock, M. (2019). Schleswig-Holsteins Klima-Anpassungsstrategie für das Wattenmeer 2100. *Die Küste*, (87), 19–38. <https://doi.org/10.18171/1.087102>
- Körper, P. (1995). Biosphärenreservat Hamburgisches Wattenmeer. In Ständige Arbeitsgruppe der Biosphärenreservate in Deutschland (Hrsg.), *Biosphärenreservate in Deutschland* (S. 121–125). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-57824-3_4
- Kremer, B.P. (2001). Salzwiesen: Leben zwischen Land und Meer: Im Einfluss der Gezeiten. *Biologie in unserer Zeit*, 31 (4), 240–248. [https://doi.org/10.1002/1521-415X\(200104\)31:4%3C240::AID-BIUZ240%3E3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/1521-415X(200104)31:4%3C240::AID-BIUZ240%3E3.0.CO;2-Z)
- Kremer, B.P. & Richarz, K. (2016). *Was alles hinter Namen steckt: Teufelszwirn und Beutelteufel – kuriose, merkwürdige und erklärungsbedürftige Namen unserer Lebewesen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49570-4>
- Laursen, K., Blew, J., Eskildsen, K., Günther, K., Hälterlein, B., Kleefstra, R., Luerßen, G., Potel, P. & Schrader, S. (2010). *Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1987–2008: Trend, Phenology, Distribution and Climate Aspects* (Wadden Sea Ecosystem, No. 30). Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea. https://www.waddensea-worldheritage.org/sites/default/files/2010_Ecosystem30_Migratory%20waterbirds.pdf
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2019). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen Biologie*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/197/g9_bi_klp_%203413_2019_06_23.pdf
- Müller, W. (2017). *Lebenswelt Meer: Reportagen aus der Meeresbiologie und Vorstellungen über die Entstehung des Lebens*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52852-5>
- Nachreiner, M., Laufer, D., Belakhdar, T., Koch, U. & Oeschger, A. (2020). *Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung – zielgruppenorientiert und wirkungsorientiert! Abschlussbericht*. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-29_texte_118-2020_umweltbildung-bne.pdf
- NNW (Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer). (2017). *Bildungskonzept der Nationalpark-Einrichtungen*. https://www.cuxhaven.de/_Resources/Peristent/a/c/4/5/ac451889ce34c1170c02ee78f0d63e8cb38db445/Umweltbildungskonzept_der_NLPE__2017.11.08.__.pdf
- Onusseit, H. (2004). Klebstoffe der Natur: Anwendung und Perspektiven für die Technik. *Biologie in unserer Zeit*, 34 (5), 307–314. <https://doi.org/10.1002/biuz.200410259>
- OSPAR Commission. (2010). *Quality Status Report 2010*. https://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter_pdf/QSR_complete_EN.pdf
- Reise, K., Baptist, M., Burbridge, P., Dankers, N., Flemming, B., Oost, A.P. & Smit, C. (2010). The Wadden Sea – A Universally Outstanding Tidal Wetland. *WADDEN SEA ECOSYSTEM*, (29), 7–23. https://www.waddensea-worldheritage.org/sites/default/files/2010_Ecosystem29_the%20wadden%20sea%202010.pdf
- Richarz, K. & Kremer, B.P. (2019). *Geniale Tiere*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58643-3>
- Schlotterbeck, U. (2014). Bedrohtes Paradies Wattenmeer. In N. Podbregar & D. Lohmann (Hrsg.), *Im Fokus: Meereswelten* (S. 151–166). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37720-4_12

- Schmäing, T. & Grotjohann, N. (2021a). Students' Word Associations with Different Terms Related to the Wadden Sea: Does the Place of Residence (Coast or Inland) Have an Influence? *Education Sciences*, 11 (6). <https://doi.org/10.3390/educsci11060284>
- Schmäing, T. & Grotjohann, N. (2021b). The Wadden Sea as a National Park and UNESCO World Heritage Site: Students' Word Associations with These Two Conservation Designations. *Sustainability*, 13 (14), 8006. <https://doi.org/10.3390/su13148006>
- Stöven, K., Jacobs, F. & Schnug, E. (2015). Mikroplastik: Ein selbstverschuldetes Umweltproblem im Plastikzeitalter. *Journal für Kulturpflanzen*, 67 (7), 241–250. <https://doi.org/10.5073/JFK.2015.07.01>
- Storch, V. & Welsch, U. (2014). Crustacea, Krebse. In V. Storch & U. Welsch (Hrsg.), *Kükenthal Zoologisches Praktikum* (S. 212–243). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41937-9_9
- Südbeck, P. & Bunje, J. (2015). Die Trilaterale Wattenmeerkooperation – Paradebeispiel für eine erfolgreiche grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Ökosystemschutz. In V. Scherfose, U. Gehrlein & E. Milz (Hrsg.), *Grenzüberschreitende und Bundesländer übergreifende Zusammenarbeit von Nationalen Naturlandschaften. Dokumentation ausgewählter Beiträge einer BfN-Tagung vom 12.–13. November 2013 in Fulda* (BfN-Skripte, Bd. 405) (S. 59–82). Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- Südbeck, P. & Rahmel, J. (2018). The Lower Saxon UNESCO Biosphere Reserve Programme. In L. Egberts & M. Schroor (Hrsg.), *Waddenland Outstanding* (S. 283–292). Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv7xbrmk.22>
- The World Heritage Committee. (2009). *REPORT OF DECISIONS: Extract of the Report Agenda Item 8B – Nominations to the World Heritage List Decision 33 COM 8B.4*. https://www.waddensea-worldheritage.org/sites/default/files/2009_WHC%20decision.pdf
- The World Heritage Committee. (2014). *DECISIONS ADOPTED*. <https://whc.unesco.org/archive/2014/whc14-38com-16en.pdf>
- Türkay, M., Allspach, A., Coleman, C.O., Keyser, D., Mühlenhardt-Siegel, U., Richter, S., Spiridonov, V., Wittmann, K.J. & Möller, O.S. (2019). Crustacea – Krebse. In B. Klausnitzer (Hrsg.), *Stresemann – Exkursionsfauna von Deutschland, Band 1: Wirbellose (ohne Insekten)* (S. 469–572). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-55354-1_20
- van Franeker, J.A. & SNS Fulmar Study Group. (2008). Fulmar Litter EcoQO Monitoring in the North Sea – Results to 2006. *Wageningen IMARES Report*, No. C033/08, 1–53. https://www.jenskjeld.info/artikler/fulmar_litter_result_2006.pdf

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Schmäing, T. & Grotjohann, N. (2022). Das UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer. Eine Stationsarbeit zu diesem einzigartigen Ökosystem für den naturwissenschaftlichen Unterricht. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 4 (1), 1–12. <https://doi.org/10.11576/dimawe-4995>

Online-Supplements:

- 1) Arbeitsmaterialien für die Stationsarbeit
- 2) Lösungsvorschläge für die Stationsarbeit

Online verfügbar: 16.02.2022

ISSN: 2629–5598



© Die Autor*innen 2022. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>