

Abschlussbericht des Projekts Expeditionslernen an der Ostseeküste

gefördert unter dem Az: 31992 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Eingereicht von
Dr. Katrin Schöps,
Dr. Katrin Knickmeier
Johanna Tana Krüger
Katrin Kruse
&
Prof. Dr. Ilka Parchmann

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und
Mathematik
Kiel, Februar 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung	3
2. Theoretischer Rahmen	4
2.1. Zielsetzung des Projektes	4
2.2. Was ist Expeditionslernen?	4
2.3. Relevanz der Themen für die Schülerinnen und Schüler	8
2.4. Didaktischer Schwerpunkt: Forschendes Lernen zur Förderung von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen	9
2.5. Einbettung in die Fachanforderungen	10
3. Die Expeditionen	11
3.1. Aufbereitung der Materialien	11
3.2. Ablauf der Expeditionen	12
4. Berichte zu den Projektthemen	15
4.1. Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss	15
4.2. Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste	20
4.3. Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien	24
5. Durchführung und Ablauf der Expeditionen – ein Fazit	28
6. Begleitforschung	31
6.1. Besondere Lernleistung	31
6.2. Grundlagen der Befragungen	32
6.3. Ergebnisse	34
6.4. Fazit der Begleitforschung	36
7. Lehrerfortbildungen	37
8. Netzwerk & Öffentlichkeitsarbeit	37
9. Qualifikationsarbeiten	38
10. Literatur	38
11. Anhang	40

1. Zusammenfassung

Seit Anfang 2015 führt die Kieler Forschungswerkstatt das Projekt "Expeditionslernen an der Ostseeküste" durch. Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 9-13 mit einem naturwissenschaftlichen oder geographischen Schwerpunkt sollen mit diesem mehrtägigen Angebot einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten erhalten. Dabei wird den Jugendlichen sowohl Fachwissen vermittelt als auch ihre Kompetenzentwicklung im Bereich der Erkenntnisgewinnung gefördert. Ein wichtiger Fokus liegt zudem darauf, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Umwelthandeln durch die intensive und differenzierte Beschäftigung mit dem Thema reflektieren. Im thematischen Fokus des Projektes stehen die menschlichen Einflüsse auf Lebensräume an und in der Ostsee. Der Ostseeraum bietet eine Vielfalt an aquatischen, terrestrischen und marinen Lebensräumen und Eingriffe wie intensive Flächennutzung und Verschmutzung aber auch der Klimawandel wirken sich auf die verschiedenen Lebensräume und auf das Ökosystem aus. Im Rahmen des Projektes beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit folgenden Themen: 1) Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss 2) Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste und 3) Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste. Dabei durchlaufen sie die verschiedenen Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens und werden von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der KiFo unterstützt. Da die Messungen und Probenahmen an 1-2 Tagen direkt im Untersuchungsgebiet stattfinden, die Schülerinnen und Schüler ihr Material selbst transportieren und erste Analysen vor Ort durchführen, hat das Projekt einen realistischen Expeditionscharakter. Ziel einer jeden Expedition ist es auch, das Interesse und die Selbstwirksamkeit der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Naturwissenschaften und berufsbezogene naturwissenschaftliche Tätigkeiten sowie ihr Umweltbewusstsein zu fördern. Um die Erreichung dieser Ziele zu überprüfen, wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor und nach der Expedition befragt.

Um das Projekt zu evaluieren wurden etablierte Befragungsinstrumente eingesetzt, um die Schülerinnen und Schüler vor und nach der Teilnahme am Expeditionslernen zu ihrem Bild von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichem Arbeiten zu befragen sowie ihr Interesse und ihr Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf naturwissenschaftliche Tätigkeiten zu erheben. Durch das selbstständige Durchführen der Untersuchungen sowie das Generieren und Auswerten von Daten konnten die Schülervorstellungen über den Tätigkeitsbereich von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erweitert werden. Den Jugendlichen wurde klar, dass auch künstlerische, kreative, soziale und kooperative Tätigkeiten zur Arbeit einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers gehören. Auch die Bedeutung von Management und Marketing wurde den Schülerinnen und Schülern vor Augen geführt. Außerdem waren die Jugendlichen nach der Expedition in der Lage, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg kompetenter und umfassender darzustellen.

2. Theoretischer Rahmen

2.1. Zielsetzung des Projektes

Das Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ wendet sich an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II, mit einem naturwissenschaftlichen oder geografischen Profil. Inhaltliche Schwerpunkte sind die ökologischen Veränderungen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste und der anthropogene Einfluss. Dabei stehen folgende Fragen im Fokus: Welche Lebensgemeinschaften gibt es an der Ostseeküste? Wie verändern sich diese unter dem Einfluss des Menschen? Welche Folgen haben die Dynamik der Ostsee und der Klimawandel auf die Tiere, die Vegetation und die Küste? Neben dem Ziel, den Jugendlichen Fachwissen zu vermitteln, soll auch die Kompetenzentwicklung im Bereich der Erkenntnisgewinnung gefördert werden. Im Rahmen des Projektes lernen Jugendliche durch kooperatives und eigenverantwortliches Lernen menschliche Eingriffe am Beispiel der Ostseeküste und die damit verbundenen Konsequenzen direkt vor Ort kennen und untersuchen sie. Durch diese Form des Lernens sollen Lernmotivation gefördert und Lernprozesse unterstützt werden. Eine besondere Rolle spielt das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler und das Einbringen eigener Kenntnisse und Einstellungen in ihre Forschungsfragen. Durch den Austausch mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Akteuren vor Ort und politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern sollen Schülerinnen und Schüler schließlich lernen, ihre Ergebnisse aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten und auch ihr Umwelthandeln durch die intensive und differenzierte Beschäftigung mit dem Thema zu reflektieren.

2.2. Was ist Expeditionslernen?

Mit der zunehmenden Technologiesierung des Alltags hat sich das Verhältnis vieler Jugendlicher zur Natur gewandelt. Der Jugendreport Natur 2016 beschreibt diese Entwicklung in hochindustrialisierten Ländern sogar mit einer „Naturentfremdung“ (Brämer *et al.* 2016) dieser Altersgruppe. Der Report bescheinigt eine Zunahme der Berührungsängste von Jugendlichen mit der Natur, unzureichendes Wissen in naturwissenschaftlichen Themenfeldern sowie eine erschreckend geringe Anzahl junger Menschen, die sich für den Naturschutz einsetzen (Brämer *et al.* 2016). Menschliche Eingriffe in die Natur werden von vielen Jugendlichen demnach weder bemerkt noch hinterfragt noch beschäftigen sie sich mit möglichen Handlungsalternativen. An diesem Problem setzt das Konzept des Expeditionslernens an. Folgend wird die didaktische Grundlage des Projektes erläutert und der Innovationscharakter beziehungsweise die Vorzüge des Expeditionslernens als besondere Form des außerschulischen Lernens vorgestellt.

Die Grundlage des Projektes „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ bilden die Erkenntnisse aus der didaktischen Forschung zu Exkursionen (Wüthrich 2013; Dettweiler *et al.* 2015). Lange Zeit wurden Exkursionen getrennt vom Konzept der außerschulischen Lernorte betrachtet, heute sind sie ein grundlegender Teil davon (Sauerborn und Brühne 2009), denn Naturbeobachtungen und Geländeuntersuchungen sind ein wesentlicher Bestandteil der naturwissenschaftlichen Forschungsarbeit. Der Einblick in diese wissenschaftliche Arbeitsweise kann den Unterricht gewinnbringend ergänzen, wobei Schulexkursionen im klassischen Sinne eher lehrerzentriert sind und einen darbietenden Charakter haben. Mit den veränderten

Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler erfolgte ein Wandel von diesen *Überblicksexkursionen* zu den schülerzentrierten *Arbeitsexkursionen*, bei denen „ein komplexes Gefüge aus erwerbbarer Kompetenzen entsteht“ (Wüthrich 2013). In Abbildung 1 sind die allgemeinen Vorteile einer Exkursion dargestellt.

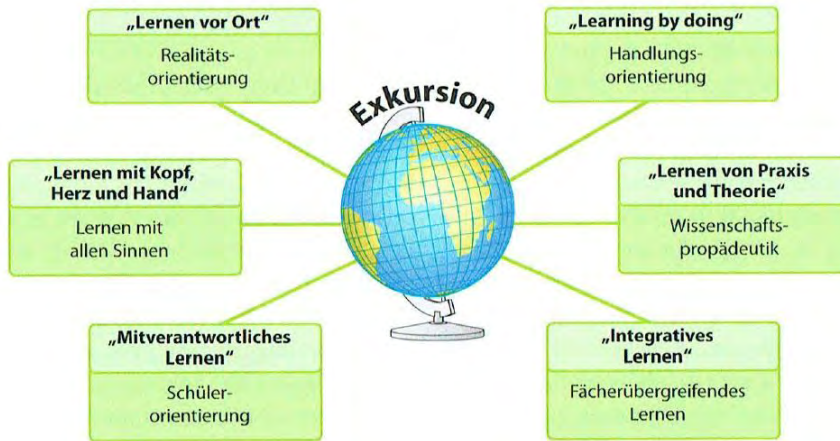


Abb. 1 Chancen einer Exkursion (Wüthrich 2013)

Den Schülerinnen und Schülern wird so ein Zugang zu Naturerfahrungen ermöglicht. Außerdem können abstrakte Prozesse und Systeme, die im Unterricht häufig nur als Teilinszenierungen betrachtet werden, im wirklichen Zusammenhang erörtert und verstanden werden. Bei der für das Expeditionslernen relevanten Form der Arbeitsexkursion, sollen die Lernenden eigene Fragestellungen erarbeiten, Untersuchungen im Feld durchführen, beziehungsweise Daten sammeln, und anschließend ein Produkt als Ergebnis präsentieren (Wüthrich 2013). Zu den Methoden der Datenerhebung zählen u. a. Beobachtungen von Funktionen und Prozessen, Datenerhebungen, Protokollieren, Fotografieren, Sammeln von Gegenständen, Experimentieren im Gelände sowie das Durchführen von Befragungen und Interviews (Sauerborn und Brühne 2009). Durch das selbstgesteuerte und handlungsoffene Arbeiten kommt es zu einer Steigerung der Motivation, was wiederum zu einem nachhaltigen Lernen führt. Des Weiteren wird neben dem ganzheitlichen Lernen die Entwicklung von unterschiedlichsten Kompetenzen gefördert (Wüthrich 2013, Au & Gade 2016).

Um das Interesse von Jugendlichen an Naturwissenschaften und insbesondere Umweltthemen zu wecken und das Fähigkeitsselbstkonzept sowie die Selbstwirksamkeitserfahrung in den Naturwissenschaften und im Umweltschutz zu fördern, wird das Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ von der Kieler Forschungswerkstatt seit 2015 angeboten. Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II beschäftigen sich während mehrtägiger Expeditionen mit den Veränderungen von Lebensräumen der Ostsee und Ostseeküste direkt vor Ort. Dabei erarbeiten sie eigene Fragestellungen, planen Untersuchungen, führen sie durch, werten die Ergebnisse aus und interpretieren sie. Die Untersuchungen laufen in Gruppenarbeit ab, sodass ein abschließendes Zusammenführen der Ergebnisse nötig ist. Um weiterführende Informationen zu erhalten, sind Befragungen und Interviews von Akteuren oder Wissenschaftlern des entsprechenden Themengebietes gewünscht. Dadurch können die Lernenden ihre Ergebnisse aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten. Das übergeordnete Ziel des „Expeditionslernens an der Ostseeküste“ ist, dass die Schülerinnen und Schüler durch ihre selbstgewonnenen Ergebnisse sowie intensive und differenzierte Beschäfti-

gung mit einem Thema, Maßnahmen zum Umwelthandeln erarbeiten und umsetzen und so die Umweltkompetenz der Jugendlichen positiv verändert wird.

Entstanden ist dieses Angebot auf der Grundlage des von Kurt Hahn entwickelten Konstrukts des *Expeditionary Learning*. Dabei handelt es sich um ein Modell, das hohe Schulleistungen durch selbstständiges Lernen, Persönlichkeitsentwicklung und Teamarbeit hervorhebt. Die von Hahn mitgegründete *Northpoint Expeditionary Learning Academy* beschreibt das Konzept folgendermaßen: „*Expeditionary Learning harnesses the natural passion to learn and is a powerful method for developing the curiosity, skills, knowledge and courage needed to imagine a better world and work toward realizing it*“ (*Northpoint Expeditionary Learning Academy 2014*). *Expeditionary Learning* basiert auf folgenden Prinzipien, welche die didaktischen Werte und Überzeugungen verdeutlichen:

1. *The Primacy of Self-Discovery*

Eigenständiges entdeckendes Arbeiten führt zu höchstem Lernerfolg. Die Lernenden gewinnen an Fähigkeiten, Werten, Überzeugungen und Verantwortungsbewusstsein in Situationen, welche Abenteuer und das Unterwartete versprechen. Die Aufgabe der Lehrerinnen und Lehrer besteht in der Unterstützung der Lernenden insbesondere in Angstsituationen oder zur Ermutigung wenn die Lernenden sich weniger zutrauen als sie können.

2. *The Having of Wonderful Ideas*

Um die Neugierde der Schülerinnen und Schüler zu wecken, soll die Möglichkeit gegeben werden eigene Lerngegenstände zu wählen, welche für sie und ihre Lebenswelt von Bedeutung sind. Dabei soll ausreichend Zeit sein um auszuprobieren und zu reflektieren.

3. *The Responsibility for Learning*

Lernen ist ein individueller und ein sozialer Prozess. Die Schülerinnen und Schüler sollen Verantwortung für ihren eigenen und den kollektiven Lernprozess übernehmen.

4. *Empathy and Caring*

Lernen funktioniert am besten, in kleinen Gruppen mit gegenseitigem Respekt und Vertrauen.

5. *Success and Failure*

Die Lernenden sollen erfolgreich sein und Lernzuwachs erlangen insbesondere bei riskanten oder schwierigen Entscheidungen. Jedoch ist es auch sehr wichtig, dass Fehler zugelassen werden und sie daraus lernen können. Daneben ist es ebenso wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler lernen durch zu halten wenn es schwierig wird oder Nachteile in Vorteile zu verwandeln.

6. *Collaboration and Competition*

Die individuelle und kollektive Entwicklung sind eng miteinander verbunden, Teamgeist ist sehr wichtig. Deshalb haben Freundschaft, Vertrauen und Gruppendynamik eine große Bedeutung für den Lernprozess. Die Lernenden sind angehalten, nicht miteinander zu konkurrieren sondern sich gegenseitig zu helfen und selbst das Beste zu geben.

7. *Diversity and Inclusion*

Diversität und Inklusion erhöhen die Vielfalt an Ideen, kreativer Leistung, Problemlösefähigkeiten und erzeugen gegenseitigen Respekt.

8. *The Natural World*

Ein direkter und respektvoller Umgang mit der Natur frischt den Geist auf. Die Schülerinnen und Schüler lernen, für die Natur einzustehen und nachhaltig die Erde für zukünftige Generationen zu gestalten.

9. *Solitude and Reflection*

Jedem bzw. jeder Lernenden sollte die Möglichkeit gegeben werden eigene Gedanken zu entwickeln und äußern zu können, welche anschließend in der Gruppe diskutiert und reflektiert werden.

(Northpoint Expeditionary Learning Academy 2014).

Insbesondere das eigenständige Arbeiten, die Ideenfindung und der Umgang mit Fehlern sowie der soziale Charakter und die Natur/Outdoor-Erfahrungen werden beim Expeditionslernen aufgegriffen. Der hohe informelle Charakter einer Expedition soll die Lernmotivation und damit den Lernprozess fördern, da die Schülerinnen und Schüler eigene Ideen und eigenes Wissen mit in den Lernprozess einbringen. Den engen Zusammenhang zwischen Motivation/Interesse und kognitiven Prozessen konnten mehrere Studien bereits verdeutlichen (Köller *et al.* 2006a; Wigfield *et al.* 2006). Besonders hervorzuheben sind die Studien der Arbeitsgruppe „Outdoor Education & Experiential Learning“ um Dr. Ulrich Dettweiler an der TU München, welche insbesondere die „Experimentiertage“ und die „Expeditionary Learning Alpine-Forscherwochen“ (ELPIN) des Schülerforschungszentrums Berchtesgadener Land untersuchen. Dabei handelt es sich um mehrtägige Exkursionen („Experimentiertage“: 2-3 Tage; ELPIN: eine Woche), bei denen die Lernenden zum gemeinsamen Forschen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich gefördert und motiviert werden sollen. Unter anderem fand die Arbeitsgruppe heraus, dass Schülerinnen und Schüler, die in normalen Unterrichtssettings geringe Selbstregulation¹ zeigen, durch die Expedition eine signifikant höhere Selbstregulation entwickeln und dass das außerschulische Unterrichten als wesentlich praktischer empfunden wird als der Unterricht im normalen Schulkontext. Außerdem konnten sie nachweisen, dass Schülerinnen und Schüler, die normalerweise geringe Eigenmotivation in naturwissenschaftlich-technischen Schulfächern zeigen, durch die Expedition gleich gute Lernergebnisse erzielen wie Lernende, die im Schulunterricht sehr selbstreguliert arbeiten. Besonders Jungen, denen es schwer fällt still zu sitzen, profitieren von der bewegungsintensiven und handlungsorientierten Expedition; bei Mädchen sind die Gründe eher soziale Aspekte wie die Gruppenarbeit. Im Allgemeinen trägt die positiv beeinflusste Motivation der Lerner signifikant zu ihrem Verständnis für die Natur bei (Dettweiler 2015; Dettweiler *et al.* 2015). Die bereits erwähnte Bedeutung des praktischen Arbeitens für den Lernerfolg findet im Expeditionslernen seine direkte Anwendung. Da die Schülerinnen und Schüler den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess in all seinen Teilberei-

¹ In der Psychologie bezeichnet man mit dem Begriff Selbstregulation diejenigen bewussten und unbewussten psychischen Vorgänge, mit denen Menschen ihre Aufmerksamkeit, Emotionen, Impulse und Handlungen steuern. <https://www.coaching-report.de/lexikon/selbstregulation.html>

chen selbstständig durchlaufen, werden ihre Kompetenzen in wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen gefördert. Außerdem werden die oben genannten Lernprinzipien in vollem Umfang berücksichtigt, was den Lernprozess positiv beeinflussen sollte. Das Expeditionslernen an sich ist dem Lernprinzip des Forschenden Lernens untergeordnet und erfüllt die bereits genannten Aspekte. Der Grad der Offenheit kann je nach zur Verfügung stehender Zeit und bereits vorhandener Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zwischen *structured*, *guided* oder *open inquiry* angepasst werden.

Die Expedition erfüllt außerdem alle Bereiche des von Wagenschein 1973 entwickelten „Exemplarischen Prinzips“, welches die Auswahl der Inhalte an der Bedeutsamkeit für die Schülerinnen und Schüler orientiert (Kattmann 2013):

- das Elementare: Die Beispiele müssen sich auf grundlegende Einsichten beziehen;
- das Genetische: Im Unterricht soll forschend-entwickelnd anhand von Beobachtungen und Experimenten vorgegangen werden;
- die Begegnung mit den Phänomenen: Es soll von Realobjekten ausgegangen und nicht vorschnell abstrahiert und verallgemeinert werden;
- das Fundamentale: Es sollen Ergebnisse erzielt werden, die den Menschen besonders angehen, die daher das Verständnis der Lernenden von sich selbst und von der Welt grundlegend verändern.

2.3. Relevanz der Themen für die Schülerinnen und Schüler

Ein wichtiger Aspekt, damit Jugendliche sich für ein Thema interessieren, ist eine Relevanz für ihr Leben bzw. ihren Alltag. Daher wird im Folgenden die Bedeutung der Themen dieses Projektes für Schülerinnen und Schüler erläutert. Folgende Themen wurden ausgewählt, um die Ostseeküste aus unterschiedlichen Perspektiven zu untersuchen:

- 1) Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss,
- 2) Küstenschutz – Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste und
- 3) Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste.

Da die Schülerinnen und Schüler, die an den Expeditionen teilgenommen haben, in der Regel aus dem Einzugsgebiet der Ostsee kommen, haben sie in ihrer Lebenswelt in unterschiedlicher Intensität direkten oder indirekten Kontakt zu dem Ökosystem und werden von der Ostsee als Gesamtsystem beeinflusst (zum Beispiel durch Freizeitaktivitäten wie Segeln oder Baden, Nahrung, Klima/Wetter oder Wirtschaft). Schleswig-Holstein ist ein Flächenland, in dem 70% der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt wird und sicher sind fast alle Jugendlichen schon mal auf Maisfelder, Wiesen und Weiden an der Küste oder das Güllefahren im Herbst aufmerksam geworden. Im Gegensatz zur Nordsee ist die Ostseeküste keinen dramatischen Sturmfluten mit großen Wellen ausgesetzt, die die Deiche und die Küste bedrohen. Sturmfluten an der Ostseeküste sehen ganz anders aus. Hier gibt es selten große Wellen, sondern der Wind drückt das Wasser landeinwärts und die Pegelstände steigen massiv an. In den letzten Jahren haben Sturmfluten regelmäßig u.a. die Innenstädte von Flensburg, Kiel oder Lübeck überflutet und zum Abbrechen großer Steilküstenabschnitte geführt. Somit sollten auch die Sturmfluten den Schülerinnen und Schülern schon begegnet sein und einige werden die Auswirkungen sicher auch am eigenen Leib erfahren haben. Die

zunehmende Plastikverschmutzung an Stränden ist ein weiteres Beispiel für die Alltagsrelevanz der Themen.

Folglich können viele Jugendliche individuelle Erfahrungen mit auf die Expedition bringen und dort Anknüpfungspunkte finden, was den Lebensweltbezug der Themen unterstreicht und vermutlich auch das Interesse fördert. Interesse gilt als maßgeblicher Faktor, um Lernprozesse anzustoßen und zu befördern (Krapp 1992). Je höher das Interesse an einem Thema ist, desto leichter fällt das Lernen und desto größer ist der Lernerfolg.

Eine Interessensstudie zeigte, dass Schülerinnen und Schüler besonders an Naturkatastrophen und Umweltproblemen interessiert sind. Dabei liegt ihr Interesse bezüglich der Umweltprobleme am zweithäufigsten bei den Gewässerverschmutzungen (Hemmer & Hemmer 2010), einem zentralen Thema der Module „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ und „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“. Das Thema „Naturkatastrophen“ wird im Modul Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste aufgegriffen.

Da das Interesse an Naturwissenschaften im Laufe der Schullaufbahn abnimmt (Krapp & Prenzel 2011), ist es umso wichtiger, bei Jugendlichen die Motivation zu fördern, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen. Dies kann vor allem durch eigenverantwortliches Arbeiten und Aktivitäten gelingen, die die Lernenden selbst durchführen (Hartinger & Lohrmann 2010). Dafür bietet ihnen das Expeditionslernen Möglichkeiten, indem globale Fragestellungen, mit denen sie auch in Zukunft konfrontiert sein werden, in einem regionalen Kontext von den Jugendlichen selbst bearbeitet und Lösungsvorschläge dazu formuliert werden. Dadurch erarbeiten sie sich einen Zugang zu den oft abstrakt und weit entfernt scheinenden ökologischen Problemen wie zum Beispiel der Plastikverschmutzung, Eutrophierung, Biodiversitätsverlusten oder Veränderungen der Nahrungsnetze sowie der Bedrohung der Küsten durch den steigenden Meeresspiegel. Das Systemverständnis und die Entwicklung und Bewertung von Handlungsoptionen ermöglichen den Schülerinnen und Schülern außerdem eine aktive Teilhabe an umweltrelevanten Entscheidungsprozessen.

2.4. Didaktischer Schwerpunkt: Forschendes Lernen zur Förderung von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen

Der didaktische Schwerpunkt des „Expeditionslernens an der Ostseeküste“ liegt auf dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess. Im Rahmen des Projektes durchlaufen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens (siehe Ablauf der Expeditionen). Dafür wurde eine kooperative Lernform gewählt, bei der die Jugendlichen in „Expertengruppen“ zusammenarbeiten.

Das aktuelle Bildungsziel aller OECD-Staaten ist die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung deren Definition durch den angelsächsischen Begriff *Scientific Literacy* geprägt wurde (Bybee *et al.* 2002). Darunter wird die Fähigkeit verstanden, „*naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Verän-*

derungen betreffen“. Um dieses Ziel zu erreichen ist es notwendig, mit den Schülerinnen und Schülern nicht nur über Erkenntnisprozesse zu sprechen und sie darüber reflektieren zu lassen, sondern ihnen die Möglichkeit zu geben, solche Prozesse selbst zu erfahren und dadurch zu verstehen (Allchin 2011). Die Lernenden müssen demnach aktiv an dem Erkenntnisprozess beteiligt sein, damit sie die Prozesse und Methoden, durch die wissenschaftliche Erkenntnisse generiert werden, verstehen. Neben dem *minds on* (wissenschaftlichen Denken) spielt dafür auch ein *hands on* (praktisches Arbeiten) eine Rolle, bei dem die Lernenden die Prozesse einer wissenschaftlichen Untersuchung von der Fragestellung bis zur Diskussion der Ergebnisse selbst durchlaufen (Arnold *et al.* 2013). Die Vermittlung von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (*scientific inquiry*) ist daher auch ein zentraler Punkt naturwissenschaftlichen Unterrichts und wird in den Fachanforderungen Biologie für Schleswig-Holstein als zweite didaktische Leitlinie aufgeführt.

2.5. Einbettung in die Fachanforderungen

Da in Schleswig-Holstein ab dem Schuljahr 2016/2017 neue Fachanforderungen für die Naturwissenschaften und Geografie gelten, war für das Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ von großem Interesse, inwieweit sich die projektspezifischen Themen in den neuen Fachanforderungen für Biologie und Geografie wiederfinden.

Wie in den Fachanforderungen für Biologie Sek. II ausgeführt wird, erfordert die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme das permanente Zusammenspiel von prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler beim „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess anhand selbstständig ausgearbeiteter Forschungsfragen (inkl. Recherchen), der eigenständigen Planung, Auswertung und Interpretation der Daten durchlaufen, werden die in den Fachanforderungen aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) gefördert. In der Biologie lässt sich das Projekt inhaltlich in das Leitbild Entwicklung (soziale, ökonomische und ökologische Aspekte) einordnen, das an einem lokalen und einem globalen Thema konkretisiert werden soll, sowie das Thema Naturschutz mit dem Fokus auf den Erhalt von Biodiversität. Außerdem sind in Biologie die Themen: Biosphäre, Ökosystem, Population und Organismus für die Oberstufe verbindlich.

In den Fachanforderungen für Geographie Sek. II finden sich die Kompetenzen, die durch das „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ gefördert werden sollen, auch im Bereich der Erkenntnisgewinnung wieder. Dazu kommen Aspekte der Orientierung im Raum sowie Beurteilung und Bewertung. Inhaltlich passt das Thema „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien“ gut in „Anthropozän – physische und humangeographische Systeme und die Wechselbeziehungen zwischen Gesellschaft und Raum“ sowie „Raumprägende Faktoren und raumverändernde Prozesse – nachhaltige Nutzung der Ressource Raum mit einem Fokus auf Norddeutschland“.

3. Die Expeditionen

3.1. Aufbereitung der Materialien

Für jedes Expeditionsthema wurden Materialien für die Schülerinnen und Schüler zusammengestellt, damit sie sich umfassend informieren können, um dann eine eigene Fragestellung zu erarbeiten. Für jedes Expeditionsthema wurden dafür zunächst weit gefasste Untersuchungsbereiche festgelegt, damit die Jugendlichen viele Möglichkeiten hatten, um eigene Fragestellungen zu entwickeln. Die Untersuchungsbereiche für das Thema "Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste" waren beispielsweise Bodenchemie, Bodenphysik, Bodenbiologie, Gewässerchemie, und Gewässerbiologie sowie Landnutzung & blütenbesuchende Insekten. Dann wurden Materialien aus (Schul-)Büchern, wissenschaftliche Publikationen, Zeitungsartikel, methodische Anleitungen und relevante Internetseiten herausgesucht. Wenn die Informationen für die Schülerinnen und Schüler zu komplex bzw. schwer zu erschließen waren, wurden vereinfachte Skripte erarbeitet. So gibt es beispielsweise ein Skript für die Erfassung von Bodenorganismen oder zur Erfassung von Plastikmüll am Strand. Außerdem erhielt jede Gruppe ein Arbeitsblatt zum wissenschaftlichen Arbeiten, auf dem alle relevanten Schritte einer wissenschaftlichen Untersuchung detailliert dargestellt wurden. Es wurde bewusst weitgehend darauf verzichtet, die Materialien didaktisch aufzubereiten, da die Schülerinnen und Schüler, wie echte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, mit authentischen Quellen umgehen und daraus relevante Informationen extrahieren sollten. Dies ist ein wichtiger Schritt des wissenschaftlichen Arbeitens.



Abb. 2 Expeditionskiste zum Thema Meereschemie

Zu den einzelnen Themen wurden außerdem Expeditionskisten zusammengestellt (Abb. 2), die bereits viele der Materialien enthalten, die die Jugendlichen für ihre Untersuchungen

brauchen. Diese Kisten werden mit auf die Expedition genommen, sind aber auch für Lehrkräfte entleihbar, die selbst gern Expeditionen durchführen möchten.

3.2. Ablauf der Expeditionen

Der Ablauf der Expeditionen ist für alle drei Themen sehr ähnlich und wird deshalb hier themenübergreifend geschildert. Für das "Expeditionslernen an der Ostseeküste" wurde eine kooperative Lernform gewählt bei der die Jugendlichen in „Expertengruppen“ zusammenarbeiten. Nach einem einführenden Vortrag in das übergeordnete Thema (z.B. „Ökologische Veränderungen an der Ostsee und anthropogener Einfluss“) eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin der Kieler Forschungswerkstatt oder in der Schule, arbeiten sich die Gruppen inhaltlich in ihr Thema ein. Dafür erhalten sie Informationsmappen zu den jeweiligen Untersuchungsthemen (s. 3.2.) Nach der Einarbeitung ins Thema erarbeitet jede Gruppe eine Fragestellung, die sie im Laufe der Expedition untersuchen möchte. Bevor die Gruppen, welche Themen zu "Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien" bearbeiten, auf Expedition gehen, erstellen sie unter Anleitung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre eigenen Karten mit dem Kartenprogramm QGIS.

Diese Vorbereitungsphase wird in der Kieler Forschungswerkstatt oder in der Schule durchgeführt. Anschließend planen die Gruppen ihre Untersuchungen und fertigen eine Liste mit dem dafür benötigten Material an. Für jedes Thema gibt es mehrere Expeditionsboxen mit Materialien und Geräten (s.u.). Schließlich arbeiten sich die Gruppen inhaltlich und praktisch in neue Methoden ein. Nach dieser intensiven Vorbereitungsphase wird für die Expedition gepackt und es geht raus ins Untersuchungsgebiet! Je nach Fragestellung und Untersuchungsgebiet sind die Jugendlichen in ihrer Gruppe zu Fuß (Module: Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss sowie Küstenschutz) oder mit dem Rad (Modul: Landnutzung) unterwegs. Dabei transportieren sie die benötigten Geräte und Probengefäße, orientieren sich mit Hilfe von GPS-Geräten und topografischen Karten im Gebiet, nehmen ihre Proben, führen Untersuchungen durch und erheben die benötigten Daten. Gerade die praktische Arbeit macht den Schülerinnen und Schülern Spaß, ist aber oft auch eine ungewohnte Herausforderung. Es stellen sich ihnen Fragen wie: Wo nimmt man Proben, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten? Wie viele Proben nimmt man an einer Stelle? Wie misst man am besten die Höhe einer Steilküste? Wie zieht man einen eingeschlagenen Bodenbohrer wieder heraus? Wie findet man Akteure vor Ort, die einem ein Interview geben? An den Expeditionstagen wurde jede Gruppe von einer Wissenschaftlerin oder einem Wissenschaftler bzw. einer/ einem Lehramtsstudierenden betreut. Die Aufgabe der Studierenden lag neben der Betreuung der Jugendlichen auch darin, sich fachliche Kenntnisse zum Thema anzueignen und die Schülerinnen und Schüler (wenn nötig) zu beraten. Dadurch waren die Jugendlichen während der ganzen Expedition auch in regem fachlichem Austausch untereinander und mit ihren Betreuerinnen und Betreuern. Wenn Abläufe nicht klappten oder die Planungen revidiert werden mussten, erfolgte das sofort vor Ort.

Ein Expeditionstag in der Natur kann ziemlich anstrengend sein, wenn einige Kilometer zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden und dabei auch noch Geräte sowie Proben transportiert werden müssen – und das bei jedem Wetter. Dieser Effekt ist beabsichtigt, denn schließlich sollen die Jugendlichen einen realistischen Einblick in den Arbeitsalltag von

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erhalten, der bei Expeditionen auch beschwerlich sein kann und die bei fast jedem Wetter durchgeführt werden müssen.



Abb. 3 Schülergruppen arbeiten am Strand der Kieler Förde

Bei jeder Feldarbeit gibt es ergänzend ein Reporterteam, das aus 2 bis 3 Mitgliedern besteht und die Forschungsgruppen während der gesamten Expedition begleitet. Es ist mit Fotokameras, GoPros und wasserfesten iPad ausgerüstet. Seine Aufgabe ist es, die wissenschaftlichen Prozesse der Expedition abzubilden. Die Reporterinnen und Reporter führen Interviews mit den Gruppen durch, filmen die Probenahmen im Untersuchungsgebiet und dokumentieren Analysen und Ergebnisse aber natürlich auch andere bemerkenswerte Ereignisse während der Projektphase.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Probenahmen und Datenerhebungen im Untersuchungsgebiet abgeschlossen haben, werden einige Analysen direkt vor Ort (s. Abb. 3) in Feldcamps durchgeführt. Die restlichen Analysen und die Auswertung der Daten erfolgen in der Kieler Forschungswerkstatt oder in der Schule. Für das Thema „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“ konnte dafür bereits mehrfach das Versuchsgut Lindhof für ökologischen Landbau der Universität Kiel genutzt werden. Auch in dieser Projektphase stehen den Jugendlichen wiederum die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kieler Forschungswerkstatt als wissenschaftliche Beraterinnen und Berater zur Seite. Sie besprechen mit ihnen geeignete Auswertungsmethoden, stellen Vergleichsdaten zur Verfügung oder diskutieren mit den Schülerinnen und Schülern die korrekte Darstellung und Interpretation ihrer Ergebnisse. Wenn die Gruppen zusätzlichen fachlichen Input benötigen, stellen sie gerne auch Kontakte zu Expertinnen und Experten an der CAU her.

Schließlich wählt jede Gruppe eine Darstellungsform für ihre Ergebnisse. Das können z.B. kurze Filme, Power-Point-Präsentationen oder auch Poster sein. Zum Abschluss der Expedition präsentieren die verschiedenen Gruppen einander ihre Ergebnisse. Da die Untersu-

chungsgebiete Systeme darstellen, in die die Jugendlichen einen kleinen Einblick gewonnen haben, werden abschließend alle Ergebnisse zusammengefasst und in einer Diskussionsrunde in größere Kontexte eingeordnet. Ziel einer jeden Expedition ist es auch, das Umweltbewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Sei es, dass sie sich der Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll bewusst werden, den Unterschied ökologischer und konventionell genutzter Flächen wahrnehmen oder sich über den Einfluss des steigenden Meeresspiels auf unsere Küsten Gedanken machen. Am Ende jeder Expedition wird daher über Möglichkeiten des Umwelthandelns mit den Schülerinnen und Schüler gesprochen. Was ist politisch und gesellschaftlich sinnvoll und machbar und was kann jeder selbst tun? Als Abschluss der Expedition zeigt die Reportergruppe ihren Film und lässt so das gesamte Projekt noch einmal Revue passieren. In vielen Fällen ist das Projekt als besondere Lernleistung bewertet worden. Das umfasste in der Regel die Beteiligung an der Vorbereitung und der Expedition sowie die Erarbeitung einer Abschlusspräsentation und eines kurzen Berichtes.

4. Berichte zu den Projektthemen

4.1. Expeditionen zum Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostsee und anthropogener Einfluss“

Tabelle 1 Ablauf und Zeitbedarf einer Expedition zum Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“

	Ort	Zeitbedarf	Inhalt
Tag 1	Schule	45 Min.	Ziele der Expedition und Themengebiete vorstellen Einführungsvortrag , Informationsmappen und Rechercheaufgaben vorstellen, Environmental Art (gemeinsame Kunstaktion) wird vorgestellt
		90 Min.	Gruppenfindung und Themenauswahl , Recherchearbeit, Forschungsfrage/n formulieren und Hypothesen aufstellen, Untersuchungsdesign entwickeln, Packliste erstellen
Unterricht	Schule (Fachlehrkraft)	45 – 90 Min.	Ausschärfung und Besprechung der Forschungsfrage/n und der Untersuchungsdesigns mit der Klasse, ggf. Trockenübung auf dem Schulhof zur Handhabung der Geräte, Verbesserung der Packliste
Tag 2	Expedition	6 -8 h	Probennahme/Untersuchungen, erste Auswertungen am Strand, Gespräche/Interviews mit lokalen Akteuren/ am Ende eine zweistündige Kunstaktion am Strand
Tag 3	Expedition	6 -8 h	Probennahme/Untersuchungen, erste Auswertungen am Strand, Gespräche/Interviews mit lokalen Akteuren
Tag 4	Kieler Forschungswerkstatt	6 h	Auswertung & Vorbereitung der Präsentationen
Tag 5	Schule	90 Min.	Präsentation der Ergebnisse, Diskussion & Feedback

Für das Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ beträgt der Zeitbedarf inklusive Vor- und Nachbereitung 4-5 Tage (Tab. 1). Als Expeditionsgebiete haben sich besonders ein Abschnitt der Eckernförder Bucht (Abb. 4) und der Westküste der Kieler Förde angeboten (Abb. 5). In Letzterem findet man Bereiche mit unterschiedlichster Nutzung (Kurstrand, Naturstrand, Hafenbecken). Im Förderzeitraum wurden 7 Expeditionen zu diesem Thema durchgeführt (Tab. 2).

Tabelle 2 Teilnehmende an Expeditionen zum Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostsee und anthropogener Einfluss“

Datum	Schule	Klassenstufe	Exkursionsort
Mai 2016	Isarnwohld-Schule, Gettorf	12	Eckernförder Bucht
Juli 2016	Peter Ustinov Schule, Eckernförde	12	Eckernförder Bucht
Sept 2016	Gymnasium Kronshagen	11	Eckernförder Bucht
Juli 2017	Humboldt-Schule Kiel	10	Kieler Förde, West- ufer
Juli 2017	Gymnasium Kronwerk, Rendsburg	12	Kieler Förde, West- ufer
Oktober 2017	Gymnasium, Hamburg- Blankenese	12	Schönberger Strand und Laboe
Mai 2018	Selma-Lagerlöf Gemein- schaftsschule, Ahrensburg	12	Kieler Förde, West- ufer

**Abb. 4** Expeditionsgebiet Eckernförder Bucht. Die gelaufene Strecke ist rot dargestellt



Abb. 5 Expeditionsgebiet Kieler Förde
lila: gewanderte Strecke Tag 1,
rot: gewanderte Strecke Tag 2

Beim Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler in Expertengruppen mit Forschungsfragen zu:

- Plankton der Ostsee
- Benthos der Ostsee an verschiedenen Strandabschnitten
- Meereschemische Untersuchungen des Ostseewassers
- Meeresphysikalische Untersuchungen des Ostseewassers
- Verschmutzung /anthropogene Gefahren an der Küste: invasive Arten, Lärmverschmutzung unter Wasser, Plastikverschmutzung
- Reporterteam zur Dokumentation und Zusammenfassung der Ergebnisse und zur Durchführung von Experteninterviews.



Abb. 6 Auf der Suche nach Meeresorganismen

Ein Beispiel für Untersuchungen zum Thema Ökologische Veränderungen an der Ostsee und anthropogener Einfluss

Je nach Thema der Expertengruppe können unterschiedliche Forschungsfragen gestellt werden. Einige Beispiele: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Phytoplankton und dem Vorhandensein von Phosphat und Nitrat? Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen bestimmter Benthosarten in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit des jeweiligen Probenahmeortes? Welche verschiedenen Arten des Benthos sind zu finden? Besteht ein Unterschied im Salzgehalt an den verschiedenen Strandabschnitten? Wie wirkt sich die unterschiedliche Strandnutzung und Strandbeschaffenheit auf die Verschmutzung des jeweiligen Bereiches aus?

Nach der Materialausgabe und noch vor der ersten Probenahme müssen sich die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Betreuer passende Forschungshypothesen überlegen. Dabei versuchen die Schülerinnen und Schüler zumeist am Anfang sehr große Fragen zu beantworten, wie „Der ganze Müll wird an die Küsten angeschwemmt und kommt von den Schiffen“. Im Laufe der Exkursion und während der fortwährenden Gespräche mit den Betreuern stellen sie fest, dass solche Fragen nur unter einem erheblichen Arbeitsaufwand beantwortet werden können und es mehr als zwei Tage Probenahmen und viele Stichproben sowie genaues wissenschaftliches Arbeiten benötigt, um solche Fragen nachweisbar beantworten zu können. Welches ist die Quelle des gefundenen Plastikstrohhalmes am Strand? Kommt er von einem Schiff oder wurde er von Strandgästen am Ufer liegen gelassen? Ist ein Strohhalm repräsentativ oder müssen viele verschiedene Objekte am Strand gefunden werden, um Aussagen über den Herkunftsort des Mülls machen zu können?

Beim methodischen Vorgehen der Schülerinnen und Schüler wurde sehr genau darauf geachtet, dass messbare und reproduzierbare Proben genommen wurden (z.B. Messung der Strecke bei einem Vertikalhol mit einem Planktonnetz im Wasser, genaue Vermessung des Strandabschnitts beim Durchsieben nach Mikroplastik, mehrere Stichproben und Bildung eines Mittelwertes etc.). Sowohl die Beschriftung der Proben sowie das möglichst genaue Arbeiten eines Wissenschaftlers sollten erlernt werden (Abb. 6).

Die Ergebnisse mussten möglichst genau dokumentiert werden (Protokollführung). Eine Fehlerbetrachtung bei der Interpretation der Ergebnisse wurde durch die Betreuer mit eingebracht. Durch den Austausch der Ergebnisse mit den anderen Expertenteams wuchs in den meisten Fällen bei den Schülerinnen und Schülern die Erkenntnis, dass Meereswissenschaften ein interdisziplinäres Arbeiten erfordern und viele Fragen nur durch das Hinzuziehen anderer Parameter (also Expertenteams) beantwortet werden können. Ein weiterer Lerneffekt, der durch die Expeditionsarbeit entstanden ist: wissenschaftliches Arbeiten ist anstrengend (teilweise auch körperlich, wie das kilometerlange Schleppen einer Expeditionskiste am Strand entlang bei Gegenwind und vielleicht sogar noch Regen) und bedarf oftmals vieler Wiederholungen (kann also langweilig sein) und es dauert sehr lange, bis man zu einer verlässlichen Aussage kommt.

Am Ende des ersten Tages wurde im ersten Projektjahr eine Auswertung der Proben in einem Feldcamp durchgeführt, die im Verlauf des Projektes durch eine zweistündige Kunstaktion (Environmental Art) ersetzt wurde. Zur Probenauswertung wurde ein dritter Exkursionstag in der Kieler Forschungswerkstatt eingeführt, da die technische Ausstattung der Kieler Forschungswerkstatt (Photometer, Fotomikroskope, Bestimmungsliteratur, Rechner etc) zu genaueren und besser dokumentierten Ergebnissen führte.



Abb. 7 Environmental Art zum Thema Plastikmüll

Die Environmental Art Aktion wurde durch eine Kollegin, die Kunstlehrerin ist, und ihr Team am Ende des ersten Expeditionstages durchgeführt. Die Aktion (Sammeln, Sortieren, Installieren, Fotografieren von Müll am Strand) sollte den Schülerinnen und Schülern zeigen, dass man durch Kunst ein Mittel schaffen kann, mit dem man auf ein gesellschaftlich relevantes Thema (hier Plastikverschmutzung) aufmerksam machen kann. Mit diesem Konzept sollten die Schülerinnen und Schüler ihre Umwelt wahrnehmen und Eingriffe von außen (Plastikmüll) in ästhetischer Form gestalten. Dabei sollten sie die Umgebung und das Material in Verbindung bringen. Als Vorlage dienten den Schülerinnen und Schülern Arbeiten von Alejandro Durán, die ihnen bereits am Vorbereitungstag in der Schule gezeigt wurden. Obwohl die Schülerinnen und Schüler am Ende des ersten Tages durch das für sie ungewohnte Arbeiten im Freien und die körperliche Anstrengung (6 km mit Gepäck) bereits ziemlich erschöpft waren, haben sie im Laufe der zweistündigen Kunstaktion noch einmal alle Kräfte mobilisiert und einige sehr schöne künstlerische Arbeiten (Environmental Art mit eigenem Foto als Ergebnis) erstellt. Ein Beispiel ist in Abbildung 7 dargestellt.

4.2. Expeditionen zum Thema: „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“

Für die Durchführung einer Expedition zum Thema „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“ werden insgesamt 3-4 Tage benötigt (Tab. 3). Im Förderzeitraum wurden sieben Expeditionen durchgeführt (Tab. 4).

Tabelle 3 Ablauf und Zeitbedarf für das Thema „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem“ für eine Expedition

	Ort	Zeitbedarf	Inhalt
Tag 1	Schule (mit der Kieler Forschungswerkstatt)	45 Min.	Einführungsvortrag, Vorstellung des Untersuchungsgebiets und der Untersuchungsthemen, Gruppenfindung und Themenauswahl
		90 Min.	Thematische und methodische Einarbeitungsphase, Forschungsfrage/n formulieren und Untersuchungsdesign entwickeln, Erstellen einer Packliste
Unterricht	Schule (Fachlehrkraft)	45 – 90 Min.	Ausschärfung und Besprechung der Forschungsfrage/n und der Untersuchungsdesigns mit der Klasse
Tag 2	Expedition	7 h	Erprobung von bisher unbekanntem Methoden/ Geräten, Probennahme/Untersuchungen erste Analysen vor Ort
Tag 3	Schule oder Kieler Forschungswerkstatt)	7 h	Analysen und Datenauswertung Vorbereitung der Präsentationen
Tag 4	Schule oder Kieler Forschungswerkstatt	90 Min.	Präsentation der Ergebnisse, Diskussion & Feedback

Tabelle 4: Teilnehmende an Expeditionen zum Thema: „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem“

Datum	Schule	Klassenstufe	Exkursionsort
Sept. 2015	Niels-Stensen-Gymnasium Hamburg-Harburg	11	Einzugsgebiet des Flusses Engelbek
Sept. 2015	Selma-Lagerlöf-Gemeinschaftsschule Ahrensburg	12	Einzugsgebiet des Flusses Ammersbek
Juli 2016	Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland	11	Dänischer Wohl, Einzugsgebiet des Flusses Kronsbek/ Versuchsgut Lindhof der Universität Kiel
Juni 2017	Hans-Geiger-Gymnasium Kiel	10	Einzugsgebiet des Flusses Schwentine
Juni 2017	Hans-Geiger-Gymnasium Kiel	10	Einzugsgebiet des Flusses Schwentine
Juli 2017	Carl-Friedrich von Weizäcker Gymnasium Barmstedt	10 & 11	Dänischer Wohl, Einzugsgebiet des Flusses Kronsbek/ Versuchsgut Lindhof der Universität Kiel
Mai 2018	Gemeinschaftsschule Faldera, Neumünster	11	Einzugsgebiet der Schwale, Neumünster

Expeditionen zu diesem Thema sind letztendlich an allen Flüssen Schleswig-Holsteins möglich, denn für die Bearbeitung spielt es prinzipiell keine Rolle, ob der Fluss in die Ostsee oder Nordsee mündet. Schließlich geht es um den Einfluss der Landnutzung auf Böden, Gewässer und Organismen, und bei Untersuchungen an Flüssen, die in die Nordsee münden, lassen sich vergleichbare Aussagen treffen. So wurden Expeditionen an der Kronsbek, der Schwentine und der Schwale durchgeführt. Die Schwale liegt im Einzugsbereich der Stör, die dann in die Elbe mündet und hat somit keinen Ostseebezug. Dasselbe gilt für die beiden ersten Expeditionen, die im Großraum Hamburg stattfanden. Das Modul „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“ ist demzufolge sehr flexibel einsetzbar und kann oft auch in Schulnähe durchgeführt werden, wenn es dort einen Fluss gibt. Daher haben wir das Thema in „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem“ umbenannt. Dass dieses Thema so flexibel einsetzbar ist, ist für die Lehrkräfte insofern attraktiv, weil es oft schwierig ist, Klassen außerhalb einer Projektwoche für einen Zeitraum von 3-4 Tagen ganz vom Schulunterricht freizustellen. Wir haben das Thema daher auch dreimal als 1-tägige Fahrradexpedition mit einer Vor- und Nachbereitungsphase in der Schule angeboten. In diesem Fall wurde die Größe des Untersuchungsgebiets so festgelegt, dass eine 1-tägige Expedition mit dem Fahrrad ausreichte, um zahlreiche Proben zu nehmen und Daten für aussagekräftige Analysen zu gewinnen (s. Abb. 8). Auch die Analysen und die Datenauswertung in der Schule waren an einem Tag durchführbar, nur für die Präsentationsphase war am 3. Tag keine Zeit mehr, so dass die Schülerinnen und Schüler ihre Präsentationen zu Hause fertigstellten und sie dann in einer Doppelstunde im Fachunterricht hielten.

Beim Thema "Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem" beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Forschungsfragen zu:

- Bodenchemie
- Bodenbiologie
- Bodenphysik
- Gewässerchemie
- Gewässerbiologie
- Landnutzung & blütenbesuchende Insekten

Im Rahmen der Expeditionen haben die Schülerinnen und Schüler Bodenproben auf Flächen entlang der ausgewählten Flüsse genommen und bodenchemische, physikalische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurde Probeflächen ausgewählt (s. Abb. 8).

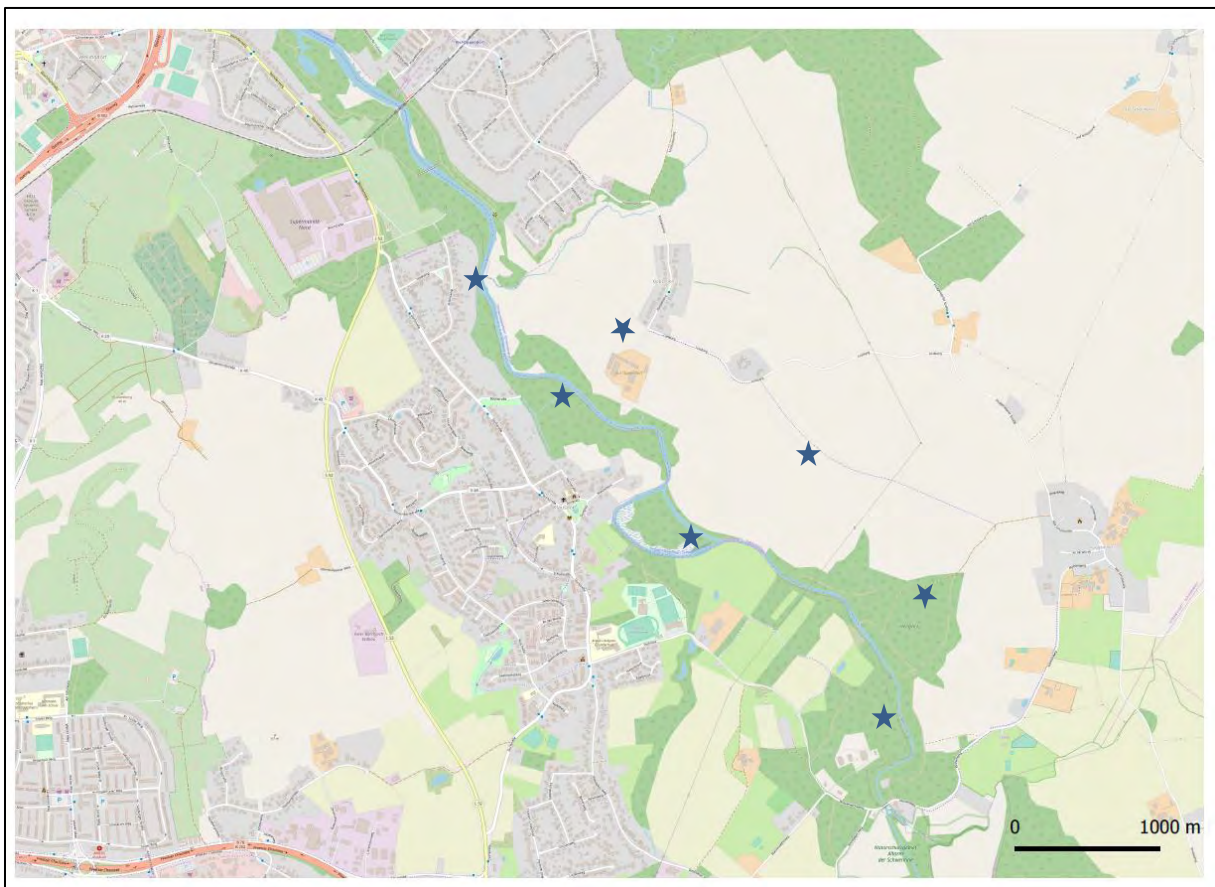


Abb. 8 Untersuchungsgebiet entlang der Schwentine, die in die Kieler Förde mündet. Die Probenahmestellen für Bodenproben sind mit Sternen markiert.

Vor Ort wurden dann Bodenparameter wie Temperatur, Feuchte und Beschattung bestimmt. Danach wurden für die physikalischen und chemischen Analysen Bodenproben mit Hilfe eines Bohrstocks genommen (Abb. 9) und z.T. vor Ort oder später im Labor mit Hilfe eines Bodenanalysekooffers untersucht.



Abb. 9 Entnahme einer Bodenprobe mit einem Bohrstock

Für die Erfassung von Bodenorganismen haben die Schülerinnen und Schüler Spatenproben genommen, die sie später im Labor analysiert haben. Die Bodenorganismen wurden mit Hilfe von Bestimmungshilfen größeren Gruppen zugeordnet und wenn möglich auch bis auf Artniveau bestimmt. Zum Teil wurden vor Entnahme der Spatenprobe Vegetationsaufnahmen durchgeführt, um den Standort besser zu charakterisieren.



Abb. 10 Sauerstoffbestimmung an einem kleinen Fließgewässer

Für Gewässerbiologische Untersuchungen wurden zur Probennahme Standardkescher und entsprechende Methoden eingesetzt. Die Proben wurden in Kautexflaschen überführt und mit Hilfe von Bestimmungshilfen größeren Gruppen zugeordnet. Wenn möglich wurde bis auf Artniveau bestimmt. Für strukturelle und chemische Gewässeranalysen haben die Schülerinnen und Schüler zunächst die Struktur des Gewässers kartiert und dann mit Hilfe eines Wasserschöpfers Wasserproben genommen, die mit Analysekits direkt vor Ort (Abb. 10), später in der Schule oder in der Kieler Forschungswerkstatt analysiert wurden.

Um den Einfluss von Landnutzung auf blütenbesuchende Insekten zu untersuchen, wurden an ausgewählten Flächen Zählungen und Kescherfänge durchgeführt (s.u.). Für die Bearbeitung einer entsprechenden Fragestellung findet sich hier ein Beispiel.

Beispiel für Untersuchungen zum Thema “Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem”

Forschungsfrage: Wieviele blütenbesuchende Insekten findet man auf den Ackerrandstreifen konventionell und biologisch bewirtschafteter Flächen?

Hypothese:

Auf den Ackerrandstreifen der biologisch bewirtschafteten Flächen findet man mehr Tiere (Insekten).

Methode: Auswahl von Ackerrandstreifen an konventionell und biologisch bewirtschafteten Flächen, Abstecken von Flächen (1m x1m), Aufnahme der Blüten in der Fläche, Durchführung standardisierter Zählungen, Häufigkeit und Dauer der Zählungen werden festgelegt

Ergebnis

Auf den Ackerrandstreifen der biologisch bewirtschafteten Flächen haben wir in 20 Minuten im Mittel 22 Tiere (Insekten) gezählt; auf dem Ackerrandstreifen der konventionell bewirtschafteten Flächen 10 Tiere. Auf dem Ackerrandstreifen der biologisch bewirtschafteten Flächen gab es außerdem mehr Blüten.

Interpretation des Ergebnisses

Unsere Hypothese wird angenommen. Auf dem Ackerrandstreifen der biologisch bewirtschafteten Flächen gibt es mehr Insekten (und mehr Blüten). Das heißt, dass biologisch bewirtschaftete Flächen zum Erhalt der biologischen Vielfalt beitragen. Es sollten mehr Flächen biologisch bewirtschaftet werden.

4.3. Expeditionen zum Thema: Küstenschutz, Naturgefahren & Anpassungsstrategien an der Küste

Nach anfänglichen Schwierigkeiten, Lehrkräfte mit ihren Oberstufenklassen für das Thema „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien“ zu gewinnen, wurde das Thema schließlich so aufbereitet, dass es als 3-4-Tagesprogramm ohne Übernachtungen durchgeführt werden kann und sich sowohl für Klassen mit einem Geographie- als auch mit einem Naturwissenschafts-Schwerpunkt eignet (Tab. 5). Im Förderzeitraum wurden drei Expeditionen durchgeführt (Tab. 6).

Tabelle 5 Ablauf und Zeitbedarf für das Thema „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategie“

	Ort	Zeitbedarf	Inhalt
Tag 1	Kieler Forschungs- werkstatt	45 Min.	Einführungsvortrag, Vorstellung des Untersuchungsgebiets und der Untersuchungsthemen, Gruppenfindung und Themenauswahl
		6 h	Thematische & methodische Einarbeitungsphase, Recherchearbeit, Forschungsfrage/-n formulieren und Hypothesen aufstellen, Karten ausdrucken, Untersuchungsdesign entwickeln, Packliste erstellen
Tag 2	Expedition	6 h	Ggf. Trockenübung zur Handhabung der Geräte, Einführung in das GPS, Probennahme/Untersuchungen, erste Auswertungen Gespräche/Interviews mit lokalen Akteuren
Tag 3	Kieler Forschungs- werkstatt	6 h	Auswertung Vorbereitung der Präsentationen
Tag 4	Kieler Forschungs- werkstatt	4 h	Auswertung Vorbereitung der Präsentationen
		90 Min.	Präsentation der Ergebnisse, Diskussion & Feedback

Tabelle 6 Teilnehmende an Expeditionen zum Thema: „Küstenschutz, Naturgefahren & Anpassungsstrategien an der Küste“

Datum	Schule	Klassen- stufe	Exkursionsort
Juli 2017	Gymnasium Kronshagen	11	Kieler Förde
Sept. 2017	Gymnasium Kronshagen	10	Kieler Förde
Sept. 2018	Gymnasium Kronshagen	10	Kieler Förde

Für die Expedition wurde die Kieler Förde gewählt. Dieses Gebiet kennen sehr viele Schülerinnen und Schüler aus Kiel und dem Kieler Umland, denn es umfasst zwei der wichtigsten Badestrände der Kieler Förde. Strukturell zeichnet es sich durch eine sehr heterogene Küste aus, da es im Abschnitt von Friedrichsort bis nach Strande“ (s. Abb. 11, rote Linie) sowohl Landesschutzdeiche als auch Sand- und Kiesstrand, Steilküste, Hafenanlagen und Bühnen gibt. Das Thema eignet sich besonders für Klassen mit einem Geographie-Schwerpunkt, weil es sich sehr gut in die Fachanforderungen einfügt („Anthropozän – physische und humangeographische Systeme und die Wechselbeziehungen zwischen Gesellschaft und Raum“).



Abb. 11 Untersuchungsgebiet entlang der Kieler Förde, rot: gewanderte Strecke

Dass das Thema am Anfang unseres Projektes so wenig angewählt wurde, liegt vermutlich daran, dass sich die Lehrkräfte zunächst nicht vorstellen konnten, welche Aktivitäten und Untersuchungen die Schülerinnen und Schüler dabei selbst würden durchführen können. Die Oberstufenkurse des Gymnasiums Kronshagen sowie ihre Lehrkräfte waren jedoch begeistert von dem Angebot und seiner praktischen Umsetzung, so dass sie seit 2017 versuchen mit jedem Geographie-Profil an einer Expedition teilzunehmen.

Beim Thema “Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien” beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Forschungsfragen zu

- Küstendynamik
- Küstenschutz
- Wellenentstehung und Einfluss von Wellen auf die Küste
- Küstenvegetation
- Vermüllung der Küsten

Um das Thema Küstendynamik zu bearbeiten, sind die Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Expeditionen die aktuelle Küstenlinie mit dem GPS Gerät abgelaufen, um sie am Analysetag mit Karten von 1880 & 1977 zu vergleichen.



Abb. 12 Vermessung eines Landesschutzdeichs mit einem Nivellier

Außerdem haben sie Küstenelemente vermessen (z.B. Höhe der Steilküste) (Abb. 12) und ihren Zustand dokumentiert (z.B. Bewuchs der Steilküste, frische Abbrüche) sowie die derzeitige Flächennutzung kartiert, um am Analysetag einen Vergleich der Flächennutzung von heute und früher durchführen zu können. Für das Thema Küstenschutz wurde wiederum die Küstenlinie mit einem GPS Gerät abgelaufen. Es wurden Küstenschutzmaßnahmen vermessen, wie z.B. der Landesschutzdeich mit einem Nivellier bzw. mit dem GPS und auf analogen, selbst erstellten Karten kartiert (z.B. die Buhnen und Wellenbrecher).

Zur Untersuchung der Wellenentstehung und des Einflusses von Wellen auf die Küste erfolgten Beobachtungen von Wellen unterschiedlichen Ursprungs (Wind, Schiffe, Wellenbrecher) und ihres Einflusses auf die Küste. Dabei wurde der Ursprung der Welle erfasst und der Aufprallort/ das Aufprallereignis an der Küste mit dem GPS Gerät kartiert und gefilmt. Die Küstenvegetation wurde meist in Bezug auf die Nutzung des Strandes und der Störungsintensität durch den Menschen untersucht. Dafür wurden geeignete Flächen ausgewählt und abgesteckt, die Störungsintensität wurde anhand eines selbst erstellten Kriterienkatalogs bewertet und es wurden Vegetationskartierungen nach Braun-Blanquet durchgeführt. Die Verschmutzung der Strände wurde mit Hilfe der Anleitung des von der Kieler Forschungswerkstatt konzipierten bundesweiten Citizen Science Projektes „Plastikpiraten“ (<https://www.wissenschaftsjahr.de/2016-17/mitmachen/junge-wissenschaftsinteressierte/plastikpiraten/downloads.html>) untersucht und entsprechend ausgewertet.

Ein Beispiel für Untersuchungen zum Thema Küstendynamik

Forschungsfrage: Wie hat sich die Küstenlinie in den letzten 137 Jahren verändert?

Hypothesen:

- 1) Der Strand ist schmaler geworden.
- 2) Die Steilküsten haben sich verändert.

Methode: (Alte) Karten analysieren und vergleichen (1880 & 1977 & 2014), Ablaufen der aktuellen Küstenlinie mit dem GPS Gerät, Vergleich alter und neuerer Küstenlinien

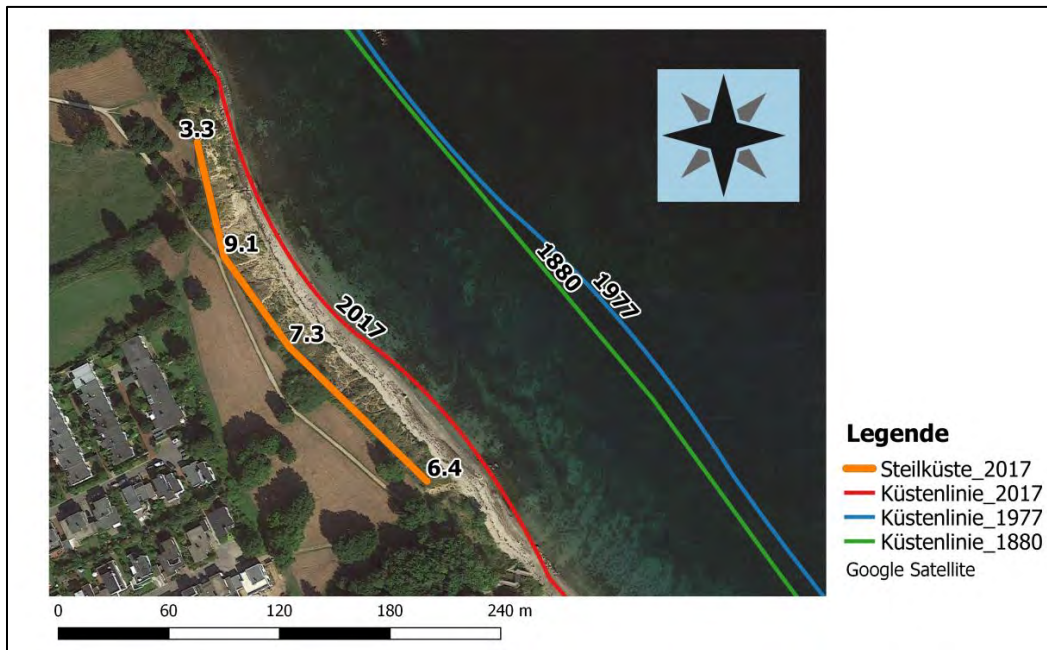


Abb. 13. Küstenverlauf an der Steilküste bei Schilksee 2017,1977 und 1880

Ergebnisse

Die Küstenlinie an der Steilküste hat sich seit 1880 immer weiter ins Land verschoben (Abb. 13). Das heißt, dass die Steilküste (durch die Ostsee) abgetragen wurde.

Managementvorschlag

Die Schutzmaßnahmen für die Steilküste sollten erweitert werden, damit sie nicht weiter abbricht. Das ist vor allem notwendig, wenn man die küstennahen Bebauung schützen möchte (s. Abb. 13). Ansonsten könnte man auch der natürlichen Dynamik der Küste ihren Lauf lassen. Eine Verstärkung des Küstenschutzes könnte beispielsweise durch den Bau weiterer Buhnen oder Wellenbrecher geschehen.

5. Durchführung und Ablauf der Expeditionen – ein Fazit

Das Expeditionslernen ist inzwischen eine Erfolgsgeschichte der Kieler Forschungswerkstatt und erfreut sich bei Lehrkräften wie Schülerinnen und Schülern großer Beliebtheit. Es hat sich jedoch gezeigt, dass viele Lehrkräfte es zu aufwändig finden, vor Ort zu übernachten, so dass viele Klassen am Ende des Tages nach Hause fahren und am nächsten Tag wieder an-

reisen. Das läuft zwar dem sozialen Aspekt des Expeditionslernens zuwider, ist aber nicht zu ändern. Für Oberstufenklassen ist zudem problematisch, dem Unterricht mehr als 2 Tage fern zu bleiben. Oft werden längere Projekte von den Schulleitungen nicht genehmigt. Daher haben wir für das Thema „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem“ auch ein verkürztes Angebot entwickelt, das in Schulinähe durchführbar ist (wenn es dort ein Fließgewässer gibt) und bei dem die Jugendlichen nur einen Tag Daten erheben.

Der Ablauf und die Zeitplanung für die Expeditionen haben gut funktioniert. Die Vorbereitungsphase war für einige Schülerinnen und Schüler jedoch nicht ganz einfach, weil es ihnen schwer fiel, die bereitgestellten Informationen zu ihrem Thema konsequent nach Relevanz zu bewerten und dann strukturiert durchzuarbeiten. Sie hatten Schwierigkeiten damit, wissenschaftliche Publikationen zu lesen und aus Büchern relevante Informationen herauszufiltern. Dieser Ansatz war für einige Schülerinnen und Schüler und für bestimmte Themen doch zu wissenschaftlich und zu ambitioniert. Daher haben wir für Themen wie beispielsweise „Küstendynamik“ die Literatur weiter vorstrukturiert und reduziert oder für das Thema „Bodenorganismen“ ein Skript erstellt. Die Erarbeitung einer Fragestellung und die Planungen für die Untersuchungen funktionierten sehr gut, und wenn die Jugendlichen Probleme oder Fragen hatten, haben sie sich an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gewandt. Das Highlight des Projektes waren aber definitiv die Tage draußen. Auch wenn geklagt wurde, dass der Weg weit oder das Wetter schlecht wären, waren die Schülerinnen und Schüler bei den Expeditionen motiviert und engagiert dabei. Gerade der große praktische Anteil des Projektes kam in der Regel sehr gut an. Für die Betreuung der Gruppen hatten wir in der zweiten Hälfte des Projektes das Glück, dass wir Lehramtsstudierende mit einbinden konnten. So hatte jede Gruppe eine direkte Ansprechperson, die oft auch nicht viel älter war als sie selbst. Das hat den Jugendlichen besonders gefallen und wurde in den Feed-Back Runden zum Abschluss des Projektes immer wieder positiv erwähnt. Da auch die angehenden Lehrerinnen und Lehrer sowohl von dem Projekt als auch von der Möglichkeit kleinere Schülergruppen zu betreuen, begeistert waren, soll das in Zukunft auf jeden Fall so weitergeführt werden. Die Datenauswertung fand meistens in der Kieler Forschungswerkstatt statt. Die Jugendlichen machten sich selbst Gedanken über mögliche Auswertungsstrategien, konnten diese aber bei Bedarf mit ihrer Gruppenbetreuung, einer Wissenschaftlerin oder einem Wissenschaftler besprechen. Dieses Vorgehen hat sich bewährt, weil es den Schülerinnen und Schülern maximale Freiheit gibt, um selbstständig und selbstbestimmt zu arbeiten, sie aber immer die Möglichkeit haben, Unterstützung zu erbitten. Die Schülerinnen und Schüler lobten auch den Austausch mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und empfanden es als etwas Besonderes, aus erster Hand Informationen über aktuelle Forschung zu erhalten (z.B. zum Thema Schweinswale und Lärmverschmutzung) oder mit einer GIS Spezialistin, die zur Küstendynamik forscht, Karten zu erstellen. Letzteres fand vor allem beim Thema „Küstenschutz, Naturgefahren & Anpassungsstrategien an der Küste“ statt. Es wurden eigene Karten erstellt und mit dem GPS Gerät im Feld erhobene Daten eingepflegt. Diese Methode

wurde von Klassen mit einem Geographieschwerpunkt besonders geschätzt, weil solche Arbeiten in der Schule meistens zu kurz kommen. Die Erstellung einer Abschlusspräsentation für jede Gruppe half, die Ergebnisse noch einmal zu bündeln und zu reflektieren. Der Film kam fast immer gut an und hat meistens auch einen guten Überblick über den ganzen Prozess des Expeditionslernens gegeben. Aus den Gesprächen mit den Schülerinnen und Schülern, den Diskussionen am Ende der Expeditionen sowie den Reflexionen der Jugendlichen für ihre Klausurersatzleistung (s. Begleitforschung) ist ersichtlich, dass ihnen viele aktuelle Umweltprobleme und deren Ausmaß erst durch das eigene Forschen bewusst wurden. Es wurde auch viel über Möglichkeiten des Umwelthandelns (z.B. weniger Kunststoffmüll zu verursachen) gesprochen. Inwieweit das bei den Jugendlichen aber zu verändertem Handeln geführt hat, vermögen wir nicht zu sagen. Wichtig ist unseres Erachtens zunächst einmal eine Veränderung der Wahrnehmung und des Bewusstseins der Jugendlichen und das haben wir in vielen Fällen durch die Expeditionen erreichen können. Daher wird das Projekt, wenn auch im geringeren Umfang, auch in Zukunft Teil des Angebotes der Kieler Forschungswerkstatt sein.

6. Begleitforschung

6.1. Besondere Lernleistung

Für die Expeditionen mit dem Thema „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste“ wurde keine Evaluation durchgeführt, da das Projekt in zwei von drei Fällen als besondere Lernleistung (Klausurersatzleistung) bewertet wurde. Dazu gehörten auch schriftliche Reflexionen. Dies ist ein kleiner Auszug aus der Reflexion eines Schülers der Klasse 10c des Gymnasiums Kronshagen:

Meine Erwartungen waren also insgesamt relativ hoch und ich wollte aus diesem Projekt einiges mitnehmen. Vor allem natürlich über das Thema „Küstenschutz“, aber ich hoffte auch einige Einblicke ins wissenschaftliche Arbeiten zu bekommen, damit ich besser nachvollziehen kann, was Wissenschaftler bei der Arbeit so alles machen müssen. Das könnte ja auch für einen zukünftigen Job eventuell wichtig sein! Am Montag den 18.09 sollten wir uns in der Forschungswerkstatt über unser Thema informieren und uns Forschungsfragen überlegen, die man sich zu diesem Thema stellen könnte. Dann sollten wir uns Methoden überlegen, wie wir unsere Fragen beantworten können. Am Dienstag ging es an den Falkensteiner Strand, wo wir „Feldarbeit“ betrieben haben. Unsere eine Forschungsfrage lautete: Was für Küstenschutzmaßnahmen gibt es zwischen dem Falkensteiner Leuchtturm und Schilksee. Um diese Frage beantworten zu können, hatten wir uns überlegt, dass wir Karten von dem Gebiet zwischen Falkenstein und Schilksee erstellen und dann am Dienstag den 19.09, wenn wir in Falkenstein sind, die Küste ablaufen! Währenddessen wollten wir selbst überprüfen, was für Küstenschutzmaßnahmen es gibt und diese in die Karte eintragen! Zusätzlich wollten wir noch Wegpunkte mit unserem GPS Gerät setzen, damit man die Ergebnisse dann am Mittwoch den 20.09, unserem Auswertungstag, in eine digitale Karte übertragen und dann auch die GPS Wegpunkte einlesen kann. So konnte man genau nachvollziehen, wo wir längs gelaufen sind. Genauso haben wir unsere Felduntersuchungen dann auch durchgeführt und kamen zu dem Ergebnis, dass es zwischen dem Falkensteiner Leuchtturm und Schilksee Deiche, Küstenschutzwälder, Buhnen und Wellenbrecher gibt. Dies überraschte mich, da mir überhaupt nicht bewusst war, dass es so viele unterschiedliche Küstenschutzmaßnahmen in Falkenstein bzw. Schilksee gibt. Einige, wie beispielsweise die Küstenschutzwälder, hatte ich nie also solche wahrgenommen. Was ich zusätzlich als sehr überraschend empfand war, wie anstrengend so ein Tag draußen im „Feld“ sein kann. Meiner Meinung nach war die Expedition ein voller Erfolg, auch wenn man beim nächsten Mal im „Feld“ vielleicht noch effektiver arbeiten würde, da man im Nachhinein natürlich weiß, was man noch besser machen kann. Wir hätten uns die verschiedenen Bereiche vielleicht noch besser aufteilen können, sodass man nicht mit 5 Leuten an einer Aufgabe, wie bei uns dem Küstenablaufen, arbeitet. Trotzdem bin ich insgesamt der Meinung, dass das bis auf ein paar Ausnahmen in unserer Gruppe sehr gut geklappt hat. Zusammenfassend würde ich sagen, dass man in diesen 3-Tagen sehr viel gelernt hat, wir als Gruppe natürlich viel über das Thema „Küstenschutz“ und ich explizit, was „Küstenschutzmaßnahmen“ überhaupt sind, was es für welche gibt und auch wo man diese eventuell verstärken/verbessern müsste. Auch generell habe ich viel mitnehmen können, beispielsweise, dass man sich bei solcher Gruppenarbeit sehr gut absprechen und aufeinander eingehen muss, damit am Ende nicht alle genervt von einander sind. Außerdem weiß ich jetzt wie man z.B. ein GPS Gerät oder bestimmte Kartenprogramme verwendet. Zusätzlich konnte ich viele Eindrücke über wissenschaftliche Arbeiten gewinnen, wie ich es mir ja auch gewünscht hatte. Ich hätte niemals gedacht, dass es so viele Dinge zu beachten gibt und dass auch die Planung so enorm wichtig ist, damit man sinnvolle Ergebnisse erzielen kann. Dies hatte bei uns zum Glück sehr gut funktioniert, wir hatten aber auch gute Unterstützung von unserer Gruppenleiterin Rajka. Insgesamt würde ich sagen, dass meine Erwartungen voll erfüllt wurden und ich würde die Forschungswerkstatt und dieses Projekt auf jeden Fall weiterempfehlen! Ich halte es auch für sehr sinnvoll es als Klausurersatzleistung zu machen, da ich glaube, dass alle dadurch noch ein bisschen engagierter arbeiten!

Aus den Reflexionen ging zumeist detailliert hervor, inwieweit sich die Jugendlichen ins wissenschaftliche Arbeiten hineingedacht haben, ob sie den Eindruck hatten, etwas gelernt zu haben und ob ihnen die Expedition bzw. das Projekt Spaß gemacht hat. Die Qualität der Ausarbeitungen war in der Regel hoch, hing aber natürlich vom Engagement der einzelnen Gruppen ab.

6.2. Grundlagen der Befragungen

Für die Expeditionen zu den Themen: „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ sowie „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem an der Ostseeküste“ wurden Befragungen durchgeführt, um zu überprüfen, ob die vom Projekt angestrebten Ziele erreicht wurden. Dafür wurden die Schülerinnen und Schüler mit standardisierten Fragebögen vor (Prä) und nach (Post) der Expedition (s. Anhang) befragt.

Ein zentrales Ziel des Projektes war es, den Schülerinnen und Schülern Freude und Interesse am naturwissenschaftlichen Arbeiten zu vermitteln. Dazu wurde eine Skala aus PISA 2006 genutzt (Pekrun 2005). Die bereits etablierte Skala ist eine vierstufige Rating-Skala („Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?“) mit hoher Messgenauigkeit bei der PISA-Untersuchung 2006 ($\alpha=0,92$) (Frey *et al.* 2009).

Mit dem Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ wollten wir den Schülerinnen und Schülern einen möglichst realistischen Einblick in Wissenschaft bieten. Das heißt auch, dass wir die unterschiedlichen Facetten von Wissenschaft abbilden wollten. Das vorherrschende Bild eines typischen Naturwissenschaftlers wird immer noch von der Meinung bestimmt, dass es sich um merkwürdige ältere Männer handelt, die intelligent sind, aber wenig von der Welt außerhalb ihrer Wissenschaft wissen, allein arbeiten, mit gefährlichen Stoffen hantieren, geheimniskrämerisch sind, kaum Freizeit und wenig Sozialkontakte haben (Hötteke und Hopf 2018). Entsprechend stellen sich die Jugendlichen dann auch wissenschaftliches Arbeiten vor und streben dementsprechend relativ selten naturwissenschaftliche Berufe an. Das gilt auch für Schülerinnen und Schüler, die sehr gute Noten in den Naturwissenschaften haben (Taskinen *et al.* 2009).

Naturwissenschaftliches Arbeiten und Forschen (scientific inquiry) ist aber viel mehr und viel facettenreicher und wird in der modernen Wissenschaft noch um die von Lederman (2007) formulierten soziokulturellen und menschlichen Einflüsse erweitert. Neben den handwerklichen und analytischen Aspekten haben also auch kreative, soziale, kooperative, unternehmerische und verwaltende Aufgaben der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine große Bedeutung. Im Rahmen des Projektes „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ wurden die Jugendlichen gefragt, wie wichtig bestimmte Eigenschaften für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler sind (Wentorf *et al.* (2015)). Dieses Konstrukt wurde von Wentorf *et al.* (2015) konzipiert und getestet. Es umfasst Tätigkeitsbeschreibungen von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, die entlang der RIASEC-Skala von Holland (1963) eingeordnet und um den Bereich des Networkings ergänzt wurden (RIASEC+N). Mittels einer 5-stufigen Skala (von 1 = „unwichtig“ bis 5 = „sehr wichtig“) sollten die Schülerinnen und Schüler einordnen wie wichtig ihrer Meinung nach folgende Eigenschaften: 1) handwerklich geschickt 2) intellektuell analytisch 3) künstlerisch ästhetisch 4) kreativ 5)

sozial hilfsbereit 6) zielstrebig unternehmerisch 7) kooperativ 8) sorgfältig genau, für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler sind (s. Anhang).

Des Weiteren wurde mit Hilfe der Fragebögen das Interesse der Schülerinnen und Schüler an wissenschaftlichen Tätigkeiten erfragt und wie sie ihre Fähigkeiten einschätzen, wenn sie bestimmte wissenschaftliche Tätigkeiten ausführen (Fähigkeitsselbstkonzept). Auch hier wurden Adaptionen von Dierks *et al.* (2015) und Wentorf *et al.* (2015) der gut etablierten RIASEC Skalen von Holland (1997) genutzt. Angelehnt an das RIASEC-Modell von Holland (1963) können naturwissenschaftliche Tätigkeiten in folgende Dimensionen eingeordnet werden: Realistic (handwerklich orientiert), Investigative (analytisch, intellektuell), Artistic (kreativ), Social (sozial, fürsorglich), Enterprising (unternehmerisch) und Conventional (akribisch, verwaltend), Networking (s. Anhang). Für die Untersuchung wurden lediglich die Dimensionen Realistic, Investigative, Artistic, Enterprising und Networking genutzt. Da die Inhalte der Dimensionen Social und Conventional für das Expeditionslernen nicht von Bedeutung sind, waren keine Veränderungen hinsichtlich der Schülervorstellungen in diesen Bereichen zu erwarten. Daher wurden diese Dimensionen nicht untersucht (s. Anhang).

Für die Expeditionen zum Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ wurde zudem erhoben, inwieweit sich das Verständnis der Schülerinnen und Schüler über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg durch die Teilnahme an einer Expedition verändert (s. Krüger 2016). Dies wurde mit einer offenen Fragestellung untersucht: „Stellen Sie sich vor, sie sollen eine eigene naturwissenschaftliche Forschungsfrage entwickeln und diese überprüfen. Beschreiben Sie möglichst ausführlich wie Sie dabei vorgehen würden“. Da Forschung kein linearer Prozess ist (McComas 2002), kann keine absolut richtige Antwort gegeben werden. Zur Beurteilung wurde jedoch dieser Katalog mit Schritten des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses entworfen. Für jeden genannten Aspekt wurde ein Punkt gegeben; somit waren maximal neun Punkte zu erreichen.

1. Beobachtungen in der Natur machen, Phänomene/Probleme erkennen
2. Daten sammeln, Sachinformationen recherchieren, Sachverhalt beschreiben,
3. Fragestellung formulieren
4. Hypothese/n aufstellen
5. Planung eines Experiments oder Datenerhebungen/Beobachtungen (Material, Methoden)
6. Versuchsbeschreibung und -durchführung
7. Versuchsergebnis/Versuchsbeobachtung dokumentieren
8. Ergebnisse auswerten, erklären und deuten
9. Ergebnisse diskutieren (evtl. Hypothese verändern, Fehlerbetrachtung)

Um die Ergebnisse des Prä- und des Post-Test miteinander zu vergleichen, wurden T-Tests für verbundene Stichproben durchgeführt und die Effektstärke (Cohen's d) berechnet. Vorher wurde jedoch die Reliabilität sämtlicher eingesetzter Skalen überprüft. Für die Ermittlung von Prä-/ Post-Unterschieden bezüglich des Erkenntnisgewinnungsprozesses wurde der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt.

6.3. Ergebnisse

Insgesamt liegen Fragebogendaten von 239 Jugendlichen vor, die entweder an einer Expedition zum Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ oder „Einfluss der Landnutzung auf das Ökosystem“ teilgenommen hatten. Für das Thema „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien“ wurden die Fragebögen nicht eingesetzt. Die Jugendlichen waren im Mittel 17,5 Jahre alt. Da sich auch Berufsschulklassen am „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ beteiligt haben, sind einzelne Jugendliche aber auch deutlich älter. Die Noten der Schülerinnen und Schüler lagen in Biologie im Mittel bei 2,5, in Chemie bei 2,7 und in Physik bei 2,6. Ein Großteil der Jugendlichen gab bereits beim Prä-Test an, sich sehr für Naturwissenschaften zu interessieren (MW 3,07, SD 0,57), so dass kein signifikanter Zuwachs der Freude und des Interesses nach Teilnahme an der Expedition verzeichnet werden konnte (MW 3,1, SD 0,65). Dabei gab zwischen den Expeditionsthemen keine Unterschiede.

In Bezug auf die Wichtigkeit bestimmter Eigenschaften für Naturwissenschaftlerinnen und – Naturwissenschaftler (s. Anhang) hatten sich die Ansichten der Jugendlichen für die Dimensionen künstlerisch ästhetisch, kreativ, sozial und hilfsbereit und kooperativ nach der Teilnahme am „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ hochsignifikant verändert (Tab. 7).

Tab. 7 Ergebnisse der Untersuchungen zu „Eigenschaften einer Naturwissenschaftlerin/ eines Naturwissenschaftlers“ (MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung)

	MW Prä	SD Prä	MW Post	SD Post	Paired T-Test Sign.	Cohen's d
Künstlerisch ästhetisch	2,11	1,03	2,49	1,14	,000	0,35*
Kreativ	3,05	1,08	3,39	1,09	,000	0,29*
sozial und hilfsbereit	3,14	1,03	3,44	1,08	,000	0,29*
Kooperativ	3,95	0,87	4,07	0,9	,000	0,15*

*kleiner Effekt (nach Cohen 1988)

Für das Interesse der Jugendlichen an bestimmten naturwissenschaftlichen Tätigkeiten gab es nur für die Dimension „Enterprising“ einen signifikanten Unterschied zwischen dem Prä- und dem Posttest (Tab. 8).

Tab. 8 Ergebnisse der Untersuchungen zu „Interesse der Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten“ (MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung)

	MW Prä	SD Prä	MW Post	SD Post	Paired T-Test Sign.	Cohen's d
Realistic	2,77	,65	2,77	,69	,938	
Investigative	2,71	,65	2,76	,67	,215	
Artistic	2,37	,76	2,36	,83	,946	
Enterprising	2,45	,67	2,55	,68	,004	0,23*
Networking	2,95	,75	2,92	,756	,515	

*kleiner Effekt (nach Cohen 1988)

Tab. 9 Ergebnisse der Untersuchungen zum Fähigkeitsselbstkonzept der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf naturwissenschaftliche Tätigkeiten“ (MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung)

	MW Prä	SD Prä	MW Post	SD Post	Paired T-Test Sign.	Cohen's d
Realistic	2,84	,52	2,86	,56	,41	
Investigative	2,80	,50	2,86	,51	,07	
Artistic	2,23	,68	2,31	,68	,03	,15*
Enterprising	2,59	,70	2,64	,65	,16	
Networking	2,93	,64	2,95	,65	,89	

*kleiner Effekt (nach Cohen 1988)

Die Jugendlichen schätzten nur ihre Fähigkeiten im Bereich „Artistic“ nach der Teilnahme an einer Expedition signifikant höher ein als davor (Tab. 9).

Die Bearbeitung der offenen Frage zum Wissen über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg führte im Post-Test zu deutlich besseren Ergebnissen ($p < 0,01$). Im Prä-Test nannten viele Schülerinnen und Schüler oft nur die Recherche und die Entwicklung der Forschungsfrage und führten den Erkenntnisgewinnungsprozess maximal bis zur Durchführung der Untersuchung aus. Die Hypothesenentwicklung fehlte häufig sowie die Planung einer Untersuchung und die anschließende Reflexion, Diskussion oder Fehlerbetrachtung. Im Post-Test wurden diese Punkte jedoch zumeist genannt (s. Krüger 2016).

6.4. Fazit der Begleitforschung

Die signifikante Steigerung der Schülervorstellungen bezüglich der künstlerisch/ ästhetischen und kreativen Eigenschaften von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern beschreibt das besondere Potenzial des "Expeditionslernen an der Ostseeküste". Insbesondere die selbstständige Entwicklung der Forschungsfragen und die eigenständige Planung der Untersuchungen im Rahmen des Expeditionslernens führen vermutlich zu dieser Veränderung. Darüber hinaus konnten eine signifikante Steigerungen der Schülervorstellungen bezüglich der Eigenschaften sozial/hilfsbereit sowie kooperativ ermittelt werden. Hier liegt eine weitere Stärke des Projektes, da die Lernenden wie in einer echten Arbeitsgruppe an einer Forschungseinrichtung auf die Zusammenarbeit mit ihren Gruppenmitgliedern sowie auf den Austausch mit den anderen Gruppen angewiesen sind. Dadurch wird der soziale Charakter des wissenschaftlichen Arbeitens deutlich. Außerdem erfahren die Schülerinnen und Schüler bei der Expedition, dass bei einigen Untersuchungen mehrere Gruppen zusammenarbeiten, sich gegenseitig unterstützen und Geräte gegebenenfalls austauschen müssen. In Bezug auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten bzw. ihr Fähigkeitsselbstkonzept konnten die Expeditionen nur wenige signifikante Veränderungen bewirken. Auf jeden Fall finden die Schülerinnen und Schüler Gefallen an dem Bereich „Enterprising“, bei dem es u.a. darum geht ein Projekt zu organisieren und durchzuführen, eine Arbeitsgruppe zu leiten sowie ein Team aufzubauen und zu managen; also Aspekte, die auch beim Expeditionslernen eine Rolle spielen. Nach der Expedition trauten die Schülerinnen und Schüler sich eher Tätigkeiten aus dem Bereich „Artistic“ zu, wobei diese Aspekte beim Expeditionslernen eigentlich nur am Rande eine Rolle spielen. Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse sollte man im Auge behalten, dass es sich statistisch gesehen um kleine Effekte handelt. Etwas anderes war auch nicht zu erwarten, denn schließlich können 3-4 Tage Expeditionslernen langfristig entstandene Ansichten Einstellungen und Interessen nicht vollständig umkrempeln. Kleine Veränderungen haben aber auf jeden Fall stattgefunden. Bemerkenswert ist, dass besonders das Verständnis des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs nach der Teilnahme an einer Expedition signifikant angestiegen war.

Im Rahmen des "Expeditionslernen an der Ostseeküste" wurde den Schülerinnen und Schülern ein authentischer Einblick in das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern ermöglicht, wobei insbesondere auch der kreative und künstlerisch/ ästhetische Aspekt der wissenschaftlichen Arbeit deutlich wurde, der in der Schule kaum berücksichtigt wird. Durch das selbstständige Durchführen der Untersuchungen sowie das Generieren und Auswerten von Daten können die Schülervorstellungen über den Tätigkeitsbereich von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in besonderer Form gefördert werden. Daneben wird auch der für die moderne Wissenschaft außerordentlich wichtige Bereich des Managements und Marketings in einer Weise verdeutlicht, wie es im Schulalltag nicht möglich ist. Die Steigerung der Kenntnisse der Jugendlichen über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges kann im besonderen Maße zur Förderung des Kompetenzbereiches Erkenntnisgewinnung beitragen. Im besten Fall resultiert dies auch in einem veränderten Alltagsverständnis über die Naturwissenschaften und deren Akteure und möglicherweise in einer größeren Motivation für die Wahl eines naturwissenschaftlichen Berufes.

7. Lehrerfortbildungen

- 2015-2018 Durchführung jeweils einer Lehrerfortbildungen pro Jahr zum Thema „Das Ökosystem Ostsee und die anthropogenen Einflüsse – eine meereswissenschaftliche Fortbildung“ auf der Lotseninsel Schleimünde. Vorstellung von Versuchen und Methoden, die im Rahmen des „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ mit Schülerinnen und Schülern zum Einsatz kommen. Werbung für das Projekt.
- 07.10.2016 Lehrerfortbildung zum Thema „Boden“ in den Räumen der Industrie und Handelskammer, Kiel. Im Rahmen der Fortbildung wurde auch das Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ in einen Vortrag vorgestellt und intensiv beworben.
- 27.09.2017 Lehrerfortbildung zum Thema „Das Ökosystem Boden und die anthropogenen Einflüsse“ in der Kieler Forschungswerkstatt statt mit dem Fokus auf einer stärkeren Einbindung von Gemeinschaftsschulen. Da sich das Projekt „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ auch für 10. Klassen eignet, wurde es im Rahmen der Fortbildung vorgestellt.
- 28.02.2019 Fortbildung angehender Geographielehrkräfte zum Thema „Expeditionslernen“ in Zusammenarbeit mit dem Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen Schleswig-Holstein (Schwerpunkt: „Küstenschutz - Naturgefahren und Anpassungsstrategien“).

8. Netzwerkbildung & Öffentlichkeitsarbeit

- 08.-10.05. 2015 Teilnahme an der Jahrestagung von LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V. an der Technischen Universität Berlin.
- 08.06.2015 Vorstellung des „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ (Vortrag) beim LernortLabor-Workshop "NTU in Schülerlaboren“ am Zentrum für Umweltkommunikation der DBU
- 17.06. 2015 Kick-Off-Veranstaltung zum Projekt in der Kieler Forschungswerkstatt mit Schulen und Institutionen, die vor der Antragstellung eine Absichtserklärung zur Beteiligung am Projekt („Letter of intent“) ausgestellt hatten.
- 24.-28. 06. 2015 Teilnahme an der Kieler Woche mit einem Stand im Zelt „kieler uni live“ präsent.
- 09.11.2015 Besuch des Zentrum Natur + Technik (ZNT) in Aurich. Dort gibt es schon seit längerem Angebote zu den Themen Klimawandel und Küstenschutz zum Austausch über Konzepte und Ideen.
- 9.11.2015 Teilnahme an der Veranstaltung „Forschung trifft Praxis“, bei der Lehrerinnen und Lehrer die Gelegenheit hatten, sich über laufende Projekte am IPN zu informieren.
- 05.-07.10.2016 Durchführung von Veranstaltungen zum Thema „Boden“ für Schülerinnen und Schüler der 5.-10. Klasse bei den MINT-Tagen in der Industrie und Handelskammer Kiel.
- Seit 03/ 2017 gibt die Kieler Forschungswerkstatt quartalsweise einen Newsletter heraus.
- 02/2018 Vorstellung und Werbung für das Projekt im IPN Journal (erscheint bundesweit).

- 03/2018 Beitrag im Buch MINT.nb & BNE in Schülerlaboren: "Expeditionslernen an der Ostseeküste"
- 11.-13.03.2018 Teilnahme an der Jahrestagung von Lernort Labor in Kiel, Ausrichtung einer Session zum "Expeditionslernen" (Frau Dr. Schöps) inkl. eigenem Vortrag
- 22.-25.10.2018 Teilnahme an der International Conference on Ecological Sciences-Sfécologie in Rennes (22-25 October 2018), Präsentation eines Posters mit dem Titel: Expeditionary Learning - High school students investigate aspects of landscape and marine ecology

9. Qualifikationsarbeiten

Im Rahmen des Projektes sind zwei Qualifikationsarbeiten entstanden:

- Krüger, J.T. (2016). Konzeption und Evaluation einer Expedition zum Thema „Ökosystem Ostsee und anthropogener Einfluss“. Masterarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Wappler, R. (2015). Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Ostseeküste. Didaktische Inszenierung unter besonderer Berücksichtigung des Expeditionslernens. Masterarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

10. Literatur

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education* 95 (3), 518–542.

Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2013). Schüler als Forscher. Experimentieren kompetenzorientiert unterrichten und beurteilen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)* 67 (2), 83–91.

Au, J. & Gade, U. (Hrsg.) (2016). „Raus aus dem Klassenzimmer“- Outdoor Education als Unterrichtskonzept. Weinheim u.a.: Beltz.

Brämer, R., Koll, H. & Schild, H.-J. (2016). *7. Jugendreport Natur 2016. Natur Nebensache? Erste Ergebnisse*. Natursoziologie.de - Natur im Alltag; Universität zu Köln.

Bybee, R. W., Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Hrsg.). (2002). *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Dettweiler, U. (2015). *Educational Research in the Mirror of Nature. Theoretical, Epistemological, and Empirical Aspects of Mixed-Method Approaches in Outdoor Education*. Dissertation, Technische Universität. München.

- Dettweiler, U., Unlu, A., Lauterbach, G., Becker, C. & Gschrey, B. (2015). Investigating the motivational behavior of pupils during outdoor science teaching within self-determination theory. *Frontiers in psychology* 6, 125.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, 32, 97-114.
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. & Pekrun, R. (2009). PISA-2006-Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Münster: Waxmann.
- Hartinger, A. & Lohrmann, K. (2010). Interessen und die Förderung von Interesse im Sachunterricht der Grundschule. In Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V. (Hrsg.), *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis*. Weingarten.
- Hemmer, I. & Hemmer, M. (2010). *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis* (Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V., Hrsg.) (Geographiedidaktische Forschungen Nr. 46), Weingarten.
- Holland. (1997). Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments (3rd Ed.). Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Kattmann, U. (2013). Auswahl und Verknüpfung der Lerninhalte. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie. Die Biologiedidaktik* (9., völlig überarbeitete Auflage, S. 29–38). Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Köller, O., Trautwein, U., Lüdtke, O. & Baumert, J. (2006). Zum Zusammenspiel von schulischer Leistung, Selbstkonzept und Interesse in der gymnasialen Oberstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 20 (1/2), 27-39.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33, S. 27 – 50.
- Krapp, Andreas (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 38, 5, S. 747-770.
- Krüger, J.T. (2016). Konzeption und Evaluation einer Expedition zum Thema „Ökosystem Ostsee und anthropogener Einfluss“. Masterarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present & future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Hand-book of research on science education* (Reprinted., S. 831–879). New York, NY: Routledge.
- McComas, W.F. (Hrsg.). (2002). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (Science & Technology Education Library, Bd. 5). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Northpoint Expeditionary Learning Academy (Hrsg.). (2014). *Northpoint Expeditionary Learning Academy. Student and Family Handbook 2014-2015*.

OECD (Hrsg.). (2005). *Contextual Framework for PISA 2006*. Warsaw.

Pekrun, R. (2005). Research area 3: Students` engagement in science. In OECD (Hrsg.), *Contextual Framework for PISA 2006* (S. 41–56). Warsaw.

Sauerborn, P. & Brühne, T. (2009). *Didaktik des außerschulischen Lernens* (2. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Taskinen P., Asseburg R., Walter O. (2009). Wer möchte später einen naturwissenschaftsbezogenen oder technischen Beruf ergreifen? Kompetenzen, Selbstkonzept und Motivationen als Prädiktoren der Berufserwartungen in PISA 2006. In: Prenzel M., Baumert J. (eds) *Vertiefende Analysen zu PISA 2006*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wentorf, W., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften* 21,(1), 207-222.

Wigfield, A., Eccles, J. S., Schiefele, U., Roeser, R. & Davis-Kean, P. (2006). Development of achievement motivation. In W. Damon & R. M. Lerner (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (6. ed., S. 933–1002). New York, NY: Wiley.

Wüthrich, C. (2013). *Methodik des Geographieunterrichts* (Das geographische Seminar, Dr. A 1). Braunschweig: Westermann.

11. Anhang

- Fragebogen
- Materialliste einer Expeditionsbox zum Thema: Plankton
- Artikel aus dem IPN Journal
- Artikel aus MINT UB
- Poster für die Conference on Ecological Sciences-Sfécologie in Rennes

Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften und über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler/innen

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie nehmen an dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ teil. In diesem Rahmen untersuchen wir die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über die Charakteristika der Naturwissenschaften sowie über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler/innen und ihre Interessen. Hierfür möchten wir Sie bitten, folgenden Fragebogen auszufüllen. Kreuzen Sie bitte jeweils die Antwort an, die am besten für Sie zutrifft. Es gibt dabei keine richtigen oder falschen Antworten, es kommt alleine darauf an, wie Sie die Dinge einschätzen oder beurteilen.

Ihre Antworten werden vertraulich behandelt und können Ihnen nicht namentlich zugeordnet werden, sie sind also anonym.

Persönlicher Code:

Geburtsjahr Vater letzte Ziffern: z.B. 1970 = 70	Geburtsname Mutter ersten 2 Buschstaben: z.B. Mayer = Ma	Aktuelle Hausnummer 1. Wohnsitz ersten 2 Ziffern: z.B. 123 = 12

Zu Ihrer Person:

Geburtsmonat/Geburtsjahr:

Monat		Jahr					

Geschlecht:

weiblich	männlich

Letzte Note in:

Biologie

Physik

Chemie

Freude und Interesse an Naturwissenschaften

Wie sehr stimmen Sie mit den folgenden Aussagen überein? Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur ein Kästchen an.

	stimmt gar nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
Im Allgemeinen macht es mir Spaß, mich mit naturwissenschaftlichen Themen zu befassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich lese gerne etwas über Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich beschäftige mich gerne mit naturwissenschaftlichen Problemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich eigne mir gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin interessiert, Neues in den Naturwissenschaften zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

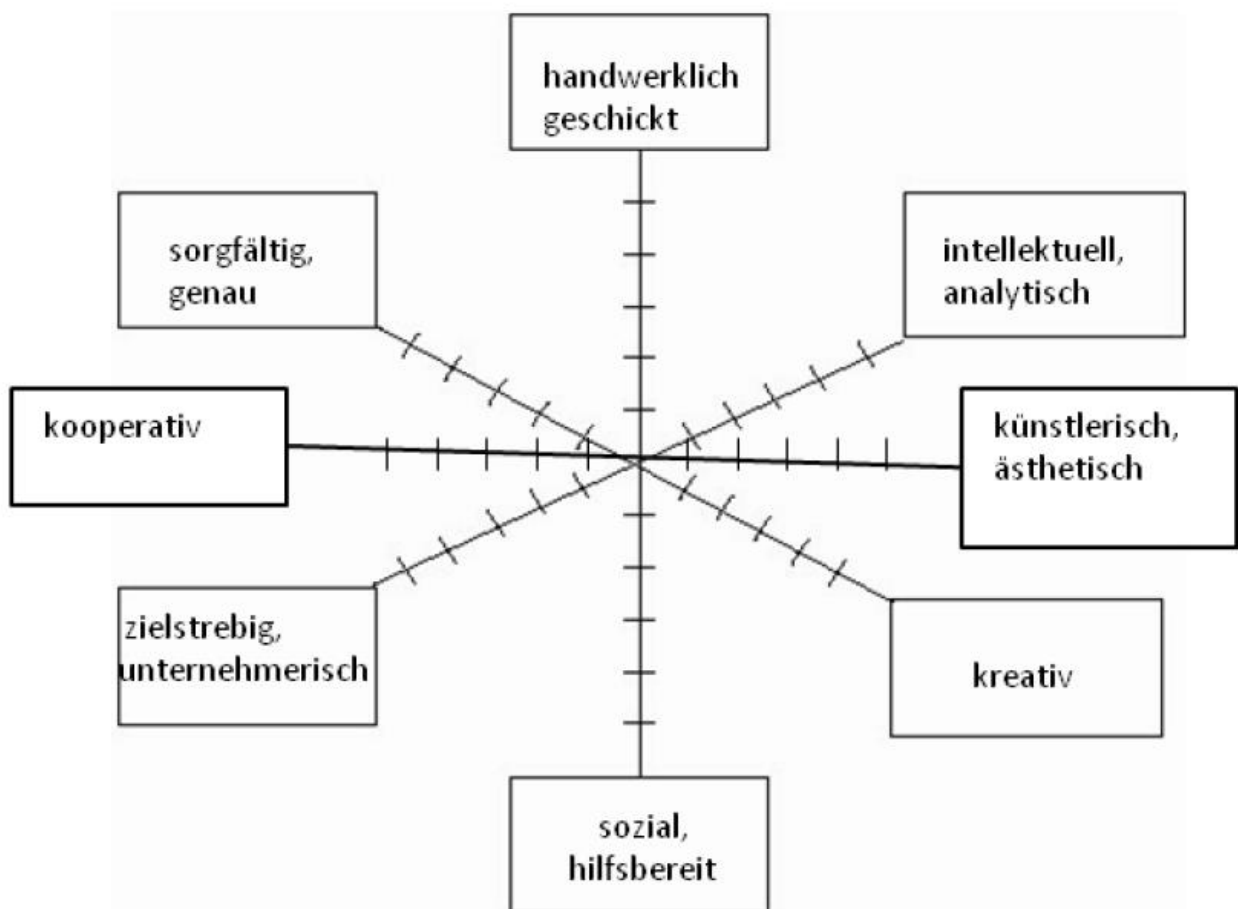
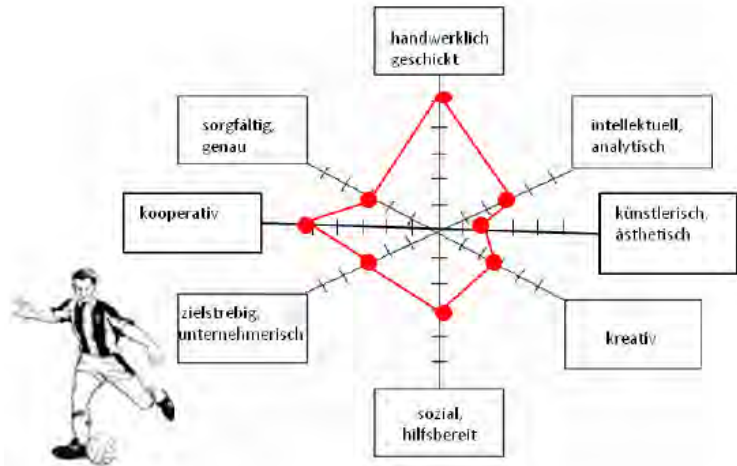
Stellen Sie sich vor...

sie sollen eine eigene naturwissenschaftliche Forschungsfrage entwickeln und diese überprüfen. Beschreiben Sie möglichst ausführlich wie Sie dabei vorgehen würden.

Eigenschaften eines Naturwissenschaftlers

Wie wichtig sind die folgenden Eigenschaften für Naturwissenschaftler/innen? Kreuzen Sie bitte auf der jeweiligen Achse an, ob Sie diese für sehr wichtig (Kreuz außen) oder wenig wichtig (Kreuz innen) halten. Verbinden Sie anschließend die markierten Punkte zu einem Netz (siehe Beispiel: Eigenschaften eines Fußballers).

Eine Testperson wurde befragt, welche Eigenschaften einen guten Fußballer auszeichnen. Sie hielt das handwerkliche Geschick und die Kooperation für besonders wichtig; am unwichtigsten war der Testperson das Künstlerische bei der Beschreibung eines Fußballers (siehe rechts).



Tätigkeiten eines Naturwissenschaftlers

Nun finden Sie etliche Aussagen über die Tätigkeiten eines Naturwissenschaftlers. Kreuzen Sie bitte an, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.

Ein Wissenschaftler übt folgende Tätigkeiten regelmäßig aus...	stimmt gar nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
Beobachtungen in der Natur durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nach Fachliteratur recherchieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Messgeräte entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitschriftenartikel verfassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Theorien entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ergebnisse aus Experimenten auswerten und interpretieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An eigenen Erfindungen arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fachliteratur lesen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untersuchungen durchführen (z. B. Lebensmittel oder Gewässer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Messverfahren entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modelle entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Team aufbauen und managen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fächerübergreifende Projekte durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeichnungen, Fotografien oder Protokolle anfertigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Versuchsapparaturen konstruieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Projekt organisieren und leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zusammenhänge in gemessenen Daten erkennen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treffen mit Kollegen anderer Fachbereiche durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messungen durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arbeitsgruppe leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorträge halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Austausch mit Wissenschaftlern anderer Universitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoffe (zum Beispiel Medikamente im Labor herstellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interviews geben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An Büchern schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komplizierte Rechnungen lösen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Interesse an (berufsbezogenen) Tätigkeiten

Würden Sie die folgenden Tätigkeiten später selbst gern durchführen? Kreuzen Sie bitte an, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.

Würden Sie die folgenden Tätigkeiten später selbst gern durchführen?	auf keinen Fall	eher nein	eher ja	ja, sehr gern
Beobachtungen in der Natur durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nach Fachliteratur recherchieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Messgeräte entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitschriftenartikel verfassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Theorien entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ergebnisse aus Experimenten auswerten und interpretieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An eigenen Erfindungen arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fachliteratur lesen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untersuchungen durchführen (z. B. Lebensmittel oder Gewässer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Messverfahren entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modelle entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Team aufbauen und managen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fächerübergreifende Projekte durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeichnungen, Fotografien oder Protokolle anfertigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Versuchsapparaturen konstruieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Projekt organisieren und leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zusammenhänge in gemessenen Daten erkennen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treffen mit Kollegen anderer Fachbereiche durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messungen durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arbeitsgruppe leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorträge halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Austausch mit Wissenschaftlern anderer Universitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoffe (zum Beispiel Medikamente im Labor herstellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interviews geben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An Büchern schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komplizierte Rechnungen lösen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tätigkeitsbezogene Selbstwirksamkeitserwartung

Hier sollen Sie ihre Fähigkeiten für die spätere Ausübung verschiedener Tätigkeiten einschätzen. Kreuzen Sie bitte an, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.

Schätzen Sie ihre Fähigkeit für die spätere Ausübung dieser Tätigkeiten ein.	sehr schlecht	eher schlecht	eher gut	sehr gut
Beobachtungen in der Natur durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nach Fachliteratur recherchieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Messgeräte entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitschriftenartikel verfassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Theorien entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ergebnisse aus Experimenten auswerten und interpretieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An eigenen Erfindungen arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fachliteratur lesen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untersuchungen durchführen (z. B. Lebensmittel oder Gewässer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Messverfahren entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modelle entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Team aufbauen und managen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fächerübergreifende Projekte durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeichnungen, Fotografien oder Protokolle anfertigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigene Versuchsapparaturen konstruieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Projekt organisieren und leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zusammenhänge in gemessenen Daten erkennen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treffen mit Kollegen anderer Fachbereiche durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messungen durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arbeitsgruppe leiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorträge halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Austausch mit Wissenschaftlern anderer Universitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoffe (zum Beispiel Medikamente im Labor herstellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interviews geben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An Büchern schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komplizierte Rechnungen lösen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Expeditionslernen an der Ostseeküste

Katrin Schöps & Katrin Knickmeier



Deiche vermessen, Wassertiefen ermitteln, Organismen bestimmen, Bodenproben nehmen, Plastikverschmutzung untersuchen, Wasserproben analysieren. Das sind nur einige der Aktivitäten, die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des seit Anfang des Jahres 2015 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ eigenständig durchführen. In dem mehrtägigen Angebot der Kieler Forschungswerkstatt nehmen Schulklassen der Jahrgangsstufen 10 bis 13 Gebiete an der Ostsee genauer unter die Lupe.



Im Fokus des Projektes stehen die menschlichen Einflüsse auf Lebensräume an und in der Ostsee. Ziel des Projekts ist es, bei den Jugendlichen ein Bewusstsein für ihre Umwelt zu schaffen und ihnen einen realistischen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten zu vermitteln. Außerdem soll die Freude und das Interesse der Jugendlichen an den Naturwissenschaften und berufsbezogenen naturwissenschaftlichen Tätigkeiten sowie ihre Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf letztere gefördert werden. Von der Kieler Forschungswerkstatt, einer gemeinsamen Einrichtung der Kieler Universität und des IPN, wird wissenschaftlich untersucht, ob diese Ziele erreicht werden.



Landnutzung an der Ostseeküste

Die Schülerinnen und Schüler führen Boden- und Gewässeranalysen durch, aber sie machen auch Vegetationsaufnahmen oder untersuchen Insekten, die im Expeditionsgebiet Blüten aufsuchen. Um das Systemverständnis der Schülerinnen und Schüler zu erweitern, werden die Gebiete so gewählt, dass unterschiedliche Flächen entlang von Flüssen, die in die Ostsee münden, untersucht werden. So können die Jugendlichen z.B. den Einfluss von intensiver Düngung sowohl auf den Boden als auch auf Gewässer in den Blick nehmen.

i Der didaktische Schwerpunkt des Expeditionslernens liegt auf dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess. Im Rahmen des Projektes durchlaufen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens. Dafür wurde eine kooperative Lernform gewählt, bei der die Jugendlichen in „Expertengruppen“ zusammenarbeiten.

▲ Entnahme einer Bodenprobe.

◀▶ Erhebung der Wasserstrukturgüte eines kleinen Flusses.



▲ Erhebung der Wasserstrukturgüte eines kleinen Flusses.



Küstenschutz – Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste

Wählt eine Schulklasse dieses Thema, dann beschäftigen sich die Jugendlichen z. B. mit folgenden Fragen: Was beeinflusst die Dynamik der Küste? Welche Auswirkungen hat die Küstendynamik auf Pflanzen, Tiere und Menschen? Welche Küstenschutzmaßnahmen gibt es und welche Funktion haben sie?

Die einzelnen Schülergruppen informieren sich zunächst anhand von bereitgestellten Materialien, einem einführenden Vortrag oder auch eigenen Internetrecherchen über ihr Thema und erarbeiten dann gemeinsam eine Fragestellung. Anschließend planen die Gruppen ihre Untersuchungen und arbeiten sich in die Methoden ein. Ergänzend zu den eigenen Untersuchungen befragen die Jugendlichen zu dem Thema auch Akteure vor Ort sowie politische Entscheidungsträger. Bei jeder Feldarbeit gibt es ergänzend ein Reporterteam, das aus zwei bis drei Mitgliedern besteht und die Forschungsgruppen während der gesamten Expedition begleitet. Seine Aufgabe ist es, die wissenschaftlichen Prozesse der Expedition abzubilden. Die Reporterinnen und Reporter führen Interviews mit den Gruppen durch, filmen die Probenahmen

im Untersuchungsgebiet und dokumentieren Analysen und Ergebnisse, aber auch andere bemerkenswerte Ereignisse während der Projektphase.

▼ Aufnahme der Küstenvegetation.

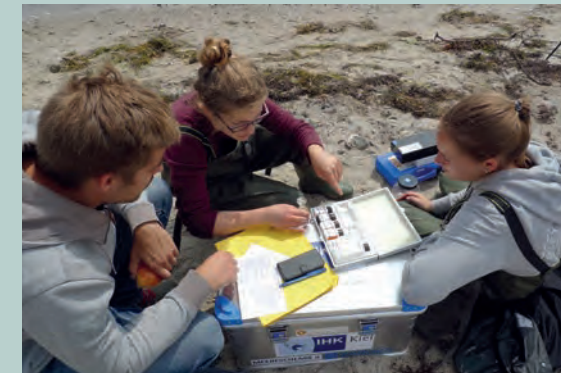


- ▼ Vermessung der Deichhöhe mit einem Nivelliergerät.
- ▼ Untersuchung von Benthosorganismen.



▼ Durchführung meereschemischer Untersuchungen.

▼ Untersuchungen von Süßwasserorganismen.



Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss

Klassen, die sich für dieses Thema entscheiden, beschäftigen sich mit Plastik- und Lärmverschmutzung sowie mit der Einwanderung invasiver Arten in das Ökosystem. Die Jugendlichen untersuchen Lebewesen in der Ostsee und am Strand, nehmen Plankton- und Benthosproben, führen meereschemische und -physikalische Untersuchungen durch und beschäftigen sich mit der Verschmutzung der Ostsee. Zudem führen auch sie Interviews mit Akteuren vor Ort durch, wie z. B. mit Kioskbesitzern, Hafenmeistern, der Wasserwacht oder Fischern. Besonderes Augenmerk liegt bei diesem Themenkomplex außerdem auf der Erweiterung des Systemverständnisses der Schülerinnen und Schüler.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Probenahmen und Datenerhebungen im Untersuchungsgebiet abgeschlossen haben, werden einige Analysen direkt vor Ort durchgeführt, andere Analysen und die Auswertung der Daten erfolgen in der Kieler Forschungswerkstatt oder in der Schule. Während des gesamten Projektes stehen den Jugendlichen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kieler Forschungswerkstatt als wissenschaftliche Beratung zur Seite. Außerdem werden Lehramtsstudierende in die Betreuung eingebunden werden.



▶
Transport von Expeditionskisten.



i Dr. Katrin Schöps

ist Leiterin des geo:labors der Kieler Forschungswerkstatt. Die Ökologin beschäftigt sich seit vielen Jahren mit dem Lernen an außerschulischen Lernorten. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Wissenschaftlerin ist die Frage, wie sich naturwissenschaftliche Kompetenz entwickelt und wie man sie erfassen bzw. testen kann.

schoeps@ipn.uni-kiel.de



i Dr. Katrin Knickmeier

leitet als Meeresbiologin die Kieler Forschungswerkstatt, eine gemeinsame Einrichtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und des IPN, und das darin befindliche ozean:labor. Ihr langjähriges Anliegen ist es, Interesse und Begeisterung für die Naturwissenschaften bei Kindern und Jugendlichen zu wecken.

knickmeier@ipn.uni-kiel.de

www.forschungs-werkstatt.de
www.forschungs-werkstatt.de/aktuelles/expeditionslernen-an-der-ostseekueste

Da die Jugendlichen für die Untersuchung der meisten Fragestellungen Proben nehmen und Messungen durchführen müssen, findet ein Großteil der Arbeit direkt im Untersuchungsgebiet statt. Hierdurch erhält das Projekt einen realistischen Expeditionscharakter. Je nach Fragestellung und Untersuchungsgebiet sind die Jugendlichen in ihrer Gruppe zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs. Dabei transportieren sie die benötigten Geräte und Probengefäße, orientieren sich mit Hilfe von GPS-Geräten und topografischen Karten im Gebiet, nehmen ihre Proben, führen Untersuchungen durch und erheben die benötigten Daten. Zum Abschluss der Expedition präsentieren die verschiedenen Gruppen einander ihre Ergebnisse.

Da die Untersuchungsgebiete Systeme darstellen, in die die Jugendlichen einen kleinen Einblick gewonnen haben, werden abschließend alle Ergebnisse zusammengefasst und in einer Diskussionsrunde in größere Kontexte eingeordnet. Ziel einer jeden Expedition ist auch, das Umweltbewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Sei es, dass sie sich der Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll bewusst werden, den Unterschied ökologischer und konventionell genutzter Flächen wahrnehmen, sich Gedanken über den Verlust von Biodiversität oder den Einfluss des steigenden Meeresspiegels auf unsere Küsten Gedanken machen. Am Ende jeder Expedition wird daher über Möglichkeiten des Umwelthandelns mit den Schülerinnen und Schüler gesprochen. Was ist politisch und gesellschaftlich sinnvoll und machbar und was kann jeder selbst tun?

.....

Expeditionslernen an der Ostseeküste

Bei diesem mehrtägigen Angebot der Kieler Forschungswerkstatt, das seit Anfang 2015 von der DBU gefördert wird, nehmen Schulklassen der Jahrgangsstufen 10 bis 13 Gebiete an der Ostsee genauer unter die Lupe. Ziel ist es, auf diese Weise bei den Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein für ihre Umwelt zu schaffen, ihr Systemverständnis zu fördern und ihnen einen realistischen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten zu vermitteln.

Der Ostseeraum bietet eine Vielfalt an aquatischen, terrestrischen und marinen Lebensräumen. Eingriffe wie intensive Flächennutzung und Verschmutzung aber auch der Klimawandel wirken sich auf diese verschiedenen Lebensräume und auf das Ökosystem aus. Im Rahmen des Projektes „Expeditionslernen an der Ostseeküste“ beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit folgenden Themen: 1. Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss, 2. Küstenschutz – Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste und 3. Landnutzung an der Ostseeküste.

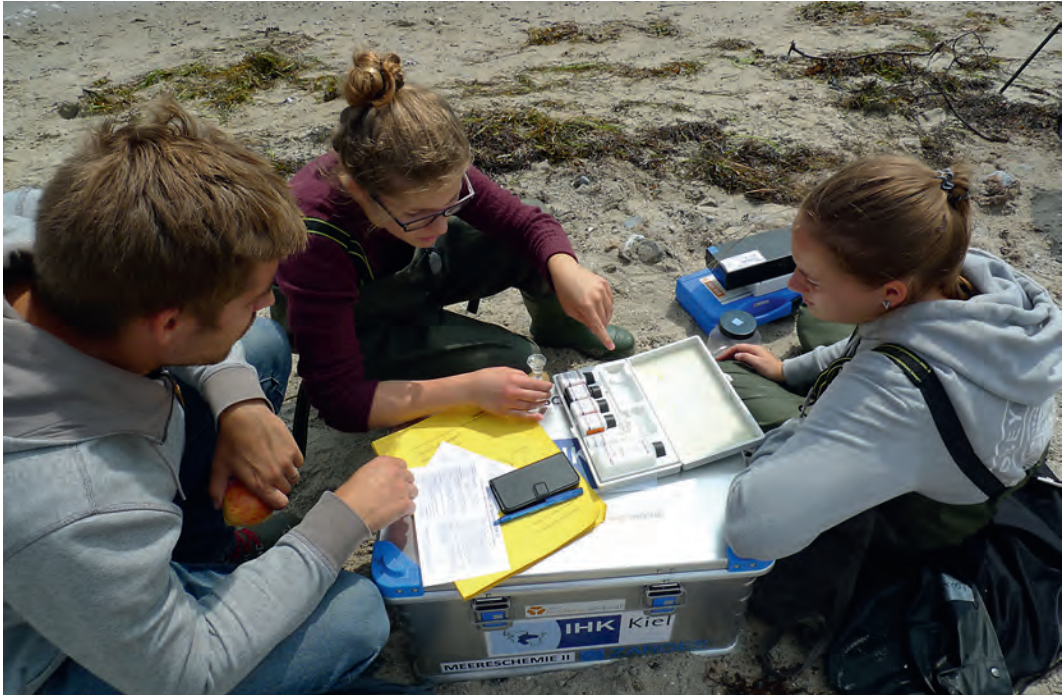


Zu jedem dieser Themen führt die Kieler Forschungswerkstatt eigene Expeditionen durch. So beschäftigt sich beispielsweise eine Klasse, die sich für das Thema „Landnutzung an der Ostseeküste“ entscheidet, mit Boden- und Gewässeranalysen (Foto) aber auch mit Vegetationsaufnahmen und der Untersuchung von Blütenbesuchern auf unterschiedlich genutzten Flächen. Um das Systemverständnis der Schülerinnen und Schüler zu erweitern, werden die Expeditionsgebiete so ausgewählt, dass unterschiedliche Flächen entlang einiger in die Ostsee mündender Flüsse untersucht werden. So kann z. B. der Einfluss von intensiver Düngung sowohl auf den Boden als auch auf Gewässer untersucht werden.

Wählt die Schulklasse das Thema „Küstenschutz – Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste“, dann beschäftigen sich die Jugendlichen z. B. mit den Ursachen von Küstendynamik, mit den Auswirkungen sich wandelnder Küsten auf Pflanzen, Tiere und Menschen sowie mit Küstenschutzmaßnahmen und ihren Funktionen. All diese Fragestellungen werden unter anderem vor dem Hintergrund des Meeresspiegelanstiegs betrachtet. Dazu werden auch Akteure vor Ort sowie politische Entscheidungsträger befragt.

Wenn die Klasse sich für das Thema „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ entscheidet, stehen die Lebewesen der Ostsee, die menschlichen Einflüsse durch Plastik- und Lärmverschmutzung sowie invasive Arten im Vordergrund. Die Jugendlichen untersuchen die Organismen in der Ostsee und am Strand, nehmen Plankton- und Benthosproben, führen meereschemische und -physikalische

Erhebung der Gewässerstrukturgüte eines kleinen Flusses.



Einige meereschemische Analysen können direkt am Strand durchgeführt werden.

Untersuchungen durch und analysieren die Verschmutzung der Ostsee. Zudem führen sie Interviews mit Akteuren vor Ort durch (Kioskbesitzer, Hafenmeister, Wasserwacht, Fischer) und erfragen beispielsweise, welche Fischarten von den Fischern gerade gefangen wurden oder wie die Fangquoten aussehen. Besonderes Augenmerk liegt bei allen drei Themen auf der Erweiterung des Systemverständnisses der Schülerinnen und Schüler.

Während des gesamten Projektes stehen den Schülerinnen und Schülern die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kieler Forschungswerkstatt für wissenschaftliche Beratungen zur Seite. Zusätzlich konnten über das Projekt „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“¹ Lehramtsstudierende in die Betreuung eingebunden werden.

Da man für die Untersuchung der meisten Fragestellungen Proben nehmen und Messungen

durchführen muss, findet ein Großteil der Arbeiten direkt im Untersuchungsgebiet statt. Hierdurch erhält das Projekt einen realistischen Expeditionscharakter.

Der didaktische Schwerpunkt des Expeditionslernens liegt auf dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess. Im Rahmen des Projektes durchlaufen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens. Dafür wurde eine kooperative Lernform gewählt bei der die Jugendlichen in „Expertengruppen“ zusammenarbeiten. Die einzelnen Gruppen informieren sich zunächst anhand von bereitgestellten Materialien, einem einführenden Vortrag oder auch eigenen Internetrecherchen über ihr Thema und erarbeiten dann gemeinsam eine Fragestellung. Diese Vorbereitungsphase wird in der Schule oder in der Kieler Forschungswerkstatt

¹ Zentrales Ziel des von der Deutschen-Telekom-Stiftung geförderten Projekts „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ ist die Integration von Schülerlaboren in die MINT-Lehramtsausbildung.

durchgeführt. Anschließend planen die Gruppen ihre Untersuchungen und fertigen Listen mit dem dafür benötigten Material an. Schließlich arbeiten sie sich inhaltlich und praktisch in neue Methoden ein.



Schülerinnen und Schüler transportieren Expeditionsboxen und suchen nach Mikroplastik. (Fotos: Kieler Forschungswerkstatt)

Nach dieser intensiven Vorbereitungsphase wird für die Expedition gepackt und es geht raus ins Untersuchungsgebiet! Für die Themen „Ökologische Veränderungen an der Ostseeküste und anthropogener Einfluss“ und „Küstenschutz – Naturgefahren und Anpassungsstrategien an der Küste“ bietet ein Abschnitt der Westküste der Kieler Förde optimale Bedingungen. Dort findet man Bereiche mit unterschiedlicher Nutzung (Kurzstrand, Naturstrand, Hafenbecken), eine vielfältige Küstenmorphologie (Steilküste, Sandstrand, Dünen, Wald) sowie zahlreiche Küstenschutzmaßnahmen. Expeditionen zum Thema „Landnutzung an der Ostseeküste“ wurden bisher an zwei kleinen Flüssen durchgeführt, die in die Ostsee münden.

Je nach Fragestellung und Untersuchungsge-

biet sind die Jugendlichen in ihrer Gruppe zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs. Dabei transportieren sie die benötigten Geräte und Probengefäße, orientieren sich mit Hilfe von GPS-Geräten und topografischen Karten im Gebiet, nehmen ihre Proben, führen Untersuchungen durch und erheben die benötigten Daten. Gerade die praktische Arbeit macht den Schülerinnen und Schülern Spaß, ist aber oft auch eine ungewohnte Herausforderung: Wo nimmt man Proben, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten? Wie viele Proben nimmt man an einer Stelle? Wie misst man am besten die Höhe einer Steilküste? Wie zieht man einen eingeschlagenen Bodenbohrer wieder heraus? Woher stammt der Plastikmüll, den wir am Strand finden? Wie findet man Akteure vor Ort, die einem ein Interview zu Hochwasserereignissen geben? Außerdem kann ein Expeditionstag in der Natur ziemlich anstrengend sein, wenn einige Kilometer zu

Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden und dabei auch noch Geräte sowie Proben transportiert werden müssen – und das bei jedem Wetter. Dieser Effekt ist beabsichtigt, denn schließlich sollen die Jugendlichen einen realistischen Einblick in den Arbeitsalltag von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erhalten, der bei Expeditionen auch beschwerlich sein kann.

Bei jeder Expedition gibt es ergänzend ein Reporterteam, das aus zwei bis drei Mitgliedern besteht und die Forschungsgruppen während der gesamten Expedition begleitet. Seine Aufgabe ist es, die wissenschaftlichen Prozesse der Expedition abzubilden. Die Reporterinnen und Reporter führen Interviews mit den Gruppen durch, filmen die Probenahmen im Untersuchungsgebiet und doku-

mentieren Analysen und Ergebnisse aber natürlich auch andere bemerkenswerte Ereignisse während der Projektphase.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Probenahmen und Datenerhebungen im Untersuchungsgebiet abgeschlossen haben, werden einige Analysen direkt vor Ort in Feldcamps durchgeführt. Die restlichen Analysen und die Auswertung der Daten erfolgen in der Kieler Forschungswerkstatt oder in der Schule. Die innen und Mitarbeiter der Kieler Forschungswerkstatt besprechen mit den Jugendlichen geeignete Auswertungsmethoden, stellen Vergleichsdaten zur Verfügung, erstellen digitale Fotos mit dem Mikroskop von einzelnen Organismen, diskutieren mit ihnen die korrekte Darstellung und Interpretation ihrer Ergebnisse oder unterstützen sie bei der Erstellung digitaler Karten.

Schließlich wählt jede Gruppe eine Darstellungsform für ihre Ergebnisse. Das können z. B. kurze Filme, Power-Point-Präsentationen oder auch Poster sein. Zum Abschluss der Expedition präsen-

tieren die verschiedenen Gruppen ihre Ergebnisse. Da die Untersuchungsgebiete Systeme darstellen, in die die Jugendlichen einen kleinen Einblick gewonnen haben, werden abschließend alle Ergebnisse zusammengefasst und in einer Diskussionsrunde in größere Kontexte eingeordnet. Ziel einer jeden Expedition ist es, das Umweltbewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Sei es, dass sie sich der Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll bewusster werden, den Unterschied ökologischer und konventionell genutzter Flächen wahrnehmen oder dass sie sich Gedanken über den Verlust von Biodiversität oder den Einfluss des steigenden Meeresspiegels auf unsere Küsten Gedanken machen. Am Ende jeder Expedition wird daher über Möglichkeiten des Umwelthandelns mit den Schülerinnen und Schüler gesprochen. Was ist politisch und gesellschaftlich sinnvoll und machbar und was kann jeder selbst tun? Als Abschluss der Expedition zeigt die Reportergruppe ihren Film und lässt so das gesamte Projekt noch einmal Revue passieren.

Kieler Forschungswerkstatt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel & Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
Am Botanischen Garten 14f | 24118 Kiel



Kontakt: Dr. Katrin Schöps und Dr. Katrin Knickmeier

Schülerlabor-Kategorie: SchüLerLabor^{KFLWG}

Klassenstufen und Schulart(en): Klasse 10–13, alle Schularten

Fachrichtungen: Biologie, Chemie, Physik, Geographie

Angebot für: ganze Schulklassen

Zeitaufwand: 3–4 Tage

Didaktische Methoden: ● Projektarbeit mit eigenen und angeleiteten Komponenten
● Freies Arbeiten: Schülerinnen und Schüler können eigene Fragestellungen entwickeln und erforschen ● Einblicke in die Berufswelt ● Erstellung von Zukunftsvisionen
● Erstellung eines Films



Expeditionary Learning - High school students investigate aspects of landscape and marine ecology

Katrin Schöps^{1,2}, Katrin Knickmeier^{1,2}, Johanna Tana Krüger^{1,2}

Kieler Forschungswerkstatt¹, Leibniz Institute for Science and Mathematics Education²



Aim of the project

„Measuring dykes, determining water depth, identifying species, taking soil samples, investigating plastic pollution, and analysing water samples these are some of the activities; secondary school students carry out when they participate in the "Expeditionary Learning" project of the "Kieler Forschungswerkstatt" (KiFo), the school lab of Kiel University and the Leibniz Institute for Science and Mathematics Education. The project is designed for 3-4 days and aims at fostering the students' interest in science and their environmental awareness, promoting their understanding of ecological systems and providing a realistic insight in scientific inquiry and the work processes involved. Target group are secondary school classes (grade 10 to 13) with a focus on natural sciences or geography.

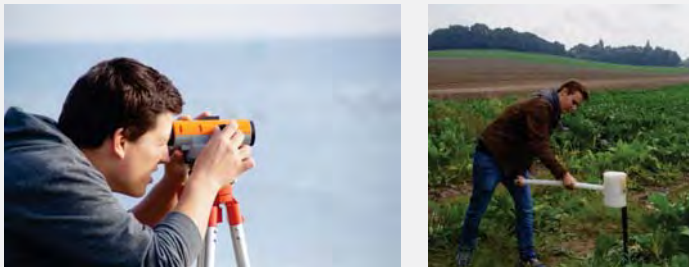


Fig. 1: Measuring the height of a dyke and taking a soil sample

The project focusses on anthropogenic influences on aquatic, terrestrial and marine habitats in the Baltic region of Northern Germany. Human activities like intensive land use and pollution as well as climate change have an impact on different habitats and ecosystems.

Topics

For an expedition the classes can choose between the following topics:

Topic 1: Human impact on the marine environment

The students investigate and identify organisms from the Baltic Sea and its beaches, take plankton- und benthos- samples, carry out chemical and physical investigations and address the pollution of the Baltic Sea.

Topic 2: Coastal protection-Natural hazards and adaptive strategies

The students explore factors influencing coastal dynamics and different measures of coastal protection as well as the impact of coastal processes on plants, animals and humans.

Topic 3: Land use at the Baltic Coast

The students focus on soil- and freshwater analyses, vegetation mapping and investigations of insects on flowering plants in areas with different types of land use.



Fig 2: Investigation of benthic organisms

After the class selected one of the three topics, a suitable research area is chosen by the KiFo team.

Scientific practices

During the project, the students experience the different steps of scientific investigations and get an insight of scientists' daily routines. The students form "expert groups" to investigate different aspects of their chosen research topic. Each group studies the provided material, searches the internet for information and drafts its own research question. Then the groups plan their research, draw up a list with necessary equipment, produce their own maps with QGIS and become acquainted with relevant research methods. All steps of the expedition are filmed by a team of 2-3 students who form a reporter team and produce a documentary of the whole project.

During the following 2-3 days of fieldwork the student groups get around the research area either by foot or by bike. They transport their equipment as well as their samples and use GPS and topographical maps for their orientation. In the field they take samples and carry out measurements (Fig. 1 & 2). Some of the samples/ data can be analysed on site, others are taken back to the KiFo for further analyses (Fig. 3). During the whole process the students work as autonomously as possible but whenever necessary they are supported by the KiFo scientists.



Fig 3: Analyses of fresh water samples

At the end of the expedition, the results are presented and put into a larger context. Problematic findings are discussed by the students and the scientist of the KiFo concerning implications for the ecosystem and adequate measures for action. What can be done on an individual, social and political level?

Evaluation

For evaluating whether the project had the desired effects on the students, a questionnaire was designed using the following well-established instruments:

1. Interest in science/ joy in carrying out science activities (OECD, 2006)
2. Perception of science and scientists (Dierks et al., 2015; Wentorf et al., 2015).
3. Views about the Nature of Science (Urhahne et al., 2008, 2011): measurement of students' conceptions about certainty, development, justification, simplicity and the source of scientific knowledge, their assumptions about the purpose of science and the creativity of scientists.

The questionnaire was applied in a pre-post design. After the expedition, the students reported a significantly higher interest in science and also their joy with respect to science activities had increased. Significantly more students associated creative activities and social interactions with science and significantly more students were able to name and describe the different steps of scientific investigations.

The results show that Expeditionary Learning succeeded in achieving its goals. It particularly broadened the students' perception of science and scientists and led to a much better understanding of and knowledge of the different steps involved in scientific investigations.

Literature: Dierks, P. O., Höfler, T. N., & Parchmann, I. (2015). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, 32, 97-114.; Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2011). Conceptions of the nature of science –Are they general or context-specific? *International Journal of Science and Mathematics Education*(IJSME),9(3), 707-730.; Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36, 71-93.; Wentorf, W., Höfler, T. N., & Parchmann, I. (2015). Schlierkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207-222.

Expeditionskiste PLANKTON I

<i>Geräte</i>	
Appstein-Netze (55µm, 335µm) und Leine, markiert und Trichter	je 1x
Wasserschöpfer (1L) mit Fallgewicht und Leine, markiert	1x
Secci-Scheibe	1x
<i>Arbeitsmaterial</i>	
Bestimmungskarten Plankton (groß und klein)	je 5x
Mappe mit Gebrauchsanweisungen und Verwendungstipps	1x
Mappe mit Arbeitsaufgaben und Planktonprotokollen	1x
<i>Büromaterial</i>	
Fotoschlitten, universal	1x
Edding, Bleistifte, Tape	
Klemmbretter	4x

Expeditionskiste PLANKTON II

<i>Labormaterialien</i>	
Kautex-Flasche, 50 ml	2x
Kautex-Flasche, 500 ml	14x
Kautex-Flasche, 1000ml	2x
Plastik-Petrischalen	~20
Zellkulturfalschen	~20
Bogorow-Schalen	7x
Nunclon-Surface, 6er	2x
Nunclon-Surface, 12er	6x
Nunclon-Surface, 24er	4x
Spritzwasserflaschen	2x
Parafilm-Rolle	1x
Präparierbesteck	1x
Kaffefilter, Handfilter	je 1x

